

✓ VERHANDLUNGEN  
DER  
**PHYSIKAL.-MEDICIN. GESELLSCHAFT**  
IN  
**WÜRZBURG.**

~~~~~  
HERAUSGEGEBEN

VON

**DER REDACTIONS-COMMISSION DER GESELLSCHAFT.**

NEUE FOLGE.

XI. BAND.

Mit 6 lithographirten Tafeln.

—————  
WÜRZBURG.

DRUCK UND VERLAG DER STAHEL'SCHEN BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.

1877.



VERHANDLUNGEN

DER

PHYSIKAL.-MEDICIN. GESELLSCHAFT

IN

WÜRZBURG.

HERAUSGEBEN

VON

DER REDACTIONS-COMMISSION DER GESELLSCHAFT.

NEU ERSCHEINENDE

XI. BAND.

Mit 6 lithographirten Tafeln.



WÜRZBURG.

DRUCK UND VERLAG DER STAHLSCHEEN BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.

1877

# INHALT

des

## XI. Bandes.

|                                                                                                                                                                                   | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Hofmann, Ottmar, Dr., kgl. Bezirksarzt, Medicinische Statistik der Stadt Würzburg. (Mit Tafel I—III.) . . . . .                                                                   | 1     |
| Finn, Benjamin, Dr. med., Experimentelle Beiträge zur Glycogen- und Zuckerbildung in der Leber . . . . .                                                                          | 92    |
| Fick, Eugen A., Assistent am physiolog. Laboratorium, und Weber, E., stud. med., Anatomisch-mechanische Studie über die Schultermuskeln. I. Theil. (Mit Tafel IV.) . . . . .      | 121   |
| Roszbach, J. M., Dr. Prof. und Clostermeyer, Th. Dr., Muskelversuche an Warmblütern. I. Einwirkung des Curare, Guanidin und Veratrin auf den lebenden Warmblütermuskel . . . . .  | 153   |
| Roszbach, J. M., Dr. Prof. und Harteneck, K., Dr. II. Untersuchungen über Ermüdung und Erholung des quergestreiften Muskels der Warm- und Kaltblüter . . . . .                    | 173   |
| Sachs, Ueber die Porosität des Holzes . . . . .                                                                                                                                   | 202   |
| Sachs, Ueber die Anordnung der Zellen in jüngsten Pflanzentheilen. (Mit Taf. V.)                                                                                                  | 219   |
| Brand, Beiträge zur Entwicklung der Magen- und Darmwand. (Mit Taf. VI)                                                                                                            | 243   |
| Fick, Eugen A., Assistent am physiologischen Institut und Weber, E., stud. med., Anatomisch-mechanische Studie über die Schultermuskeln. II. Theil. (Mit 3 Xylographien). . . . . | 257   |





# Medicinische Statistik der Stadt Würzburg für die Periode 1871—1875.

Von

Dr. OTTMAR HOFMANN,

k. Bezirksarzt.

(Mit Tafel I—III.)

Die Fortführung einer geordneten Morbilitäts- und Mortalitäts-Statistik einer Stadt ist, wie *Virchow* sagt, ein Gegenstand der ernstesten Bedeutung, indem sie den Grad und die Quellen der Gefahren, welche das Leben der Einwohner sowohl im Grossen, als das jedes Einzelnen in der Stadt bedrohen, ermitteln lehrt, um daran den Grad und die Natur der Hilfsmittel zu ermessen, welche dagegen aufgewendet werden können<sup>1)</sup>.

Leider ist die Durchführung einer Morbilitäts-Statistik mit so vielen Schwierigkeiten verbunden, dass bis jetzt noch kein genügendes Material hiezu vorliegt, und wir uns mit einer Mortalitäts-Statistik begnügen müssen. Diese ist aber in Zusammenhang mit dem Stande, der Zusammensetzung und der Bewegung der Bevölkerung gebracht, wohl geeignet, gleichsam einen Barometer für die Salubrität einer Stadt abzugeben, der sowohl die abnormen Zustände der Bevölkerung erkennen, als auch die Wirkungen der getroffenen sanitären Massregeln abschätzen lässt.

Von diesen Grundsätzen ausgehend, habe ich im Nachfolgenden versucht, eine medicinische Statistik der Stadt Würzburg für den Zeitraum von 1871 mit 75 herzustellen, um für nachfol-

<sup>1)</sup> Beiträge zur Statistik der Stadt Würzburg. Verhandl. der Würzburger phys.-med. Gesellschaft Bd. X. S. 49.

gende statistische Arbeiten einen Anhalts- und Vergleichspunkt zu gewinnen, und allen Denjenigen, welche sich für die Gesundheitsverhältnisse der Stadt interessiren, ziffermässiges Material zur Beurtheilung derselben zu liefern.

Hiebei kam eine Reihe ausgezeichneter Vorarbeiten sehr zu Statten, welche gewissenhaft benützt wurden, nämlich:

- 1) *Horsch*, Versuch einer Topographie der Stadt Würzburg, 1805; welcher die Bewegung der Bevölkerung von 1701—1800 tabellarisch zusammengestellt mittheilt.
- 2) *Rinecker*, Medicinische Statistik der poliklinischen Anstalt, Würzb. 1848; für den Zeitraum 1837—1846.
- 3) *Virchow*, Beiträge zur Statistik der Stadt Würzburg. Verhandlungen der Würzburger physik.-medic. Gesellschaft Bd. X. S. 186 für den Zeitraum 1852—1855.
- 4) *Vogt*, Medicinische Statistik der Stadt Würzburg für das Etatsjahr 1860/61. Würzburger medicinische Zeitschrift III. 1862 S. 381.
- 5) *Geigel*, Kindersterblichkeit in Würzburg. Deutsche Vierteljahrsschrift für öff. Gesundheitspflege. 1871.

Seit dem Jahre 1861 ist keine derartige Zusammenstellung mehr gemacht worden, und gerade jetzt, wo die Stadt Würzburg, in mächtigem Aufschwunge begriffen, sich aus dem beengenden Gürtel der Festungsmauern herausarbeitet, und vielfache Verbesserungen sanitärer Natur theils schon ausgeführt, theils in Ausführung begriffen sind, erscheinen zur Beurtheilung des bereits erreichten, und des noch weiter zu erstrebenden Grades der Salubrität statistische Daten ganz unentbehrlich.

Dass die vorliegende Statistik mit dem Jahre 1871, dem ersten des neu erstandenen Deutschen Reiches, beginnt, dürfte für dieselbe insofern von Vortheil sein, als sie an eine gewaltige politische Umgestaltung im Leben des deutschen und bayrischen Volkes anknüpft, welche gewiss nicht ohne Einfluss auf die sanitären Verhältnisse desselben bleiben wird. Um zu einem richtigen Bilde der sanitären Verhältnisse der Stadt Würzburg zu gelangen, erschien es nöthig, die von auswärts kommenden Kranken unserer grossartigen Krankenanstalt des kgl. Juliusspitals sowie die fast ausschliesslich von auswärts kommenden Pfründner dieser Anstalt auszuschliessen, indem jährlich in dieser Anstalt ca. 300 Todesfälle vorkommen, von denen durchschnittlich kaum die Hälfte Personen betreffen, welche als stadtangehörig zu betrachten

sind. Die Mortalität der Stadt würde durch einen jährlichen Zuwachs von ca. 150 fremden, krank oder im hohen Alter hierhergekommenen und hier verstorbenen Personen allzusehr belastet.

Die bereits vorhandenen Mortalitäts-Tabellen konnten aus diesem Grunde zu vorliegender Arbeit nicht benützt werden; vielmehr musste das ganze Material neu geordnet und gesichtet werden mit Ausscheidung der autochthonen und heterochthonen Bevölkerung.

Zu ersterer wurden alle Diejenigen gerechnet, welche zu irgend einem Zwecke Aufenthaltsbewilligung in hiesiger Stadt erlangt haben, als sämtliche Arbeiter und Tagelöhner, Dienstboten, Gesellen, Lehrlinge, Commis, Studenten und das Militär, während als heterochthon nur die auswärtigen Kranken und Pfründner des Juliusspitals betrachtet wurden. Die in der Entbindungsanstalt vorgekommenen Geburten und Sterbfälle wurden deshalb nicht von denen des Stadtbezirkes getrennt, weil einerseits manche dort geborene Kinder in der Stadt als Pflegekinder verbleiben, und andererseits aus den Todtenscheinen die Qualität als fremdes Pflegekind nicht entnommen werden kann.

Die Opfer an Mühe und Zeit, welche diese Art der Bearbeitung des Materiales verursacht hat, werden, wie ich hoffe, durch die Gewinnung zuverlässiger Anhaltspunkte zur richtigen Beurtheilung der sanitären Verhältnisse der Stadt Würzburg aufgewogen werden.

Noch ist zu bemerken, dass die Todtgeborenen sowohl bei der Berechnung der Geburtsziffer, als auch bei der der Mortalitätsziffer ausgeschlossen wurden; ebenso wurden die Todesfälle unter den im Jahre 1871 in sehr zahlreicher Weise in öffentlichen und Privatspitälern dahier verpflegten verwundeten und kranken Soldaten, welche nicht zur hiesigen Garnison gehörten, sowie die unter den Kriegsgefangenen bei Berechnung der Sterblichkeit ausser Acht gelassen.

Dass ich in der Form der Darstellung mehrfach, insbesondere bei Betrachtung der Kindersterblichkeit, die vortrefflichen Arbeiten von Dr. C. Fr. Majer in dem Generalbericht über die Sanitätsverwaltung des Königr. Bayerns zum Muster genommen habe, wird der Arbeit um so weniger zum Vorwurf gereichen, als hiedurch der Vergleich mit den entsprechenden Verhältnissen in Bayern ermöglicht worden ist.

Allen den Herren, welche mich bei Bearbeitung dieser Statistik mit Rath und Beihilfe gütigst unterstützt haben, erlaube ich mir hier meinen herzlichsten Dank abzustatten, insbesondere den Herren: Med.-Rath Dr. *Escherich*, Hofgärtner *Heller*, Prof. Dr. *Sandberger*, Stadtbaurath *Scherpf*, Stabsarzt Dr. *Vocke*, Med.-Rath Dr. *Vogt*, pr. Arzt Dr. *Walther* und Prof. Dr. *Wislicenus*.

## Topographische und meteorologische Vorbemerkungen.

Würzburg (49° 47' 39" n. Breite und 27° 35' 47" ö. Länge von Ferro, 172 Mtr. über dem Meere) liegt in einer gegen das rechte Ufer gerichteten Ausbuchtung des Mainthales, und wird vom Main, dessen Spiegel 159,68 Mtr. über dem Meere und 165,42 Mtr. über 0 dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels liegt, in der Richtung von Süden nach Norden und in der Länge von ca. 4200 Fuss durchschnitten, während der nördliche Theil der Stadt von 2 kleinen Nebenflüsschen des Maines, die von Norden und Nordosten kommen, der Kürnach und Pleichach durchflossen wird. Die Grösse des Stadtgebietes beträgt 32,14 □Kilom. Unmittelbar hinter Würzburg wird der Main durch die Felswände des Marienberges und Steinberges von seiner nördlichen Richtung auf eine Stunde lang zu einer rein westlichen abgelenkt, und geht erst bei Zell wieder zur nördlichen Richtung über; die Folge dieser Ablenkung des Flussbettes ist eine bedeutend vermehrte Stromgeschwindigkeit unterhalb Würzburg. Die Sohle des Flussbettes besteht, wie beim Bau des neuen Hafens constatirt wurde, aus den Felsschichten des Wellenkalkes. (Spiriferinen-Bank.)

Der Stadttheil links des Maines, das sog. Mainviertel liegt auf einem östlich gelegenen Bergabhang mit einem Gefälle von beiläufig 7<sup>0</sup>/<sub>0</sub> und hat als Untergrund unmittelbar die Schichten des Wellenkalkes, welche von West nach Ost sanft abfallen.

Der Stadttheil rechts des Maines liegt auf einem flach anlaufenden Bergücken mit westlicher und nördlicher Abdachung, welch' letztere das Bachgebiet der Pleichach und Kürnach bildet.

Der Untergrund dieses Stadttheiles besteht nur zum Theil unmittelbar aus Felsschichten, nämlich im Osten und Süden (Wellenkalk mit demselben Gefäll seiner Schichten, wie links des Maines), während gegen Westen Alluvialgebilde des Maines und gegen Norden Alluvialthone (dem Bachgebiet der Pleichach und Kürnach angehörig?), z. B. unter dem Juliusspital nachgewiesen, in grösserer oder geringerer Mächtigkeit den Felsschichten aufgelagert sind.

*Grundwasser* findet sich in den verschiedenen Stadttheilen in sehr verschiedener Tiefe; es sammelt sich in der Regel auf den Mergelschichten der sogenannten Anhydritzone, die zwischen dem Wellen- und eigentlichen Muschelkalk gelagert ist, oder etwas tiefer in den obersten Schichten des Wellenkalkes, namentlich auf der aus Schieferthon bestehenden Schichte der *Myophoria orbicularis* an.

Im Osten und Westen an den höchsten Punkten des Stadtgebietes findet sich Grundwasser erst in ziemlicher Tiefe, z. B. in 6—7,4 Mtr. Tiefe in einem Brunnen in der 3. Felsengasse im Mainviertel, in 9—11 Mtr. Tiefe in einem Brunnen im nördlichen Flügel des kgl. Schlosses, in 7—8 Mtr. Tiefe in dem Hofe des Artilleriestalles in der Nähe des Hofgartens, während in den tiefer liegenden Stadttheilen mehr in der Mitte der Stadt schon in der Tiefe von 2,5—3,5 Mtr. Grundwasser angetroffen wird, so z. B. im Bruderhof, Bürgerspital, innerem Graben, Viertelhof und Ingolstädter Hof, so dass ein Eindringen des Wassers in die Keller sehr häufig vorkommt.

Der verschiedene Stand des Grundwassers ergibt sich noch deutlicher, wenn man dasselbe bezüglich seiner Höhe über 0 Pegel des Maines vergleicht. Der Brunnen im Viertelhofe und der im Hofe des Artilleriestalles liegen in einer Linie, die von West nach Ost zieht; in ersterem ist der Grundwasserspiegel ca. 5,95, in letzterem ca. 3,45 Mtr. über 0 Mainpegel. Ebenso liegen die Brunnen in der 3. Felsengasse, im Bruderhof und in der Residenz in einer von West nach Ost laufenden Linie, haben aber einen mittleren Grundwasserstand von 1.58, 6.35, und 7.28 Mtr. über dem 0 Pegel des Maines.

Von einem einheitlichen Stande des Grundwassers kann daher für die Stadt Würzburg keine Rede sein; um so mehr ist die Herstellung einer Karte der Bodenverhältnisse der Stadt mit

Einzeichnung der betreffenden Grundwasserstände zu wünschen, welche bei Beurtheilung lokaler Verhältnisse von der grössten Wichtigkeit sein wird. Nachdem die Herrn Prof. Dr. *Sandberger* und Stadtbaurath *Scherpf* einschlägiges Material bereits in grosser Menge gesammelt haben, können wir auch der Erfüllung dieses Wunsches zuversichtlich entgegensehen.

Was die Schwankungen des Grundwassers betrifft, so lehren die sorgfältigen Beobachtungen, welche Herr Med.-Rath Dr. *Escherich* seit 7 Jahren darüber angestellt hat, dass dieselben im Allgemeinen den Schwankungen des Mainwasserstandes folgen, aber immer 2—4 Wochen gegen diese zurückbleiben. Während also die atmosphärischen Niederschläge, welche die gemeinsame Ursache dieser Schwankungen sind, den Wasserstand des Maines sehr rasch erhöhen, brauchen sie eine längere Zeit, um die obern Erdschichten zu durchdringen und auf den Wasser undurchlässigen Schichten sich zu sammeln, und während der erhöhte Mainwasserstand nach Aufhören der Niederschläge rasch wieder abnimmt, dauert dies beim Grundwasser viel längere Zeit. Daher bleibt das nach starken Regengüssen in die Keller gedrungene Wasser noch längere Zeit in denselben, nachdem das gleichzeitig eingetretene Hochwasser des Maines längst verschwunden ist.

Die Grösse der Schwankungen des Grundwassers ist nach der Oertlichkeit der Beobachtung sehr verschieden, wahrscheinlich je nach der Grösse und Gestalt der Einsenkung der wasserundurchlässigen Schicht, auf welcher sich das Wasser ansammelt.

Bei weit ausgedehnten seichten Einsenkungen dieser Schicht werden die Schwankungen geringer ausfallen, als bei beschränkteren aber tieferen Einsenkungen. So beträgt z. B. der Unterschied zwischen dem innerhalb 6 Jahren beobachteten höchsten und niedrigsten Stand des Grundwassers beim Brunnen in der kgl. Residenz ca. 3, bei dem in der 3. Felsengasse gegen 5 Meter.

Die Tafel I. Fig. 1. stellt das Verhalten der Grundwasserschwankungen im Brunnen des II. Hofes des kgl. Schlosses zu den Pegelständen des Maines in der Periode 1870/75 übersichtlich dar.

Ueber den Einfluss der Grundwasserschwankungen auf die Sterblichkeit ist Folgendes zu erwähnen:

Ein zeitliches Zusammentreffen von niederem Grundwasserstand und häufigerem Auftreten des *Typhus* konnte bis jetzt nicht constatirt werden. So war z. B. die Sterblichkeit an *Typhus* im Jahre 1871 mit dem höchsten, und im Jahre 1874 mit dem niedrigsten Grundwasserstand ganz die gleiche, nämlich 6,7 von je 10000 Lebenden. Auch während der *Cholera*-Epidemie im Juli, August und September 1873 wurde kein auffallendes Sinken des Grundwasserstandes beobachtet, wenigstens war derselbe nach der Epidemie im October, November und Dezember ein viel tieferer als während der Epidemie.

Dagegen scheint ein hoher Grundwasserstand die Sterblichkeit an *Diphtherie* zu begünstigen; dieselbe war nämlich im Jahre 1871 und 1875 bei hohem Grundwasserstand bedeutend, (32 und 49 Fälle) im Jahre 1874 dagegen bei dem niedersten Grundwasserstand minimal (3 Fälle). Die Constanz dieses Verhältnisses muss freilich erst durch fortgesetzte Beobachtungen geprüft werden, doch scheint eine solche in der That zu existiren, indem das eben abgelaufene Jahr 1876 nicht bloss den höchsten Grundwasserstand innerhalb der 7 jährigen Beobachtungsperiode desselben brachte, sondern auch die grösste Zahl von *Diphtherie*-Todesfällen (73). Die intensive Durchfeuchtung der Häuser, wie sie hier bei hohem Grundwasserstand und der meist kurz vorangegangenen Ueberschwemmung eines Theiles der Stadt unvermeidlich ist, kann wohl mit Recht als ein die Entstehung verschiedener Krankheiten begünstigender Faktor betrachtet werden. Demnach sind auch die Jahre mit niederem Grundwasserstand nämlich 1872, 73 und 74 (cf. Taf. I.) bezüglich der Mortalität im Allgemeinen günstiger gestellt, als die Jahre 1871 und 1875 mit anhaltend hohem Grundwasserstand S. S. 28.

Dass aber die Beobachtung der Grundwasser-Verhältnisse nicht mit Unrecht vom Standpunkte der allgemeinen Aetiologie aus als nothwendig erachtet wird, dürfte aus den vorstehenden Beobachtungen sich ergeben.

Die Quellen, welche das Trinkwasser der Stadt liefern, entspringen nordöstlich von der Stadt und zwar nachgewiesener Weise aus der Anhydritgruppe, also der untersten Schichte des Muschelkalkes. Die Qualität dieses Wassers ergibt sich aus folgenden Analysen:

## I. Analyse von Prof. Scherer:

|                     | <i>Stadtgrabenquelle. Steinbergquelle.</i> |        |
|---------------------|--------------------------------------------|--------|
|                     | In 1000 Gewichtstheilen:                   |        |
|                     | gram.                                      | gram.  |
| Feste Bestandtheile | 0,6296                                     | 0,5490 |
| Freie Kohlensäure   | 0,1720                                     | 0,1254 |

Die festen Bestandtheile sind:

|                          |        |        |
|--------------------------|--------|--------|
| Kohlensaurer Kalk        | 0,2894 | 0,2414 |
| Kohlensaure Bittererde   | 0,0178 | 0,0068 |
| Kohlensaures Eisenoxydul | 0,0008 | 0,0039 |
| Schwefelsaurer Kalk      | 0,1394 | 0,0801 |
| Schwefelsaures Kali      | 0,0027 | 0,0041 |
| Schwefelsaures Natron    | 0,0117 | 0,0261 |
| Schwefelsaure Bittererde | 0,1508 | 0,0520 |
| Chlormagnesium           | 0,0120 | 0,0168 |
| Salpetersaure Bittererde | 0,0029 | 0,1083 |
| Kieselsäure              | 0,0014 | 0,0102 |
|                          | <hr/>  |        |
|                          | 0,6289 | 0,5497 |
| Kalk überhaupt           | 0,2194 | 0,1681 |
| Bittererde               | 0,0643 | 0,0554 |

II. Analyse von Prof. Wislicenus auf organische Stoffe und deren Zersetzungsproducte:

In 1 Liter Wasser sind enthalten:

|                   |               |                                |
|-------------------|---------------|--------------------------------|
| Organische Stoffe | 0,00316 gram. | Kaliumpermanganat              |
|                   |               | zu deren Zerstörung verbraucht |
| Ammoniak          | 0,00065 gram. |                                |
| Salpetrige Säure  | 0,00001       | „                              |
| Salpetersäure     | 0,00325       | „                              |

Der hohe Kalkgehalt, welcher das Trinkwasser zum harten stempelt, ist keineswegs als hygieinische Schädlichkeit zu betrachten; letztere beruht fast ausschliesslich auf organischen Beimengungen, von denen unser Wasser nach vorstehender Analyse nur Spuren enthält.

Die meteorologischen Verhältnisse während des zu schildernden Zeitraumes im Vergleiche mit den Beobachtungen von Schön<sup>1)</sup> ergeben sich aus Tabelle I. S. 10.

<sup>1)</sup> *Bavaria*, Bd. III. Abth. 1. S. 73 u. f.

Die Jahre 1871 und 1875 entfernen sich nach derselben am weitesten von der mittleren Temperatur, ersteres durch eine zu geringe Temperatur im Sommer, Herbst und Winter, letzteres durch ein sehr kaltes Frühjahr und einen sehr kalten Winter, während der Sommer über die Norm heiss war.

Bemerkenswerth ist, dass in diesen beiden Jahren die Mortalität eine abnorm hohe war.

Bei der Betrachtung der Temperatur-Verhältnisse ist zu berücksichtigen, dass durch die tiefe Lage Würzburg's in einem Kessel, der seitlich nur von Süden und Westen der Luft ungehinderten Zutritt gestattet, Gelegenheit zu häufigem Luftzug in der Stadt gegeben ist, und dass die Wintertemperatur niedriger, die Sommertemperatur aber höher ist, als in anderen Städten mit gleicher mittlerer Jahres-Temperatur (8,3 R.) aber freier Lage, wie z. B. Aschaffenburg. Letzteres hat nämlich eine mittlere Wintertemperatur von + 2,0 eine mittlere Sommertemperatur von 15,2, während Würzburg + 0,7 im Winter und 15,7 im Sommer hat <sup>1)</sup>. Im Allgemeinen ist aber die mittlere Jahres-Temperatur Würzburg's eine der höchsten in Deutschland.

Bezüglich der Windrichtung ist zu bemerken, dass die Zahl der Winde, deren Richtung täglich 3 mal notirt wurde, in Tabelle I auf je 1000 Beobachtungen reducirt ist. Ueber Bewölkung und atmosphärische Niederschläge fand ich leider nichts anderes als einfache Aufzeichnungen nach der Zahl der Tage vor.

---

<sup>1)</sup> Schmid, Lehrbuch der Meteorologie S. 354.

Tabelle I.  
Temperatur (nach Heller).

| Temp. R.  | Januar | Februar | März | April | Mai   | Juni  | Juli  | August | Septbr. | October | Novbr. | Deabr. | Frühling | Sommer | Herbst | Winter | Jahr |
|-----------|--------|---------|------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|------|
| Mittel n. | 0,22   | 1,19    | 4,24 | 9,00  | 12,92 | 15,47 | 16,13 | 15,59  | 12,99   | 8,45    | 3,32   | 0,67   | 8,72     | 15,73  | 8,25   | 0,69   | 8,35 |
| Schön     | -3,13  | 0,44    | 6,60 | 8,67  | 11,10 | 12,00 | 16,10 | 16,10  | 13,70   | 6,40    | 2,05   | -3,00  | 8,79     | 14,73  | 7,38   | -1,5   | 7,25 |
| 1871      | 1,07   | 2,1     | 5,9  | 9,5   | 12,5  | 13,8  | 16,5  | 13,1   | 12,4    | 8,4     | 5,6    | -2,5   | 9,3      | 14,4   | 8,8    | 0,2    | 8,61 |
| 1872      | 2,0    | 1,0     | 5,5  | 7,8   | 10,0  | 13,5  | 16,5  | 15,7   | 11,3    | 8,7     | 3,9    | 1,0    | 7,7      | 15,2   | 7,9    | 1,3    | 7,9  |
| 1873      | 1,4    | 1,4     | 4,8  | 10,2  | 9,6   | 15,1  | 16,7  | 12,9   | 13,7    | 8,3     | 1,5    | -0,9   | 8,2      | 14,9   | 7,8    | 0,3    | 7,9  |
| 1874      | 0,9    | -2,0    | 2,4  | 7,8   | 7,1   | 16,5  | 15,5  | 17,0   | 12,9    | 6,9     | 3,3    | -0,8   | 5,7      | 16,3   | 7,7    | -0,3   | 7,3  |
| 1875      | 0,44   | 0,55    | 5,04 | 8,78  | 10,06 | 14,18 | 16,26 | 14,96  | 12,80   | 7,74    | 3,26   | -1,24  | 7,92     | 15,10  | 7,90   | -0,08  | 7,78 |
| 1871/75   |        |         |      |       |       |       |       |        |         |         |        |        |          |        |        |        |      |

Luftdruck (mittlerer 239,56 Par. L.) (nach Heller).

| Temp. R.                 | Januar | Februar | März  | April | Mai   | Juni  | Juli  | August | Septbr. | Octbr. | Novbr. | Deabr. | im Jahr |
|--------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|
| 12jähriger Durchschnitt. | 329,6  | 330,0   | 329,2 | 329,8 | 329,6 | 329,8 | 330,2 | 330,1  | 329,8   | 330,4  | 329,8  | 329,5  | 329,87  |
| 1871                     | 326,0  | 328,7   | 329,7 | 326,7 | 328,1 | 326,3 | 326,8 | 329,1  | 327,6   | 328,3  | 327,0  | 329,1  | 327,4   |
| 1872                     | 326,4  | 328,3   | 326,5 | 329,9 | 327,3 | 327,9 | 326,2 | 328,2  | 329,1   | 326,5  | 326,3  | 325,5  | 327,0   |
| 1873                     | 327,7  | 327,8   | 327,5 | 326,4 | 327,5 | 328,1 | 328,8 | 328,9  | 328,7   | 327,7  | 327,4  | 327,7  | 327,8   |
| 1874                     | 329,7  | 329,0   | 329,8 | 327,1 | 326,8 | 329,0 | 328,9 | 328,7  | 329,6   | 328,8  | 327,4  | 325,4  | 328,3   |
| 1875                     | 328,6  | 328,1   | 328,9 | 328,5 | 328,8 | 328,3 | 328,8 | 329,0  | 329,5   | 326,9  | 325,6  | 328,9  | 328,3   |
| 1871/75                  | 327,6  | 328,3   | 328,3 | 327,1 | 327,7 | 327,9 | 327,9 | 328,7  | 328,9   | 327,6  | 326,7  | 327,3  | 327,7   |

| (nach Hettler.) | Windrichtung. |     |     |     |     |     | Bewölkung. |     |                   |                       | Niederschläge. |       |       |        |
|-----------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-------------------|-----------------------|----------------|-------|-------|--------|
|                 | N.            | NO. | O.  | SO. | S.  | SW. | W.         | NW. | Tage.             |                       | Tage.          |       |       |        |
|                 |               |     |     |     |     |     |            |     | ganz be-<br>deckt | theilweise<br>bedeckt | heiter         | Regen | Nebel | Schnee |
| 1871            | 10            | 246 | 129 | 90  | 4   | 246 | 140        | 127 | 104               | 157                   | 104            | 65    | 25    | 18     |
| 1872            | 5             | 202 | 72  | 127 | 0,9 | 337 | 106        | 151 | 131               | 168                   | 67             | 88    | 25    | 10     |
| 1873            | 7             | 189 | 97  | 105 | 2   | 302 | 143        | 151 | 111               | 173                   | 81             | 101   | 36    | 12     |
| 1874            | 6             | 211 | 132 | 110 | 0,9 | 296 | 108        | 131 | 109               | 173                   | 83             | 84    | 43    | 19     |
| 1875            | 16            | 301 | 24  | 67  | 2   | 347 | 88         | 151 | 105               | 181                   | 79             | 92    | 23    | 25     |
| Mittel 1871/75  | 88            | 229 | 91  | 99  | 2   | 301 | 117        | 142 | 112               | 170                   | 83             | 86    | 30    | 17     |

Regenhöhe nach Schön Par. L.

|  | Jahar | Februar | März | April | Mai  | Juni | Juli | August | Septbr. | Octbr. | Novbr. | Decbr. | Frühling | Sommer | Herbst | Winter | Jahr  |
|--|-------|---------|------|-------|------|------|------|--------|---------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|-------|
|  | 17,0  | 18,3    | 17,9 | 13,2  | 15,0 | 19,1 | 14,3 | 14,4   | 14,9    | 10,9   | 12,1   | 10,6   | 46,1     | 47,8   | 37,9   | 45,9   | 177,7 |
|  | 0,0   | 0,0     | 0,1  | 1,0   | 2,4  | 3,4  | 3,4  | 2,6    | 0,5     | 0,4    | 0,0    | 0,2    | 3,5      | 13,22  | 1,70   | 0,28   | 19,96 |

Gewitter (durchschnittliche Zahl) (nach Schoen).

Verdunstung Par. L. (nach Schoen).

|  | Frühling. | Sommer.  | Herbst.  | Winter.  | Jahr.     |
|--|-----------|----------|----------|----------|-----------|
|  | 7" 10,88" | 8" 9,05" | 5" 2,00" | 2" 7,39" | 24" 5,32" |

### I. Stand der Bevölkerung.

Die Bevölkerung der Stadt Würzburg betrug im Jahre:

|      |        |              |        |        |
|------|--------|--------------|--------|--------|
| 1861 | 27,481 | mit Militär: | 36,119 |        |
| 1864 | 31,575 | „            | „      | 41,082 |
| 1867 | 33,656 | „            | „      | 42,185 |
| 1871 | 37,770 | „            | „      | 40,005 |
| 1875 | 42,584 | „            | „      | 44,984 |

Der Zuwachs der Civilbevölkerung von 1861 bis 1875 beträgt demnach 15103 Personen oder für ein Jahr  $1006,8 = 3,6\%$  der Bevölkerung.

Das Wachsthum derselben ist daher in den letzten 15 Jahren dreimal so stark gewesen, als in den 9 Jahren von 1852—1861, wo dasselbe nach *Vogt*<sup>1)</sup>  $1,21\%$  der Bevölkerung pro Jahr betragen hat. Um diese Verhältnisse recht würdigen zu können, ist es nützlich, den Blick auf frühere Zeiten zurückzulenken, in welchen das ausserordentlich langsame Wachsthum, ja ein förmliches Stehenbleiben der Bevölkerungszahl die Aufmerksamkeit der Beobachter erregte. Nach *Horsch* betrug die Zahl der Bevölkerung ohne Militär im Jahre 1787 : 18070, im Jahre 1800 mit Militär aber erst 20120. Im Jahre 1846 zählte man ohne Militär 22650 (*Rinecker*), 1852 : 24,386, 1855 : 25,075.

In dem 59jährigen Zeitraume von 1787 bis 1846 ist also die Civilbevölkerung nur um 4580 Personen oder per Jahr um  $77,6 = 0,4\%$  der Einwohner gewachsen. In der 7 jährigen Periode 1846—1852 betrug das Wachsthum 1736 oder 248 per Jahr, oder  $1,09\%$  der Bevölkerung.

Ein Vergleich mit den grossen Städten Bayerns lehrt, dass Würzburg in Bezug auf Zunahme der Bevölkerung gleichen Schritt mit ihnen gehalten hat, indem in den 10 Jahren von 1861—1871 München um 3,6, Nürnberg um 3,8 und Augsburg um  $2,9\%$  der Civilbevölkerung pro Jahr zugenommen haben. (Statistischer Abriss für das Königreich Bayern I. S. 25).

Dass dieses Wachsthum der Bevölkerung ausschliesslich auf Rechnung des Zuzuges von aussen kommt, geht aus einer Vergleichung der Geburten und Sterbefälle in der Periode 1860/61—1875 hervor, wonach auf 19760 Geburten 19812 Sterbefälle treffen, sohin 48 weniger geboren wurden als gestorben sind.

<sup>1)</sup> l. c. S. 384.

Die Zusammensetzung der Bevölkerung nach Altersklassen und Geschlecht in absoluten Zahlen, und in Procenten der Gesamtbevölkerung ist nach den Resultaten der Volkszählung von 1871 <sup>1)</sup> in Tabelle II. Absch. I ersichtlich (S. 14). Abtheilung II. gibt die Alterszusammensetzung der Bevölkerung im Jahre 1875, nach den 1871 gefundenen Procentverhältnissen berechnet, da eine Ausscheidung der Volkszählung von 1875 nach Altersklassen, noch nicht vorliegt. In Abtheilung III. ist das Mittel beider Volkszählungen nach Altersklassen und Geschlechtern angegeben, welches als Grundlage bei der Berechnung der Mortalität nach dem Alter benützt wurde. Tafel II. Fig. 2 stellt in Form eines Diagrammes die Zusammensetzung der Bevölkerung nach Alter und Geschlecht im Vergleich mit der des Königreiches nach der Volkszählung von 1871 übersichtlich dar.

Man sieht daraus, dass in den ersten 2 Jahrfünften, wie im Königreich Bayern überhaupt, aber gegen die allgemeine Regel, das weibliche Geschlecht überwiegt. Schon hieraus ist eine vermehrte Kindersterblichkeit zu vermuthen, die besonders das männliche Geschlecht betrifft, und bei Betrachtung der Mortalität nach dem Alter in der That auch nachgewiesen werden wird. In den folgenden 3 Jahrfünften überwiegen die Männer und zwar zunehmend mit jedem Jahrfünft. Die verschiedenen Lehranstalten, vor allen die Universität, das Militär, und die zahlreichen Gehilfen aus dem Handels- und Gewerbebestande stellen hiezu das Contingent.

Statt der regelmässig von Jahrfünft zu Jahrfünft stattfindenden Abnahme der Altersbestände, wie sie sich in der Zusammensetzung der Bevölkerung eines grösseren Landes, (siehe Tafel II. für das Königreich Bayern) herausstellt, bewirkt dieser Männerüberschuss in der 4. und 5. Altersgruppe eine Zunahme derselben in der Art, dass die 5. Altersgruppe sogar einen weit höheren Bestand hat, als die erste. Von der 6. Altersgruppe an überwiegt bis zur 20 incl. constant das weibliche Geschlecht. Die 6., 7. und 8. Gruppe zeigen noch einen sehr starken Bestand im Ganzen, so dass die 8. Gruppe noch immer grösser ist als die zweite; erst von der 9. Gruppe an findet ein constantes nicht mehr unterbrochenes Abnehmen der Grösse der Altersklassen statt.

<sup>1)</sup> Beiträge zur Statistik des Königreiches Bayern, Heft XXXI. S. 71 u. S. 265.

Tabelle II.

Zusammensetzung der Würzburger Bevölkerung nach Altersklassen incl. Militär.

| Jahresfünft. | I. Volkszählung 1871. 1) |          |                       |          | II. Volkszählung 1875       |       |                          |          | III. Berechnetes |          |       |
|--------------|--------------------------|----------|-----------------------|----------|-----------------------------|-------|--------------------------|----------|------------------|----------|-------|
|              | Absolute Zahlen.         |          | In % der Bevölkerung. |          | berechnet nach der von 1871 |       | Mittel beider Zählungen. |          |                  |          |       |
|              | Männlich                 | Weiblich | Summa                 | Männlich | Weiblich                    | Summa | Männlich                 | Weiblich | Männlich         | Weiblich | Summa |
| 1            | 1717                     | 1784     | 3501                  | 8,82     | 8,69                        | 8,75  | 1974                     | 1964     | 1845             | 1874     | 3719  |
| 2            | 1398                     | 1430     | 2828                  | 7,18     | 6,96                        | 7,07  | 1607                     | 1573     | 1502             | 1501     | 3003  |
| 3            | 1405                     | 1250     | 2655                  | 7,22     | 6,09                        | 6,64  | 1616                     | 1376     | 1510             | 1313     | 2823  |
| 4            | 2084                     | 1798     | 2882                  | 10,70    | 8,76                        | 9,70  | 2394                     | 1985     | 2239             | 1891     | 4030  |
| 5            | 3479                     | 2252     | 5731                  | 17,87    | 10,97                       | 14,33 | 3999                     | 2479     | 3739             | 2365     | 6104  |
| 6            | 1757                     | 2183     | 3940                  | 9,02     | 10,63                       | 9,85  | 2018                     | 2402     | 1887             | 2292     | 4179  |
| 7            | 1503                     | 1775     | 3278                  | 7,72     | 8,64                        | 8,19  | 1727                     | 1952     | 1615             | 1863     | 3478  |
| 8            | 1411                     | 1584     | 2995                  | 7,25     | 7,71                        | 7,49  | 1622                     | 1742     | 1516             | 1663     | 3179  |
| 9            | 1156                     | 1421     | 2577                  | 5,94     | 6,92                        | 6,44  | 1329                     | 1563     | 1242             | 1492     | 2734  |
| 10           | 963                      | 1259     | 2222                  | 4,94     | 6,13                        | 5,55  | 1105                     | 1385     | 1034             | 1322     | 2356  |
| 11           | 779                      | 1061     | 1840                  | 4,00     | 5,17                        | 4,60  | 895                      | 1168     | 837              | 1114     | 1951  |
| 12           | 553                      | 865      | 1413                  | 2,84     | 4,21                        | 3,54  | 735                      | 941      | 644              | 903      | 1547  |
| 13           | 496                      | 685      | 1181                  | 2,55     | 3,33                        | 2,95  | 570                      | 752      | 533              | 718      | 1251  |
| 14           | 310                      | 525      | 835                   | 1,59     | 2,56                        | 2,09  | 355                      | 578      | 332              | 551      | 883   |
| 15           | 238                      | 367      | 605                   | 1,22     | 1,79                        | 1,51  | 273                      | 404      | 255              | 385      | 640   |
| 16           | 124                      | 186      | 310                   | 0,64     | 0,90                        | 0,78  | 143                      | 203      | 133              | 194      | 327   |
| 17           | 60                       | 60       | 120                   | 0,31     | 0,29                        | 0,30  | 69                       | 65       | 64               | 62       | 126   |
| 18           | 21                       | 24       | 45                    | 0,11     | 0,12                        | 0,11  | 24                       | 27       | 22               | 25       | 47    |
| 19           | 3                        | 8        | 11                    | 0,01     | 0,04                        | 0,03  | 2                        | 9        | 2                | 8        | 10    |
| 20           | —                        | —        | —                     | —        | —                           | —     | —                        | —        | —                | —        | —     |
| Ohne Angabe  | 13                       | 18       | 31                    | 0,07     | 0,09                        | 0,08  | —                        | —        | —                | —        | —     |
| Summa        | 19470                    | 20535    | 40005                 |          |                             |       | 22383                    | 22601    | 20926            | 21598    | 42524 |

1) Beiträge zur Statistik des Königreich's Bayern, Heft XXXI. S. 71 u. S. 256.

Es geht aus dieser Zusammensetzung der Bevölkerung hervor, dass das arbeitstüchtige Lebensalter von 20—40 Jahren in der Stadt Würzburg sehr stark vertreten ist, und die Anziehungskraft, welche die Stadt auf die arbeitsfähige Bevölkerung männlichen und weiblichen Geschlechtes ausübt, ist deutlich daraus zu erkennen. Betrachtet man die Bevölkerung nach grösseren Altersgruppen nämlich von 1—15, 16—50, und 50—100 Jahren, so ergibt sich Folgendes:<sup>1)</sup>

Von je 100 Personen treffen auf die Lebensjahre:

| Jahre  | männlich | weiblich | Im Ganzen |
|--------|----------|----------|-----------|
| 0—15   | 23,22    | 21,74    | 22,46     |
| 16—50  | 63,44    | 59,76    | 61,55     |
| 51—100 | 12,97    | 18,41    | 15,91     |

Den geringen Bestand der Minderjährigen (0—15), worauf schon *Vogt* aufmerksam gemacht hat<sup>2)</sup>, theilt Würzburg unter den grösseren bayrischen Städten nur mit München und Augsburg, woselbst derselbe 21,80 und 22,54% beträgt; Nürnberg dagegen hat einen grösseren Bestand von Minderjährigen, nämlich 26,68%.

Das männliche Geschlecht überwiegt in dieser Bevölkerungsgruppe, aber nur in Folge des Ueberschusses des 3. Jahrfünftes (11—15 Jahre), der offenbar durch den Zuzug vieler hier die Lehranstalten besuchender Knaben bewirkt wird; ebenso ist das Verhältniss in Augsburg; in Nürnberg überwiegt das männliche Geschlecht schon vom 2. Jahrfünft an; in München ist dagegen in allen 3 Jahrfünften das weibliche Geschlecht überwiegend.

Die Periode des produktiven Alters (16—50 Jahre) ist in Würzburg sehr stark besetzt, was ein Vergleich mit München, Augsburg und Nürnberg ergibt, welche 60,68, 60,66 und 60,02% der Bevölkerung in diesem Alter aufweisen. Hiebei ist allerdings zu berücksichtigen, dass Würzburg unter diesen Städten die verhältnissmässig grösste Militärbevölkerung hat, nämlich 5,5%.

Das männliche Geschlecht überwiegt ebenfalls in dieser Gruppe, aber nur durch den bedeutenden Ueberschuss des 4. und 5. Jahrfünftes, dessen Veranlassung oben schon angedeutet worden ist.

<sup>1)</sup> Cf. *Mayr*, Beiträge zur Statistik des Königreiches Bayern. XXXI. Heft S. 84 und Kartogramm 1—3.

<sup>2)</sup> l. c. S. 384.

In Nürnberg überwiegt in dieser Periode ebenfalls das männliche Geschlecht, in Augsburg und München dagegen das weibliche. Dieses constante Ueberwiegen des weiblichen Geschlechtes in München vom 1—10. Jahrfünft ist wohl ohne Zweifel eine Folge der dort herrschenden grossen Kindersterblichkeit, so dass selbst die starken Männerzuzüge, welche vom 11.—25. Jahre wohl in jeder grossen Stadt stattfinden, nicht im Stande sind, ein Uebergewicht des männlichen Geschlechtes hervorzu- bringen, wie dies in Würzburg der Fall ist, dessen geringer Bestand an Minderjährigen (0—15) im Allgemeinen aber auch auf eine die Norm überschreitende Kindersterblichkeit hinweisen dürfte.

In Bezug auf den Bestand an alten Leuten (50—100 Jahre) wird Würzburg von München (17,41<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) und Augsburg (16,67<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) übertroffen, aber von Nürnberg (13,22<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) nicht erreicht, es steht in der Reihenfolge der bayrischen Städte und Bezirksämter in der zweiten Gruppe mit 14,46—16,09<sup>0</sup>/<sub>0</sub>). cf. *Mayr* l. c. S. 87. Das weibliche Geschlecht ist in dieser Periode in allen Altersgruppen in der Mehrzahl wegen seiner bekannten grösseren Vitalität, ein Verhältniss, das sich in sämtlichen verglichenen Städten in ziemlich gleicher Weise wiederholt.

Der Bestand an ganz Alten, (über 70 Jahre, Greisenhäufigkeit) ist in Würzburg ein sehr starker. Derselbe beträgt nämlich 17,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (17,3 m. 17,1 w.) der über 50 Jahre alten Bevölkerung, während er in:

|          |      |        |      |        |      |      |     |
|----------|------|--------|------|--------|------|------|-----|
| München  | 13,7 | männl. | 15,3 | weibl. | zus. | 14,5 | 0/0 |
| Augsburg | 14,2 | "      | 14,9 | "      | "    | 14,6 | "   |
| Nürnberg | 11,5 | "      | 15,8 | "      | "    | 14,0 | "   |

und im Minimum 11<sup>0</sup>/<sub>0</sub> in Speier, im maximum 22<sup>0</sup>/<sub>0</sub> in Memmingen ausmacht<sup>1)</sup>. Dieser hohe Greisenbestand ist offenbar veranlasst durch die zahlreichen Pfründeanstalten, und den Zuzug von vielen Pensionisten, die ihren Lebensrest in behaglicher Ruhe in der Stadt zubringen wollen, zumal derselbe nach dem geringen Bestand der Altersgruppe von 50—100 Jahren nicht zu erwarten ist; was den geringeren Bestand letzterer Altersgruppe verursacht, ergibt sich aus der Untersuchung der Sterblichkeit nach Altersklassen, welche, wie wir sehen werden, in den Jahren 30—60 eine sehr hohe ist.

<sup>1)</sup> Cf. *Mayr*, Beiträge zur Statistik des Königr. Bayern. Heft XXXI. S. 91.

Betrachtet man die Bevölkerung Würzburg's im Vergleich mit anderen bayrischen Städten nach der Vertheilung der Geschlechter, so kommt man zu folgender Zusammenstellung <sup>1)</sup>.

Auf 100 Männer kamen Weiber bei der

|            |      | Civilbevölkerung. | Gesamtbevölkerung. |
|------------|------|-------------------|--------------------|
| in München | 1871 | 117,1             | 107,5              |
| „ Augsburg | „    | 112,5             | 105,8              |
| „ Nürnberg | „    | 105,5             | 99,0               |
| „ Würzburg | „    | 119,1             | 106,9              |
| „ „        | 1875 | 113,1             | 100,9              |

Der bedeutende Ueberschuss der weiblichen Bevölkerung, welchen *Vogt* <sup>2)</sup> angibt, hat sich demnach etwas gemindert; derselbe betrug nämlich

|      |                           |
|------|---------------------------|
| 1852 | 115 Weiber auf 100 Männer |
| 1861 | 124 „ „ „ „               |

der Civilbevölkerung.

Die Ursache dieser Herabminderung des Weiberüberschusses liegt in dem vermehrten Zuzuge männlicher Bevölkerung.

Immerhin ist der Weiberüberschuss noch ziemlich beträchtlich und die Mittelzahl 102,7 (*Oesterlen* S. 183) weit übersteigend.

Nach dem Civilstand ist die Gesamt-Bevölkerung Würzburgs folgendermassen zusammengesetzt <sup>3)</sup>: (Volkszählung von 1871.)

|              | Männer       | Weiber       |
|--------------|--------------|--------------|
| Ledige       | 13515        | 13409        |
| Verheirathet | 5330         | 5351         |
| Verwittwet   | 607          | 1744         |
| Geschieden   | 18           | 31           |
|              | <u>19470</u> | <u>20535</u> |
|              | 40005        |              |

In % der Gesamtbevölkerung berechnet <sup>4)</sup>, ergeben sich folgende Ziffern:

|               | männlich   | weiblich   | zusammen   |
|---------------|------------|------------|------------|
| Ledige        | 69,41      | 65,30      | 67,30      |
| Verheirathete | 27,33      | 26,06      | 26,70      |
| Verwittwete   | 3,12       | 8,49       | 5,88       |
| Geschieden    | 0,09       | 0,15       | 0,12       |
|               | <u>100</u> | <u>100</u> | <u>100</u> |

1) *Mayr*, l. c. S. 247.

2) l. c. S. 384.

3) *Mayr*, l. c. S. 71.

4) *Mayr*, l. c. S. 275.

Es gibt daher in Würzburg sehr viel ledige besonders männliche Einwohner und entsprechend relativ weniger Verheirathete als in andern unmittelbaren Städten.

Die *Dichtigkeit* der Bevölkerung ist eine bedeutende, und beträgt auf 1 □ Kilom. 1245 Personen, während im Durchschnitt auf die unmittelbaren Städte des Königreiches 1142 Personen auf den □ Kilom. kommen; im Vergleich mit andern bayrischen Städten wie z. B. Augsburg mit 2353, München mit 3265, Nürnberg mit 7371 und Lindau mit 10841 Einwohner auf den □ Kilom. ist freilich diese Zahl immer noch als eine mässige zu bezeichnen <sup>1)</sup>.

Dass der *Wohlstand* der Bevölkerung im Zunehmen begriffen ist, ergibt sich aus der beständig abnehmenden Zahl der conscribirten Armen trotz der grossen Zunahme der Bevölkerung. Es kamen nämlich im Jahre

|                            |      |                         |
|----------------------------|------|-------------------------|
| 1861 bei 296 Conscribirten | 1,09 | auf 100 Civil-Einwohner |
| 1871 „ 331                 | 0,8  | „ „ „                   |
| 1875 „ 303                 | 0,7  | „ „ „                   |

Betrachten wir nun die Zusammensetzung der Bevölkerung Würzburgs nach der *Gebürtigkeit* (s. Taf. I. Fig. 3.) Die ortsanwesende Bevölkerung vom 1. December 1871, 40005 Personen betragend, vertheilt sich nach der Gebürtigkeit folgendermassen:

#### Zählbevölkerung von Würzburg 1871.

| Geburtsorte       | männlich | weiblich | zusammen |
|-------------------|----------|----------|----------|
| Gemeinde Würzburg | 6054     | 7142     | 13197    |
| Uebrigcs Bayern   | 11541    | 11272    | 22813    |
| Deutsches Reich   | 1572     | 1796     | 3368     |
| Ausland           | 299      | 319      | 618      |
| Unbekannt         | 4        | 5        | 9        |
|                   | 19470    | 20525    | 40005    |

Die ortsgebürtige Bevölkerung macht demnach nur 32,9% der Bevölkerung überhaupt aus, und zwar beim männlichen Geschlecht 31,0, beim weiblichen 34,7%. Die aus dem übrigen Bayern gebürtigen Personen vertheilen sich auf die einzelnen Kreise, wie folgt:

<sup>1)</sup> Statistischer Abriss des Königreiches Bayern. I. S. 5 u. f.

|               |       |   |                                   |                        |
|---------------|-------|---|-----------------------------------|------------------------|
| Oberbayern    | 581   | = | 1,4 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> | der Gesamt-Bevölkerung |
| Niederbayern  | 272   | = | 0,6                               | " " "                  |
| Pfalz         | 1286  | = | 3,2                               | " " "                  |
| Oberpfalz     | 521   | = | 1,2                               | " " "                  |
| Oberfranken   | 1672  | = | 4,1                               | " " "                  |
| Mittelfranken | 1728  | = | 4,3                               | " " "                  |
| Unterfranken  | 16317 | = | 40,7                              | " " "                  |
| Schwaben      | 436   | = | 1,0                               | " " "                  |
| <hr/>         |       |   |                                   |                        |
|               | 22813 |   |                                   |                        |

Ausserhalb Bayerns, aber noch im Deutschen Reich, sind 3368 Personen oder 8,4<sup>0</sup>/<sub>100</sub> der Bevölkerung gebürtig, darunter am meisten Preussen, nämlich 1303, Badenser 912, Würtemberger 510, Hessen 217, Sachsen 122, Sachsen-Meiningen 89 u. s. f.

Interessant sind die Geschlechtsverhältnisse dieses im deutschen Reiche gebürtigen Theiles der Würzburger Bevölkerung. Es sind nämlich gebürtig aus:

|                   | Männer | Weiber | Zusammen |
|-------------------|--------|--------|----------|
| Preussen          | 726    | 577    | 1303     |
| Sachsen           | 82     | 40     | 122      |
| Württemberg       | 192    | 318    | 510      |
| Baden             | 325    | 587    | 912      |
| Hessen            | 111    | 106    | 217      |
| Sachsen-Meiningen | 46     | 43     | 89       |

Der Männerüberschuss von Preussen und Sachsen ist wohl durch die starke Frequenz der hiesigen Universität aus diesen Ländern zu erklären, während der bedeutende Ueberschuss von Weibern aus Württemberg und Baden darauf hindeutet, dass nicht bloss zahlreiche weibliche Dienstboten, sondern auch wohl viele Ehefrauen aus diesen Nachbarländern nach Würzburg geholt werden.

Im Ausland sind 618 Personen oder 1,5<sup>0</sup>/<sub>100</sub> der Bevölkerung gebürtig.

Darunter sind:

|                |     |          |        |     |        |
|----------------|-----|----------|--------|-----|--------|
| Oesterreicher  | 206 | und zwar | 106 M. | und | 100 W. |
| Russen         | 104 | " "      | 43     | " " | 61 "   |
| Schweizer      | 76  | " "      | 49     | " " | 36 "   |
| Nordamerikaner | 74  | " "      | 36     | " " | 38 "   |

Vergleicht man die Zusammensetzung der Würzburger Bevölkerung nach der Gebürtigkeit mit derjenigen von München,

so ergeben sich sehr beachtenswerthe Unterschiede, welche aus nachfolgender Zusammenstellung sich ergeben:

|                 | Würzburg | München  |
|-----------------|----------|----------|
| Ortsgebürtig    | 32,9 0/0 | 42,5 0/0 |
| Unterfranken    | 40,7 "   | 2,0 "    |
| Mittelfranken   | 4,3 "    | 4,2 "    |
| Oberfranken     | 4,1 "    | 2,2 "    |
| Pfalz           | 3,2 "    | 1,1 "    |
| Oberbayern      | 1,4 "    | 17,3 "   |
| Oberpfalz       | 1,2 "    | 7,8 "    |
| Schwaben        | 1,0 "    | 7,6 "    |
| Niederbayern    | 0,6 "    | 8,3 "    |
| Deutsches Reich | 8,4 "    | 4,0 "    |
| Ausland         | 1,5 "    | 2,9 "    |

Würzburg hat eine viel geringere ortsgebürtige Bevölkerung als München, zieht aber in weit höherem Masse, als das letztere die Bevölkerung des Kreises an sich; denn während in München 59,8 0/0 kreisgebürtig sind, sind dieses in Würzburg 73,6 0/0 also fast *Drei Viertheile* der ganzen Bevölkerung. Aus dem deutschen Reich sind mehr als noch einmal soviel gebürtig, als in München; dagegen zählt dieses doppelt soviel Ausländer.

Von Interesse ist noch zu ermitteln, in welchem Verhältniss Würzburg von seiner Bevölkerung an die einzelnen Kreise Bayerns abgibt.

Im ganzen Königreich wurden 17694 in Würzburg gebürtige Personen ermittelt; von diesen lebten 1871:

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| In Würzburg selbst                  | 13197 |
| „ Unterfranken                      | 1995  |
| „ Mittelfranken                     | 1134  |
| „ Oberbayern                        | 990   |
| „ Oberfranken                       | 626   |
| „ Schwaben                          | 404   |
| „ Pfalz                             | 375   |
| „ Oberpfalz                         | 242   |
| „ Niederbayern                      | 105   |
| Occupationsarmee in Frank-<br>reich | 16    |

---

17694

Dagegen befanden sich unter der Zählbevölkerung Würzburg's von 1871:

|                                             |       |
|---------------------------------------------|-------|
| Unterfranken (mit Ausnahme von Würzburgern) | 16317 |
| Mittelfranken                               | 1728  |
| Oberbayern                                  | 581   |
| Oberfranken                                 | 1672  |
| Schwaben                                    | 436   |
| Pfälzer                                     | 1286  |
| Oberpfälzer                                 | 521   |
| Niederbayern                                | 272   |

---

Summa : 22813

Demnach empfängt Würzburg aus Unterfranken 8,1, Mittelfranken 1,5, Oberfranken 2,6, Schwaben 1,0, Pfalz 3,4, Oberpfalz 2,1, und Niederbayern 2,5 Personen, bis es *eine* dahin abgibt; nur nach Oberbayern gibt Würzburg etwas mehr ab, als es von dort empfängt. Die Abgabe geborener Würzburger in die Provinzen, ist also im Vergleich zum Empfange von auswärts Geborenen eine geringe.

Wiederum sind auch hier die Münchener Verhältnisse <sup>1)</sup> sehr abweichend. Dieses gibt verhältnissmässig noch am meisten an Oberbayern ab, nämlich 1 auf 2,8, die es von dort empfängt ferner an Schwaben 1 „ 5,7 „ „  
 Unterfranken 1 „ 6,1 „ „  
 Mittelfranken 1 „ 6,7 „ „  
 Pfalz 1 „ 8,0 „ „  
 Oberfranken 1 „ 8,5 „ „  
 Niederbayern 1 „ 8,7 „ „  
 Oberpfalz 1 „ 11,7 „ „

München erhält also einen viel bedeutenderen Zuzug aus allen bayrischen Kreisen, als Würzburg, welches sich am meisten aus Unterfranken selbst rekrutirt, während die Landeshauptstadt gerade aus ihrem Kreise Oberbayern den geringsten Zuzug zeigt.

#### *Ergebniss.*

Als Resultat der bisherigen Betrachtungen ergibt sich nachfolgende Charakteristik der Würzburger Bevölkerung nach ihrem dermaligen Stande :

---

<sup>1)</sup> Cf. *Mayr*, XXXII. Heft der Beiträge zur Statistik Bayerns, S. 8.

1) Eine geringe Anzahl der Minderjährigen (0—15 Jahre) mit Ueberwiegen des weiblichen Geschlechtes im 1. und 2. Jahrfünft in Folge vermehrter Kindersterblichkeit, welche den physiologischen Geburtsüberschuss von Knaben bereits im 1. Lebensjahr wieder reducirt hat.

2) Starker Bestand der produktiven Bevölkerung (16—50 Jahre) mit Ueberwiegen des männlichen Geschlechtes in Folge starken Zuzuges von aussen; (Universität, Militär); rasches Wachstum der Bevölkerung (3,6% per Jahr).

3) Geringer Bestand der Altersklassen vom 50.—70. Lebensjahr mit Ueberwiegen des weiblichen Geschlechtes in Folge starker Sterblichkeit im Alter von 30—60 Jahren.

4) Sehr hoher Bestand an Greisen (71—100 Jahre) mit Ueberwiegen des weiblichen Geschlechtes in Folge der Pfründenanstalten und Zuzuges von Pensionisten.

5) Starker Ueberschuss der weiblichen Bevölkerung im Allgemeinen (113 : 100).

6) Geringe Orts-, dagegen sehr grosse *Kreisgebürtigkeit* der Bevölkerung; relativ geringer Zuzug aus den übrigen Kreisen des Königreiches.

## II. Bewegung der Bevölkerung.

### A. Trauungen und Geburten.

Nach der Tabelle III. S. 23 ergeben sich unter Berücksichtigung der Zahl der Bevölkerung, welche im Jahre 1871 40005, im Jahre 1875 aber 44984 betrug, somit in dieser Zeit um 4979 oder per Jahr um 1245 gewachsen ist, folgende Geburtsziffern:

|         | Bevölkerung | Geburten      | In ‰ der Einwohner | Nach Abzug der Geburten in der Entbindungsanstalt |
|---------|-------------|---------------|--------------------|---------------------------------------------------|
| 1871    | 40005       | 1150          | 2,8                | 2,1                                               |
| 1872    | 41250       | 1357          | 3,2                | 2,5                                               |
| 1873    | 42495       | 1359          | 3,1                | 2,6                                               |
| 1874    | 43740       | 1391          | 3,1                | 2,7                                               |
| 1875    | 44985       | 1466          | 3,2                | 2,9                                               |
| 1871/75 | 42494       | 1344 pr. Jahr | 3,16               | 2,6                                               |

Tabelle III.

Geburten vom Jahre 1871—75.  
A. Lebend-Geborene.

| Jahr. | Stadtbezirk. |         |         |         | Entbindungshaus. |         |         |         | Gesamtsumme. |         |         |         | Summa aller Geburten. |             | Darunter Zwillinge. |       |
|-------|--------------|---------|---------|---------|------------------|---------|---------|---------|--------------|---------|---------|---------|-----------------------|-------------|---------------------|-------|
|       | Knaben       |         | Mädchen |         | Knaben           |         | Mädchen |         | Knaben       |         | Mädchen |         | Summa aller Geburten. | Stadtbezirk | Entbindungsanstalt  | Summa |
|       | ehel.        | unehel. | ehel.   | unehel. | ehel.            | unehel. | ehel.   | unehel. | ehel.        | unehel. | ehel.   | unehel. |                       |             |                     |       |
| 1871  | 421          | 46      | 407     | 42      | 2                | 123     | 2       | 107     | 423          | 169     | 409     | 149     | 1150                  | 9           | 3                   | 12    |
| 1872  | 510          | 50      | 507     | 37      | 3                | 128     | 3       | 121     | 511          | 198     | 510     | 158     | 1357                  | 18          | 1                   | 19    |
| 1873  | 490          | 78      | 513     | 47      | 2                | 125     | 2       | 102     | 492          | 203     | 515     | 149     | 1359                  | 12          | 4                   | 16    |
| 1874  | 555          | 37      | 513     | 73      | 3                | 119     | 3       | 90      | 556          | 156     | 516     | 163     | 1391                  | 7           | 6                   | 13    |
| 1875  | 608          | 75      | 506     | 77      | 1                | 94      | 2       | 103     | 609          | 169     | 508     | 180     | 1466                  | 22          | 2                   | 24    |
| Summa | 2584         | 286     | 2446    | 276     | 7                | 589     | 12      | 523     | 2591         | 875     | 2458    | 799     | 6723                  | 68          | 16                  | 84    |
|       | 5592         |         |         |         | 1131             |         |         |         | 6723         |         |         |         |                       |             |                     |       |

B. Todtgeborene.

|       |     |    |    |    |    |    |   |    |     |    |    |    |     |  |  |  |
|-------|-----|----|----|----|----|----|---|----|-----|----|----|----|-----|--|--|--|
| 1871  | 15  | 9  | 12 | 6  | —  | 2  | — | 5  | 15  | 11 | 12 | 11 | 49  |  |  |  |
| 1872  | 17  | 12 | 16 | 7  | 1  | 8  | — | 10 | 18  | 20 | 16 | 17 | 71  |  |  |  |
| 1873  | 22  | 6  | 12 | 4  | —  | 9  | 1 | 11 | 22  | 15 | 13 | 15 | 65  |  |  |  |
| 1874  | 20  | 5  | 19 | 10 | —  | 8  | — | 10 | 20  | 13 | 19 | 20 | 72  |  |  |  |
| 1875  | 21  | 12 | 25 | 3  | —  | 6  | 1 | 5  | 21  | 18 | 26 | 8  | 73  |  |  |  |
| Summa | 95  | 44 | 84 | 30 | 1  | 33 | 2 | 41 | 96  | 77 | 86 | 71 | 330 |  |  |  |
|       | 253 |    |    |    | 77 |    |   |    | 330 |    |    |    |     |  |  |  |

Berechnet man die einzelnen Jahre nach der Mittelzahl der beiden Volkszählungen, so ergeben sich geringe Differenzen, nämlich:

|      |     |
|------|-----|
| 1871 | 2,4 |
| 1872 | 3,1 |
| 1873 | 3,1 |
| 1874 | 3,2 |
| 1875 | 3,4 |

---

Mittel 3,04

Nachdem in Deutschland nach *Oesterlen* jährlich durchschnittlich 39. Geburten auf 1000 Einwohner kommen, nach der vergleichenden Wochenstatistik einer Anzahl grösserer deutscher Städte von *Alex. Spiess* 38,3, erscheinen die für Würzburg gefundenen Zahlen ziemlich klein, besonders wenn man berücksichtigt, dass mehr als  $\frac{1}{6}$  aller Geburten in der Entbindungsanstalt erfolgt ist, somit der Stadt eigentlich fremd ist.

Nach Abzug dieser in der Entbindungsanstalt Geborenen würden sich für Würzburg nur 26,3 Geburten auf 1000 Einwohner jährlich berechnen. *Vogt* fand für 1860/61 gar nur 18,1.

Nach *Majer*<sup>1)</sup>, welcher jedoch die Todtgeborenen mit einrechnet, treffen in Unterfranken durchschnittlich 36,0 Geburten auf 1000 Einwohner, in Bayern 39,7.

Vergleichen wir damit die betreffenden Ziffern für Würzburg ebenfalls mit Einschluss der Todtgeborenen, so berechnen sich:

|      |     |
|------|-----|
| 1871 | 2,9 |
| 1872 | 3,5 |
| 1873 | 3,5 |
| 1874 | 3,6 |
| 1875 | 3,4 |

im Mittel 3,4 Geburten auf 1000 Einwohner, also ein Verhältniss, welches dem von Unterfranken überhaupt sehr nahe kommt, gegen das des ganzen Königreiches aber nicht unerheblich zurückbleibt. — In früheren Jahren gestaltete sich das Geburtenverhältniss für Würzburg folgendermassen:

Im Jahr 1794 kamen auf 100 Einw. 2,3 Geburten (incl. Todtgeburten)

|        |   |   |   |     |   |   |   |
|--------|---|---|---|-----|---|---|---|
| „ 1796 | „ | „ | „ | 3,0 | „ | „ | „ |
| „ 1797 | „ | „ | „ | 3,1 | „ | „ | „ |

---

<sup>1)</sup> Generalberichte etc. IX Band S. 8.

Im Jahr 1800 kamen auf 100 Einw. 2,6 Geburten (incl. Todtgeburten)

|                               |     |   |   |   |
|-------------------------------|-----|---|---|---|
| „ 1837/46 <sup>1)</sup> „ „ „ | 3,0 | „ | „ | „ |
| „ 1853 „ „ „                  | 3,5 | „ | „ | „ |
| „ 1855 „ „ „                  | 3,8 | „ | „ | „ |
| „ 1860/61 „ „ „               | 2,8 | „ | „ | „ |
| „ 1861/62 „ „ „               | 3,0 | „ | „ | „ |
| „ 1862/63 „ „ „               | 3,4 | „ | „ | „ |
| „ 1863/64 „ „ „               | 3,3 | „ | „ | „ |
| „ 1864/65 „ „ „               | 3,0 | „ | „ | „ |
| „ 1865/66 „ „ „               | 3,0 | „ | „ | „ |
| „ 1866/67 „ „ „               | 3,1 | „ | „ | „ |
| „ 1867/68 „ „ „               | 3,2 | „ | „ | „ |
| „ 1868/69 „ „ „               | 3,1 | „ | „ | „ |
| „ 1869/70 „ „ „               | 3,1 | „ | „ | „ |
| „ 1871 „ „ „                  | 2,9 | „ | „ | „ |
| „ 1872 „ „ „                  | 3,5 | „ | „ | „ |
| „ 1873 „ „ „                  | 3,5 | „ | „ | „ |
| „ 1874 „ „ „                  | 3,6 | „ | „ | „ |
| „ 1875 „ „ „                  | 3,4 | „ | „ | „ |

Nachdem also Ende des vorigen Jahrhunderts die Geburtsziffer nur 2,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Bevölkerung betragen hatte, hob sie sich in dem Jahrzehnt 1837/46 auf 3,0, in den Fünfziger Jahren 1853/55 auf 3,6, ging in dem folgenden Jahrzehnt 1860/70 auf 3,1 zurück, um sich erst in den letzten Jahren 1871/75 wieder auf 3,4 zu heben. Seit der Mitte der Fünfziger Jahre hat demnach eine Zunahme der Geburten nicht mehr stattgefunden.

Dem Geschlechte nach kommen auf 100 Mädchen 106 Knaben, ein Verhältniss das dem in Bayern allgemein herrschenden entspricht. (*Majer*, Bd. IX S. 7.) *Vogt* fand 1860/61 das Verhältniss wie 100 : 109; in Preussen ist dasselbe 100 105.

Die Zahl der unehelich Geborenen beträgt 24,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Geborenen überhaupt, während *Majer* für Unterfranken 9,4—17,6, für Bayern überhaupt 13,9—21,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Geborenen gefunden hat. *Diese hohe Zahl unehelich Geborener für Würzburg ist jedoch nur durch die Entbindungsanstalt hervorgebracht; nach Abzug derselben beträgt das Verhältniss nur 10,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.*

<sup>1)</sup> *Rinecker*, Medicinische Statistik der poliklinischen Anstalt Würzburg 1848 S. 14.

*Vogt* fand 1860/61  $14,1\%$  uneheliche Geburten für den Stadtbezirk; demnach ist hier doch eine ziemlich bedeutende Abnahme eingetreten, zumal noch zu berücksichtigen ist, dass viele fremde uneheliche Mütter zum Zwecke der Entbindung vorübergehenden Aufenthalt in der Stadt nehmen, und die Zahl der unehelichen Früchte vermehren.

Um die Anzahl der Kinder, welche auf eine Ehe kommt, zu erfahren, ist zuerst die Zahl der jährlich stattgehabten Trauungen zu eruiren. Dieselbe betrug:

|             |     |   |         |                 |
|-------------|-----|---|---------|-----------------|
| 1871        | 372 | = | $0,8\%$ | der Bevölkerung |
| 1872        | 495 | = | $1,1\%$ | „ „             |
| 1873        | 511 | = | $1,2\%$ | „ „             |
| 1874        | 505 | = | $1,1\%$ | „ „             |
| 1875        | 512 | = | $1,2\%$ | „ „             |
| Summa: 2395 |     | = | $1,1\%$ | „ „             |

Die Anzahl der Ehen ist daher grösser als in Unterfranken (0,65—0,94) und in Bayern überhaupt (0,65—1,01). Um somehr muss die verhältnissmässig geringe Geburtenzahl auffallen. *Vogt* fand 1860/61 ein Verhältniss von 0,78 Trauungen auf 100 Einwohner.

Berechnet man nun die Anzahl der ehelich geborenen Kinder, die auf ein getrautes Paar treffen, so findet man:

|         |     |
|---------|-----|
| 1871    | 2,2 |
| 1872    | 2,0 |
| 1873    | 1,9 |
| 1874    | 2,1 |
| 1875    | 2,1 |
| <hr/>   |     |
| 1871/75 | 2,1 |

*Vogt* fand für 1860/61 die Zahl 2,0, eine ganz merkwürdige, aber nicht erfreuliche Uebereinstimmung, nachdem nach *Majer* (l. c. S. 8) in Unterfranken durchschnittlich 3,4—4,0, in Bayern 3,3—4,2 Kinder auf ein getrautes Paar kommen, und nachdem man jetzt nicht mehr über eine durch die Gesetze hervorgerufene Verspätung der geschlossenen Ehen klagen kann.

Die geringe Fruchtbarkeit der Würzburger Bevölkerung ergibt sich daher auf's Neue aus diesen Betrachtungen. Es ist indessen eine bekannte Thatsache, dass Städte, welche wenig Fabrikthätigkeit haben, und welche mehr consumiren, als produciren, eine geringere Fruchtbarkeit besitzen.

Die Zahl der Zwillingsgeburten 1,24 auf 100 Geburten ist geringer als in Unterfranken (1,30—1,37) und im Königreich Bayern (1,33—1,66).

### *Todtgeburten.*

Auf 100 Geburten überhaupt kommen 4,6 Todtgeburten, eine Zahl, die beträchtlich höher ist, als die für Bayern (3,06—3,34) und namentlich für Unterfranken (2,79 — 2,84) von *Majer* berechnete.

Auf den Stadtbezirk mit Ausschluss des Entbindungshauses kommen immer noch 4,30/0 Todtgeburten, also mehr als der Durchschnitt für Europa beträgt, welcher nach *Wappaeus* 3,790/0 der Geburten ausmacht.

In der Entbindungsanstalt kommen aber auf 100 Geburten 6,3 Todtgeburten, ein Beweis, wie schädlich mangelnde Schonung und Gemüthsaufreregungen aller Art, wie sie bei unehelichen Müttern so häufig vorkommen, auf die Leibesfrucht einwirken. Trotzdem sind die in der Entbindungsanstalt untergebrachten unehelichen Mütter besser daran, als die ausserhalb derselben befindlichen, wie sich sogleich ergeben wird, wenn man die Todtgeburten unter den ehelichen und unehelichen Geburten überhaupt miteinander vergleicht. Von ersteren kamen 5231 vor mit 182 Todtgeburten oder 3,40/0, von letzteren 1822 mit 148 Todtgeburten oder 8,00/0.

Unter den unehelichen Geburten des Stadtbezirkes, 636 an der Zahl, kamen 74 Todtgeburten vor, oder 11,60/0; unter denen der Entbindungsanstalt (1186) waren ebenfalls 74 Todtgeborene oder 6,20/0, woraus hervorzugehen scheint, dass die unehelichen Mütter in der Entbindungsanstalt bessere Pflege, grössere körperliche und geistige Ruhe geniessen, überhaupt mehr Schutz haben, als die ausserhalb der Entbindungsanstalt niederkommenden unehelichen Mütter.

Nach dem Geschlechte kamen auf 3639 Knabengeburt, 173 Todtgeburten oder 4,70/0; auf 3414 Mädchengeburten 157 Todtgeburten oder 4,50/0.

Beim männlichen Geschlechte kommen daher mehr Todtgeburten vor, als beim weiblichen.

Es kommen also unter den günstigsten Verhältnissen, bei ehelichen Geburten, immer noch 3,40/0 Todtgeburten vor, zwar

wenig mehr als im Königreich überhaupt, aber wesentlich mehr als in Unterfranken bei ehelichen und unehelichen Geburten zusammengenommen.

Bezüglich der Geburten wäre also zu constatiren:

1) Geringe Geburtenziffer (3,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> bzw. 2,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> nach Ausschluss der Entbindungsanstalt gegen 3,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub> als den Durchschnitt in Deutschland) welche sich seit 20 Jahren nicht mehr vermehrt hat.

2) Geringe Fruchtbarkeit der Ehen mit durchschnittlich 2,1 Kindern gegen 3—4 in Bayern.

3) Häufigeres Vorkommen von Todtgeburten (4,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Geborenen überhaupt) als im Durchschnitt in Bayern der Fall (3—3,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>).

4) Abnahme der unehelichen Geburten seit 1861 von 14 auf 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Geborenen.

## B. Sterblichkeit.

### 1. Sterblichkeit im Allgemeinen.

Nach *Virchow* (l. c. S. 53) kamen auf 100 Einwohner:

|               |     |             |
|---------------|-----|-------------|
| im Jahre 1794 | 2,9 | Todesfälle, |
| „ „ 1796      | 3,8 | „           |
| „ „ 1797      | 4,5 | „           |
| „ „ 1800      | 3,6 | „           |
| „ „ 1837/46   | 3,4 | „           |
| „ „ 1853      | 3,1 | „           |
| „ „ 1855      | 3,4 | „           |

Setzen wir diese Liste nach dem in den officiellen Erhebungen über die Bewegung der Bevölkerung niedergelegten Materiale, welches ebenso wie bei *Virchow* sämmtliche in der Stadt vorgekommene Todesfälle ohne Ausscheidung der Spitalfremden und mit Einschluss der Todtgeburten enthält, mit Bezug auf die neueren Volkszählungen fort, so finden wir:

|         | Bevölg. m. Militär. | Todesfälle. | In <sup>0</sup> / <sub>0</sub> der Einw. |
|---------|---------------------|-------------|------------------------------------------|
| 1861/62 | 36119               | 1013        | 2,7                                      |
| 1864/65 | 41082               | 1207        | 2,9                                      |
| 1867/68 | 42185               | 1281        | 3,0                                      |

Für die Periode 1871/75 ergeben sich nach demselben Materiale und nach dem Mittel der Volkszählungen von 1871 und 1875 berechnet, folgende Zahlen:

|      |      |              |                                    |               |
|------|------|--------------|------------------------------------|---------------|
| 1871 | 1771 | Todesfälle = | 4,16 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>   | der Einwohner |
| 1872 | 1361 | "            | = 3,20 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " "           |
| 1873 | 1326 | "            | = 3,12 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " "           |
| 1874 | 1370 | "            | = 3,22 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " "           |
| 1875 | 1525 | "            | = 3,58 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " "           |

In der Periode

1794—1800 betragen daher die Todesfälle 3,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Einw.

1837—1846 " " " " 3,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> " "

1853—1855 " " " " 3,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> " "

1861—1868 " " " " 2,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub> " "

1871—1875 " " " " 3,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> " "

Berücksichtigt man, dass in der Periode 1861—67 die Volkszählungs-Methode eine andere war als in der Periode 1871—1875, indem in ersterer die Militärbevölkerung in der Art gezählt wurde, dass die gesammte Garnison eines Wohnplatzes mit Einschluss der bei der damaligen 6 jährigen Dienstzeit sehr zahlreichen Beurlaubten dessen Militärbevölkerung zugerechnet wurde, so dass diese zum grossen Theil eine fiktive war <sup>1)</sup>, während in letzterer nur die am Zählungstage ortsanwesende Bevölkerung gezählt wurde, so ergibt sich für die Periode 1861—1867 eine etwas zu günstige Berechnung. Die Mortalität hat daher in diesem Jahrhundert gegen das vorige zwar etwas, aber nicht sehr wesentlich abgenommen.

Mit Ausschluss der im Juliusspitale gestorbenen fremden Personen berechnet sich die Mortalität für die Periode 1871—1875 folgendermassen:

|      |      |              |                                    |                |
|------|------|--------------|------------------------------------|----------------|
| 1871 | 1367 | Todesfälle = | 3,21 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>   | der Einwohner, |
| 1872 | 1096 | "            | = 2,57 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " "            |
| 1873 | 1084 | "            | = 2,55 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " "            |
| 1874 | 1092 | "            | = 2,56 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " "            |
| 1875 | 1203 | "            | = 2,83 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " "            |

Mittel 2,74<sup>0</sup>/<sub>0</sub> " "

Vergleicht man die Sterbeziffern und die Geburtsziffern der Periode 1871—1875 auf die gleiche Weise, d. h. mit Einschluss

<sup>1)</sup> Daraus erklärt sich auch, dass die Bevölkerung mit Militär

|      |       |
|------|-------|
| 1864 | 41082 |
| 1867 | 42185 |
| 1871 | 40005 |

der Todtgeburten und der Spitalfremden berechnet, mit denen der früheren Perioden, so sieht man, dass 1853—55 der grösste Geburtsüberschuss bestand, dass sich derselbe 1860—1870 bedeutend abgemindert hat und 1871—1875 wieder ganz verschwunden ist, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

|           | Sterbeziffer<br>in % <sub>0</sub> der Einw.<br>mit Todtgeb. | Geburtensziffer<br>in % <sub>0</sub> der Einw.<br>mit Todtgeb. |
|-----------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1794—1800 | 3,7                                                         | 2,7                                                            |
| 1837—1846 | 3,4                                                         | 3,0                                                            |
| 1853—1855 | 3,1                                                         | 3,6                                                            |
| 1860—1870 | 2,8                                                         | 3,1                                                            |
| 1871—1875 | 3,4                                                         | 3,4                                                            |

Schliesst man jedoch die Todtgeburten und die Spitalfremden aus, so ergibt sich

|           |     |     |
|-----------|-----|-----|
| 1871—1875 | 2,7 | 3,1 |
|-----------|-----|-----|

also ebenfalls ein Ueberschuss der Geburten, wenn auch kein beträchtlicher.

Dieser Geburtsüberschuss ist freilich nur bedingt durch die Zurechnung der in der Entbindungsanstalt vorgekommenen Geburten; nach Abzug derselben steht der Sterbeziffer 2,7 eine Geburtsziffer von 2,63 gegenüber, also wieder ein Geburtendeficit!

Berücksichtigt man aber, dass das Jahr 1871 in Folge des schon im Jahre 1870 begonnenen gewaltigen Krieges eine *ausserordentlich niedere Geburtenziffer* (2,1%<sub>0</sub> der Bev. nach Ausschluss der Entbindungsanstalt), dagegen eine bedeutend erhöhte Sterblichkeit (3,2%<sub>0</sub> der Bev.) namentlich in Folge der durch den Krieg eingeschleppten Blattern hatte, und lässt man dieses gänzlich anomale Jahr aus der Berechnung weg, so ergibt sich für die 4 Jahre 1872 mit 1875 eine *Sterbeziffer von 2,5* und eine *Geburtensziffer von 2,67%<sub>0</sub>* der Einwohner, also ein geringer Ueberschuss der Geburten, *welches Verhältniss als das jetzt normaler Weise bestehende betrachtet werden kann.*

Obermedicinalrath Dr. *Schweig* in Karlsruhe <sup>1)</sup>, welcher aus einem Materiale von 1042707 Geburten und 775,468 Sterbfällen, welche in der Zeit von 1852—1872 im Grossherzogthum Baden vorkamen, die bei jeder einzelnen Geburtsziffer am häufigsten

<sup>1)</sup> Beiträge zur Medicinal-Statistik, herausgegeben vom deutschen Verein für Med.-Statistik durch Dr. *Schweig*, Dr. *Schartz* und Dr. *Zuelzer*. I. Heft S. 10 u. f.

vorkommende Mortalitäts-Ziffer berechnet hat, fand für eine Geburtsziffer von 2,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Einwohner als häufigste Sterbeziffer 2,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (max. 2,9, min. 2,1), ferner einen Geburtsüberschuss von 0,1—0,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Einwohner, und eine Sterblichkeit der Kinder im ersten Lebensjahr von 0,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Einwohner.

Sehen wir nun zu, wie sich in Würzburg die Sterblichkeit der Kinder im ersten Lebensjahre (mit Ausschluss der in der Entbindungsanstalt gestorbenen) im *Verhältniss zur Einwohnerzahl* verhält, wobei wir ebenfalls das anomale Kriegsjahr 1871 weglassen wollen, so finden wir

|         |                          |                                      |               |                                  |     |
|---------|--------------------------|--------------------------------------|---------------|----------------------------------|-----|
| 1872    | eine Kindersterblichkeit | von 0,68 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | der Einwohner |                                  |     |
| 1873    | "                        | "                                    | "             | 0,72 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " " |
| 1874    | "                        | "                                    | "             | 0,76 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " " |
| 1875    | "                        | "                                    | "             | 0,81 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " " |
| <hr/>   |                          |                                      |               |                                  |     |
| 1872/75 | "                        | "                                    | "             | 0,74 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " " |

Die Kindersterblichkeit ist daher bei uns um 0,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> grösser, als in Baden und *bedingt die bei uns herrschende grössere Sterblichkeitsziffer* (2,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> gegen 2,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> in Baden).

Zieht man nämlich von der allgemeinen Sterblichkeitsziffer die für das erste Lebensjahr gefundene Sterblichkeitsziffer ab, so ergibt sich das Mortalitäts-Verhältniss der über 1 Jahr alten Personen. Dieses beträgt:

In Baden 2,3—0,5 = 1,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Einwohner

In Würzburg 2,5—0,7 = 1,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub> " "

Die Sterblichkeit der über 1 Jahr alten Personen ist daher in Würzburg und in Baden gleich, die der Kinder unter 1 Jahr in Würzburg dagegen grösser. Dass letztere in der That von der Grösse der Geburtsziffer abhängig ist, wie *Schweig* (l. c. S. 16) angibt, wird auch durch unsere Untersuchungen bestätigt, wie folgende kleine Zusammenstellung zeigt, wobei sowohl bei den Geburten als bei den Sterbfällen die Entbindungsanstalt ausgeschlossen wurde.

| Jahr | Geburtsziffer in %<br>der Einwohner | Sterbeziffer der Kinder<br>im 1. Lebensjahre in<br>% der Einwohner |
|------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1872 | 2,5                                 | 0,68                                                               |
| 1873 | 2,6                                 | 0,72                                                               |
| 1874 | 2,7                                 | 0,76                                                               |
| 1875 | 2,9                                 | 0,81                                                               |

Es erübrigt noch, die gefundene Sterblichkeitsgrösse mit der vom Kreise Unterfranken und Königreich Bayern überhaupt zu vergleichen, worüber der Generalbericht für die Sanitätsverwaltung des K. Bayern Bd. IX S. 8 und die Zeitschrift des kgl. statistischen Bureau 1876 N. 2 Aufschluss geben. Demnach wurden gefunden für

| Jahr    | Unterfranken | Königr. Bayern |     |           |
|---------|--------------|----------------|-----|-----------|
| 1835/60 | 2,65         | 2,90%          | der | Einwohner |
| 1869/70 | 3,11         | 3,29%          | "   | "         |
| 1871    | 3,14         | 3,54%          | "   | "         |
| 1872    | 2,78         | 3,26%          | "   | "         |
| 1873    | 2,86         | 3,35%          | "   | "         |
| 1874    | 2,79         | 3,23%          | "   | "         |

Die Mortalitäts-Ziffer von 2,7 und 2,5 (nach Ausscheidung des Jahres 1871) ist daher mit der von Unterfranken verglichen ebenfalls als normal und bezw. günstig zu erachten.

Die Mortalitätsziffer für die Gesamtbevölkerung mit Einschluss der Spitalfremden, welche 3,4% beträgt, entspricht ziemlich der im Königreich im Allgemeinen herrschenden Sterblichkeit; es wäre aber durchaus ungerechtfertigt, nach *dieser* Ziffer die sanitären Zustände Würzburgs zu beurtheilen.

### *Ergebniss.*

1) Die Mortalität der Stadt Würzburg hat in diesem Jahrhundert etwas abgenommen; sie beträgt 3,4% der Gesamt- und 2,5%—2,7% der autochthonen Bevölkerung.

2) Im Vergleich mit der Geburtenziffer (3,1 bezw. 2,6 ohne Entbindungsanstalt) stellt sich die Sterblichkeit der Erwachsenen im Allgemeinen und abgesehen von Epidemien als normal, die der Kinder unter 1 Jahr dagegen als vermehrt dar.

*Mittleres Lebensalter der Gestorbenen:* Wenn auch das mittlere Lebensalter der Gestorbenen, gefunden durch Division der Zahl der Gestorbenen in die Summe der von ihnen durchlebten Jahre, nicht als Ausdruck der wirklichen Lebensdauer einer Bevölkerung betrachtet werden darf, so ist eine Berechnung desselben doch insoferne von Werth, als sein Steigen und Fallen welches wesentlich von der Kindersterblichkeit beeinflusst wird, einen gewissen Massstab für die jeweilige Prosperität der Bevölkerung mit abgeben kann.

Nach Abzug der Todtgeborenen und der gleich nach der Geburt gestorbenen Kinder berechnete sich nun in Würzburg ein mittleres Lebensalter der Gestorbenen

im Jahre 1871 von 28,8 Jahren

|   |   |         |   |      |   |
|---|---|---------|---|------|---|
| " | " | 1872    | " | 29,4 | " |
| " | " | 1873    | " | 32,6 | " |
| " | " | 1874    | " | 28,4 | " |
| " | " | 1875    | " | 27,4 | " |
| " | " | 1871/75 | " | 29,3 | " |

Diese Zahl entspricht genau dem Mittel aus der gefundenen Geburts- und Sterbeziffer, welches nach *Oesterlen*<sup>1)</sup> ebenfalls als Ausdruck der mittleren Lebensdauer einer Bevölkerung gelten kann:

Wir fanden, auf 1000 Einwohner berechnet,

eine Geburtenziffer von 31

eine Sterbeziffer " 27

$$\frac{\text{Summa } 58}{2} = 29.$$

Im Vergleich mit dem mittleren Lebensalter der Gestorbenen aus andern Bevölkerungen, welches z. B. nach *Oesterlen* S. 124 beträgt:

|                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| in Sachsen excl. Todtgeburten | 31,16              |
| " Preussen                    | 31,10              |
| " Oesterreich                 | 28,19              |
| " Bayern 1854/57              | 29,28              |
| " Hannover                    | 36,12              |
| " Frankreich                  | 37,65              |
| " Genf                        | 41,28              |
| " Zürich                      | 38,26              |
| " Frankfurt a/M.              | 37,6               |
| " Weimar                      | 33,5 <sup>2)</sup> |
| " Europa                      | 34,49              |

stellt sich die Zahl 29,3 nicht als besonders günstig dar, und beweist ihrerseits eine abnorm grosse Sterblichkeit im kindlichen Alter.

1) S. 123

2) Leben und Sterben in Weimar. Publication des medicinischen naturwissenschaftlichen Vereines in Weimar 1876. S. 37.

## 2. Sterblichkeit nach Alter und Geschlecht.

Die Sterblichkeit in den einzelnen Altersklassen ist in Tabelle IV. und V. a. ziffermässig dargestellt (s. S. 36).

Um zunächst einen Vergleich mit den im Königreich herrschenden Verhältnissen zu ermöglichen, wurde nach dem Materiale, welches im Heft XXXI der Beiträge zur Statistik des Königreiches Bayern und im statistischen Abriss für das Königreich Bayern S. 13 und 15 gegeben ist, die Sterblichkeit in  $\frac{0}{10}$  der in jeder Altersklasse Lebenden für Bayern und das Jahr 1871 berechnet, und den Ziffern für die Stadt Würzburg gegenüber gestellt, wie diess Tabelle V. b. zeigt (s. S. 36).

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass die Sterblichkeit in Würzburg im Vergleich mit der des Königreiches grösser ist in den 3 Decennien vom 30—60. Lebensjahr, in allen übrigen Altersklassen aber geringer oder wenigstens nicht grösser. Dasselbe Verhältniss ergibt sich, wenn man die Sterblichkeit der einzelnen Altersklassen nach der Gesamtsterblichkeit berechnet, wie in Tabelle V. c. geschehen ist. Auch hier sind die Alters-

Tabelle IV.

## Mortalität in Würzburg 1871/75

|       | 1. Monat. |     | 2. u. 3. Monat. |     |       |     | 4. 5. 6. Mon. |    |       |     | 7.—12. Mon. |    |       |     | 1. Lebensjahr. |    |       |     | Jahre. |     |     |     |
|-------|-----------|-----|-----------------|-----|-------|-----|---------------|----|-------|-----|-------------|----|-------|-----|----------------|----|-------|-----|--------|-----|-----|-----|
|       | ehel.     |     | mehel.          |     | ehel. |     | mehel.        |    | ehel. |     | mehel.      |    | ehel. |     | mehel.         |    | ehel. |     | mehel. |     | 1—5 |     |
|       | m.        | w.  | m.              | w.  | m.    | w.  | m.            | w. | m.    | w.  | m.          | w. | m.    | w.  | m.             | w. | m.    | w.  | m.     | w.  |     |     |
| 1871  | 53        | 33  | 33              | 20  | 17    | 25  | 15            | 21 | 28    | 20  | 18          | 17 | 34    | 44  | 10             | 15 | 131   | 122 | 77     | 73  | 82  | 86  |
| 1872  | 39        | 28  | 26              | 20  | 14    | 10  | 9             | 4  | 34    | 27  | 9           | 8  | 36    | 24  | 5              | 4  | 123   | 89  | 49     | 36  | 56  | 55  |
| 1873  | 30        | 28  | 24              | 25  | 33    | 35  | 20            | 18 | 25    | 17  | 8           | 5  | 21    | 25  | 5              | 4  | 109   | 105 | 57     | 52  | 52  | 40  |
| 1874  | 32        | 28  | 31              | 17  | 21    | 14  | 13            | 18 | 39    | 22  | 10          | 13 | 46    | 28  | 7              | 5  | 137   | 92  | 62     | 53  | 56  | 62  |
| 1875  | 41        | 31  | 34              | 20  | 29    | 25  | 14            | 11 | 31    | 25  | 14          | 14 | 31    | 24  | 10             | 8  | 132   | 105 | 72     | 53  | 72  | 72  |
| Summa | 195       | 148 | 148             | 102 | 114   | 109 | 71            | 72 | 157   | 111 | 59          | 57 | 168   | 145 | 37             | 36 | 632   | 514 | 317    | 266 | 318 | 315 |
|       | 343       |     | 250             |     | 223   |     | 143           |    | 268   |     | 116         |    | 313   |     | 73             |    | 1146  |     | 583    |     | 633 |     |
|       | 593       |     |                 |     | 366   |     |               |    | 384   |     |             |    | 386   |     |                |    | 1729  |     |        |     |     |     |

klassen von 30—60 stärker an der Sterblichkeit beteiligt, als im Königreich, alle übrigen dagegen geringer. (s. Nachtrag S. 91).

*Virchow*<sup>1)</sup> macht auf die abnorm grosse Sterblichkeit der Altersklassen von 20—40 Jahren aufmerksam; vergleicht man seine Zusammenstellung, nach welcher von 100 Todesfällen erfolgten:

|                |      |
|----------------|------|
| Im 1. Jahre    | 27,7 |
| vom 2—10 Jahre | 6,1  |
| „ 11—20 „      | 4,1  |
| „ 21—40 „      | 18,4 |
| „ 41—60 „      | 18,9 |
| „ 61—100 „     | 24,3 |

mit der des Königreiches Bayern, so findet man wieder in den Altersklassen 20—60 viel höhere Sterblichkeit, als im Königreich (s. Tab. V. c. S. 36.)

Auch nach der Zusammenstellung von *Vogt* für das Jahr 1860/61 ergibt sich mindestens für die Altersklassen 40—60 J. eine hohe Sterblichkeit von 16,3—17,0 auf 100 Gestorbene, die der von mir gefundenen Zahl 17,5 nahe kommt.

### nach Alter und Geschlecht.

#### J a h r e .

| 6—10 |    | 11—20 |    | 21—30 |     | 31—40 |     | 41—50 |     | 51—60 |     | 61—70 |     | 71—80 |     | 81—100 |    | Summa |      |      |
|------|----|-------|----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|----|-------|------|------|
| m.   | w. | m.    | w. | m.    | w.  | m.    | w.  | m.    | w.  | m.    | w.  | m.    | w.  | m.    | w.  | m.     | w. | m.    | w.   | zus. |
| 21   | 14 | 16    | 16 | 61    | 49  | 54    | 53  | 47    | 61  | 61    | 57  | 67    | 88  | 35    | 60  | 20     | 16 | 672   | 695  | 1367 |
| 19   | 18 | 16    | 18 | 39    | 45  | 44    | 45  | 52    | 52  | 62    | 52  | 35    | 57  | 53    | 55  | 11     | 15 | 559   | 537  | 1096 |
| 6    | 11 | 13    | 14 | 40    | 34  | 38    | 49  | 61    | 49  | 49    | 61  | 53    | 56  | 39    | 55  | 20     | 21 | 537   | 547  | 1084 |
| 11   | 11 | 12    | 13 | 41    | 40  | 46    | 45  | 42    | 38  | 52    | 50  | 49    | 55  | 33    | 61  | 14     | 17 | 555   | 537  | 1092 |
| 15   | 14 | 13    | 15 | 44    | 35  | 49    | 49  | 42    | 44  | 52    | 46  | 64    | 73  | 42    | 56  | 17     | 27 | 614   | 589  | 1203 |
| 72   | 68 | 70    | 76 | 225   | 203 | 231   | 241 | 244   | 244 | 276   | 266 | 268   | 329 | 202   | 287 | 82     | 96 | 2937  | 2905 | 5842 |
| 140  |    | 146   |    | 428   |     | 472   |     | 488   |     | 542   |     | 597   |     | 489   |     | 178    |    | 5842  |      |      |

1) l. c. S. 56.

Tabelle V. a) Sterblichkeit nach Alter und Geschlecht.

| Jahre. | In ‰ der in jeder Altersklasse Lebenden.<br>per Jahr |          |          | In ‰ sämtlicher Gestorbenen.<br>per Jahr |          |          |
|--------|------------------------------------------------------|----------|----------|------------------------------------------|----------|----------|
|        | Männlich                                             | Weiblich | Zusammen | Männlich                                 | Weiblich | Zusammen |
| 0— 5   | 13,7                                                 | 11,6     | 12,7     | 43,1                                     | 37,6     | 40,4     |
| 6— 10  | 0,8                                                  | 0,9      | 0,9      | 2,4                                      | 2,3      | 2,3      |
| 11— 20 | 0,3                                                  | 0,4      | 0,4      | 2,3                                      | 2,6      | 2,4      |
| 21— 30 | 0,8                                                  | 0,8      | 0,8      | 7,6                                      | 6,9      | 7,3      |
| 31— 40 | 1,4                                                  | 1,3      | 1,4      | 7,8                                      | 8,2      | 8,0      |
| 41— 50 | 2,1                                                  | 1,7      | 1,9      | 8,3                                      | 8,3      | 8,3      |
| 51— 60 | 3,7                                                  | 2,6      | 3,0      | 9,3                                      | 9,1      | 9,2      |
| 61— 70 | 6,1                                                  | 5,1      | 5,5      | 9,1                                      | 11,3     | 10,2     |
| 71— 80 | 10,4                                                 | 9,9      | 10,1     | 6,8                                      | 9,8      | 8,3      |
| 81—100 | 18,6                                                 | 20,2     | 19,4     | 2,7                                      | 3,3      | 3,0      |
| Summa  | 2,8                                                  | 2,6      | 2,7      | 50,2                                     | 49,7     | 100,0    |

b) Dieselbe, im Vergleich mit dem Königr. Bayern.

| Jahre. | Lebende jeder Altersklasse. |                   | Sterbefälle. |                          | Sterbefälle per Jahr in ‰ der Lebenden jeder Altersklasse. |          |
|--------|-----------------------------|-------------------|--------------|--------------------------|------------------------------------------------------------|----------|
|        | Bayern                      | Würzburg          | Bayern       | Würzburg                 | Bayern                                                     | Würzburg |
|        | 1871                        | 1871/75<br>Mittel | 1871         | 1871/75<br>Jährl. Mittel | 1871                                                       | 1871/75  |
| 0— 5   | 575041                      | 3719              | 84716        | 472,4                    | 14,7                                                       | 12,7     |
| 6— 10  | 491812                      | 3003              | 4665         | 28,0                     | 0,9                                                        | 0,9      |
| 11— 20 | 863626                      | 6853              | 4181         | 29,2                     | 0,4                                                        | 0,4      |
| 21— 30 | 771360                      | 10283             | 8253         | 85,6                     | 1,0                                                        | 0,8      |
| 31— 40 | 664081                      | 6657              | 7945         | 94,4                     | 1,1                                                        | 1,4      |
| 41— 50 | 556874                      | 5090              | 9325         | 97,6                     | 1,6                                                        | 1,9      |
| 51— 60 | 469286                      | 3498              | 12838        | 108,4                    | 2,7                                                        | 3,0      |
| 61— 70 | 319755                      | 2134              | 18326        | 119,4                    | 5,7                                                        | 5,5      |
| 71— 80 | 119760                      | 967               | 15478        | 97,8                     | 12,9                                                       | 10,1     |
| 81—100 | 20018                       | 183               | 5803         | 35,6                     | 28,9                                                       | 19,4     |

c) Von je 100 Gestorbenen waren im Alter von

| Jahren. | Bayern.   | Würzburg. | Unterfranken. |
|---------|-----------|-----------|---------------|
| 0— 1    | 39,0—43,6 | 29,5      | 31,0—34,4     |
| 1— 5    | 8,5— 9,5  | 10,8      | 9,5—10,2      |
| 5— 20   | 5,3— 6,1  | 4,7       | 4,2— 5,1      |
| 21— 40  | 8,6— 9,4  | 15,3      | 10,0—10,9     |
| 41— 60  | 12,3—13,3 | 17,5      | 14,3—15,7     |
| 61—100  | 22,7—24,4 | 21,5      | 25,0—26,8     |

Dass *Virchow* höhere Verhältnisszahlen für die späteren Lebensperioden dagegen niedere für das 1. Lebensjahr (27,7) fand rührt davon her, dass er die Sterbefälle des Juliusspitales mit in Rechnung brachte, wodurch die Zahl der Todesfälle von Erwachsenen in weit höherem Masse vermehrt wurde, als jene der Todesfälle der Kinder im 1. Lebensjahr, von welchen nur sehr wenig im Juliusspital sterben.

Dagegen fand *Vogt*<sup>1)</sup> nach Ausschluss der Spitalfremden für das erste Lebensjahr 37,6 (männlich) — 30,7 (weiblich) Todesfälle auf 100 Fälle der Gesamtsterblichkeit; für die Altersklassen 20—40 aber 9,6—10,2 und von 40—60 Jahren. 16,3—17,0, welche Verhältnisse sich den von uns gefundenen mehr nähern. Zur genauen Feststellung der Absterbeordnung der Würzburger Bevölkerung ist es demnach jedenfalls nothwendig, die im Juliusspital gestorbenen *Fremden* bei der Zählung der Todesfälle auszuschliessen. Immerhin ist für Würzburg die Thatsache zu constatiren, dass die Sterblichkeit vom 30—60. Lebensjahre eine über die Norm grosse ist. Man wird kaum fehlen, wenn man als Ursache dieses abnormen Verhältnisses zum Theil die grosse Häufigkeit der acuten entzündlichen Lungenkrankheiten, zum grössten Theile aber die Häufigkeit der chronischen Lungenleiden (einfache Lungenschwindsucht; Peribronchitis etc.) annimmt, an welch' letzteren in den Lebensperioden von 30—60 Jahr die grösste Sterblichkeit stattfindet, wie diess bei Betrachtung der Sterblichkeit nach den Todesursachen näher erläutert werden wird.

Die geringste Sterblichkeit hat, wie im Königreich überhaupt, das Alter von 6—10 und 11—20 Jahren, worauf ebenfalls schon *Virchow* aufmerksam gemacht hat.

Die Sterblichkeit in den höheren Altersklassen im Vergleich zur Gesamtsterblichkeit ist in Würzburg geringer als im Königreich, woraus hervorzugehen scheint, dass diese Altersklassen,

1) l. c. S. 391 u. 392.

| Alter  | % aller Gestorbenen: |          |
|--------|----------------------|----------|
|        | männlich             | weiblich |
| 0— 1   | 37,6                 | 30,7     |
| 1— 5   | 6,7                  | 5,4      |
| 5— 20  | 4,5                  | 5,6      |
| 21— 40 | 10,2                 | 9,8      |
| 41— 60 | 16,3                 | 17,0     |
| 61—100 | 24,1                 | 33,9     |

meist Pfründner, günstiger situirt und gepflegt sind als anderswo, was in der That wohl auch zutreffen wird.

Was das *Geschlecht* betrifft, so ist ein Ueberwiegen der Sterblichkeit beim männlichen Geschlecht im Allgemeinen zu constatiren, indem von 1000 Männern per Jahr 28,0, von 1000 Frauen aber nur 26,9 sterben. Ebenso treffen von 1000 Sterbfällen 502 auf das männliche, 498 aber auf das weibliche Geschlecht. Im Verhältniss zu den in jeder Altersklasse Lebenden sterben im 1. Jahrfünft des Lebens mehr (um 2,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) Knaben als Mädchen. Vom 6.—40. Lebensjahre ist die Sterblichkeit bei beiden Geschlechtern ziemlich gleich; die Differenz beträgt höchstens 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> bald auf der einen bald auf der andern Seite. Vom 40.—80. Jahre an ist aber die Sterblichkeit der Männer entschieden grösser als die der Weiber, indem dieselbe die der letzteren

|                    |                                 |
|--------------------|---------------------------------|
| im 41—50. Jahre um | 0,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| „ 51—60. „ „       | 1,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| „ 61—70. „ „       | 1,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |
| „ 71—80 „ „        | 0,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |

übertragt. Der Kampf um's Dasein, der vorzüglich dem männlichen Geschlecht zufällt, ist hier in seiner aufreibenden Wirkksamkeit deutlich zu erkennen. Erst in der höchsten Altersperiode von 80 Jahren an überwiegt die Sterblichkeit beim weiblichen Geschlecht.

Im Vergleich zur *Gesamtsterblichkeit* ist die Sterblichkeit des männlichen Geschlechtes überwiegend im ersten und zweiten Jahrfünft, dann in den Perioden vom 21.—30. und 51.—60. Jahre.

*Virchow* <sup>1)</sup> fand für die Periode 1852/55 ziemlich dieselben Resultate, nämlich ein Ueberwiegen der Sterblichkeit der Männer in den Jahren: 0—1; 11—20; 21—30; 41—50; und 51—60.

Das männliche Geschlecht hat daher eine grössere Sterblichkeit in der ersten Jugend und dann wieder im reiferen Mannesalter, das weibliche Geschlecht dagegen erst in den späteren Lebensperioden.

#### *Ergebniss.*

1) Erhöhte Sterblichkeit in den Altersklassen von 30—60 Jahren; geringere im 1. Jahrfünft und im Greisenalter (vom 60. Jahre) im Vergleich zum Königreich.

<sup>1)</sup> l. c. S. 58.

2) Ueberwiegen der Sterblichkeit beim männlichen Geschlecht im Allgemeinen, und besonders im 1. Jahrfünft, sowie vom 40.—80. Lebensjahr. Vom 6.—40. Lebensjahr ziemliches Gleichgewicht der Geschlechter; vom 80.—100. Ueberwiegen der Sterblichkeit der Weiber.

### 3. Kindersterblichkeit.

| Jahre. | Zahl der Lebendgeborenen. |                |        |       |         | Zahl der im 1. Lebensjahre Gestorbenen. |                |        |       |         | Auf je 100 Lebendgeborene treffen im 1. Lebensjahre Gestorbene |        |        |       |         |
|--------|---------------------------|----------------|--------|-------|---------|-----------------------------------------|----------------|--------|-------|---------|----------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|---------|
|        | Im Ganzen                 | Darunter sind: |        |       |         | Im Ganzen                               | Darunter sind: |        |       |         | Im Ganzen                                                      |        |        |       |         |
|        |                           | männl.         | weibl. | ehel. | unehel. |                                         | männl.         | weibl. | ehel. | unehel. |                                                                | männl. | weibl. | ehel. | unehel. |
| 1871   | 1150                      | 592            | 558    | 832   | 318     | 403                                     | 208            | 195    | 254   | 149     | 35,0                                                           | 35,1   | 34,9   | 30,5  | 46,8    |
| 1872   | 1357                      | 689            | 668    | 1021  | 336     | 297                                     | 172            | 125    | 212   | 85      | 21,8                                                           | 25,1   | 18,7   | 20,7  | 25,2    |
| 1873   | 1359                      | 695            | 664    | 1007  | 352     | 323                                     | 166            | 157    | 214   | 109     | 23,7                                                           | 23,8   | 23,6   | 21,2  | 30,9    |
| 1874   | 1391                      | 712            | 679    | 1072  | 319     | 344                                     | 199            | 145    | 229   | 115     | 24,7                                                           | 27,9   | 21,3   | 21,3  | 36,0    |
| 1875   | 1466                      | 778            | 688    | 1117  | 349     | 362                                     | 204            | 158    | 237   | 125     | 24,6                                                           | 26,2   | 22,9   | 21,2  | 35,8    |
| Summa  | 6723                      | 3466           | 3257   | 5049  | 1674    | 1729                                    | 949            | 780    | 1146  | 583     | 25,7                                                           | 27,3   | 23,9   | 22,6  | 34,8    |

Die Sterblichkeit im ersten Lebensjahre auf je 100 Lebendgeborene stellt sich nach obiger Tabelle in der Periode 1871/75 auf 25,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Es ist dieses Verhältniss im Vergleich mit der Kindersterblichkeit in Bayern, welche in der Periode 1835—1865 32,92 und in der Periode 1871 mit 1873 33,88—36,48<sup>0</sup>/<sub>0</sub> betrug<sup>1)</sup>, ein günstiges zu nennen, und stimmt mit den für Unterfranken in denselben Zeitperioden ermittelten Zahlen, welche 26,05, und 25,09—28,05<sup>0</sup>/<sub>0</sub> betragen<sup>2)</sup>, ziemlich gut überein. Im Jahre 1871,

<sup>1)</sup> C. Fr. Majer, Generalber. etc. IX. Bd. S. 10.

<sup>2)</sup> Legt man der Berechnung der Kindersterblichkeit nur die Zahl der in der Stadt mit Ausschluss der Entbindungsanstalt vorgekommenen Geburten zu Grunde, welche nach Ausweis der Tabelle III. in den Jahren 1871/75 5592 betrug, und lässt dann dem entsprechend 72 in den 5 Jahren in der Entbindungsanstalt gestorbene Kinder, sowie nach ungefährender Schätzung und im Vergleich mit dem Jahre 1876 per Jahr als maximum 25 Todesfälle von fremden hier in Pflege befindlichen Kindern, in Summa also weitere 125 Todesfälle weg, so kommen auf 5592 Geburten 1523 Todesfälle oder 27,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Lebendgeborenen, welche Ziffer der Wirklichkeit mehr entsprechen dürfte.

welches durch eine hohe Sterblichkeit im Allgemeinen ausgezeichnet war, starben in Unterfranken 28,05, in Würzburg 35,00/0 der Lebendgeborenen, während die Sterblichkeit in den folgenden Jahren 1872 und 1873 in Unterfranken auf 25,09 und 25,10, in Würzburg auf 21,8 und 23,70/0 der Lebendgeborenen herabging, in den 2 nächsten Jahren 1874 und 1875 aber wieder etwas stieg auf 24,7 und 24,60/0.

Nach *Virchow*<sup>1)</sup> betrug die Kindersterblichkeit in den Jahren 1853/55 25,30/0 der Geborenen, nach *Vogt*<sup>2)</sup> im Jahre 1860/61 260/0.

*Geigel*<sup>3)</sup> fand bei der Untersuchung über die Kindersterblichkeit in Würzburg in der Periode 1864—1870 26,30/0 der Lebendgeborenen<sup>3)</sup>. Demnach kann eine geringe Herabminderung der Kindersterblichkeit in der Periode 1871—1875 constatirt werden.

Freilich ist damit das von *Wasserfuhr*<sup>4)</sup> als normal aufgestellte Verhältniss von 19,00/0, unter welchem noch manche deutsche Städte wie z. B. Hildesheim mit 18,27, Lübeck mit 16,84, Frankfurt a/M. mit 16,45 und das Königreich Preussen im Allgemeinen mit 18,120/0 zurückbleiben, noch um ein ziemlich Beträchtliches überschritten, und somit Veranlassung genug gegeben, den Ursachen dieser erhöhten Kindersterblichkeit nachzuforschen und auf Abhilfe bedacht zu sein.

Betrachtet man die Kindersterblichkeit mit Unterscheidung des Geschlechtes, sowie der ehelichen oder unehelichen Abkunft, so zeigt sich nach der obigen Tabelle zunächst ein bedeutendes Ueberwiegen der Sterblichkeit beim männlichen Geschlecht, welches im Mittel 3,40/0 beträgt, in den einzelnen Jahren aber zwischen 0,2 und 6,60/0 schwankt, sodann ein noch grösseres Ueberwiegen der Sterblichkeit bei den unehelichen Kindern, welches sich zwischen 4,5 und 16,30/0 bewegt, im Mittel aber

1) *Virchow*, Beiträge zur Statistik der Stadt Würzburg. Verhandlungen der phys.-med. Gesellschaft in Würzburg X. Bd. S. 57.

2) *Vogt*, medicin. Statistik der Stadt Würzburg für das Etatsjahr 1860/61. Würzburger med. Zeitschrift III. Band S. 392.

3) Kindersterblichkeit in Würzburg. Deutsche Vierteljahrschrift für Gesundheitspflege. 1871. S. 520.

4) Sterblichkeit der Neugeborenen und Säuglinge in Deutschland von Dr. H. *Wasserfuhr*. Deutsche Vierteljahrschrift für öffentl. Gesundheitspflege. 1869. I. S. 533.

12,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> ausmacht. Daher berechnet sich nach Abzug der unehelichen Kinder die Sterblichkeit der ehelichen auf 22,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Lebendgeborenen. Da diese Zahlen nach *Vogt* im Jahre 1860/61 26,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub> nach *Geigel* in der Periode 1864/70 23,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub> betragen, so ist hier für die Periode 1871/75 eine Abnahme der Sterblichkeit von 1,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> zu constatiren, während die Sterblichkeit der unehelichen Kinder, welche *Geigel* auf 30,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Lebendgeborenen berechnet hat, auf 34,8 gestiegen ist, wonach dieselben noch schlechter gepflegt zu werden scheinen als früher.

Nach den einzelnen Monatsgruppen des ersten Lebensjahres gruppirt sich die Kindersterblichkeit, wie die nachfolgende Tabelle zeigt:

| Die Gestorbenen standen im | Gestorbene. |        |       |         |      | In ‰ der im 1. Lebensjahr Gestorbenen. |        |       |         |      | In ‰ der im 1. Lebensjahr Geborenen. |        |       |         |       |
|----------------------------|-------------|--------|-------|---------|------|----------------------------------------|--------|-------|---------|------|--------------------------------------|--------|-------|---------|-------|
|                            | männl.      | weibl. | ehel. | unehel. | zus. | männl.                                 | weibl. | ehel. | unehel. | zus. | männl.                               | weibl. | ehel. | unehel. | zus.  |
| 1. Lebensmon.              | 343         | 250    | 343   | 250     | 593  | 37,1                                   | 32,0   | 29,9  | 42,8    | 34,2 | 9,9                                  | 7,67   | 6,79  | 14,9    | 8,82  |
| 2. u. 3. „                 | 185         | 181    | 223   | 143     | 366  | 19,4                                   | 23,2   | 19,4  | 24,5    | 21,1 | 5,3                                  | 5,55   | 4,41  | 8,6     | 5,44  |
| 4., 5. u. 6. „             | 216         | 168    | 268   | 116     | 384  | 22,7                                   | 21,5   | 23,3  | 19,8    | 22,2 | 6,2                                  | 5,15   | 5,30  | 6,9     | 5,71  |
| 7. bis 12. „               | 205         | 181    | 313   | 73      | 386  | 21,6                                   | 23,2   | 27,3  | 12,5    | 22,3 | 5,9                                  | 5,55   | 6,19  | 4,4     | 5,74  |
| 1. Lebensjahr              | 949         | 780    | 1146  | 583     | 1729 | 100                                    | 100    | 100   | 100     | 100  | 27,3                                 | 23,92  | 22,69 | 34,8    | 25,71 |
| Geborene                   | 3466        | 3257   | 5049  | 1674    | 6723 |                                        |        |       |         |      |                                      |        |       |         |       |

Es geht aus dieser Tabelle zunächst die bekannte Thatsache hervor, dass die Kindersterblichkeit bei weitem am grössten im 1. Lebensmonat ist, indem der 3. Theil aller im 1. Lebensjahre Gestorbenen schon im 1. Monate dieses Jahres erlegen ist. Sodann zeigt sich, dass die überwiegende Sterblichkeit des männlichen Geschlechtes im 1. Lebensjahr vorzugsweise bedingt ist durch die überwiegende Sterblichkeit der Knaben im ersten Lebensmonat.

Im 2. und 3. Monat zeigt sich ein geringes Ueberwiegen des weiblichen Geschlechtes, während im 4., 5. und 6. Monat das männliche Geschlecht wieder in der Mehrzahl ist. In der 2. Hälfte des ersten Lebensjahres ist nach Procenten sämmtlicher Gestorbenen vom 1. Lebensjahre berechnet das weibliche Geschlecht bei den Todesfällen überwiegend, während bei der Berechnung nach Procenten der Lebendgeborenen ein geringer Ueberschuss auf das männliche Geschlecht trifft.

Als weiteres Ergebniss lässt sich aus obiger Tabelle die Thatsache ableiten, dass die grosse Sterblichkeit im 1. Lebensmonat hauptsächlich bedingt ist durch das zahlreiche Hinsterven der unehelichen Kinder in diesem Monate, welches auch im 2. und 3. Lebensmonate, wenn auch nicht mehr in demselben hohen Masse, fort dauert. Vom 4. Lebensmonat an, besonders aber in der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres, mindert sich die Sterblichkeit der unehelichen Kinder in bedeutendem Masse, was einmal davon herührt, dass eine ziemliche Zahl diesser Kinder durch spätere Verheirathung der Eltern legitimirt wird, dann aber auch wesentlich davon, dass in Folge der hohen Sterblichkeit in den 3 ersten Monaten nur wenige uneheliche Kinder, und zwar die am meisten resistenzfähigen, übrig geblieben sind.

In welch' hohem Masse eine grosse Sterblichkeit der unehelichen Kinder die allgemeine Sterblichkeit im 1. Lebensjahr in der Stadt Würzburg belastet, geht aus folgender Zusammenstellung hervor:

Auf 100 in jeder Monatsgruppe des ersten Lebensjahres gestorbene Kinder treffen unehelich Gestorbene:

|                         |      |
|-------------------------|------|
| Im 1. Monate            | 42,1 |
| Im 2. und 3. Monate     | 39,0 |
| Im 4., 5. und 6. Monate | 30,2 |
| Im 7—12 Monate          | 18,9 |
| Im 1. Lebensjahr        | 33,7 |

Auf 100 Geborene (Lebend) treffen unehelich Geborene: 24,8 bezw., nach Ausschluss der Geburten in der Entbindungsanstalt: 10,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (s. S. 25). Die Sterblichkeit der unehelichen Kinder ist daher im 1. Lebensjahre eine weit grössere, als sie im Verhältniss zur Geburtenzahl sein sollte. Sodann zeigt sich wiederholt, dass die Sterblichkeit derselben vom 4. Lebensmonat an bedeutend abnimmt, und in der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres sich sogar günstiger gestaltet, als die der ehelichen Kinder. Die Gründe hiefür sind bereits oben angeführt.

Vergleicht man die Kindersterblichkeit in Beziehung auf Monatsgruppen und eheliche oder uneheliche Abkunft, wie sie sich in der Periode 1871/75 in der Stadt Würzburg dargestellt hat, mit den gleichen für das Königreich Bayern ermittelten

Ziffern<sup>1)</sup>, so ergibt sich für letzteres ein noch bedeutenderes Ueberwiegen der Sterblichkeit im 1. Lebensmonat, indem fast die Hälfte aller im 1 Jahr Gestorbenen schon im 1. Monate vom Tode ereilt worden ist. Zum grossen Theile ist jedoch dieses abweichende Verhalten dadurch verursacht, dass die Todtgeburten mit in die Berechnung gezogen worden sind. Die übrigen Verhältnisse, besonders die vorzugsweise grössere Sterblichkeit der Knaben im 1. Lebensmonat, und die Abnahme der Sterblichkeit der unehelichen Kinder vom 4. Monate an und besonders in der zweiten Hälfte des ersten Lebensjahres sind dort wie hier dieselben. Dass ein viel grösserer Procentsatz von unehelichen Kindern unter den Gestorbenen des 1. Lebensjahres in der Stadt Würzburg sich findet, als die Zahlen für das Königreich [im Ganzen angeben, rührt von der grösseren Anhäufung unehelicher Geburten in der Stadt, besonders durch die Entbindungsanstalt begünstigt, her. Während nämlich auf 100 Geborene überhaupt im Königreich Bayern 13—14 unehelich Geborene treffen, berechnet sich diese Zahl für Würzburg mit der Entbindungsanstalt auf 24,8.

Die hauptsächlichsten Todesursachen, welche die Kindersterblichkeit bedingen, finden sich in folgender Tabelle zusammengestellt:

| Krankheiten.                            | Zahl der im 1. Lebensjahr Gestorbenen. |       |      | Darunter waren:  |       |      |                  |       |      |     |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|-------|------|------------------|-------|------|------------------|-------|------|-----|
|                                         |                                        |       |      | Ehelich Geborene |       |      | Unehel. Geborene |       |      |     |
|                                         | männl                                  | weibl | zus. | männl            | weibl | zus. | männl            | weibl | zus. |     |
| A. Ernährungsstörungen                  | Lebensschwäche                         | 155   | 112  | 267              | 84    | 62   | 146              | 71    | 50   | 121 |
|                                         | Abzehrung                              | 150   | 156  | 306              | 90    | 60   | 150              | 88    | 68   | 156 |
|                                         | Durchfall                              | 247   | 192  | 439              | 157   | 121  | 278              | 90    | 71   | 161 |
|                                         | Summe A.                               | 552   | 460  | 1012             | 331   | 243  | 574              | 249   | 189  | 438 |
| B. Acute Krankheiten der Athmungsorgane | 115                                    | 103   | 218  | 84               | 74    | 158  | 31               | 29    | 60   |     |
| C. Lungentuberculose                    | 12                                     | 11    | 23   | 10               | 7     | 17   | 2                | 4     | 6    |     |
| D. Hydrocephalus acut. inf.             | 33                                     | 24    | 57   | 27               | 22    | 49   | 6                | 2     | 8    |     |
| E. Ecclampsie                           | 114                                    | 93    | 207  | 86               | 70    | 156  | 28               | 23    | 51   |     |
| Gesamtsumme                             | 826                                    | 691   | 1517 | 538              | 416   | 954  | 316              | 247   | 563  |     |

<sup>1)</sup> Majer, l. c. S. 11 u. f.

In Procenten der Geborenen jeden Geschlechtes und Civilstandes sind gestorben:

| Krankheiten.                            | Zahl der im 1. Lebensjahr Gestorbenen. |       |      | Darunter waren:  |       |      |                  |       |      |  |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|-------|------|------------------|-------|------|------------------|-------|------|--|
|                                         |                                        |       |      | Ehelich Geborene |       |      | Unehel. Geborene |       |      |  |
|                                         | männl                                  | weibl | zus. | männl            | weibl | zus. | männl            | weibl | zus. |  |
| A. Ernährungsstörungen                  |                                        |       |      |                  |       |      |                  |       |      |  |
| Lebensschwäche                          | 4,4                                    | 3,4   | 3,9  | 3,2              | 2,5   | 2,9  | 8,1              | 6,2   | 7,2  |  |
| Abzehrung                               | 4,3                                    | 4,8   | 4,6  | 3,5              | 2,4   | 2,9  | 10,1             | 8,5   | 9,3  |  |
| Durchfall                               | 7,1                                    | 5,9   | 6,5  | 6,0              | 4,9   | 5,5  | 10,2             | 8,9   | 9,6  |  |
| Summe A.                                | 15,8                                   | 14,1  | 15,0 | 12,7             | 9,8   | 11,3 | 28,4             | 23,6  | 26,1 |  |
| B. Acute Krankheiten der Athmungsorgane | 3,4                                    | 3,1   | 3,2  | 3,3              | 3,0   | 3,1  | 3,5              | 3,7   | 3,6  |  |
| C. Lungentuberculose                    | 1,3                                    | 1,1   | 1,2  | 1,4              | 1,2   | 1,3  | 1,0              | 0,8   | 0,8  |  |
| D. Hydrocephalus acut. inf.             |                                        |       |      |                  |       |      |                  |       |      |  |
| E. Ecclampsie                           | 3,3                                    | 2,9   | 3,1  | 3,3              | 2,9   | 3,1  | 3,2              | 2,8   | 3,1  |  |
| Gesamtsumme                             | 23,8                                   | 21,2  | 22,5 | 20,7             | 16,9  | 18,8 | 36,1             | 30,9  | 33,6 |  |

Die vorstehende Tabelle liefert den Beweis, dass in der That die darin aufgeführten Krankheiten die *hauptsächlichen* Todesursachen für das kindliche Alter ausmachen, indem an diesen Krankheiten 22,5% der Lebendgeborenen gestorben sind, da aber an allen Krankheiten zusammen 25,7% der Lebendgeborenen gestorben sind, so sind nur 3,2% andern in der Tabelle nicht angeführten Krankheitszuständen zum Opfer gefallen. Unter diesen letzteren machen noch die Infektionskrankheiten, Blattern, Masern, Scharlach, Diphtherie und Keuchhusten einen namhaften Bruchtheil aus, während alle übrigen Krankheiten, Entzündungen verschiedener Organe, namentlich der Haut und des Zellgewebes, Knochenkrankheiten, *Pemphygus*, Entzündungen der Nabelgefässe, Apoplexie etc. nur ganz vereinzelt als Todesursachen vorkommen.

Ordnet man die in der Tabelle angeführten Krankheiten nach der Grösse ihres Antheiles an der Kindersterblichkeit, so ergibt sich folgende Reihe:

1. Durchfall mit 6,5% der Geborenen
2. Abzehrung „ 4,6 „ „ „
3. Lebensschwäche „ 3,9 „ „ „
4. Acute Erkrankungen der Athmungsorgane „ 3,2 „ „ „

|                                                            |                                                   |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 5. Ecclampsie                                              | mit 3,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> der Geborenen |
| 6. Tuberculöse Erkrankungen des<br>Gehirnes und der Lungen | „ 1,2 „ „ „                                       |
|                                                            | <hr/> 22,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>            |
| Uebrige Erkrankungen                                       | 3,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>                   |
|                                                            | <hr/> Summa 25,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>      |

Vergleicht man damit die für das Königreich Bayern und das Jahr 1873 in derselben Weise berechneten Ziffern, (*Majer* l. c. S. 15) so ergibt sich eine wesentlich andere Reihenfolge, nämlich:

|                                             |                                               |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. Ecclampsie                               | 10,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>              |
| 2. Abzehrung                                | 5,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>               |
| 3. Lebensschwäche                           | 4,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>               |
| 4. Durchfall                                | 4,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>               |
| 5. Acute Erkrankungen der<br>Athmungsorgane | <hr/> 1,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>         |
|                                             | 26,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>              |
| Uebrige Krankheiten                         | 7,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>               |
|                                             | <hr/> Summa: 34,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> |

Dieses bedeutende Vorwalten der Ecclampsie, sowie die ziemlich beträchtlichen Differenz zwischen den Zahlen der akuten Erkrankungen der Athmungsorgane und der übrigen Krankheiten wird wohl nicht mit Unrecht dem Einflusse der vielen ungenauen Diagnosen, welche insbesondere in den Todtenscheinen der ländlichen Bezirke sich vorfinden, zugeschrieben werden dürfen, während in der Stadt Würzburg, wo gegen 90<sup>0</sup>/<sub>0</sub> aller Erkrankten ärztlich behandelt werden, und ein grosser Theil, der gestorbenen Kinder, namentlich der ärmeren, in poliklinischer Behandlung gestandenen, secirt wird, die Statistik auf einer ungleich grösseren Zahl präcis gestellter Diagnosen basirt ist.

Beiden Zusammenstellungen für Würzburg und für das Königreich Bayern ist jedoch der Umstand gemeinsam, dass hier wie dort das männliche Geschlecht bei sämtlichen Krankheiten in grösserer Zahl an der Sterblichkeit theilhaftig ist. Am stärksten ist dieses Ueberwiegen des männlichen Geschlechtes bei den an Durchfall, Lebensschwäche und Abzehrung Gestorbenen, weniger bei den an Ecclampsie, und entzündlichen Erkrankungen der Athmungsorgane, und am Geringsten bei den an tuberculösen Krankheiten Gestorbenen, wie folgende Zusammenstellung zeigt.

Das männliche Geschlecht überwiegt bei nachfolgenden Todesursachen um  $\frac{0}{100}$ :

|                         | Im Ganzen. | Bei Ehelichen. | Bei Unehelichen. |
|-------------------------|------------|----------------|------------------|
| Lebensschwäche          | 1,0        | 0,7            | 1,0              |
| Abzehrung               | 0,5        | 1,1            | 1,6              |
| Durchfall               | 1,2        | 0,5            | 0,7              |
| Entzündl. Erkrankungen  |            |                |                  |
| der Athmungsorgane      | 0,3        | 0,3            | — 0,2            |
| Ecclampsia              | 0,4        | 0,4            | 0,4              |
| Tuberkulose Krankheiten | 0,2        | 0,2            | 0,2              |

Nur allein bei den entzündlichen Erkrankungen der Athmungsorgane findet bei den Unehelichen ein ganz geringer Ueberschuss des weiblichen Geschlechtes statt.

Ein zweites Moment findet sich ebenso wie bei der Kindersterblichkeit im Königreich Bayern so auch bei der in der Stadt Würzburg in obiger Tabelle scharf ausgeprägt, nämlich das bedeutende Ueberwiegen der Sterblichkeit an Lebensschwäche, Abzehrung und Durchfall bei den unehelichen Kindern. Die mangelhafte Schonung der Mütter während der Schwangerschaft, die vielfachen auf sie einwirkenden Gemüthsbewegungen und die mangelhafte Pflege und Ernährung der Neugeborenen ist durch diese Ziffern deutlich illustriert.

Im Gegentheil dazu zeigt sich bei der Sterblichkeit an entzündlichen Erkrankungen der Athmungsorgane nur ein sehr geringes Uebergewicht bei den unehelich Gebornen; im Königreich sogar ein geringes Uebergewicht der ehelich Gebornen (0,1), zum Zeichen, dass diese Erkrankungen nicht *allein* von der Ernährung und Verpflegung, also nicht *allein* von individuellen Ursachen, sondern auch von allgemeinen atmosphärischen Einflüssen verursacht werden.

Dass bei der Sterblichkeit an tuberkulösen Erkrankungen die ehelich geborenen Kinder überwiegen, mag davon herrühren, dass die mit solchen Constitutionsanomalien behafteten unehelichen Kinder bei den ungünstigen Verhältnissen, in welche sie eintreten, sehr rasch erliegen, und daher meist der Rubrik: „Lebensschwäche“ anheimfallen werden.

Auffallend ist das gleiche Procentverhältniss der Sterblichkeit bei den ehelichen und unehelichen Kindern bei der Ecclampsie.

Die folgende Tabelle zeigt, um wie viel Procent die Sterblichkeit der unehelichen Kinder bei den verschiedenen Krank-

heiten diejenige der ehelichen Kinder überragt, oder bezw. geringer ist, und zwar sowohl für die Stadt Würzburg, als auch das Königreich.

|                               | Würzburg. | Bayern. |
|-------------------------------|-----------|---------|
| Abzehrung                     | 6,4       | 2,9     |
| Durchfall                     | 4,1       | 2,0     |
| Lebenschwäche                 | 4,3       | 1,0     |
| Ecclampsie                    | 0,0       | 1,6     |
| Entzündl. Erkrankungen        |           |         |
| am Athmungsorgane             | 0,5       | — 0,1   |
| Tuberkulöse Erkrankun-<br>gen | — 0,5     | —       |

Abgesehen von der Sterblichkeit an Lebensschwäche, welche von verschiedenartigen Constitutionsanomalien der Erzeuger herzu leiten ist, sind die Ernährungsstörungen, nämlich Darmcatarrh, und die fasst immer durch letzteren verursachte Abzehrung, die häufigste und wichtigste Todesursache der Kinder im 1. Lebensjahre, indem beide zusammengenommen mehr als dreimal soviel Kinder dahinflaffen, als diess die akuten Erkrankungen der Athmungsorgane und die Erkrankungen des Nervensystems (Ecclampsie) thun, von welch' letzteren überdiess wieder eine grosse Zahl nur als eine Folge von gastrischen Störungen (Hydrocephaloid) betrachtet werden muss.

Dass die Sterblichkeit in Folge von Ernährungsstörungen die Kindersterblichkeit beherrscht, geht auch aus der Betrachtung der letzteren nach der Jahreszeit hervor. Wie die Curve 1. Taf. II. zeigt, ist die Kindersterblichkeit aus 2 Hauptcomponenten, die sich bezüglich ihres zeitlichen Auftretens entgegengesetzt verhalten, zusammengesetzt; nämlich aus den Todesfällen in Folge von Ernährungskrankheiten (Darmkatarrh und Atrophie), und von Krankheiten der Respirationsorgane; aber die allgemeine Curve ist fast genau dieselbe, wie diejenige der Mortalität an Ernährungskrankheiten, und nur eine geringe Erhebung im Januar zeigt sich als von den Respirations-Krankheiten beeinflusst.

Von Interesse ist auch eine Zusammenstellung der Sterblichkeit an Ernährungs- und Respirationskrankheiten nach der Jahreszeit und mit Unterscheidung der ehelichen oder unehelichen Abkunft, wie sie folgende kleine Tabelle zeigt.

Auf je 100 an Krankheiten der Ernährung und der Respirationsorgane in der Periode 1871/75 gestorbene Kinder treffen im

| M o n a t e. | Ernährungs-<br>Krankheiten. |       |          | Respirations-<br>Krankheiten. |       |          |
|--------------|-----------------------------|-------|----------|-------------------------------|-------|----------|
|              | leg.                        | spur. | zusammen | leg.                          | spur. | zusammen |
| Januar       | 2,8                         | 3,4   | 3,3      | 17,2                          | 18,3  | 17,4     |
| Februar      | 2,5                         | 4,7   | 3,4      | 14,4                          | 11,6  | 13,7     |
| März         | 6,5                         | 6,3   | 6,4      | 13,9                          | 8,3   | 12,3     |
| April        | 7,7                         | 6,3   | 7,1      | 8,2                           | 11,6  | 9,1      |
| Mai          | 6,3                         | 8,5   | 7,2      | 10,1                          | 8,3   | 9,6      |
| Juni         | 10,5                        | 11,3  | 10,8     | 6,3                           | 10,0  | 7,3      |
| Juli         | 20,3                        | 12,7  | 17,1     | 5,0                           | 3,3   | 4,5      |
| August       | 14,4                        | 17,0  | 17,0     | 2,5                           | 8,3   | 4,1      |
| September    | 11,2                        | 9,8   | 10,6     | 3,1                           | 1,6   | 2,7      |
| Oktober      | 8,4                         | 9,4   | 8,8      | 1,9                           | 8,3   | 3,6      |
| November     | 3,2                         | 2,5   | 2,9      | 5,0                           | 5,0   | 5,0      |
| Dezember     | 3,2                         | 6,3   | 4,5      | 12,0                          | 5,0   | 10,0     |

Die von *Geigel* (Kindersterblichkeit in Würzburg l. c. S. 524) hervorgehobene Thatsache, dass die Steigerung der Mortalität an Ernährungskrankheiten gegen die Sommermonate bei den unehelichen Kindern nicht so bedeutend zunimmt, wie bei den ehelichen, und dass gerade in den drei heissesten Monaten die Mortalität an Ernährungskrankheiten bei den unehelichen Kindern geringer ist, als bei den ehelichen, findet auch durch die vorstehende Tabelle eine Bestätigung.

Die Differenz zwischen der niedrigsten und höchsten monatlichen Sterblichkeit beträgt nämlich bei den ehelichen Kindern 17,8, bei den unehelichen dagegen 14,5. Ferner starben vom Januar bis incl. Mai 25,8<sup>0</sup>/<sub>0</sub> eheliche und 29,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> uneheliche Kinder; ebenso von September bis incl. Dezember 26,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub> eheliche und 28,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub> uneheliche Kinder; dagegen gestaltet sich dieses Verhältniss im Juni, Juli und August zu 45,2 ehelichen und 41,0<sup>0</sup>/<sub>0</sub> unehelichen Kindern.

Es scheint demnach in der That die hohe Temperatur und wohl auch die dadurch verdorbene Nahrung (saure Gährung der Milch) auf die ehelichen Kinder, unter denen sich zweifelsohne viele schwächliche nur durch sorgfältigste Pflege bisher erhaltene Individuen befinden, verderblicher einzuwirken, als auf die unehelichen Kinder, die häufiger in Folge der meist immer ungeeigneten Nahrung an chronischen Krankheiten der Verdauungsorgane

(Abzehrung) leiden, und das ganze Jahr hindurch eine grössere Sterblichkeit an diesen Krankheiten haben als die ehelichen, und unter denen der Tod die schwächlichen Individuen schon in den ersten Lebenstagen oder höchstens Wochen dahinrafft.

Was die Sterblichkeit an Respirationskrankheiten betrifft, so bestätigt unsere Tabelle den alten Erfahrungssatz, dass diese Sterblichkeit wächst mit dem Abnehmen, und fällt mit dem Steigen der mittleren Temperatur. Die Curve derselben entspricht beinahe ganz der umgekehrten Temperaturcurve, jedoch erfolgt das Abfallen langsamer und mit einer kleinen Unterbrechung im Mai, und ebenso auch das Wiederansteigen vom September an langsamer, als bei den gleichen Phasen der Temperatur.

Die Grösse der Mortalität an Respirationskrankheiten kann daher nicht direkt oder nicht ganz allein von der niedrigen Temperatur abhängen. Stellt man die Summen der mittleren Temperaturen und der Procencte der Mortalität an den genannten Krankheiten nach den Jahreszeiten zusammen, so ergibt sich folgende Tabelle:

|              |                        |               |
|--------------|------------------------|---------------|
| 1. Winter:   | Temperatur.            | Mortalitäts % |
| December     | — 1,24 <sup>o</sup> R. | 10,0          |
| Januar       | + 0,44                 | 17,4          |
| Februar      | + 0,45                 | 13,7          |
|              | Summa: — 0,25          | 41,1          |
|              | Mittel: — 0,08         |               |
| 2. Frühling: |                        |               |
| März         | 5,04                   | 12,3          |
| April        | 8,78                   | 9,1           |
| Mai          | 10,06                  | 9,6           |
|              | Summa: 23,88           | 31,0          |
|              | Mittel: 7,96           |               |
| 3. Sommer:   |                        |               |
| Juni         | 14,18                  | 7,3           |
| Juli         | 16,26                  | 4,5           |
| August       | 14,96                  | 4,1           |
|              | Summa: 45,40           | 15,9          |
|              | Mittel: 15,13          |               |

| 4. Herbst: | Temperatur. | Mortalitäts % |
|------------|-------------|---------------|
| September  | 12,80       | 2,7           |
| Oktober    | 7,74        | 3,6           |
| November   | 3,26        | 5,0           |
| Summa:     | 23,80       | 11,3          |
| Mittel:    | 7,93        |               |

Die grösste Mortalität trifft demnach wohl auf die kälteste Jahreszeit, den meteorologischen Winter, aber nicht umgekehrt die geringste Mortalität auf die wärmste Jahreszeit (Sommer), sondern erst auf die nächstfolgende Periode (Herbst); ferner ist die Mortalität im Frühling bei gleicher mittlerer Wärmemenge (7,9<sup>0</sup>) wie im Herbst fast dreimal grösser als in letzterem.

Es scheint demnach im Winter, abgesehen von der Kälte, noch eine andere Schädlichkeit auf die Kinder einzuwirken, welche dieselben in dauernder Weise schwächt, und gleichsam weniger widerstandsfähig gegen atmosphärische Einflüsse macht, während im Sommer im Gegentheil ein günstiger die Constitution kräftigender Einfluss stattfindet.

Dieser zweite schädliche Einfluss des Winters kann nur in der langen Stubenhaft gefunden werden, und wer, wie der Arzt, die Kinder namentlich der ärmeren Klasse in den engen, schlecht oder gar nicht gelüfteten, stauberfüllten und meist überheizten, oft auch feuchten und lichtarmen Wohn- und gewöhnlich noch schlechteren Schlafzimmern besucht hat, kann sich über die schädlichen Folgen dieser Haft nicht wundern. Aber auch in den Wohnräumen der besser situirten Klassen wird im Allgemeinen noch viel zu wenig gelüftet, viel zu wenig auf helle, grosse, möglichst staubfreie Wohnräume für die Kinder gesehen, dieselben viel zu ängstlich vor der freien Luft verwahrt, als dass nicht auch ein continuirlich sich summirender Mangel an Sauerstoff, dem Pabulum vitae, eintreten müsste, wenn auch nicht in so hohem Grade, als bei den Kindern der Armen.

Dass die so bedeutend erhöhte Sterblichkeit an Respirationskrankheiten im Frühjahr nicht etwa von anderen atmosphärischen Einflüssen, als z. B. Temperaturschwankungen oder Barometerstand verursacht ist, lehrt folgende Zusammenstellung der mittleren täglichen Temperaturschwankungen und der Differenzen zwischen höchster und niederster Monatstemperatur in der Periode 1871/75.

|        | Januar |     | Februar |     | März |     | April |      | Mai |      | Juni |      | Juli |     | August |      | September |      | Oktober |     | November |     | Dezember |     |
|--------|--------|-----|---------|-----|------|-----|-------|------|-----|------|------|------|------|-----|--------|------|-----------|------|---------|-----|----------|-----|----------|-----|
|        | D.     | T.  | D.      | T.  | D.   | T.  | D.    | T.   | D.  | T.   | D.   | T.   | D.   | T.  | D.     | T.   | D.        | T.   | D.      | T.  | D.       | T.  | D.       | T.  |
| 1871   | 24     | 5,3 | 27      | 4,9 | 23   | 9,7 | 19    | 6,2  | 23  | 10,7 | 21   | 6,1  | 16   | 7,3 | 18     | 8,7  | 23        | 9,2  | 15      | 5,4 | 13       | 4,0 | 21       | 1,4 |
| 1872   | 10     | 2,7 | 14      | 4,3 | 26   | 8,9 | 23    | 9,7  | 19  | 2,4  | 17   | 6,9  | 22   | 9,5 | 15     | 8,9  | 23        | 8,4  | 19      | 6,4 | 16       | 4,2 | 12       | 2,5 |
| 1873   | 11     | 3,5 | 17      | 3,1 | 20   | 4,6 | 22    | 8,8  | 16  | 6,7  | 22   | 8,0  | 18   | 9,1 | 18     | 10,0 | 19        | 7,5  | 21      | 6,3 | 15       | 4,5 | 16       | 4,0 |
| 1874   | 19     | 3,5 | 23      | 6,8 | 20   | 6,7 | 24    | 8,5  | 25  | 8,6  | 21   | 10,4 | 18   | 9,9 | 19     | 9,8  | 22        | 10,8 | 22      | 8,5 | 16       | 3,9 | 24       | 8,6 |
| 1875   | 21     | 3,9 | 15      | 6,0 | 22   | 7,5 | 24    | 11,4 | 22  | 12,0 | 16   | 9,0  | 17   | 9,0 | 19     | 10,0 | 22        | 10,2 | 15      | 5,5 | 18       | 4,6 | 27       | 4,4 |
| Mittel | 17     | 3,7 | 17      | 5,0 | 22   | 5,4 | 22    | 8,9  | 21  | 8,0  | 19   | 8,0  | 18   | 8,9 | 17     | 9,4  | 21        | 9,2  | 18      | 6,4 | 17       | 4,2 | 20       | 3,1 |

Demnach beträgt die

|           | Mittlere tägliche<br>Temperatur-<br>schwankung<br>= T. | Differenz zwischen<br>höchster u. niedrig-<br>ster Monatstemp.<br>= D. |
|-----------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| im Winter | 3,9                                                    | 18                                                                     |
| Frühling  | 7,4                                                    | 21                                                                     |
| Sommer    | 8,7                                                    | 18                                                                     |
| Herbst    | 6,6                                                    | 18                                                                     |

Der Unterschied zwischen Frühling und Herbst ist also in beiden Richtungen nur unbedeutend und daher wohl nicht im Stande, die so bedeutend grössere Mortalität des Frühjahres gegenüber dem Herbste zu erklären.

Dasselbe gilt von dem Luftdrucke, welcher sich in der Periode 1871/75 folgendermassen verhielt:

|         |                   |          |                                                            |
|---------|-------------------|----------|------------------------------------------------------------|
| Par. L. | 327,7 im Winter   | (329,3)  | } mittlerer Luftdruck<br>von Würzburg nach<br>Schön. l. c. |
| „       | 327,7 im Frühling | (329,54) |                                                            |
| „       | 328,1 im Sommer   | (330,8)  |                                                            |
| „       | 327 im Herbst     | (330,03) |                                                            |

Ueber Dunstdruck und Luft-Feuchtigkeit, sowie Regenmenge liegen leider keine Beobachtungen vor, und ist dieses Verhältniss zu erforschen späteren Beobachtungen vorbehalten.

Da die mittleren Temperaturen des Frühlings und Herbstes beinahe ganz gleich sind (7,96° u. 7,93°), so muss auch das Verhältniss zwischen polaren und aequatorialen Windströmungen, welche ja die Temperatur wesentlich beeinflussen, in beiden Jahreszeiten fasst dasselbe gewesen sein, so dass auch nicht von einem Vorherrschen polarer Luftströmungen die grössere Mortalität des Frühjahres an Respirationskrankheiten hergeleitet werden kann.

Der schädigende Einfluss langen relativen Sauerstoffmangels ist in vielen Jahren so gross, dass er den direkten Einfluss der Kälte auf die Erkrankung der Athmungsorgane überwiegt, so dass dann die grösste Mortalität nicht in den kältesten Monat (Januar) sondern auf den Frühling (März) fällt, wie diess z. B. in der Periode 1864/70 der Fall war<sup>1)</sup>. Dem Umstande, dass in der Periode 1871/75 meist kalte Winter, namentlich kalte Dezember (Tabelle I.) vorherrschend waren, dürfte es zuzuschreiben sein,

<sup>1)</sup> Geigel l. c. S. 525.

dass in dieser Periode das maximum der Sterblichkeit an Respirationskrankheiten auf den kältesten Monat (Januar) fällt.

Nimmt man auf eheliche oder nicht eheliche Abkunft bei den Kindern Rücksicht, so ergibt sich zunächst, dass die Mortalität an Respirationskrankheiten im Allgemeinen nahezu die gleiche ist 3,1 u. 3,6% (s. Tabelle S. 44).

In den einzelnen Jahreszeiten gestaltet sich das Verhältniss folgendermassen:

|          | Temperatur | Mortalitäts % |            |
|----------|------------|---------------|------------|
|          |            | Eheliche      | Uneheliche |
| Winter   | — 0,08     | 43,6          | 34,9       |
| Frühling | 7,96       | 32,2          | 28,2       |
| Sommer   | 15,13      | 13,8          | 21,6       |
| Herbst   | 7,93       | 10,9          | 14,9       |

Es starben demnach im Winter und Frühling weniger, im Sommer und Herbst mehr uneheliche Kinder, als eheliche, während das Verhältniss in der Periode 1864/70<sup>1)</sup> ein umgekehrtes war. Welches von beiden das constantere und daher richtige ist, muss erst durch fortgesetzte statistische Beobachtungen in der oben ausgeführten Weise festgestellt werden.

Zur Erklärung des von mir aufgefundenen Verhältnisses, liesse sich allenfalls anführen, dass die unehelichen Kinder, weil der Tod die Schwächlinge unter ihnen rasch ausliest, etwas resistenzfähiger gegen atmosphärische Einflüsse sind, als die ehelichen während sie dagegen der mehr chronisch wirkenden Schädlichkeit verdorbener Zimmerluft (Sauerstoffmangel), welche ihren Einfluss noch bis in den Sommer geltend macht, häufiger erliegen, als die ehelichen.

Wenn wir nun nachgewiesen haben, dass selbst bei einer sehr günstigen Berechnungsweise, nämlich mit Einbeziehung der Geburten in der Entbindungsanstalt, die als normal angenommene Sterblichkeitsziffer der Kinder im ersten Lebensjahr von 19% der Lebendgeborenen (*Wasserfuhr*) in Würzburg selbst von den ehelichen Kindern um 3,6, von den unehelichen aber um 15,8 überschritten wird, und dass von sämmtlichen im Laufe ihres 1. Lebensjahres verstorbenen ehelichen Kindern fast genau die Hälfte, von den unehelichen aber nahezu drei Vierteltheile vor Ablauf ihres 3. Lebensmonates gestorben sind (s. Tabelle S. 41),

<sup>1)</sup> Geigel l. c. S. 625.

so wird die Frage nach der Nothwendigkeit öffentlicher sanitärer Massregeln gegen diese Uebelstände wohl nicht erst discutirt werden müssen, wenn auch die betreffenden Ziffern im Verhältniss zu der Kindersterblichkeit im Königreich Bayern immerhin relativ günstig sind. Aufgabe und Ziel der öffentlichen Gesundheitspflege ist es aber, die Mortalität in jeder Beziehung auf ein gewisses durch unabänderliche Naturgesetze für jede Altersperiode bestimmtes Minimal-Mass herabzubringen. Nachdem, wie wir gesehen haben, in erster Linie Krankheiten der Ernährung die Kindersterblichkeit beherrschen, wäre zuerst gegen diese vorzugehen, und hier stehen sorgfältige polizeiliche Ueberwachung der Pflegekinder, Gründung eines Kinderschutzvereines und Sorge für leichte und billige Beschaffung von unverfälschter und unverdorbener Milch für Jedermann, abgesehen von der möglichsten Beförderung möglichst langen Selbststillens, als entschieden wirksame Hilfsmittel der öffentlichen Gesundheitspflege zu Gebote. Schwerer hält es für dieselbe, die Mortalität an Respirationskrankheiten zu bekämpfen. Zwar ist jede Erweiterung einer engen Strasse, jede Beseitigung von Luft und Licht behindernden Mauern, jede regelrechte Canalisirung, welche eine vorher feuchte Strasse entwässert, und das fernere Eindringen von faulenden Stoffen in deren Boden verhindert, in welcher Beziehung in der neuesten Zeit in der Stadt Würzburg unter Leitung ihres verdienstvollen Bürgermeisters Dr. *Zürn* bereits viel geschehen, ein Schritt näher zum Ziele; allein der Natur der Sache nach können diese Verbesserungen nur sehr allmählich vor sich gehen, und noch langsamer wird es mit Verbesserung der socialen Lage, Schaffung geräumigerer Wohnungen, und der Verbreitung eines grösseren Masses von allgemeiner Bildung gehen. Vorderhand muss daher in dieser Beziehung das Hauptgewicht gelegt werden auf persönliche Belehrung von Seite der Aerzte und anderer mit dem Volke es wohlmeinender Leute, namentlich in Bezug auf die ungemaine Wichtigkeit reiner, stets erneuerter Luft in den Wohnräumen und auf die Nothwendigkeit der Anpassung des Körpers an die unabänderlich bestehenden klimatischen Verhältnisse im Gegentheil zu der jetzt noch meist üblichen ängstlichen Absperrung gegen jedes rauhe Lüftchen.

Sicher wird es auf diese Weise durch vereinte und fortgesetzte persönliche Bemühungen, die den schwierigen Aufgaben der öffentlichen Gesundheitspflege gleichsam als Pionire den Bo-

den bereiten, allmählig gelingen, die Kindersterblichkeit, und damit einen Hauptfaktor der Sterblichkeit überhaupt auf das möglichst geringste Mass herab zu drücken.

### *Ergebniss.*

1. Die Kindersterblichkeit in Würzburg ist zwar im Verhältniss zu der des Königreiches Bayern im Allgemeinen eine mässige, 2,57% — 2,73% der Lebendgeborenen, immerhin aber selbst bei den ehelichen Kindern noch um 3,6% zu hoch. (19 Normal).

2. Wie überall ist auch hier die Sterblichkeit am grössten im 1. und 2. Lebensmonat, grösser bei den Knaben, als bei den Mädchen, viel grösser bei den unehelichen, als bei den ehelichen Kindern.

3. Letzteres Verhältniss ist aber nur bewirkt durch die Sterblichkeit an Ernährungsstörungen (Durchfall, Lebensschwäche, Atrophie), während die Sterblichkeit an Respirationskrankheiten bei ehelichen und unehelichen Kindern *gleich* ist.

4. Die Sterblichkeit an Ernährungskrankheiten, welche mit der Temperatur steigt, beherrscht die ganze Kindersterblichkeit, sie ist 3mal so gross als die an Respirationskrankheiten und Krankheiten des Nervensystems zusammengenommen.

5. Die Sterblichkeit der unehelichen Kinder an Ernährungskrankheiten steigert sich im Sommer nicht so rasch und so bedeutend als diejenige der ehelichen Kinder, d. h. auf letztere wirken die Schädlichkeiten der *hohen Temperatur* intensiver ein als auf erstere.

Ursache: Die unehelichen Kinder sind *fortwährend* unter dem Einfluss schlechter Nahrung, die ehelichen hauptsächlich nur in den drei heissen Sommermonaten; daher die plötzliche Steigerung der Sterblichkeit unter ihnen zu dieser Zeit.

6. Die Sterblichkeit an Respirationskrankheiten ist am grössten im Winter, am kleinsten im Herbst, im *Frühjahre* aber beinahe 3mal grösser als im Herbst, trotz der fast gleichen mittleren Temperatur beider Jahresperioden.

Ursache: die dem Frühjahr vorangegangene Zimmerhaft und deren schädliche Einwirkung auf die Constitution (Sauerstoffmangel.)

## 4. Sterblichkeit im schulpflichtigen Alter.

Das schulpflichtige Alter von 6—14 Jahren bildet einen so wichtigen Lebensabschnitt, in welchem so viele äussere Schädlichkeiten auf den kindlichen Organismus wirken, dass eine gesonderte Untersuchung der Sterblichkeitsverhältnisse desselben wohl am Platze sein dürfte.

Die Sterblichkeit im Alter von 6—14 Jahren auf 1000 Lebende jedes Altersjahres und Geschlechtes berechnet, gestaltete sich in der Periode 1871/75 folgendermassen:

|                  | Knaben | Mädchen | zusamm. |
|------------------|--------|---------|---------|
| Von 6 — 7 Jahren | 10,0   | 10,9    | 10,4    |
| „ 7 — 8 „        | 8,9    | 8,0     | 8,5     |
| „ 8 — 9 „        | 6,1    | 8,4     | 7,1     |
| „ 9 — 10 „       | 3,9    | 5,7     | 4,8     |
| „ 10 — 11 „      | 7,8    | 5,6     | 6,7     |
| „ 11 — 12 „      | 7,2    | 2,2     | 4,7     |
| „ 12 — 13 „      | 2,2    | 3,2     | 2,7     |
| „ 13 — 14 „      | 1,4    | 5,1     | 3,1     |
| Im Durchschnitt  | 5,9    | 6,1     | 6,0     |

Obwohl diese Zahlen sämtlich ein wenig zu gross sind, da der Berechnung nur die Volkszählung von 1871 zu Grunde gelegt werden konnte, indem eine Ausscheidung nach einzelnen Altersjahren von der Volkszählung für 1875 noch nicht gegeben ist, so stimmen sie doch mit der Sterblichkeit der Schulkinder im ganzen Königreich (*F. Majer*, Gen. Bericht IX. S. 16) in den Jahren 1871/73 gut überein, welche für die Knaben 5,91 für die Mädchen 5,71 und für beide Geschlechter zusammen 5,76 beträgt.

Ein bedeutendes Ueberwiegen der Sterblichkeit bei einem oder dem anderen Geschlechte scheint nicht vorzukommen; nach *Majer's* Berechnung überwiegen ein wenig die Knaben, nach meiner die Mädchen, aber auch nur ganz unbedeutend. Innerhalb der einzelnen Altersjahre finden starke Variationen in Beziehung auf die Sterblichkeit nach dem Geschlechte statt, über deren allenfallsige Constanz jedoch erst länger fortgesetzte Beobachtungen entscheiden müssen.

Im Allgemeinen ist die Sterblichkeit im schulpflichtigen Alter eine geringe, in den einzelnen Jahren jedoch sehr verschieden.

## Tabelle VI.

## a) Sterblichkeit im schulpflichtigen Alter.

| Jahre | 6—7 |    | 7—8 |    | 8—9 |    | 9—10 |    | 10—11 |    | 11—12 |    | 12—13 |    | 13—14 |    | Summa |    |      |
|-------|-----|----|-----|----|-----|----|------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|------|
|       | m.  | w. | m.  | w. | m.  | w. | m.   | w. | m.    | w. | m.    | w. | m.    | w. | m.    | w. | m.    | w. | zus. |
| 1871  | 3   | 4  | 2   | 1  | 3   | 3  | —    | 1  | 2     | 2  | 2     | 1  | 1     | —  | —     | 2  | 13    | 14 | 27   |
| 1872  | 4   | 4  | 3   | 4  | 2   | 2  | 1    | 3  | 4     | 2  | 1     | —  | 1     | 2  | 1     | —  | 17    | 17 | 34   |
| 1873  | —   | 2  | 2   | 2  | —   | 1  | —    | 3  | —     | 1  | 3     | 2  | —     | —  | —     | 1  | 5     | 12 | 17   |
| 1874  | 4   | 2  | 1   | 1  | 3   | 3  | 1    | —  | 2     | 1  | 2     | —  | 1     | 1  | 1     | 1  | 15    | 9  | 24   |
| 1875  | 3   | 3  | 4   | 3  | 1   | 2  | 3    | 1  | 1     | 1  | 2     | —  | —     | 1  | —     | 2  | 14    | 13 | 27   |
| Summa | 14  | 15 | 12  | 11 | 9   | 11 | 5    | 8  | 9     | 7  | 10    | 3  | 3     | 4  | 2     | 6  | 64    | 65 | 129  |
|       | 29  |    | 23  |    | 20  |    | 13   |    | 16    |    | 13    |    | 7     |    | 8     |    |       |    |      |

## b) Sterblichkeit im schulpflichtigen Alter nach Todesursachen.

|                               | 1871 | 1872 | 1873 | 1874 | 1875 | Summa |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|-------|
| Typhus . . . . .              | 2    | —    | 1    | 2    | —    | 5     |
| Cholera . . . . .             | —    | —    | 1    | —    | —    | 1     |
| Diphtherie . . . . .          | 2    | 9    | —    | 1    | 6    | 18    |
| Scharlach . . . . .           | 2    | 8    | —    | 1    | 1    | 12    |
| Constitutions-Krankheiten .   | —    | —    | —    | 1    | —    | 1     |
| Krankheit. des Nervensystems  | 5    | 6    | 2    | 4    | 4    | 21    |
| Herzkrankheiten . . . . .     | 1    | 1    | 0    | —    | 2    | 4     |
| Entzündl. Lungenkrankheiten   | 3    | —    | 4    | 2    | 1    | 10    |
| Phthisis pulmonum . . . . .   | 8    | 8    | 7    | 6    | 6    | 35    |
| Krankheit. der Verdauungsorg. | 1    | —    | 1    | 1    | 1    | 4     |
| Krankheit. der Harnorgane .   | 2    | 1    | —    | 2    | 3    | 7     |
| Krankheit. der Haut. (Noma)   | 1    | —    | —    | —    | —    | 1     |
| Knochenleiden (Caries) . .    | —    | —    | 1    | 3    | 1    | 5     |
| Unglücksfälle . . . . .       | —    | 1    | —    | 1    | 2    | 5     |
|                               | 27   | 34   | 17   | 24   | 27   | 129   |

Sie war, wie in Unterfranken und im Königreich überhaupt, im Jahre 1873 am geringsten, im Jahre 1872 am grössten, indem sie betrug:

|      |     |          |          |
|------|-----|----------|----------|
| 1871 | 6,3 | von 1000 | Lebenden |
| 1872 | 8,0 | "        | "        |
| 1873 | 4,0 | "        | "        |
| 1874 | 5,6 | "        | "        |
| 1875 | 6,3 | "        | "        |

Ueber die Krankheiten, welche die Sterblichkeit im schulpflichtigen Alter bewirkt haben, gibt Tabelle VI b Aufschluss. Demnächst starben bei weitem am meisten, nämlich 35, an Phthisis pulmonum, sodann 21 an Krankheiten des Nervensystems, die fast alle in Basilar meningitis bestanden. Da diesen beiden Processen Tuberculose zu Grunde liegt, so kann man sagen, dass an tuberkulösen Krankheiten nahezu die Hälfte (43,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>) der im schulpflichtigen Alter Gestorbenen erlegen ist.

Im Verhältniss zu den in dieser Altersklasse Lebenden sterben von 1000 jährlich 1,68 an Lungenschwindsucht, ein Verhältniss, welches etwas geringer ist, als das für die Altersklassen von 5—10, und 11—20 Jahren (S. 71.).

Erst in 2. Linie kommen die Infektionskrankheiten, an welchen 36, i. e. 27,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, gestorben sind. Im Jahre 1871 und 1872 waren es besonders Diphtherie und Scharlach, im Jahre 1875 die Diphtherie allein, welche eine erhöhte Sterblichkeit im schulpflichtigen Alter bewirkten.

Die Todesfälle an sämtlichen übrigen Krankheiten machen im schulpflichtigen Alter nur 28,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub> aller Gestorbenen aus. Man kann daher wohl sagen, dass in diesem Alter etwa die Hälfte an Tuberculose,  $\frac{1}{4}$  an Infektionskrankheiten (Diphtherie und Scharlach) und  $\frac{1}{4}$  an sämtlichen übrigen Krankheiten stirbt.

## 5. Sterblichkeit nach der Jahreszeit.

Die 5842 im Zeitraume 1871/75 vorgekommenen Todesfälle vertheilen sich auf die einzelnen Monate, wie Tabelle VII. zeigt.

Tabelle VII.

## Mortalität nach der Jahreszeit.

|         | Januar | Febr. | März  | April | Mai   | Juni | Juli  | Aug. | Sept. | Oktob. | Novbr. | Dezbr. | Summa  |
|---------|--------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 1871    | 147    | 111   | 125   | 130   | 116   | 115  | 104   | 104  | 94    | 79     | 104    | 138    | 1367   |
| 1872    | 96     | 89    | 113   | 107   | 84    | 90   | 90    | 86   | 92    | 80     | 64     | 105    | 1096   |
| 1873    | 88     | 93    | 102   | 107   | 102   | 92   | 105   | 126  | 92    | 65     | 40     | 72     | 1084   |
| 1874    | 76     | 70    | 86    | 94    | 123   | 107  | 118   | 68   | 67    | 79     | 97     | 107    | 1092   |
| 1875    | 134    | 103   | 112   | 102   | 103   | 80   | 125   | 102  | 76    | 85     | 100    | 81     | 1203   |
| Summa   | 541    | 466   | 538   | 540   | 528   | 484  | 542   | 486  | 421   | 388    | 405    | 503    | 5842   |
| Mittel. | 108,2  | 93,2  | 107,6 | 108,0 | 105,6 | 96,8 | 108,4 | 97,2 | 84,2  | 77,6   | 81     | 100,6  | 1168,4 |
| %       | 9,2    | 7,9   | 9,2   | 9,2   | 9,0   | 8,2  | 9,2   | 8,3  | 7,2   | 6,6    | 6,9    | 8,6    |        |

Die grösste Sterblichkeit haben demnach die Monate Januar, März, April und Juli. Vom Mai an findet eine beständige Abnahme der Sterblichkeit statt, welche nur durch eine vorübergehende Steigerung im Juli unterbrochen ist, und im Oktober ihr Minimum erreicht; von da an nehmen die Sterbfälle wieder zu.

Fast dasselbe Verhältniss findet sich, wenn man die Mortalität der 12jährigen Periode 1858/59—1869/70 vergleicht; demnach treffen Procente der Gestorbenen auf den Monat:

|         |     |           |     |
|---------|-----|-----------|-----|
| Januar  | 8,9 | Juli      | 8,4 |
| Februar | 8,4 | August    | 8,2 |
| März    | 9,2 | September | 7,3 |
| April   | 9,5 | Oktober   | 6,7 |
| Mai     | 9,7 | November  | 6,9 |
| Juni    | 8,5 | December  | 7,8 |

Man bemerkt auch hier das Steigen der Sterblichkeit im Frühjahr, und die Abnahme bis in den Oktober, welche hier aber nicht durch ein zwischenliegendes Steigen im Juli unterbrochen ist.

Nach Jahreszeiten gestalten sich die Verhältnisse in beiden Zeitperioden folgendermassen:

|           | Winter:   |                 |
|-----------|-----------|-----------------|
|           | 1871/75   | 1858/59—1869/70 |
| Dezember  | 8,6       | 7,8             |
| Januar    | 9,2       | 8,9             |
| Februar   | 7,9       | 9,2             |
| Summa:    | 25,7      | 25,9            |
|           | Frühjahr: |                 |
| März      | 9,2       | 9,2             |
| April     | 9,2       | 9,5             |
| Mai       | 9,0       | 9,7             |
|           | 27,4      | 28,4            |
|           | Sommer:   |                 |
| Juni      | 8,2       | 8,5             |
| Juli      | 9,2       | 8,4             |
| August    | 8,3       | 8,2             |
|           | 25,7      | 25,1            |
|           | Herbst:   |                 |
| September | 7,2       | 7,3             |
| Oktober   | 6,6       | 6,7             |
| November  | 6,9       | 6,9             |
|           | 20,7      | 20,9            |

Die Sterblichkeit in Würzburg ist also im Frühjahr am grössten, im Herbst am geringsten; Sommer und Winter sind beinahe ganz gleich in Bezug auf die Sterblichkeit.

Vergleicht man dieselbe mit der Sterblichkeit im Königreich Bayern, wie sie von *Majer* (Gen. Bericht VI. Band S. 13) für die Perioden 1840/60 und 1860/65 auf je 10000 Gestorbene berechnet, zusammengestellt ist, so findet man dort folgende Verhältnisszahlen:

|         | 1840/60 | 1860/65 | Mittel |
|---------|---------|---------|--------|
| Januar  | 971     | 929     | 950    |
| Februar | 942     | 913     | 927,5  |
| März    | 1022    | 1000    | 1011   |
| April   | 939     | 933     | 936    |
| Mai     | 825     | 864     | 844,5  |
| Juni    | 732     | 770     | 751    |

|           | 1840/60 | 1860/65 | Mittel |
|-----------|---------|---------|--------|
| Juli      | 720     | 781     | 750,5  |
| August    | 742     | 795     | 768,5  |
| September | 747     | 757     | 752    |
| Oktober   | 766     | 720     | 743    |
| November  | 773     | 734     | 753,5  |
| Dezember  | 821     | 804     | 812,5  |

In beiden Perioden fällt das Maximum auf den März; das minimum dagegen in der Periode 1840/60 auf den Juli, in der Periode 1860/65 auf den Oktober.

Im Mittel trifft das maximum auf den März, von welchem Monat an ein beständiges Abfallen bis in den Oktober stattfindet, welches nur durch eine zwischenliegende Steigerung im August unterbrochen ist.

Die Sterblichkeit ist demnach sowohl im Königreich als auch in der Stadt Würzburg am grössten im Frühjahr, am geringsten im Herbst (Oktober).

Von ersterem zu letzterem findet ein allmähliges Sinken der Sterblichkeitsziffer statt, welches jedoch in manchen Jahren unterbrochen wird durch ein intercurrirendes Steigen im Juli oder August. Bemerkenswerth ist das in allen vorstehenden Beobachtungsreihen sich ergebende vorübergehende Sinken der Sterblichkeitsgrösse im Februar.

Betrachtet man die Sterblichkeit im Königreiche nach den *Jahreszeiten*, so ergeben sich jedoch bemerkenswerthe Unterschiede gegen die Sterblichkeitsverhältnisse von Würzburg.

Es starben nämlich in Bayern im Mittel der beiden Perioden 1840/60 und 1860/65 von je 10000 Gestorbenen im:

| Winter:   |        | Sommer:   |        |
|-----------|--------|-----------|--------|
| Dezember  | 812,5  | Juni      | 751    |
| Januar    | 950    | Juli      | 750,5  |
| Februar   | 927,5  | August    | 768,5  |
|           | <hr/>  |           | <hr/>  |
|           | 2690,0 |           | 2270,0 |
| Frühling: |        | Herbst:   |        |
| März      | 1011   | September | 752    |
| April     | 936    | Oktober   | 743    |
| Mai       | 844,5  | November  | 753,5  |
|           | <hr/>  |           | <hr/>  |
|           | 2791,5 |           | 2248,5 |

Die grösste Sterblichkeit ist zwar hier auch im Frühjahr, die geringste im Herbst; allein der Unterschied zwischen Sommer und Herbst ist nur ganz unbedeutend (2,15 ‰) während er in Würzburg 4,6‰ beträgt, und dem entsprechend hat der Sommer im Königreich eine bedeutend geringere Sterblichkeit, als der Winter, während diese beiden Jahreszeiten in Würzburg eine fast gleich grosse Sterblichkeit haben.

Diese grosse Sterblichkeit des Sommers in der Stadt Würzburg ist bedingt durch die grosse Kindersterblichkeit des Sommers, welche in grösseren Städten und namentlich in Würzburg durch Anhäufung zahlreicher unehelicher Kinder stets bedeutend grösser ist, als auf dem Lande.

Die bedeutende Sterblichkeit im Frühjahr scheint durch Verschlechterung der Constitution durch die lange winterliche Stubenhaft bedingt zu werden, während sich der Einfluss des häufigeren Lebens im Freien durch die geringe Sterblichkeit des Herbstes kenntlich macht, Verhältnisse, die schon bei der Betrachtung der Kindersterblichkeit erörtert worden sind.

*Virchow*, (Beiträge zur Statistik der Stadt Würzburg S. 59) welcher eine Gesamtsumme von 12,127 Todesfällen, die sich in 14 Jahren ereigneten, in Bezug auf ihre Vertheilung nach der Jahreszeit analysirt hat, ist zu demselben Ergebniss, wie es hier dargestellt wurde, gekommen, nämlich, dass das Frühjahr (März, April, Mai) die grösste, der Herbst und speziell der Oktober die geringste Sterblichkeit hat, sowie dass Februar, Juni und Juli, also der grösste Theil des Sommers als relativ ungünstige Monate für Würzburg gelten müssen.

Dass die Sterblichkeit des Sommers in der That, wie schon oben bemerkt, wesentlich von der Kindersterblichkeit beherrscht wird, ergibt sich aus nachfolgender Zusammenstellung, welche die Gesamtsterblichkeit, die Kindersterblichkeit, und die Sterblichkeit der über 1 Jahr alten Personen getrennt nach ihrer Vertheilung in der Jahreszeit und auf ‰ der Gestorbenen überhaupt berechnet, darstellt:

|         | Gesamt-<br>Sterblichkeit | Sterblichkeit<br>von 0—1 Jahr | Sterblichkeit<br>der über 1 Jahr<br>alten Personen |
|---------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------|
| Januar  | 9,2                      | 8,4                           | 9,4                                                |
| Februar | 7,9                      | 7,1                           | 8,2                                                |

1) Siehe Tab. VII.

|           | Gesamt-<br>Sterblichkeit | Sterblichkeit<br>von 0—1 Jahr | Sterblichkeit<br>der über 1 Jahr<br>alten Personen |
|-----------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------|
| März      | 9,2                      | 8,0                           | 9,7                                                |
| April     | 9,2                      | 8,2                           | 9,6                                                |
| Mai       | 9,0                      | 8,9                           | 9,2                                                |
| Juni      | 8,2                      | 9,6                           | 7,7                                                |
| Juli      | 9,2                      | 11,8                          | 8,2                                                |
| August    | 8,3                      | 11,0                          | 7,1                                                |
| September | 7,2                      | 8,0                           | 6,9                                                |
| Oktober   | 6,6                      | 6,6                           | 6,5                                                |
| November  | 6,9                      | 4,8                           | 7,6                                                |
| December  | 8,6                      | 7,4                           | 9,1                                                |

Weit übersichtlicher werden diese Verhältnisse, wenn man die obigen Zahlen in graphischer Darstellung ordnet (s. Taf. II. 2.).

Man sieht daraus sofort, wie den ganzen Sommer und bis in den Herbst hinein die Kindersterblichkeit überwiegt, während dieselbe im Winter und Frühjahr zurückgeht; letzteres besonders im Februar und November.

Fragt man nach den Todesursachen, welche die Jahrescurve der Sterblichkeit hauptsächlich beeinflussen, und derselben gleichsam die Form geben, so sind als solche die Darmkatarrhe, die acuten entzündlichen Lungenkrankheiten, und die Lungenschwindsucht zu bezeichnen, wie ein Blick auf die Curve Taf. II. 3. ergeben wird, welche die Sterblichkeit an den genannten Krankheiten nach der Jahreszeit in  $\%$  der an denselben überhaupt Gestorbenen angibt.

Das Frühjahrsmaximum der Sterblichkeits-Curve ist demnach bedingt durch die akuten entzündlichen Lungenkrankheiten und noch mehr durch die zahlreichen Todesfälle an Lungenschwindsucht.

Die Darmkatarrhe und ein erneutes Zunehmen der Todesfälle an Lungenschwindsucht bedingen das zweite (Sommer-) Maximum der Jahrescurve, welches sich desshalb auch nach Abzug der Kindersterblichkeit noch deutlich bemerkbar macht.

Ein drittes Ansteigen der Jahrescurve im Winter (Januar) ist wesentlich durch die akuten entzündlichen Krankheiten der Respirationsorgane herbeigeführt.

Das Fallen der Curve im Februar und Juni trifft zusammen mit einer gleichzeitigen vorübergehenden Abnahme der Todes-

fälle an entzündlichen Lungenkrankheiten und Lungenschwindsucht, während das Herbstminimum der Curve dem raschen Abnehmen der Darmkatarrhe und der geringen Sterblichkeit an Lungenschwindsucht seine Entstehung zu danken hat.

*Ergebniss.*

1. Die Sterblichkeit in Würzburg ist am grössten im Frühjahr, am geringsten im Herbst (Oktober).

2. Die Sterblichkeit im Sommer ist ebenso gross (durch die Kindersterblichkeit) als die des Winters, während im Königreich im Allgemeinen die Sommersterblichkeit bedeutend geringer ist als die des Winters.

6. *Sterblichkeit nach den Todesursachen.*

Welchen Antheil die verschiedenen Krankheiten an der Mortalität haben, geht aus Tabelle VIII. S. 66 hervor, welcher zur Vergleichung die betreffenden Verhältniss-Zahlen für das Königreich in den Jahren 1872—74, bezüglich der 2 letzteren Jahre mit Ausscheidung der unmittelbaren Städte und der Bezirksämter, beigegeben sind. (*Majer*, Generalbericht Bd. VIII. S. 24, Bd. IX. S. 21, sowie Zeitschrift des kgl. statistischen Bureau 1876 Nr. 2).

Eine Prüfung dieser Tabelle ergibt, dass mit Ausnahme der Blattern, der akuten entzündlichen Lungenkrankheiten, der Lungenschwindsucht, des Hydrocephalus acutus infantum und der Knochenkrankheiten die Sterblichkeit an allen übrigen Krankheiten in Würzburg eine geringere ist, als in den unmittelbaren Städten des Königreiches überhaupt.

Bezüglich der Blattern ist die vermehrte Sterblichkeit nur bedingt durch eine gerade in die kurze Beobachtungsperiode fallende bedeutende Epidemie in den Jahren 1871 und 1872.

Anders verhält es sich mit den *akuten entzündlichen Krankheiten der Athmungsorgane* (Bronchitis, Pneumonie, Pleuritis), welche, wie schon seit langer Zeit constatirt ist, nach der Lungenschwindsucht die häufigste Todesursache der Würzburger Bevölkerung ausmachen. *Virchow*<sup>1)</sup> und *Vogt*<sup>2)</sup> constatiren diess fast mit den nämlichen Ziffern, obwohl letzterer die Todesfälle des Juliusspitals ausgeschlossen hat, und merkwürdigerweise

1) L. c. S. 64.

2) L. c. S. 394.

ergibt auch die Untersuchung der Mortalität in der Periode 1871—75, ebenfalls mit Ausschluss der Spitalfremden, dasselbe Resultat. *Virchow* sagt S. 64, „dass von 1000 Gestorbenen 333 an entzündlichen Leiden der Respirationsorgane mit Hinzurechnung von Croup und der Tuberculose erlegen sind, d. h. in Würzburg stirbt je der Dritte an einer Affection der Luftwege.“

Vergleichen wir damit das Resultat unserer Tabelle, so finden wir auf 1000 Gestorbene überhaupt:

|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| 1. An Bronchitis, Pneumonie u. Pleuritis | 134,7 |
| 2. An Croup und Diphtherie               | 22,2  |
| 3. An Lungenschwindsucht                 | 177,8 |

Summa: 334,7

also genau dasselbe Ergebniss!

Diese Thatsache, welche auch noch durch die vortrefflichen statistischen Arbeiten von *Klinger* und Dr. *Carl Majer*, von Letzterem neuerlichst in dem 2. Hefte der Zeitschrift des statistischen Bureau für 1876 S. 68 bestätigt wird, verdient gewiss die Aufmerksamkeit der Hygieniker in hohem Grade.

Wenn auch bezüglich der von *Majer* an erwähnter Stelle gemachten Angabe, dass in Würzburg von 100,000 Bewohnern jährlich ca. 500 an entzündlichen Lungenkrankheiten sterben, daran zu erinnern ist, dass unter dieser Zahl die fremden im Juliusspital gestorbenen Personen mit inbegriffen sind, und dieselbe desshalb so hoch ist, so ist doch die von mir mit Ausscheidung der Spitalfremden gefundene Verhältnisszahl von 370 auf 100000 Bewohner immer noch eine sehr grosse, weit grösser als in den unmittelbaren Städten sonst der Fall ist, wie die Tabelle VIII. zeigt, und wie noch besonders aus der oben citirten Arbeit von *Klinger* hervorgeht. Nach dieser<sup>1)</sup> sind in der Periode 1868/72 an entzündlichen Lungenkrankheiten gestorben:

|                 | von 10000 Einwohnern | von 1000 Sterbfällen |
|-----------------|----------------------|----------------------|
| In Landshut     | 7.7                  | 23                   |
| „ München       | 21.5                 | 58                   |
| „ Bamberg       | 26.0                 | 88                   |
| „ Regensburg    | 24.3                 | 66                   |
| „ Augsburg      | 29.4                 | 79                   |
| „ Nürnberg      | 31.6                 | 95                   |
| „ Aschaffenburg | 33.6                 | 121                  |
| „ Würzburg      | 41.2                 | 115                  |

1) Aerztl. Intelligenzbl. 1874 S. 341.

| Todesursachen.                      | Stadt Würzburg.      |      |      |      |      |                                        |       |      |       |      | Königreich Bayern.                     |      |        |              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------|----------------------|------|------|------|------|----------------------------------------|-------|------|-------|------|----------------------------------------|------|--------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                     | Zahl der Todesfälle. |      |      |      |      | Auf 10000 Lebende treffende Gestorbene |       |      |       |      | Auf 10000 Lebende treffende Gestorbene |      |        | Bezirksämter |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                     | 1871                 |      | 1872 |      | 1873 |                                        | 1874  |      | 1875  |      | Summe                                  |      | Mittel |              | 1872 |      | 1873 |      | 1874 |      | 1875 |      | 1876 |      | 1877 |      |      |
|                                     | 1871                 | 1872 | 1873 | 1874 | 1875 | 1876                                   | 1877  | 1878 | 1879  | 1880 | 1881                                   | 1882 | 1883   | 1884         | 1885 | 1886 | 1887 | 1888 | 1889 | 1890 | 1891 | 1892 | 1893 | 1894 | 1895 | 1896 | 1897 |
| 1 Lebensschwäche                    | 55                   | 44   | 34   | 27   | 49   | 209                                    | 41,8  | 9,8  | 35,7  | 17,5 | 18,5                                   | 19,4 | 20,5   | 21           | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   | 20   |
| 2 Durchfall der Kinder              | 78                   | 79   | 107  | 74   | 101  | 439                                    | 87,8  | 20,6 | 75,6  | 16,5 | 18,2                                   | 17,6 | 30     | 29           | 17   | 16   | 16   | 16   | 16   | 16   | 16   | 16   | 16   | 16   | 16   | 16   | 16   |
| 3 Abzehrung der Kinder              | 81                   | 40   | 57   | 76   | 30   | 324                                    | 64,8  | 15,2 | 55,4  | 25,7 | 26,2                                   | 25,0 | 38     | 35           | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   |
| 4 Fraisen der Kinder                | 61                   | 54   | 31   | 43   | 78   | 227                                    | 45,4  | 10,6 | 38,8  | 45,8 | 47,7                                   | 45,2 | 28,5   | 26           | 54   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   |
| Summa 1—4                           | 275                  | 217  | 229  | 220  | 258  | 1199                                   | 239,8 | 56,4 | 203,5 | 90,1 | 94,3                                   | —    | 97,5   | 90           | 97   | 92   | 92   | 92   | 92   | 92   | 92   | 92   | 92   | 92   | 92   | 92   | 92   |
| 5 Typhus                            | 29                   | 17   | 16   | 29   | 22   | 113                                    | 22,6  | 5,3  | 19,3  | 6,3  | 5,5                                    | 5,6  | 8,5    | 8,9          | 4,8  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0  |
| 6 Kindbettfieber                    | 5                    | 13   | 4    | 5    | 11   | 38                                     | 7,6   | 1,7  | 6,5   | 1,3  | 1,7                                    | —    | 2      | 1,7          | 1,8  | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,5  | 1,5  |
| 7 Blattern                          | 59                   | 24   | —    | 1    | —    | 84                                     | 16,8  | 3,7  | 14,3  | 6,2  | 1,8                                    | 0,47 | 1,2    | 0,2          | 2,2  | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,6  | 0,6  |
| 8 Scharlach                         | 24                   | 26   | 2    | 9    | 5    | 66                                     | 13,2  | 3,1  | 11,2  | 6,3  | 3,9                                    | 5,7  | 2,3    | 3,6          | 4,4  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  | 6,5  |
| 9 Masern                            | 23                   | 9    | —    | 1    | 1    | 34                                     | 6,8   | 1,6  | 5,8   | 2,2  | 1,9                                    | 2,0  | 2,6    | 1,8          | 1,8  | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 1,3  |
| 10 Kenchnstun                       | 22                   | 1    | —    | 27   | —    | 50                                     | 10    | 2,3  | 8,5   | 6,5  | 8,5                                    | 5,6  | 2,7    | 3,2          | 7    | 6,7  | 6,7  | 6,7  | 6,7  | 6,7  | 6,7  | 6,7  | 6,7  | 6,7  | 6,7  | 6,7  | 6,7  |
| 11 Diphtherie                       | 32                   | 27   | 19   | 3    | 49   | 130                                    | 26    | 6,1  | 22,2  | 9,8  | 10,4                                   | 9,0  | 7,7    | 5,7          | 10,8 | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  | 9,9  |
| 12 Cholera                          | —                    | —    | 38   | —    | —    | 38                                     | 7,6   | 1,7  | 6,5   | —    | 3,9                                    | 1,2  | —      | —            | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| Summa                               | 194                  | 117  | 79   | 75   | 88   | 553                                    | 110,6 | 26,0 | 94,3  | 38,6 | 34,9                                   | 29,5 | 25,2   | 25,1         | 26,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 | 31,5 |
| 13 Bronchitis, Pneumonie, Pleuritis | 176                  | 133  | 141  | 150  | 187  | 787                                    | 157,4 | 37,0 | 134,7 | 20   | 20,4                                   | 22,5 | 27     | 26           | 18,6 | 21,3 | 21,3 | 21,3 | 21,3 | 21,3 | 21,3 | 21,3 | 21,3 | 21,3 | 21,3 | 21,3 | 21,3 |
| 14 Lungenschwindsucht               | 231                  | 204  | 202  | 206  | 196  | 1039                                   | 207,4 | 48,9 | 177,8 | 25,1 | 25,6                                   | 23,2 | 49     | 40           | 22   | 20,1 | 20,1 | 20,1 | 20,1 | 20,1 | 20,1 | 20,1 | 20,1 | 20,1 | 20,1 | 20,1 | 20,1 |
| 15 Chronische Herzleiden            | 32                   | 38   | 32   | 36   | 38   | 176                                    | 35,2  | 8,2  | 30,1  | 4,6  | 4,5                                    | 4,8  | 9,2    | 9,2          | 4    | 4,1  | 4,1  | 4,1  | 4,1  | 4,1  | 4,1  | 4,1  | 4,1  | 4,1  | 4,1  | 4,1  | 4,1  |
| 16 Magenkrebs                       | 16                   | 10   | 12   | 6    | 18   | 62                                     | 12,4  | 2,9  | 10,6  | 3,9  | 4,2                                    | —    | 5      | —            | 4,4  | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |      |
| 17 Gehirnschlagfluss                | 39                   | 48   | 53   | 42   | 54   | 236                                    | 47,2  | 11,1 | 40,3  | 8,7  | 8,9                                    | 9,4  | 11,6   | 11           | 9,6  | 9,6  | 9,6  | 9,6  | 9,6  | 9,6  | 9,6  | 9,6  | 9,6  | 9,6  | 9,6  | 9,6  |      |
| 18 Altersschwäche                   | 79                   | 61   | 74   | 62   | 76   | 352                                    | 70,4  | 16,5 | 60,2  | 23,1 | 24,9                                   | 24,2 | 24     | 21           | 27   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   | 26   |
| 19 Hydroc. acut. inf.               | 51                   | 32   | 32   | 32   | 29   | 176                                    | 35,2  | 8,2  | 30,1  | 6,2* | 3,8                                    | 3,4  | —      | —            | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |      |
| 20 Knochenleiden                    | 5                    | 7    | 1    | 15   | 6    | 34                                     | 6,8   | 1,6  | 5,8   | 0,8* | 0,8                                    | 0,7  | —      | —            | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |      |
| 21 Nierenkrankheiten                | 11                   | 19   | 14   | 20   | 20   | 84                                     | 16,8  | 3,7  | 14,3  | —    | —                                      | —    | —      | —            | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |      |
| 22 Rheumatism. acut.                | 2                    | 4    | 4    | 2    | 1    | 13                                     | 2,6   | 0,6  | 2,2   | —    | —                                      | —    | —      | —            | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |      |

Ob und in wiefern atmosphärische und klimatische Eigenthümlichkeiten einen die Sterblichkeit an entzündlichen Lungenkrankheiten begünstigenden Einfluss haben, wäre erst noch durch exakte vergleichende meteorologische Beobachtungen festzustellen. Eine der auffallendsten Erscheinungen in den klimatischen Verhältnissen Würzburg's ist die ausserordentlich geringe Regenmenge, (178 Par<sup>'''</sup> per Jahr. Bav. Bd. III. Abth. I. S. 190), auf welche Medizinalrath Dr. *Vogt* als eines möglichen ätiologischen Momentes der Häufigkeit der Brustkrankheiten in Würzburg aufmerksam gemacht hat<sup>1)</sup>. Fortgesetzte und genaue Beobachtungen über Regenmenge und Luftfeuchtigkeit müssen indess hierüber erst entscheiden. Nach den von mir im März 1876 begonnenen Beobachtungen über Regenmenge und Luftfeuchtigkeit trifft allerdings für dieses Jahr auf den *sehr feuchten* Februar und März eine sehr geringe Sterblichkeit an Brustentzündungen, (nämlich nur 6 und 9) geringer als im Juli, August, September und Oktober, ein gegen das gewöhnliche Auftreten dieser Krankheiten ganz abweichendes Verhalten, welches zu Gunsten dieser Ansicht spricht.

Die von *Klinger* in der mehrfach citirten Arbeit constatirte Thatsache, dass die Sterblichkeit an akuten entzündlichen Lungenkrankheiten unter allen bayerischen Kreisen am grössten ist in Unterfranken und dann zunächst in den beiden anderen fränkischen Kreisen und in der Pfalz deutet indessen darauf hin, dass es nicht *allein* klimatische Eigenthümlichkeiten der Stadt Würzburg, auch nicht *allein* besondere örtliche Einflüsse (*Staub*) und schädliche Einwirkungen des städtischen Lebens sein können, welche diese Häufigkeit an entzündlichen Lungenkrankheiten bedingen, dass vielmehr die Ursache in allgemeinen constitutionellen Verhältnissen der fränkischen und speciell der unterfränkischen Bevölkerung zu suchen sein wird, welche wiederum ein Ergebniss der Lebensweise und socialen Verhältnisse dieser Bevölkerung sind. Das auch bei der Landbevölkerung in Unterfranken häufig vorkommende dichte Beisammenwohnen in engen mauerumgürteten Städtchen und Flecken mit lange stagnirender verunreinigter Luft und mit feuchtem Boden scheint mir am meisten diese auffallende Disposition zu entzündlichen Krank-

1) Zeitschrift des kgl. bayer. statist. Bureaus. VIII. Jahrg. 1876. Nr. 2. S. 68.

heiten der Athmungsorgane zu verursachen, indem gerade die Altersklassen, die am wenigsten aus den Wohnräumen und aus den Strassen der Orte kommen, nämlich das zarte kindliche und das Greisenalter am häufigsten diesen Krankheiten erliegen.

Durch die grosse Sesshaftigkeit, welche die unterfränkische Bevölkerung namentlich auszeichnet, (cf. die Karte in *Majer*, Beiträge zur Statistik des Königreichs Bayern XXXII. Heft) ist die Vererbung einmal entstandener constitutioneller Eigenthümlichkeiten überdiess noch sehr begünstigt.

Dass die zahlreich vorkommenden Entzündungen der Respirationsorgane auch häufig zu chronischen Krankheitszuständen, wie käsiger Pneumonie und Lungenschwindsucht führen, ist wohl nicht zu bezweifeln.

Jemehr daher Luft- und Lichteintritt hindernde Stadtmauern fallen, jemehr für Reinigung und Entwässerung des Bodens der Städte geschieht, desto mehr wird auch mit der Zeit dieser abnorme Zustand unserer sonst so lebenskräftigen und tüchtigen Bevölkerung verschwinden.

Ueber die Vertheilung der Mortalität an entzündlichen Lungenkrankheiten nach den Jahreszeiten ist schon das Nähere erörtert worden (S. 63 Taf. II. 3.); nach dem Alter (s. Tab. IX. S. 69) treffen über ein Viertel aller Todesfälle nämlich 26,4% auf das 1. Lebensjahr; von da an nimmt die Mortalität beständig ab bis zum Alter von 10—20 Jahren, und steigt dann, anfänglich langsamer, später schneller bis in das Alter von 60—70 Jahren.

Im Verhältniss zu den in jeder Altersklasse Lebenden gestaltet sich die Mortalität an entzündlichen Lungenkrankheiten folgenderweise:

| Alter | 0— 5   | 193 | von 10000 Lebenden per Jahr |   |   |   |
|-------|--------|-----|-----------------------------|---|---|---|
| „     | 5— 10  | 9   | „                           | „ | „ | „ |
| „     | 11— 20 | 1   | „                           | „ | „ | „ |
| „     | 20— 30 | 4   | „                           | „ | „ | „ |
| „     | 30— 40 | 7   | „                           | „ | „ | „ |
| „     | 40— 50 | 20  | „                           | „ | „ | „ |
| „     | 50— 60 | 39  | „                           | „ | „ | „ |
| „     | 60— 70 | 107 | „                           | „ | „ | „ |
| „     | 70— 80 | 212 | „                           | „ | „ | „ |
| „     | 80—100 | 204 | „                           | „ | „ | „ |

Tabelle IX.

Mortalität an entzündlichen Lungenkrankheiten nach Alter und Geschlecht.

| Jahre | 1 Mon. |    | 2—3 Mon. |    | 4. 5—6 M. |    | 7—12 M. |    | 1. Lebensj. |    | 6—10    |    | 11—20 |    | 21—30 |    | 31—40 |    | 41—50 |    | 51—60 |    | 61—70 |    | 71—80 |    | 81—100 |    | Summa |    | Zusammen. |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |
|-------|--------|----|----------|----|-----------|----|---------|----|-------------|----|---------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|--------|----|-------|----|-----------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
|       |        |    |          |    |           |    |         |    | ehel.       |    | unehel. |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |       |    |        |    |       |    |           |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |
|       | m.     | w. | m.       | w. | m.        | w. | m.      | w. | m.          | w. | m.      | w. | m.    | w. | m.    | w. | m.    | w. | m.    | w. | m.    | w. | m.    | w. | m.    | w. | m.     | w. | m.    | w. |           | m. | w. |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |
| 1871  | 1      | 1  | 2        | 1  | —         | —  | 6       | 2  | 2           | 1  | 8       | 15 | 4     | 2  | 15    | 20 | 8     | 4  | 17    | 19 | 3     | 2  | —     | —  | 6     | 2  | 3      | 4  | 6     | 3  | 3         | 9  | 9  | 24 | 7  | 6  | 3  | 3  | 80  | 96  | 176 |     |     |
| 1872  | —      | —  | 1        | 3  | 1         | —  | 2       | 6  | —           | 1  | 9       | 7  | —     | 3  | 12    | 13 | 2     | 7  | 3     | 14 | 3     | 1  | 1     | 2  | 1     | —  | 1      | 2  | 1     | —  | 4         | 6  | 7  | 11 | 10 | 11 | 5  | 19 | 2   | 1   | 51  | 82  | 133 |
| 1873  | —      | —  | 1        | —  | 3         | 2  | 1       | 3  | 6           | 1  | 2       | 1  | 8     | 9  | 1     | —  | 17    | 12 | 5     | 4  | 8     | 10 | —     | —  | 2     | 1  | 3      | 3  | 7     | 4  | 8         | 10 | 13 | 7  | 14 | 2  | —  | —  | 68  | 73  | 141 |     |     |
| 1874  | 3      | 1  | 2        | 1  | 1         | 2  | 3       | 5  | 1           | 2  | 14      | 7  | 2     | 5  | 23    | 10 | 8     | 9  | 21    | 17 | 1     | 1  | —     | —  | 2     | 2  | 1      | —  | 4     | 4  | 4         | 6  | 5  | 9  | 10 | 12 | —  | —  | 1   | 79  | 71  | 150 |     |
| 1875  | 2      | —  | 2        | 2  | 3         | 3  | 1       | —  | 5           | 6  | 3       | 1  | 7     | 10 | 2     | 17 | 19    | 8  | 5     | 9  | 25    | 2  | 1     | —  | —     | 2  | 3      | 6  | 5     | 7  | 10        | 7  | 9  | 15 | 14 | 14 | 3  | 4  | 82  | 105 | 187 |     |     |
| Summa | 6      | 2  | 8        | 7  | 8         | 5  | 6       | 24 | 11          | 9  | 4       | 46 | 48    | 9  | 12    | 84 | 74    | 31 | 29    | 58 | 85    | 9  | 5     | 3  | 14    | 7  | 11     | 15 | 26    | 27 | 28        | 41 | 43 | 72 | 43 | 60 | 10 | 9  | 360 | 427 | 787 |     |     |

Obwohl nach Ausweis der Tabelle mehr Frauen gestorben sind als Männer, so überwiegt doch, mit der Zahl der Lebenden jeden Geschlechtes verglichen, die Sterblichkeit beim männlichen Geschlecht, indem von 10000 lebenden Männern jährlich 40,8 von 10000 lebenden Frauenspersonen aber nur 33,3 an entzündlichen Lungenkrankheiten in der Periode 1871/75 gestorben sind.

Die *Lungenschwindsucht*, worunter sowohl die einfache, als auch die tuberculöse begriffen, ist nebst den entzündlichen Lungenkrankheiten die häufigste Todesursache in Würzburg; sie hat in der Periode 1871—75 1039 Opfer gefordert, oder von 10000 Einwohnern per Jahr 48,9; von 1000 Gestorbenen sind 177,8 dieser Krankheit erlegen.

Würzburg ist auch bei dieser Krankheit unter den un-mittelbaren Städten des Königreiches, welche im Allgemeinen eine Sterblichkeit an Lungenschwindsucht von 40—49, also im Mittel 44,5 von 10000 Lebenden zeigen, mit einer der höchsten Ziffern bedacht. Auch in der Statistik von *Klinger*<sup>1)</sup> in der Periode 1868—72 hat Würzburg unter den bayrischen Städten die höchste Sterblichkeit an Lungenschwindsucht nämlich 55,76 pro 10000 Einwohner.

Nach *Klinger*<sup>1)</sup> treffen Todesfälle an Tuberkulose in:

|            |        |                     |       |                   |
|------------|--------|---------------------|-------|-------------------|
| Augsburg   | 96,92  | auf 1000 Todesfälle | 39,97 | auf 10000 Lebende |
| Landshut   | 97,53  | „ „ „               | 31,68 | „ „ „             |
| München    | 128,04 | „ „ „               | 49,04 | „ „ „             |
| Nürnberg   | 129,41 | „ „ „               | 42,83 | „ „ „             |
| Regensburg | 149,62 | „ „ „               | 54,41 | „ „ „             |
| Bamberg    | 149,76 | „ „ „               | 44,14 | „ „ „             |
| Würzburg   | 155,86 | „ „ „               | 55,76 | „ „ „             |
| 1871—1875  | 177,8  | „ „ „               | 48,9  | „ „ „             |

Die von *Majer* (Zeitschrift des kgl. bayrischen statistischen Bureau 1876 Nr. 2 S. 68) für Würzburg angegebene ausserordentlich hohe Sterblichkeitsziffer der Tuberculose von 620 auf 100000 Bewohner ist, wie schon bei den entzündlichen Lungenkrankheiten bemerkt, durch Einbeziehung der Sterblichkeit des Juliusspitals entstanden, in welches zahlreiche Tuberculöse der Provinz und von auswärts noch im letzten Stadium gesendet werden. Aber auch von diesem Zuwachs der Sterblichkeit abgesehen, ist eine

1) L. c. S. 342.

Tuberkulose Sterblichkeit von 48,9 auf 10000 Bewohner und 177,8 auf 1000 Sterbfälle für eine verhältnissmässig wenig gewerb- und fabrikreiche Stadt sehr auffallend.

Auf das erste Lebensjahr treffen im Gegensatz zu der Sterblichkeit an entzündlichen Lungenkrankheiten nur 2,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> aller Gestorbenen (s. Tabelle X. S. 72). Nach Verhältniss der in jeder Altersklasse Lebenden gestaltet sich die Mortalität an Lungenschwindsucht folgendermassen:

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| 0— 5 Jahr | 47 auf 10000 Lebende |
| 6— 10 "   | 17 " "               |
| 11— 20 "  | 19 " "               |
| 21— 30 "  | 45 " "               |
| 31— 40 "  | 67 " "               |
| 41— 50 "  | 71 " "               |
| 51— 60 "  | 77 " "               |
| 61— 70 "  | 67 " "               |
| 71— 80 "  | 43 " "               |
| 81—100 "  | 33 " "               |

Es ist also am meisten die produktive Bevölkerung vom 30—60 Lebensjahre, welche von der Tuberculose heimgesucht wird. Dass indessen das Sterblichkeitsmaximum erst in das Alter von 50—60 Jahren fällt und das nächstfolgende Dezennium demselben noch ziemlich nahe steht, deutet darauf hin, dass eine grössere Zahl der Lungenschwindsuchten auf chronischen Entzündungszuständen (chronische Bronchopneumonie und Peribronchitis) beruht, als auf eigentlichen tuberkulösen Processen, bei welchen das maximum der Sterblichkeit auf die Altersperiode 15—35 fällt (Rühle in Ziemssen's Pathologie und Therapie V. 1. S. 33).

Eine Differenz der Geschlechter ist bei der Sterblichkeit an Lungenphthise nicht bemerkbar, indem sowohl von 10000 Männern, als auch von 10000 Frauen je 48 per Jahr in der Zeitperiode 1871—75 gestorben sind.

Als ein Zeichen des häufigen Vorkommens der Tuberculose muss auch die aus Tabelle VIII. ersichtliche hohe Zahl von Todesfällen an *akutem Hydrocephalus* der Kinder, der ja meist auf erbter tuberkulöser Anlage beruht, betrachtet werden. Auch hier stimmt die Beobachtung von *Virchow*<sup>1)</sup> gut überein, indem

1) L. c. S. 62.

Tabelle X.

Mortalität an Lungenschwindsucht nach Alter und Geschlecht.

| Jahre | 1 Mon. |    | 2—3 Mon. |    | 4. 5—6 M. |    | 7—12 M. |    | 1. Lebensj. |    | 1—5 | 6—10 | 11—20 | 21—30 | 31—40 | 41—50 | 51—60 | 61—70 | 71—80 | 81—100 | Summa |    | Zusammen |     |     |     |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
|-------|--------|----|----------|----|-----------|----|---------|----|-------------|----|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|----|----------|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|       | ehel.  |    | ehel.    |    | ehel.     |    | ehel.   |    | ehel.       |    |     |      |       |       |       |       |       |       |       |        | m.    |    |          | w.  |     | m.  |    | w. |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
|       | m.     | w. | m.       | w. | m.        | w. | m.      | w. | m.          | w. |     |      |       |       |       |       |       |       |       |        | m.    | w. |          | m.  | w.  | m.  | w. | m. | w. |    |    |     |     |     |     |     |     |     |      |
| 1871  | —      | —  | —        | —  | 1         | —  | —       | 1  | 2           | —  | 1   | 7    | 5     | 2     | 3     | 4     | 8     | 28    | 29    | 27     | 24    | 11 | 23       | 20  | 10  | 13  | 11 | 1  | 2  | —  | —  | 115 | 116 | 231 |     |     |     |     |      |
| 1872  | —      | —  | —        | —  | 1         | 3  | 2       | 1  | —           | 3  | 2   | 1    | 2     | 3     | 4     | —     | 2     | 4     | 10    | 23     | 20    | 21 | 20       | 22  | 19  | 15  | 15 | 8  | 4  | 2  | 3  | 1   | 102 | 102 | 204 |     |     |     |      |
| 1873  | —      | —  | —        | —  | —         | —  | —       | —  | —           | —  | —   | 11   | 8     | 2     | 5     | 6     | 6     | 21    | 20    | 24     | 22    | 22 | 15       | 7   | 17  | 3   | 5  | 2  | 3  | —  | —  | 99  | 103 | 202 |     |     |     |     |      |
| 1874  | —      | 1  | —        | —  | —         | —  | —       | 3  | 2           | —  | 1   | 3    | 3     | 1     | 1     | 3     | 13    | 3     | 4     | 6      | 22    | 23 | 20       | 18  | 22  | 16  | 17 | 5  | 11 | 7  | —  | 4   | 1   | 106 | 100 | 206 |     |     |      |
| 1875  | —      | —  | —        | —  | —         | —  | —       | —  | —           | —  | —   | 5    | 6     | 2     | 3     | 4     | 9     | 24    | 20    | 25     | 19    | 18 | 15       | 15  | 15  | 4   | 6  | 1  | 3  | —  | 1  | 99  | 97  | 196 |     |     |     |     |      |
| Summa | —      | 1  | —        | —  | 1         | 4  | 2       | 1  | 6           | 4  | 1   | 2    | 10    | 7     | 2     | 4     | 29    | 36    | 9     | 16     | 22    | 39 | 118      | 112 | 117 | 103 | 95 | 88 | 74 | 62 | 39 | 33  | 6   | 15  | —   | 3   | 521 | 518 | 1038 |

derselbe unter 1000 Todesfällen 26,7 an *akutem Hydrocephalus* fand, während Tabelle VIII. 30,1 aufzählt.

Das häufige Vorkommen von *Knochenkrankheiten*, meistens in cariösen Processen bestehend und auf Scrophulose beruhend, deutet auf ein häufiges Vorkommen dieser Constitutions-Anomalie, was bei den innigen Beziehungen derselben zur tuberculösen Lungenschwindsucht von vorneherein nicht anders zu erwarten ist.

Die *Infectionskrankheiten* haben nur einen geringen Antheil an der allgemeinen Sterblichkeit; die durch sie bewirkten Todesfälle machen noch nicht ein Zehntel aller Todesfälle aus (94,3 auf 1000), obwohl gerade in die Beobachtungsperiode 1871—75 eine bedeutende Blattern- und eine Cholera-Epidemie fallen. Am meisten haben noch Typhus und Diphtherie, als ständige Gäste, Einfluss auf die Sterblichkeit.

Die Sterblichkeit an *Typhus* ist im Verhältniss zu andern unmittelbaren Städten des Königreiches und trotz starker Verunreinigung des Bodens, ungenügender Entwässerung und mangelhafter Canalisation eine geringe, namentlich im Vergleich mit München<sup>1)</sup>, welches 12,4 Typhus-Todesfälle auf 10000 Einwohner zählt, gegen 5,3 in Würzburg. In den einzelnen Jahren ist dieselbe jedoch sehr verschieden; es starben nämlich

|      |    |   |     |                      |
|------|----|---|-----|----------------------|
| 1871 | 29 | = | 6,7 | von 10000 Einwohnern |
| 1872 | 17 | = | 4,0 | „ „ „                |
| 1873 | 16 | = | 3,7 | „ „ „                |
| 1874 | 29 | = | 6,7 | „ „ „                |
| 1875 | 22 | = | 5,1 | „ „ „                |

Nach *Virchow*<sup>2)</sup> trafen 1852—55 auf 1000 Todesfälle 34,7 Typhus-Todesfälle, welche Zahl wohl hauptsächlich wegen der Einrechnung der Spitälfremden so hoch ist.

Nach einer Zusammenstellung meines Amtsvorgängers Dr. *Rubach*, welche ebenfalls das Juliusspital mit einschliesst, kommen im

| Jahrzehnt | Sterbefälle | Typhus-Sterbefälle | Auf 10000 Einwohner |
|-----------|-------------|--------------------|---------------------|
| 1845/54   | auf 1000    | 40,27              | 15                  |
| 1855/64   | „ „         | 33,52              | 12                  |
| 1865/74   | „ „         | 30,53              | 11                  |

<sup>1)</sup> *Wolffhügel*, München eine Peststadt? Deutsche Vierteljahrschr. für öffentliche Gesundheitspflege VIII. S. 534.

<sup>2)</sup> L. c. S. 62.

Der Typhus wäre demnach seit 1845 in beständiger Abnahme begriffen. *Vogt*<sup>1)</sup>, welcher die Spitalfremden ausgeschieden hat, fand für 1860—1861 ein Verhältniss von 16 Typhus-Sterbfällen auf 1000 Todesfälle überhaupt, eine Zahl, welche sich der von mir gefundenen 19,3 am meisten nähert, aber eine Steigerung der Typhus-Frequenz seit 1860 vermuthen lässt. Es muss daher erst weiteren auf die eigentliche *Stadtbevölkerung* Würzburg's beschränkten statistischen Untersuchungen vorbehalten bleiben, die Frage einer Ab- oder Zunahme der Typhus-Frequenz in Würzburg zu entscheiden. Ueber das Verhalten der Typhus-Mortalität zum Grundwasser s. S. 7. Epidemisch ist der Typhus in der Periode 1871—1875 nicht vorgekommen; jedoch scheinen einzelne Lokalitäten der Stadt der Entstehung desselben besonders günstig zu sein, z. B. die Veste Marienberg, die desshalb als Caserne geräumt wurde, das Juliusspital, die untere Wöllergasse, Wallgasse und Grombühlstrasse, Rosengasse und Mainviertel.

*Croup* und *Diphtherie* kamen im Zeitraume 1871—1875 beständig vor, mit Ausnahme der 2. Hälfte des Jahres 1873, in welcher gar kein, und des Jahres 1874, in welchem nur 3 Todesfälle an *Croup* im Stadtbezirk vorkamen; ein regelmässiges besonders häufiges Auftreten der Todesfälle zu bestimmten Jahreszeiten lässt sich nicht nachweisen, vielmehr treten die Todesfälle meist in kleinen Gruppen das ganze Jahr hindurch auf; contagiöse Uebertragung scheint dabei die Hauptrolle zu spielen. Die Sterblichkeit, 6,1 von 10000 Lebenden und 22,2 auf 1000 Todesfälle ist gerade keine grosse<sup>2)</sup>, wechselt aber nach den verschiedenen Jahrgängen sehr. Bemerkenswerth ist, dass die Sterblichkeit an *Diphtherie* in der Periode 1871—1875 in denjenigen Jahren am grössten war, welche einen hohen Grundwasserstand hatten, am geringsten in denen mit niederem Grundwasserstand, wie bereits Seite 7 erwähnt wurde.

Diese Beobachtung hat sich auch im Jahre 1876 bestätigt, wo der seit 1870 beobachtete höchste Grundwasserstand auch mit der grössten *Diphtherie*-Sterblichkeit seit 1870 zusammentrifft. Die Sterblichkeit an *Diphtherie* betrug

|      |    |   |     |                    |
|------|----|---|-----|--------------------|
| 1871 | 32 | = | 7,5 | von 10000 Lebenden |
| 1872 | 27 | = | 6,3 | „ „ „              |

1) L. c. S. 395.

2) Cf. *Majer*, Zeitschrift des kgl. statistischen Bureau 1876 Nr. 2. S. 65.

|      |    |   |      |                     |
|------|----|---|------|---------------------|
| 1873 | 19 | = | 4,4  | von 10000 Lebenden, |
| 1874 | 3  | = | 0,7  | " " "               |
| 1875 | 49 | = | 11,5 | " " "               |

Die im Jahre 1873 in epidemischer Weise aufgetretene *Cholera* bewirkte 38 Todesfälle unter der Stadtbevölkerung, ohne jedoch eine Erhöhung der Gesamtsterblichkeit für dieses Jahr zu veranlassen, indem gerade das Jahr 1873 die niederste Gesamtsterblichkeit (25,5) von den fünf Jahren der Periode 1871—1875 hatte.

Die Cholerafälle kamen nach dem Berichte des damaligen Bezirksarztes Dr. *Rubach* vereinzelt in allen Distrikten vor, und bildeten mit Ausnahme des grösseren Heerdes im Juliusspital nur 5 kleine Heerde mit je 2—6 Erkrankungen, so dass ein Einfluss der Lokalität auf vermehrtes Vorkommen von Cholera-Erkrankungen und Todesfällen aus dieser Epidemie nicht gefolgert werden kann.

Die Verhältnisszahlen von 1,7 auf 10000 Lebende und 6,5 auf 1000 Gestorbene stimmen mit den von *Majer* für Unterfranken gefundenen 1,8 und 6,5 gut überein.

Die Sterblichkeit an *Herzleiden* ist eine etwas geringere als die von *Majer* für die unmittelbaren Städte des Königreiches berechnete; dagegen hat *Virchow* eine viel höhere Sterblichkeit an Herzleiden gefunden, nämlich an Peri-, Myo- und Endocarditis 30%, und an Klappenfehlern 22,4% aller Todesfälle. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Differenz durch Einbeziehung der Todesfälle des Juliusspitals entstanden ist, da *Vogt* nach Ausscheidung dieser Todesfälle 28,2% sämtlicher Todesfälle für Herzleiden berechnet, welche Zahl der unsrer Tabelle (30,1) sehr nahe kommt.

An *Nierenleiden* sind nach *Virchow* 17,6 nach *Vogt* 10,4, nach unserer Tabelle 14,3 von 1000 Gestorbenen zu Grunde gegangen, welche letztere Zahl der Wirklichkeit wohl am nächsten kommen wird.

An *Magenkrebs* sterben in Würzburg weniger als in den unmittelbaren Städten des Königreiches überhaupt.

Die Sterblichkeits-Grösse an Schlagfluss entspricht der in den übrigen unmittelbaren Städten gefundenen. Die nach der Gesamtsterblichkeit berechnete Mortalitäts-Grösse differirt jedoch bedeutend gegen die von früheren Beobachtern gefundene. *Virchow* fand 29,0, *Vogt* 65,2, ich 40,3 Todesfälle an Schlagfluss

auf 1000 Sterbfälle überhaupt, woraus hervorgehen dürfte, dass der Begriff: „Schlagfluss“ von den verschiedenen Leichenschauern in sehr verschiedener Weise aufgefasst worden ist.

An Altersschwäche sterben ebenfalls in Würzburg weniger, als in den unmittelbaren Städten des Königreiches im Allgemeinen, was jedoch theilweise auf Rechnung exakterer Diagnosen der Erkrankungen des Greisenalters kommen wird.

Nach der Gesamtsterblichkeit berechnet, kommen 60,2 Sterbfälle an Altersschwäche auf 1000 Todesfälle, welche Zahl mit der von *Virchow* gefundenen 63,7 nahe übereinstimmt.

Die procentuale Zusammensetzung der Mortalität nach den 4 hauptsächlichsten Krankheitsgruppen, nämlich Lungenschwindsucht, entzündlichen Lungenkrankheiten, Infectionskrankheiten und Darmkatarrhen in den einzelnen Jahren und in der Periode 1871—1875 zeigt Taf. II. 4.

*Ergebniss:*

1) Die Sterblichkeit an entzündlichen Lungenkrankheiten und Lungenschwindsucht ist in Würzburg gegenüber anderen Städten auffallend gross.

(37 auf 10000 Lebende, 134,7 auf 1000 Gest. Pneumonien)

(48,9 „ „ „ 177,8 „ „ „ Tuberkulose)

2) Die Infectionskrankheiten bewirken in Würzburg nur eine geringe Sterblichkeit (noch nicht  $\frac{1}{10}$  der Gesamtsterblichkeit).

Typhus kommt trotz des mangelhaften Canalsystems nicht halb so häufig vor, wie in München (5,3 gegen 12,4 auf 10000 Einwohner), fehlt aber in keinem Jahre ganz; ebenso fand die Cholera im Jahre 1873 keinen gedeihlichen Boden in der Stadt. Ausserdem ist Diphtherie die am constantesten vorkommende Infectionskrankheit, die jedoch grossen Schwankungen unterliegt, (0,7 — 11,5 Sterbfälle auf 10000 Einwohner).

3) Tuberkulöse und scrophulöse Erkrankungen scheinen unter den Kindern häufig vorzukommen, wenigstens sind die tuberkulöse Basilar meningitis und cariöse Krankheiten häufiger, als im Durchschnitt in Bayern.

## 7. Mortalität nach der Oertlichkeit.

(s. Taf. III.)

Um die Vertheilung der Mortalität nach der Oertlichkeit zu studiren, wurde für jede Strasse der Stadt die mittlere Bewohnerzahl nach den Volkszählungen von 1871 und 1875 ermittelt, sowie die mittlere Zahl der Sterbfälle in dem Zeitraume 1871/75 berechnet, woraus sich die Sterblichkeitsziffer für jede einzelne Strasse ergibt (s. Tab. XI. S. 78). Es ist nun nicht zu verkennen, dass namentlich bei den vielen kleinen Strassen mit wenig Bewohnern die in dem Zeitraume von 5 Jahren vorgekommenen Todesfälle so kleine Zahlen darstellen, dass zuverlässige Sterblichkeitsziffern wohl erst nach längerer Beobachtung erwartet werden können, indessen gibt doch die Zusammenstellung grösserer Strassengruppen schon jetzt zuverlässige Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Mortalität in den verschiedenen Stadttheilen. Die bestehende Eintheilung der Stadt in 5 Distrikte kann aber nicht zur Richtschnur genommen werden, da einzelne dieser Distrikte höchst verschiedene Terrainverhältnisse besitzen, namentlich der I. und IV.

Betrachten wir zunächst die *untern* gegen den Main zu gelegenen Stadttheile, und beginnen im Norden, so treffen wir zuerst im ehemaligen Pleicher Viertel einen zusammenhängenden Complex von Strassen mit erhöhter Mortalität.

Es sind diess die

|                     |     |                                 |            |
|---------------------|-----|---------------------------------|------------|
| Schuttgasse         | mit | 3,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Mortalität |
| Bäregasse           | „   | 4,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | „          |
| Pleicher Bocksgasse | „   | 3,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | „          |
| Pleicher Wall       | „   | 4,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | „          |
| Pleicher Kirchgasse | „   | 3,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | „          |
| Bohnesmühlgasse     | „   | 3,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | „          |
| Stelzengasse        | „   | 3,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | „          |
|                     |     | <hr/>                           |            |
|                     |     | 3,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | „ Mittel.  |

Alle diese Strassen sind eng (3—6 m.), liegen mit Ausnahme der Stelzengasse und Kirchgasse im Inundationsgebiet und haben keine spühlbaren Kanäle mit Ausnahme eines Theiles der Bohnesmühlgasse.

Hierauf folgt, getrennt durch die 22 m. breite Juliuspromenade mit theilweise spühlbarem Kanal und einer Mortalität von

## Tabelle XI.

## Mortalität nach Districten. 1)

## I. District.

|    | Strassen.                         | Einwohner-<br>zahl.<br>Mittel<br>1871—1875 | Mittlere Zahl<br>der<br>Todesfälle<br>per Jahr | ‰<br>der Bewohner |
|----|-----------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|
| 1  | Juliuspromenade ohne Juliusspital | 371                                        | 8,2                                            | 2,2               |
| 2  | Unteres Mainquai                  | 48                                         | 0,8                                            | 1,6               |
| 3  | Pleicher Schulgasse               | 170                                        | 4                                              | 2,3               |
| 4  | * Gerbergasse                     | 237                                        | 6,4                                            | 2,7               |
| 5  | * Schuttgasse                     | 39                                         | 1,2                                            | 3,0               |
| 6  | * Bäregasse                       | 115                                        | 4,6                                            | 4,0               |
| 7  | * Pleicher Bocksgasse             | 144                                        | 4,4                                            | 3,0               |
| 8  | Kleine Wallgasse                  | 87                                         | 1,8                                            | 2,0               |
| 9  | * Pleicher Wall                   | 34                                         | 1,6                                            | 4,7               |
| 10 | Pleicher Thorgasse                | 300                                        | 5                                              | 1,6               |
| 11 | * Pleicher Kirchgasse             | 332                                        | 11,6                                           | 3,4               |
| 12 | Pleicher Kirchplatz               | 215                                        | 2,4                                            | 1,1               |
| 13 | Pleicher Pfarrgasse               | 316                                        | 4,4                                            | 1,3               |
| 14 | Bachgasse                         | 223                                        | 5,8                                            | 2,6               |
| 15 | * Bohnesmühlgasse                 | 331                                        | 9,6                                            | 3,0               |
| 16 | * Stelzengasse                    | 22                                         | 0,8                                            | 3,6               |
| 17 | Obere Wallgasse                   | 186                                        | 4,8                                            | 2,5               |
| 18 | Reisgrubengasse                   | 215                                        | 4                                              | 1,8               |
| 19 | Hauger Pfarrgasse                 | 197                                        | 4                                              | 2,0               |
| 20 | Theaterstrasse                    | 410                                        | 7,8                                            | 1,9               |
| 21 | Hauger Pfaffengasse               | 363                                        | 8                                              | 2,2               |
| 22 | Bahnhofstrasse                    | 329                                        | 3,6                                            | 1,0               |
| 23 | Mittlere Wallgasse                | 196                                        | 3,4                                            | 1,7               |
| 24 | * Semmelstrasse ohne Bürgerspital | 1355                                       | 4,3                                            | 3,1               |
| 25 | * Hauger Kirchgasse               | 72                                         | 2,4                                            | 3,3               |
| 26 | Strohgasse                        | 249                                        | 6                                              | 2,4               |
| 27 | * Wallgasse                       | 307                                        | 13                                             | 4,2               |
| 28 | * Karthause                       | 135                                        | 3,8                                            | 2,7               |
| 29 | * Handgasse                       | 197                                        | 5,6                                            | 2,8               |
| 30 | Ludwigstrasse                     | 385                                        | 5,8                                            | 1,5               |
| 31 | Hintere Kapuzinergasse            | 101                                        | 1,2                                            | 1,1               |
| 32 | Kapuzinergasse                    | 679                                        | 10,8                                           | 1,4               |
| 33 | * Hofstallgasse                   | 62                                         | 2,6                                            | 2,0               |
| 34 | Rennweg                           | 20                                         | 0,2                                            | 1,0               |
| 35 | Rottendorfer Strasse              | 47                                         | 1,2                                            | 1,6               |

1) Die mit einem \* bezeichneten Strassen haben eine erhöhte Mortalität.

| S t r a s s e n . |                                      | Einwohner-<br>zahl.<br>Mittel<br>1871—75 | Mittlere Zahl<br>der<br>Todesfälle<br>per Jahr | %<br>der Bewohner |
|-------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|
| 36                | Rennweger Glaçis                     | 81                                       | 0,6                                            | 0,7               |
| 37                | *Schweinfurter Strasse               | 161                                      | 4,8                                            | 2,9               |
| 38                | *Grombühl-Strasse                    | 753                                      | 21                                             | 2,7               |
| 39                | Pleicher Glaçis-Strasse ohne Bahnhof | 117                                      | 1,6                                            | 1,3               |
| 40                | Hinterer Ständerbühl-Weg             | 91                                       | 2                                              | 2,2               |
| 41                | Vorderer Ständerbühl-Weg             | 79                                       | 1                                              | 1,2               |
| 42                | *Veitshöchheimer Strasse             | 96                                       | 2,6                                            | 2,7               |
| 43                | *Seelbergsweg                        | 158                                      | 4,8                                            | 3,0               |
| 44                | Gardistengasse, s. Hofstallgasse     |                                          |                                                |                   |
| 45                | Hauger Ring                          | —                                        | —                                              | —                 |
| 46                | Kaiserstrasse                        | 227                                      | 0,4                                            | 0,1               |
| 47                | Pleicher Ring                        | 17                                       | 0,4                                            | 2,3               |

## II. District.

|    |                     |     |      |     |
|----|---------------------|-----|------|-----|
| 1  | Mainbrücke          | 80  | 1,6  | 2,0 |
| 2  | Karmelitengasse     | 159 | 15   | 1,9 |
| 3  | Mainquai            | 40  | 0    | —   |
| 4  | *Kärnersgasse       | 451 | 13,8 | 3,0 |
| 5  | *Stockfischgässchen | 57  | 4    | 7,0 |
| 6  | *Holzthorgasse      | 76  | 3    | 3,9 |
| 7  | Juliuspromenade     | 371 | 8,2  | 2,2 |
| 8  | Innerer Graben      | 633 | 16,2 | 2,4 |
| 9  | *Bronnbacher Gasse  | 734 | 20,2 | 2,7 |
| 10 | *Ulmergasse         | 43  | 1,8  | 4,1 |
| 11 | *Höllriegel         | 149 | 8,2  | 5,5 |
| 12 | Grabengässchen      | 184 | 4    | 2,1 |
| 13 | *Blöhlein           | 49  | 2,4  | 4,9 |
| 14 | Im Hammel           | 20  | 0,2  | 1,0 |
| 15 | Dominikanerplatz    | 108 | 2    | 1,8 |
| 16 | Sandgasse           | 238 | 3,6  | 1,5 |
| 17 | *Maulhardsgasse     | 158 | 6,6  | 4,1 |
| 18 | Hahnenhöfchen       | 98  | 2    | 2,0 |
| 19 | Katharinengasse     | 176 | 3,2  | 1,8 |
| 20 | Häfnersgasse        | 192 | 2,8  | 1,4 |
| 21 | Dettelbachergasse   | 114 | 1,8  | 1,5 |
| 22 | *Pommersgasse       | 111 | 4,2  | 3,7 |
| 23 | Marktgasse          | 132 | 1,6  | 1,1 |
| 24 | *Gressengasse       | 22  | 0,6  | 2,7 |
| 25 | Marktplatz          | 539 | 9,6  | 1,7 |
| 26 | Langgasse           | 104 | 2,4  | 2,3 |

|    | Strassen.            | Einwohner-<br>zahl.<br>Mittel<br>1871—1875 | Mittlere Zahl<br>der<br>Todesfälle<br>per Jahr | %<br>der Bewohner |
|----|----------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|
| 27 | Schenk Hof           | 51                                         | 0,6                                            | 1,1               |
| 28 | Schustergasse        | 161                                        | 2,6                                            | 1,6               |
| 29 | Schmalzmarkt         | 148                                        | 1,2                                            | 0,8               |
| 30 | * Blasiusgasse       | 75                                         | 2,4                                            | 3,2               |
| 31 | Domstrasse           | 873                                        | 17                                             | 1,9               |
| 32 | Kürschnerhof         | 149                                        | 2,6                                            | 1,7               |
| 33 | Martinsgasse         | 229                                        | 4,4                                            | 1,9               |
| 34 | Eichhorngasse        | 496                                        | 10,2                                           | 2,0               |
| 35 | Katzengasse          | 184                                        | 2,6                                            | 1,4               |
| 36 | Dominikanergasse     | 341                                        | 4,4                                            | 1,2               |
| 37 | * Untere Wöllergasse | 663                                        | 24,6                                           | 3,7               |
| 38 | * Grabenberg         | 120                                        | 4                                              | 3,3               |
| 39 | Obere Wöllergasse    | 209                                        | 5                                              | 2,3               |
| 40 | Hofstrasse           | 322                                        | 5                                              | 1,5               |
| 41 | Theaterstrasse       | 410                                        | 7,8                                            | 1,9               |
| 42 | Maxstrasse           | 130                                        | 1,8                                            | 1,4               |
| 43 | * Lochgasse          | 191                                        | 5,8                                            | 3,0               |
| 44 | Domerpfargasse       | 127                                        | 2,8                                            | 2,2               |
| 45 | * Ingolstadter Hof   | 127                                        | 4                                              | 3,1               |
| 46 | Herrngasse           | 135                                        | 3,4                                            | 2,5               |

## III. District.

|    |                     |     |      |     |
|----|---------------------|-----|------|-----|
| 1  | Mainbrücke          | 80  | 1,6  | 2,0 |
| 2  | * Büttnergasse      | 937 | 27,8 | 2,8 |
| 3  | Glockengasse        | 214 | 4,8  | 2,1 |
| 4  | * Schwanenhöfchen   | 98  | 3,6  | 3,6 |
| 5  | * Oberes Mainquai   | 5   | 0,2  | 4,0 |
| 6  | * Untere Bocksgasse | 156 | 6,6  | 4,2 |
| 7  | * Zinken Hof        | 81  | 4,8  | 5,8 |
| 8  | * Rittergasse       | 177 | 6,4  | 3,6 |
| 9  | * Gothengasse       | 77  | 2,2  | 2,8 |
| 10 | Domstrasse          | 873 | 17   | 1,9 |
| 11 | Augustinergasse     | 624 | 16   | 2,5 |
| 12 | Wohlfahrtsgasse     | 316 | 8,8  | 2,4 |
| 13 | * Bocksgasse        | 55  | 2,6  | 4,7 |
| 14 | Ursulinergasse      | 364 | 9,4  | 2,5 |
| 15 | Sterngasse          | 311 | 5,8  | 1,8 |
| 16 | Franziskanergasse   | 350 | 6,8  | 1,9 |
| 17 | Plattnergasse       | 164 | 4,4  | 2,6 |
| 18 | * Arztlade          | 57  | 3,4  | 5,9 |

| S t r a s s e n . |                             | Einwohner-<br>zahl.<br>Mittel<br>1871—1872 | Mittlere Zahl<br>der<br>Todesfälle<br>per Jahr | %<br>der Bewohner |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|
| 19                | * Braunshof                 | 114                                        | 4,6                                            | 4,0               |
| 20                | Bruderhof                   | 125                                        | 1,8                                            | 1,4               |
| 21                | Domerschulgasse             | 528                                        | 9,6                                            | 1,6               |
| 22                | Hofstrasse                  | 322                                        | 5                                              | 1,5               |
| 23                | Paradeplatz                 | 73                                         | 0,6                                            | 0,8               |
| 24                | Ebrachergasse               | 270                                        | 3                                              | 1,1               |
| 25                | Domerpfaßgasse              | 296                                        | 7,4                                            | 2,5               |
| 26                | * Schüttgasse               | 39                                         | 1,2                                            | 3,0               |
| 27                | Rothscheibengasse           | 142                                        | 3,8                                            | 2,6               |
| 28                | * Kettengasse               | 402                                        | 11                                             | 2,7               |
| 29                | Residenzplatz               | 49                                         | 0,8                                            | 1,6               |
| 30                | Hofpromenade s. Kettengasse |                                            | —                                              | —                 |
| 31                | Neubaustrasse               | 800                                        | 12,4                                           | 1,5               |

## IV. District.

|    |                                      |     |      |     |
|----|--------------------------------------|-----|------|-----|
| 1  | Vordere Johannitergasse              | 126 | 2,6  | 2,0 |
| 2  | Neubaustrasse                        | 710 | 12,4 | 1,7 |
| 3  | * Kaserngasse (ohne Infant.-Kaserne) | 45  | 2,2  | 4,9 |
| 4  | Hintere Johannitergasse              | 186 | 3,8  | 2,0 |
| 5  | * Reibeltgasse                       | 262 | 7,2  | 2,7 |
| 6  | * Rosengasse                         | 316 | 12,4 | 3,9 |
| 7  | * Korngasse                          | 507 | 18,6 | 3,6 |
| 8  | * Obere Kaserngasse                  | 269 | 9,4  | 3,4 |
| 9  | * Renerergasse                       | 331 | 10,4 | 3,1 |
| 10 | Sanderstrasse                        | 501 | 10,8 | 2,1 |
| 11 | Johanniterplatz                      | 172 | 2,8  | 1,6 |
| 12 | Obere Johannitergasse                | 352 | 7,6  | 2,1 |
| 13 | * Elephantengasse                    | 279 | 9,2  | 3,2 |
| 14 | * Badersgasse                        | 98  | 4    | 4,0 |
| 15 | * Maiersgasse                        | 50  | 2    | 4,0 |
| 16 | * Rothelöwengasse                    | 115 | 3,6  | 3,1 |
| 17 | * Zwinger                            | 360 | 11   | 3,0 |
| 18 | * Peterer Pfarrgasse                 | 159 | 6,2  | 3,8 |
| 19 | * Münzgasse                          | 229 | 9    | 3,9 |
| 20 | Petersplatz                          | 98  | 1,8  | 1,8 |
| 21 | Petersgasse                          | 98  | 0,8  | 0,8 |
| 22 | Brunnengasse                         | 60  | 1,6  | 2,6 |
| 23 | Hörleinsgasse                        | 186 | 4,6  | 2,4 |
| 24 | Schildhof                            | 100 | 2,4  | 2,4 |

|    | Strassen.                             | Einwohner-<br>zahl.<br>Mittel<br>1871—1875 | Mittlere Zahl<br>der<br>Todesfälle<br>per Jahr | %<br>der Bewohner |
|----|---------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|
| 25 | Stephansgasse                         | 274                                        | 4,2                                            | 1,5               |
| 26 | Schiesshausstrasse                    | 209                                        | 4,4                                            | 2,1               |
| 27 | *Maingässchen                         | 173                                        | 6,2                                            | 3,5               |
| 28 | Unterer Heidingsfelder Weg            | 136                                        | 3,2                                            | 2,3               |
| 29 | Oberer Heidingsfelder Weg             | 133                                        | 2,2                                            | 1,6               |
| 30 | *Randersackerer Str. ohne Ehehaltenh. | 289                                        | 10                                             | 3,4               |
| 31 | Am Exercierplatz                      | 86                                         | 1,6                                            | 1,8               |
| 32 | Weingartenstrasse                     | 340                                        | 6,2                                            | 1,8               |
| 33 | Vor der Gübelslehn                    | 44                                         | 6,2                                            | 0,4               |
| 34 | Sanderglaçisstrasse                   | 300                                        | 6,6                                            | 2,2               |
| 35 | Gerbrunner Weg                        | 73                                         | 1,2                                            | 1,6               |
| 36 | Kirchbühl Weg                         | 69                                         | 1,4                                            | 2,0               |
| 37 | *Oberer Sandweg                       | 133                                        | 4,4                                            | 3,3               |
| 38 | Breiter Weg                           | 137                                        | 0,8                                            | 0,6               |
| 39 | Grasweg                               | 27                                         | 0,4                                            | 1,4               |

## V. District.

|    |                         |     |      |     |
|----|-------------------------|-----|------|-----|
| 1  | Zellerstrasse           | 754 | 19,4 | 25  |
| 2  | Schlossstrasse          | 51  | 1,2  | 2,3 |
| 3  | *Breite Schlossgasse    | 72  | 3    | 4,1 |
| 4  | *Grosse Katzengasse     | 214 | 8    | 3,7 |
| 5  | *Kleine Katzengasse     | 67  | 4    | 5,9 |
| 6  | *Obere Schlossgasse     | 64  | 2,6  | 4,0 |
| 7  | Schottenanger           | 267 | 4,4  | 1,6 |
| 8  | Alte Kaserngasse        | 277 | 4,8  | 1,3 |
| 9  | *Laufgasse              | 268 | 1,2  | 4,0 |
| 10 | *Elstergasse            | 79  | 2,2  | 2,7 |
| 11 | *Hintere Fischergasse   | 127 | 5,4  | 4,2 |
| 12 | *Fischergasse           | 374 | 12,6 | 3,3 |
| 13 | *Saalgasse              | 58  | 1,8  | 3,1 |
| 14 | *Burkarderstrasse       | 843 | 26,8 | 3,1 |
| 15 | *Spitalgasse            | 391 | 20,2 | 5,1 |
| 16 | *1. Felsengasse         | 78  | 2,2  | 2,8 |
| 17 | *2. Felsengasse         | 164 | 8,6  | 5,2 |
| 18 | *3. Felsengasse         | 210 | 8,8  | 4,1 |
| 19 | Zeller Landstrasse      | 324 | 5,8  | 1,7 |
| 20 | Kühbachsgrund           | 75  | 1,4  | 1,8 |
| 21 | *Heidingsfelder Strasse | 130 | 3,6  | 2,7 |
| 22 | *Höchberger Strasse     | 75  | 2,4  | 3,2 |

nur 2,2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, ein zweiter Heerd grösserer Mortalität, bestehend aus den in die Bronnbachergasse mündenden Seitengässchen:

|                |                                 |            |
|----------------|---------------------------------|------------|
| Ulmergasse     | 4,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Mortalität |
| Höllriegel     | 5,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Blöhlein       | 4,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Maulhardsgasse | 4,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Pommersgasse   | 3,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |

und sich fortsetzend in die

|                    |                                 |   |
|--------------------|---------------------------------|---|
| Kärnersgasse       | 3,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " |
| Stockfischgässchen | 7,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " |
| Holzthorgasse      | 3,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | " |

---

4,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Mittel

Die 4 letzten Strassen liegen im Inundationsgebiet; spühlbare Kanäle sind in keiner vorhanden; Blöhlein und Stockfischgässchen haben sogar gar keinen Kanal; ebenso sind alle eng, 2,8 m. (Stockfischgässchen) bis 7 m. (Holzthorgasse). Dass hier in der That der Boden stark verunreinigt ist, geht aus den Brunnenwasseranalysen des Herrn Prof. *Wislicenus* zur Genüge hervor (Tab. XII Nr. 30 und 31 S. 88).

In der Richtung nach Süden weitergehend, gelangen wir nun in die 18 m. breite Domstrasse, fast nur von wohlhabenden Leuten bewohnt, mit einem ganz spühlbaren Kanal versehen und einer Mortalität von nur 1,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Jenseits der Domstrasse findet sich in den in die Büttnergasse mündenden kleinen und engen Gässchen ein 3. Strassencomplex, der sich durch höhere Mortalitätsziffer auszeichnet. Es gehören dazu das

|                   |     |                                 |            |
|-------------------|-----|---------------------------------|------------|
| Schwanenhöfchen   | mit | 3,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Mortalität |
| Untere Bocksgasse | "   | 4,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Zinkenhof         | "   | 5,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Rittergasse       | "   | 3,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Gothengasse       | "   | 3,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Obere Bocksgasse  | "   | 4,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |

---

4,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> Mittel.

Trotz einer Breite von 20 m. hat auch das benachbarte obere Mainquai eine Mortalität von 4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>. Wie dieses liegen auch die andern Strassen dieser Gruppe mit Ausnahme der oberen Bocksgasse im Inundationsgebiet und haben keine spühlbaren Kanäle, theilweise (Gothengasse) gar keine. Ueber die schlechte

Qualität des in jener Gegend vorkommenden Brunnenwassers gibt die Analyse Nr. 35 Tabelle XII Aufschluss. S. 88.

Weiter nach Süden folgt nun die 18 m. breite Neubaustrasse, die, obwohl in ihrem untern Theile der Inundation ausgesetzt und ohne spühlbaren Kanal, doch nur eine Mortalität von 1,5% besitzt, welche wohl hauptsächlich durch die günstigen socialen Verhältnisse der dort Wohnenden bedingt ist.

Im äussersten Süden der Stadt, dem sogenannten Sanderviertel, kommt nun die 4. Strassengruppe mit hoher Mortalitätsziffer vor. Es sind die Seitenstrassen ober- und unterhalb der Sanderstrasse.

|                   |                                 |            |
|-------------------|---------------------------------|------------|
| Kaserngasse       | 4,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Mortalität |
| Rosengasse        | 3,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Korngasse         | 3,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Obere Kaserngasse | 3,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Reuerergasse      | 3,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Elephantengasse   | 3,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Badersgasse       | 4,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Maiersgasse       | 4,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Rothelöwengasse   | 3,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Petrer Pfarrgasse | 3,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
| Münzgasse         | 3,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | "          |
|                   | <hr/>                           |            |
|                   | 3,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> | Mittel.    |

Es sind wieder lauter enge Strassen von 4—7 m. Breite, ohne spühlbare Kanäle; die ersten 4 sind der Ueberschwemmung ausgesetzt.

Betrachten wir jetzt die *oberen* Stadttheile in derselben Reihenfolge, so finden wir weit günstigere Verhältnisse, und nur einzelne Strassen mit erhöhter Mortalität; so im ersten Distrikt die Semmelsstrasse mit 3,1 und deren Verlängerung die Wallstrasse mit 4,2, sowie ein kleines Seitengässchen, das Haugerkirchgässchen mit 3,3% Mortalität.

Die Semmelsstrasse, obwohl beinahe 10 m. breit und theilweise mit spühlbarem Kanal versehen, ist sehr dicht bevölkert und hat sehr enge Hofräume und viel schlechte Wohnungen in den Hinterhäusern, woher wohl die grössere Mortalität kommt; in der Wallgasse (ehemaliges Croatendörfchen) mag die Qualität der Bevölkerung Ursache sein; Typhuserkrankungen sind

dort öfters in kleinen Epidemien vorgekommen, deren Ursprung auf schlechtes Trinkwasser zurückgeführt werden konnte.

Im obern Theile des II. Distriktes hat nur die untere Wöllergasse mit 3,7, der Grabenberg mit 3,3, die Lochgasse mit 3,0 und der Ingolstädter Hof mit 3,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> eine erhöhte Mortalität; es sind lauter enge Gassen und mit Ausnahme der Lochgasse ohne spühlbare Kanäle. Die untere Wöllergasse ist als Heerd für Typhus-Erkrankungen bekannt, und der Ingolstädter Hof durch ein sehr schlechtes Brunnenwasser ausgezeichnet (s. Tab. XII Nr. 27 und 28 S. 88).

Im obern Theile des III. Distriktes zeigt nur die Schüttgasse mit 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> und im IV. Distrikt der Zwinger mit 3<sup>0</sup>/<sub>0</sub> eine mässig erhöhte Mortalität, beide enge Strassen ohne spühlbare Kanäle; ebenso das an die Plattnergasse grenzende Braunshöfchen mit 4,0, und die Arztlade mit 5,9<sup>0</sup>/<sub>0</sub> M.; letztere ein nur 2,3 m. breites Sackgässchen mit sehr schlechtem, oberflächlichem Kanal.

Die *ausserhalb* der eigentlichen Stadt liegenden Theile des I. IV. und V. Distriktes haben sämmtlich, obwohl grösstentheils noch nicht kanalisirt, günstige Salubritätsverhältnisse, und nur einzelne Strassen, zeigen eine mässig erhöhte Mortalität.

In dem links des Maines gelegenen Theile, dem V. Distrikt (Mainviertel), der aus lauter engen Strassen besteht, die zwischen dem steilen Abhange des Marienberges und dem Main eingeschoben sind, finden sich die ungünstigen Mortalitätsziffern.

Mit Ausnahme von zweien zeigen die Strassen des untern im Ueberschwemmungsgebiet liegenden Theiles eine erhöhte Mortalität, nämlich die

|                      |                                            |
|----------------------|--------------------------------------------|
| Grosse Katzengasse   | 3,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> Mortalität |
| Kleine Katzengasse   | 5,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>            |
| Laufergasse          | 4,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>            |
| Hintere Fischergasse | 4,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>            |
| Fischergasse         | 3,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>            |
| Saalgasse            | 3,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>            |
| Burkarderstrasse     | 3,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>            |
| Spitalgasse          | 5,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>            |
| 1. Felsengasse       | 2,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>            |
| 2. Felsengasse       | 5,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>            |
| 3. Felsengasse       | 4,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>            |
|                      | 4,0 <sup>0</sup> / <sub>0</sub> Mittel.    |

Die Verunreinigung des Bodens zeigt die Beschaffenheit der dortigen Brunnenwässer deutlich (s. Tab. XII Nr. 16—22 u. 36—39). (S. 87. 88.) Spühlbare Kanäle existiren nicht; dagegen ist der Distrikt dicht bewohnt, und meist von Leuten der ärmeren Klasse.

In dem kleinen oberen Theil, und dem ausserhalb der Stadt liegenden Theile des V. Distriktes sind die Mortalitätsverhältnisse weit besser, und nur 3 Strassen zeigen eine erhöhte Mortalität.

Theilen wir nun entsprechend den vorhergegangenen Betrachtungen die Stadt in 13 Bezirke und zwar jeden Distrikt in einen obern und untern Theil, so dass im I. die Kaiserstrasse und Theaterstrasse, im II. Dominikanerplatz, Sandgasse und Kürschnerhof, im III. Plattnergasse und Domerschulgasse, im IV. Petersgasse und Münzgasse, im V. die alte Kaserngasse die Grenze bilden, wozu dann noch 3 ausserhalb der eigentlichen Stadt liegende Bezirke kommen, so ergeben sich folgende sehr bezeichnende Mortalitäts-Ziffern:

| District | Untere Abthl. | Obere Abthl. | Aeussere Abthl. |
|----------|---------------|--------------|-----------------|
| I.       | 2,6           | 1,9          | 2,0             |
| II.      | 2,6           | 2,1          | —               |
| III.     | 3,3           | 1,9          | —               |
| IV.      | 3,0           | 2,0          | 2,0             |
| V.       | 3,8           | 2,7          | 2,3             |
|          | Mittel 3,1    | 2,1          | 2,1             |

Es folgt aus dieser Zusammenstellung, dass die wesentlichen Faktoren, welche eine geringe Sterblichkeit bedingen, in erhöhter Lage, entsprechend trockenem Boden, und leichter Zugänglichkeit für die freie Luft bestehen.

Die tiefliegenden Theile der Stadt sind nicht nur von Natur aus feuchter durch hohen Grundwasserstand und öftere Ueberschwemmung, sondern es häufen sich auch in ihren Kanälen die flüssigen Abfallstoffe der oberhalb gelegenen Stadttheile leicht an, zumal die wenigsten Kanäle zur Zeit schon spühlbar sind, viele zu seicht liegen, geringes Gefäll haben, und ihr Inhalt bei Hochwasser gestaut werden kann. Die in ihnen sich ansammelnden Zersetzungsgase dringen bei dem Mangel von Wasser-Closet's nur zu leicht in die Häuser und verderben deren Luft durch massenhafte Absorption von Sauerstoff.

Offenbar ist in diesen Verhältnissen die constant grössere Mortalität der tieferliegenden Bezirke zu suchen.

## Tab. XII.

## Analysen Würzburger Brunnenwässer.

1) Von Prof. Scherer (Verhandlungen der phys.-med. Gesellschaft, Neue Folge. I. Band. S. 32.)

| No.                                           | Bezeichnung der Brunnen.                                                  | 10000 Theile<br>enthalten<br>Chlor.            | 10000 Theile <sup>1)</sup> Was-<br>ser brauchen über-<br>mangansaures Kali. |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| a) Wasser ausserhalb des Stadt-<br>bereiches: |                                                                           |                                                |                                                                             |
| 1                                             | Städtische Wasserleitung                                                  | 0,1134                                         | 5,4768 Milligr.                                                             |
| 2                                             | Bahnwärterbrunnen am letzten Hieb                                         | 0,1773                                         |                                                                             |
| 3                                             | Bahnwärterbrunnen vis à vis der Aumühle                                   | 0,1816                                         |                                                                             |
| 4                                             | Pumpbrunnen in der Aumühle                                                | 0,1773                                         |                                                                             |
| 5                                             | Pumpbrunnen in der Villa Weiss am<br>Steinberg                            | 0,2100                                         |                                                                             |
| b) Wasser innerhalb der Stadt:                |                                                                           |                                                |                                                                             |
| I. District.                                  |                                                                           |                                                |                                                                             |
| 6                                             | Brunnen im Pleicher Viertel Hs.-Nr. 415                                   | 3,2055                                         | 136,92 Milligr.                                                             |
| 7                                             | Kapuzinerbrunnen rechts vom alten<br>Bahnhof                              | 0,3858                                         | 54,768 "                                                                    |
| 8                                             | Brunnen bei Hohn in der Semmelgasse                                       | 0,2480                                         | 10,000 "                                                                    |
| 9                                             | Brunnen in der Pleicher Pfarrgasse                                        | 1,1910                                         | 481,000 "                                                                   |
| II. District.                                 |                                                                           |                                                |                                                                             |
| 10                                            | Oeffentlicher Brunnen im Ulmerhof                                         | 2,6949                                         | 63,89 "                                                                     |
| 11                                            | Oeffentl. Brunnen in der Katharinengasse                                  | 2,4118                                         | 107,77 "                                                                    |
| 12                                            | Brunnen bei Rom und Wagner                                                | 0,8160                                         | 27,000 "                                                                    |
| 13                                            | Brunnen des Weinhändler Weiss in d. Stadt                                 | 0,3990                                         |                                                                             |
| 14                                            | Brunnen bei Bäcker Sauer i. d. Eichhorng.                                 | 4,9640                                         |                                                                             |
| III. District.                                |                                                                           |                                                |                                                                             |
| 15                                            | Brunnen im Universitätshof                                                | 0,6200                                         |                                                                             |
| V. District.                                  |                                                                           |                                                |                                                                             |
| 16                                            | Wilder Mann-Brunnen                                                       | 0,394                                          | 65,000 "                                                                    |
| 17                                            | Zuchthausbrunnen                                                          | 0,993                                          | 43,000 "                                                                    |
| 18                                            | Brunnen in der II. Felsengasse                                            | 0,603                                          | 35,000 "                                                                    |
| 19                                            | Brunnen in der Leimsud                                                    | 0,312                                          | 35,000 "                                                                    |
| 20                                            | Brunnen beim Gasthaus zum röm. Kaiser                                     | 1,277                                          | 28,000 "                                                                    |
| 21                                            | Katzenbrunnen                                                             | 1,359                                          | 24,000 "                                                                    |
| 22                                            | Brunnen in der Kirchgasse                                                 | 1,262                                          | 149,000 "                                                                   |
|                                               |                                                                           | 100,000 Theile<br>Wasser ent-<br>halten Chlor: | 100,000 Theile<br>brauchen:                                                 |
| IV. District<br>(1876 von mir untersucht).    |                                                                           |                                                |                                                                             |
| 23                                            | Pumpbrunnen im Viertelhof                                                 | 17,75                                          | 3,31 K. MnO <sub>4</sub>                                                    |
| 23a                                           | Pumpbrunnen im Hofe des Artillerie-<br>stalles in der Nähe des Hofgartens | 11,36                                          | 0,193 O.                                                                    |

<sup>1)</sup> Soll wohl heissen 10000 grm. brauchen x milligramm übermangan-  
sures Kali.

## 2) Von Prof. Wislicenus, ausgeführt Juli 1874.

| No. | Bezeichnung<br>der<br>Brunnen. | Härte in Graden.   |                     | 100,000 Theile Wasser                                                          |                                                                  |                                                                   |                                            |
|-----|--------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
|     |                                | Gesammt-<br>Härte. | Bleibende<br>Härte. | verbran-<br>chen<br>Sauerstoff<br>zur Zer-<br>störung<br>der organ.<br>Stoffe. | enthalten<br>Salpeter-<br>säure<br>N <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | enthalten<br>salpetrige<br>Säure<br>N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | enthalten<br>Ammo-<br>niak NH <sub>3</sub> |
|     | <i>I. District.</i>            |                    |                     |                                                                                |                                                                  |                                                                   |                                            |
| 24  | Handgasse                      | 23,0               | 11,2                | kaum<br>merklich                                                               | 0,03                                                             | 0,001                                                             | —                                          |
| 25  | Semmelsstrasse *               | 31,5               | 16,9                | 0,28 **                                                                        | 1,28                                                             | 0,01 *                                                            | Spuren                                     |
| 26  | Kapuzinergass.**               | 27,0               | 7,6                 | 0,16 *                                                                         | 0,96                                                             | 0,002                                                             | 0,100 ***                                  |
|     | <i>II. District.</i>           |                    |                     |                                                                                |                                                                  |                                                                   |                                            |
| 27  | IngolstädterHof*<br>1874       | 24,4               | 9,6                 | 0,20 *                                                                         | 2,14 *                                                           | Spuren                                                            | Spuren                                     |
| 28  | IngolstädterHof*<br>1875       | —                  | —                   | 0,22 *                                                                         | 2,77 **                                                          | 0,16 **                                                           | 0,09 *                                     |
| 29  | Martinsgasse *                 | 31,3               | 15,9                | 0,21 *                                                                         | 2,46 *                                                           | Spuren                                                            | —                                          |
| 30  | Ulmerhof *                     | 25,0               | 7,2                 | 0,18 *                                                                         | 0,53                                                             | 0,003                                                             | 0,045 **                                   |
| 31  | Fischmarkt ***                 | 28,1               | 10,4                | 0,08                                                                           | 2,78 *                                                           | 0,240 ***                                                         | 0,040 **                                   |
|     | <i>III. District.</i>          |                    |                     |                                                                                |                                                                  |                                                                   |                                            |
| 32  | Arztlade **                    | 30,5               | 17,1                | 0,22 *                                                                         | 0,64                                                             | 0,003                                                             | 0,050 **                                   |
| 33  | Bruderhof **                   | 21,7               | 8,0                 | 0,15 *                                                                         | 1,50                                                             | 0,003                                                             | 0,058 **                                   |
| 34  | Bräunshof**                    | 30,2               | 14,1                | 0,24 *                                                                         | 0,42                                                             | Spur                                                              | Spur                                       |
| 35  | Glockengasse                   | 30,2               | 10,4                | 0,21 *                                                                         | 1,92 *                                                           | —                                                                 | Spur                                       |
|     | <i>V. District.</i>            |                    |                     |                                                                                |                                                                  |                                                                   |                                            |
| 36  | Katzengasse                    | 25,7               | 17,0                | 0,006                                                                          | 0,08                                                             | 0,003                                                             |                                            |
| 37  | Fischergasse **                | 38,6               | 30,6                | 0,02                                                                           | 0,06                                                             | 0,020 *                                                           |                                            |
| 38  | Felsengasse *                  | 23,0               | 9,0                 | 0,11                                                                           | 2,35 *                                                           | 0,005                                                             |                                            |
| 39  | Wilder Mann *                  | 20,5               | 11,8                | Spur                                                                           | 1,85 *                                                           | 0,010 *                                                           |                                            |

\* = nicht unbedenklich, \*\* = bedenklich, \*\*\* = sehr bedenklich.

Höchst bemerkenswerth ist der Umstand, dass die Häuser, welche Prof. *Geigel* in seiner vorzüglichen Arbeit über die Kindersterblichkeit in Würzburg <sup>1)</sup>, sowie Dr. *Ringleb* in seiner Dissertation über das gleiche Thema vom Jahre 1873 als hauptsächliche Sterbehäuser für Kinder bezeichnet, fast alle in denjenigen Strassen sich finden, welche nach unsern Beobachtungen eine erhöhte allgemeine Sterblichkeit zeigen. Diess deutet nicht bloss auf die grosse Constanz dieser schlimmen lokalen Zustände, sondern spricht auch für die Richtigkeit unserer Beobachtungen.

Dass der Boden der Stadt im Allgemeinen sehr stark verunreinigt ist, geht aus der Tabelle XII hervor, welche die Untersuchung von 35. Brunnenwässern der Stadt von Prof. *Scherer* und *Wislicenus* enthält. *Scherer* sagt <sup>2)</sup>, dass die Brunnen in der Stadt 2—43,7 mal soviel Chlor und 2—96 mal soviel organische Stoffe enthalten, als das Wasser der Wasserleitung und der Brunnen ausserhalb der Stadt.

Ausserdem sei zur Beurtheilung der Analysen noch erwähnt, dass nach *Kubel* und *Tiemann* <sup>3)</sup> 100000 Theile guten Trinkwassers im maximum 0,1 gr. Sauerstoff zur Zerstörung der organischen Stoffe gebrauchen, höchstens 0,6—1,0 Theile Kaliumpermanganat reduciren, von Salpetersäure 1,0—1,5, von salpetriger Säure und Amoniak aber nur Spuren oder höchstens 0,01 Theile, und von Chlor nicht mehr als 2—3 Theile enthalten, ferner höchstens 17—20 deutsche Härtegrade zeigen sollen. von denen  $\frac{2}{3}$  temporär und  $\frac{1}{3}$  bleibend sein müssen.

Die Folgerungen, welche sich für die öffentliche Gesundheitspflege aus den vorstehenden Betrachtungen ergeben, sind leicht zu ziehen: möglichste Erweiterung allzu enger Strassen, sowie Entwässerung und Reinigung des Bodens, sind die wesentlichsten Bedingungen für die Salubrität der Bevölkerung. In der möglichst rasch durchzuführenden Herstellung guter, möglichst undurchlässiger, vollkommen spühlbarer Kanäle mit dem nöthigen Gefälle in allen Stadttheilen, verbunden mit allgemeiner Einführung von Wasser closet's, wird daher zunächst der hauptsächlichste Angriffspunkt zur Verbesserung der Mortalitäts-Verhältnisse in den ungünstig situirten Stadttheilen liegen. Denn

1) Cf. *Geigel* S. 530.

2) Verhandl. der phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg. N. F. I. Bd. S. 32.

3) Untersuchung von Wasser, welches etc. S. 174.

Alles, was an den *im Allgemeinen günstigen* Mortalitäts-Verhältnissen Würzburg's abnorm ist, nämlich:

- 1) Die zu grosse Kindersterblichkeit;
- 2) die zu grosse Sterblichkeit der Erwachsenen im Alter von 30—60 Jahren in Folge akuter und chronischer Krankheiten der Athmungsorgane und der Lungenschwindsucht;
- 3) die sehr grosse Sterblichkeit der Kinder und Erwachsenen im *Frühjahr*;
- 4) das relativ geringe mittlere Lebensalter

ist nicht durch klimatische Aussenverhältnisse, sondern, um mit *P. Niemeyer* zu reden, durch ein schlechtes Binnenklima in den Wohnräumen und Strassen verschuldet, und die Ursache dieses schlechten Binnenklima liegt in einem feuchten, mit excrementellen Fäulnisprodukten verunreinigtem Boden.

Möge unsere erleuchtete Stadtbehörde, die durch Beschaffung reinen Trinkwassers, Entfernung der Luft- und Licht-Eintritt hindernden Mauern und Wälle Erweiterung und Neuanlegung von Strassen schon soviel zur sanitätlichen Entwicklung der Stadt gethan hat, ihrem edlen Werke die Krone aufsetzen durch möglichst baldige Vorsorge für allseitige Entwässerung und Reinigung des Bodens!

Würzburg im Januar 1877.

---

## Nachtrag zu Seite 35.

Die abnorme Sterblichkeit der Altersperiode von 30—60 Jahren wird insbesondere deutlich durch eine Vergleichung der Sterblichkeit in den einzelnen Altersklassen mit dem Bestande der Lebenden dieser Altersklassen in Procent der Gesamtbevölkerung zwischen dem Königreich Bayern einerseits und der Stadt Würzburg andererseits, wie es nachfolgende kleine Tabelle zeigt:

| Altersklassen. | Lebende<br>in ‰ der Gesamt-Be-<br>völkerung. |              | Gestorbene<br>in ‰ der Gesamt-Mor-<br>talität. |           |
|----------------|----------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------|-----------|
|                | Bayern.                                      | Würzburg. 1) | Bayern. 2)                                     | Würzburg. |
| 0— 5 Jahre     | 11,85                                        | 8,75         | 50,3                                           | 40,3      |
| 6— 20 „        | 27,92                                        | 23,41        | 5,7                                            | 4,7       |
| 21— 30 „       | 15,90                                        | 24,18        | 4,9                                            | 7,3       |
| 31— 40 „       | 13,69                                        | 15,68        | 4,8                                            | 8,0       |
| 41— 60 „       | 21,15                                        | 20,13        | 12,8                                           | 17,5      |
| 61—100 „       | 9,47                                         | 7,77         | 23,5                                           | 21,5      |

Die Altersklasse von 41—60 Jahren hat demnach in Würzburg trotz eines geringeren Bestandes an Lebenden eine weit grössere Sterblichkeit als im Königreich; die Altersklasse von 30—40 Jahren hat zwar in Würzburg einen um 1,99‰ der Gesamtbevölkerung grösseren Bestand an Lebenden als im Königreich, aber eine um 3,20‰ der Gesamt-Mortalität grössere Sterblichkeit als im Königreich.

1) Beiträge zur Statistik des Königr. Bayern. Heft XXXI. S. 265 u. 271.

2) Generalbericht von *Mayer*, IX. Band, S. 18. Statistischer Abriss für das Königr. Bayern. 1. Lief. S. 33 u. 35.

# Experimentelle Beiträge zur Glycogen- und Zuckerbildung in der Leber.

Von

BENJAMIN FINN, Dr. med.

aus Russland.

## I. Einleitende Betrachtungen.

Die Lehre vom Glycogen, seiner Entstehung und Bedeutung im Organismus, hat seit ihrer ersten Formulirung durch *Claude Bernard* mannigfache Wandlungen erfahren. Dieser Forscher selbst zwar blieb, abgesehen von den Aenderungen, die er mit eigener Hand auf Grund neugefundener Thatsachen an dem Grundbau seiner Lehre, gleich anfänglich anbringen musste, seinen ersten Aufstellungen getreu: gegen seine Anschauungen erhob sich besonders *Pavy*, dem sich merkwürdigerweise ein grosser Theil der neuern deutschen Schule anschloss.

Die Versuchsergebnisse, die unten mitgetheilt werden, drängen den Verfasser immer näher zur modificirten *Bernard'schen* Ansicht hin. An eine Darlegung der Wandlungen dieser Lehre sollen darum die eigenen Versuche angeknüpft werden.

*Bernard* fasst die *Zucker-Krankheit* überhaupt nicht als etwas vom gesunden Zustande durchaus Verschiedenes auf, sondern nur als eine Aenderung des Quantums gewisser physiologischer Functionen. Ihm ist der Diabetes mellitus nur die Folge der Steigerung bestimmter im normalen Leben nothwendig vorhandener Einrichtungen. Die eigentliche thatsächliche Grundlage für alle hieher gehörigen Erscheinungen ist für *Bernard* die von ihm sorgfältig verfolgte Beobachtung, dass das normale Blut Zucker enthalte. Die noch neuerdings hierüber angestellten Versuche bezweckten hauptsächlich eine Topographie der Glychämie durch Untersuchung an verschiedenen Stellen des Kreislaufes zu ermöglichen, um daraus den Ort, wo der Zucker dem Blute beigemischt

wird, und wo er wieder daraus verschwindet, zu bestimmen. Diese Versuche scheinen so wenig bekannt, dass eine Reproduktion derselben gestattet sein dürfte.

Auf 1000 C. C. Blut wurde gefunden Zucker: Gr.

| Nr. des Versuchs. | O r t.              |                  | Nr. des Versuchs. | O r t.                  |               |
|-------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------------------------|---------------|
|                   | Art. c.<br>cruralis | vena<br>cruralis |                   | cor dextr.              | cor sinistr.  |
| I.                | 1,51                | 0,95             | VII.              | 1,12                    | 1,17          |
| II.               | 1,25                | 0,99             | VIII.             | 1,56                    | 1,06          |
| III.              | 1,45                | 0,73             | IX.               | 1,08                    | 1,25          |
| IV.               | 1,17                | 0,93             |                   |                         |               |
|                   | carotis             | v. jugularis     |                   | carotis                 | cava superior |
| V.                | 1,13                | 0,93             | X.                | 1,15                    | 0,96          |
| VI.               | 1,10                | 0,96             |                   |                         |               |
|                   |                     |                  |                   | vena jugul v. cava sup. | cor dext.     |
|                   |                     |                  | XI.               | 0,91                    | 0,90          |
|                   |                     |                  |                   |                         |               |
|                   |                     |                  |                   | cava inferior           |               |
|                   |                     |                  |                   | unterhalb               | oberhalb      |
|                   |                     |                  |                   | Diaphragma              |               |
|                   |                     |                  | XII.              | 0,54                    | 1,12          |

Diese Versuche zeigen im Allgemeinen, dass das arterielle Blut durchschnittlich reicher ist an Zucker als das venöse: indem also das arterielle Blut die Capillaren durchsetzt, verliert es einen Theil seines Zuckers. Da die Lymphe beständig mit einem gewissen Gehalte an Dextrose dem Blute zuströmt, so könnte man darum denken, der Ersatz an Zucker, der dem Blute stets geleistet werden muss, weil dessen Zuckergehalt ungefähr constant bleibt, geschehe durch den Ductus thoracicus, der in den Ursprung der oberen Hohlvene sich ergiesst. Diese Ansicht ist zurückgewiesen durch den Versuch N. XI, wo bei demselben Thiere in cava super. und vena jug. der gleiche Zuckergehalt gefunden wurde. Dieses Resultat hat auch bei näherer Ueberlegung nichts auffallendes: denn die durch die obere Hohlvene passirende Blutmenge ist so bedeutend im Vergleich zur zuströmenden Lymphmenge und zugleich der Zuckergehalt der letzteren so gering, dass dadurch die Zunahme des Zuckers im Blute der oberen Hohlvene überhaupt eine verschwindend kleine Grösse wird.

Dagegen zeigt nun der gleiche Versuch (N. XI) sofort ein beträchtliches Ansteigen des Zuckers, wenn man von der oberen Hohlvene zum rechten Herzen weiter geht. Diese Zunahme rührt her von dem relativ hohen Zuckergehalte des Blutes in der unteren Hohlvene und woher dieser Zucker stammt, zeigt sogleich der Versuch N. XII.

Darnach wird dem Blute der cava infer. der Zucker erst in der Höhe des Zwerchfells zugeführt: derselbe stammt nicht aus dem Blute der hinteren Extremität oder der Nieren, sondern aus dem der Leber. Diese letztere Thatsache, der relativ beträchtliche Gehalt des Lebervenenblutes an Zucker ist ausserdem noch durch viele Forscher bewiesen. Die Versuche von *Claude Bernard* selbst, dann von *Lehmann*, *C. Schmidt* in Dorpat, *Poggiale*, *Lecomte* zeigen dies an: der Zuckergehalt wurde bis zu 0,9<sup>0</sup>/<sub>10</sub> gefunden.<sup>1)</sup>

Ueber den Zuckergehalt der Pfortader schwanken die Angaben: die meisten Experimentatoren geben denselben als sehr niedrig an: doch fehlt es auch nicht an Beobachtungen, die einen sehr hohen Zuckergehalt des Blutes der vena portarum beweisen: besonders *Figuier* ist der Vertreter dieser Ansicht, die er in wiederholten Mittheilungen an die Pariser Akademie (*Comptes rendues*) gegen *Claude Bernard* und *Lehmann* besonders aufrecht erhielt.

Aus dem Beweise, dass das Lebervenenblut regelmässig so reich an Zucker ist, folgt eo ipso, dass die normale, eben frisch aus dem Thiere entfernte Leber Zucker enthalten muss, wenigstens so viel, als ihrem Gehalte an Lebervenenblut zukommt. Diese Thatsache muss später besprochen werden.

Erwähnt sei hier die merkwürdige Angabe von *Cl. Bernard*, dass der Zuckergehalt des Blutes aus dem rechten Herzen bei allen Thieren wesentlich gleich ist, auch bei verschiedenster Art der Nahrung.

Durch diese Versuche war *C. Bernard* von Anfang an berechtigt, von der zuckerbildenden Funktion der Leber zu sprechen. Als die Muttersubstanz dieses Zuckers nahm er anfänglich von Eiweisskörpern stammende Stoffe an, besonders gestützt auf die Glychämie bei Fleischfressern und auf verschiedene bei Diabeti-

1) Anders allerdings ist *Schiff's* Ansicht, der den dem Blute in der Leber beigemischten Zucker im linken Herzen fast immer schon zerstört sein lässt.

kern zu beobachtende Thatsachen, in welcher Krankheit ja bekanntlich mehr Zucker im Harne ausgeschieden wird, als in der Nahrung in der Form sog. amylacea enthalten war, wo sogar bei vollständiger Abstinenz von amylaceis noch grosse Zuckermengen im Harne erscheinen. Dabei hatte es sich *Bernard* nicht entgehen lassen, durch besondere Versuche festzustellen, dass aus den Eiweisskörpern keine zuckerähnliche Substanz unter dem Einflusse der verschiedenen in den Darm sich ergießenden Verdauungssäfte gebildet wird.

Als die Muttersubstanz des Leberzuckers erkannte *Claude Bernard* dann bald selbst das eigenthümliche jetzt wohl bekannte Kohlenhydrat, das er Glycogen nannte. Er hielt diese Substanz anfänglich für stickstoffhaltig, wahrscheinlich dadurch verführt, dass dieselbe durch Kochen scheinbar verhindert wird, sich in Zucker umzuwandeln. Diese Meinung gab er indess auf und nahm die damals schon von *Hensen*<sup>1)</sup> und *Schiff*<sup>2)</sup> vertretene Ansicht an, dass ein im Blute vorkommendes Ferment diese Umwandlung zu Zucker bewirke: durch Siedehitze werde dieses Ferment zerstört. *Schiff* fand darauf das Glycogen in den Leberzellen selbst in Gestalt runder geformter Theilchen.

Bezüglich des zuckerbildenden Fermentes macht *Schiff* die Angabe, dass es ein regelmässiger Bestandtheil des Blutes der höheren Wirbelthiere ist: dass es bei niedrigen Wirbelthieren zuweilen fehlt, wodurch der Uebergang von Glycogen in Zucker aufhört. *Hensen*<sup>3)</sup> stellte die Hypothese auf, der Pankreassaft, der ausserhalb der Verdauungszeit zurück ins Blut übergeht, liefere das zuckerbildende Ferment, eine Hypothese, die von *Bernard* und *Schiff* zurückgewiesen wurde. Dass dieses schon lange bekannte Ferment mit den rothen Blutkörperchen zusammenhängt ist uns neuerdings durch *Tiegel's*<sup>4)</sup> Untersuchungen wahrscheinlich gemacht.

Schon oben ist der früheren Ansicht *Bernard's* gedacht, wonach das Leberglycogen aus Eiweiss sich bilde; wogegen der in

---

1) *Hensen*, Ueber die Zuckerbildung in der Leber. Verh. der medic. phys. Gesellschaft in Würzburg 1856.

2) *Schiff*, Untersuchungen über die Zuckerbildung in Leber. Würzburg 1859.

3) *Hensen*, l. c.

4) *Tiegel*, Pflüger's Arch. 6.

der Nahrung aufgenommene Zucker zur Glycogenbildung nichts beitragen sollte. Neben den dort citirten Gründen bewog *Bernard* besonders die theoretische Schwierigkeit, einen sogen. Restitutionsprozess im thierischen Körper anzunehmen, sich vorzustellen, dass aus einfacheren Moleculen ein complicirteres (Glycogen) sich aufbaue, während sonst überall Zerstörung, Auflösung in einfachere Atomcomplexe der Typus der chemischen Umsetzungen des thierischen Körpers sei. Diese Meinung hat indess *Bernard* schon länger aufgegeben und lässt das Glycogen je nach Art der aufgenommenen Nahrung aus Eiweiss (resp. Peptonen) und aus den verschiedenen Kohlenhydraten entstehen. Diese Meinung ist durch ad hoc angestellte Versuche begründet: aus diesen geht auch hervor, dass Fett zur Bildung von Glycogen nicht dienen könne.

Die Entstehung sowohl als die Rückverwandlung des Glycogens in Zucker verlegt *Bernard* in die Leber.

Die *Bernard'sche* Theorie fand den ersten heftigen Gegner an seinem Schüler *Pavy* 1). *Pavy* lässt das Glycogen aus den von aussen eingeführten Kohlenhydraten entstehen. Die Existenz von Zucker in der Leber leugnet *Pavy*, erklärt denselben für ein Leichenphänomen und nennt die Ansicht zum mindesten ungewöhnlich und unwahrscheinlich, welche die Entstehung des Glycogens aus Zucker und die Rückbildung des Glycogens zu Zucker an denselben Ort verlege.

*Pavy's* Verdienst ist es, die Bildung von Glycogen aus Zucker, die wir als einen sog. Anhydrisirungsprozess im Sinne der Chemie auffassen, mit aller Bestimmtheit festgehalten zu haben.

Der Ansicht von *Pavy* 2) über die Entstehung des Glycogens steht direct entgegen die von *Brücke* 3), der das Glycogen der Leber nicht von den Kohlenhydraten der Nahrung ableitet. Die Glycogenmengen, die man bei Zuckerfütterung antrifft, sollen dadurch bedingt sein, dass das Glycogen, das normaler Weise beständig in der Leber zerstört (oxydirt) werde, erhalten werden könne, durch den in der Nahrung zugeführten Zucker oder das Glycerin, welche beide als leichter verbrennliche Moleculen zuerst

1) *Pavy*, Untersuchungen über Diabet. mellit.

2) *Pavy*, l. c.

3) *Brücke*, Vorlesungen über Physiologie. Wien.

der Zerstörung anheimfallen und das Glycogen dadurch ersparen (Ersparnisstheorie.) Diese Ansicht findet sich zuerst bei *Tschere-noff*, der sich indess in einer zweiten Abhandlung über den gleichen Gegenstand später der *Pavy'schen* Ansicht von der Möglichkeit der Glycogenbildung aus Zucker anschloss.

Im Sinne der Ersparnisstheorie ist dann noch von *Weiss* <sup>1)</sup> im *Brücke'schen* Laboratorium mit Glycerin experimentirt worden: auf *Weiss's* Versuche muss später noch ausführlich eingegangen werden.

Die sog. Ersparnisstheorie ist durch die sorgfältigen zahlreichen neueren Untersuchungen auf diesem Gebiete wohl als zurückgewiesen anzusehen, wenigstens in der strengen Form, wie sie anfänglich von *Brücke's* Schule formulirt wurde. Unsere Erfahrungen sind durch die Versuche von *Dock* <sup>2)</sup>, *Luchsinger* <sup>3)</sup>, *Külz* <sup>4)</sup>, *Naunyn* <sup>5)</sup>, *Salomon* <sup>6)</sup>, *v. Wittich* <sup>7)</sup>, *Ustimowitsch* <sup>8)</sup> und vielen Andern auf die an passender Stelle Bezug genommen werden soll, wesentlich bereichert und geklärt worden.

Erwähnt sei hier noch der Vollständigkeit halber die Ansicht *Schiff's* über die Entstehung des Glycogens. Er nimmt als das Bildungsmaterial dieses Stoffes ein Kohlenhydrat an, das während der Thätigkeit der verschiedenen Muskeln, als Zersetzungsprodukt derselben, durch Desamidisirung dem Blute beige-mischt wird. Als dieses Kohlenhydrat ist nach *Schiff* vermuthungsweise der *Inosit* anzusehen.

## 2. Eigene Versuche.

Zuerst wurde experimentell die Frage in Angriff genommen, ob das Glycogen, das man unter verschiedenen Umständen (bei verschiedener Ernährungsweise) in der Leber antrifft, immer derselbe Körper sei. Diese Frage ist deshalb von hohem Interesse,

1) *Weiss*. Wiener acad. Sitzungsber. LXIV.

2) *Pflüger's* Archiv V.

3) Physiologie und Pathologie d. Glycogens. Inaugural-Dissert. Zürich.

4) Pathologie und Therapie des Diabetes mellitus. Marburg 1874 u. 75. I. und II. — Marburg. Verhandl. 1876. — *Pflüger's* Archiv XIII.

5) Archiv für experim. Pathologie III.

6) *Virchow's* Archiv 61.

7) Centralblatt 1875.

8) *Pflüger's* Archiv XIII.

weil in neuerer Zeit von verschiedenen Seiten experimentell der Nachweis geliefert ist, dass durch sehr verschiedene Kohlenhydrate, wenn dieselben per os angeführt wurden, die Anhäufung von Glycogen in der Leber ermöglicht wird. Der Plan solcher Versuche ist jetzt auf Grund der früheren Erfahrungen sehr einfach und durchsichtig. Wenn man irgend eine Substanz auf ihre Fähigkeit, zur Glycogenbildung in der Leber zu dienen, untersuchen will, so ist zunächst nothwendig, die Leber des Thieres vollständig von dem zuerst dort deponirten Glycogen zu befreien, um dann bei Wiedererscheinen dieses Körpers denselben von den eingeführten neuen Versuchsbedingungen sicher ableiten zu können. Das erstere, die Entfernung des immer unter normalen Verhältnissen in der Leber aufgespeicherten Glycogens kann man leicht erreichen, wenn man das Thier hungern lässt. Es ist die Zeit jetzt durch Versuche ermittelt, durch welche verschiedene Thiere hungern müssen, damit die Leber glycogenfrei werde; sie hat sich für verschiedene Thierspezies sehr verschieden gezeigt, und ist im Allgemeinen bei Pflanzfressern kürzer als bei Fleischfressern.

Meine eigenen Versuche wurden Anfangs an Kaninchen, später auch an Hunden und Katzen angestellt. Die Kaninchen waren ausgewachsene, kräftige Thiere; ihr Gewicht schwankte zwischen 1400 bis 1700 Gr. — Sie bekamen vor dem Beginne des Versuchs erst einige Tage gleichmässige Diät, dann wurden sie zum Hungern bei Seite gesetzt durch 6—7 Tage. Diese Hungerzeit überstanden meine Thiere ausnahmslos sehr gut: am Ende derselben wurden sie dann mit der fraglichen Substanz, die zur Bildung von Leberglycogen führen sollte, gefüttert. Die Einverleibung dieser Substanzen geschah bei flüssigen durch die Schlundsonde (elastischen Katheter) und die Spritze — bei festen durch direktes Darreichen, Frassen die Thiere nicht freiwillig, so wurde mit einer Pinzette der Bissen bis tief in den Schlund gesteckt; er wurde dann von selbst bis in den Magen befördert.

Die Darstellung und Bestimmung des Glycogens geschah stets nach *Brücke's* Methode<sup>1)</sup>. Die Lebern wurden mit Wasser wiederholt ausgekocht; das Glycogen wurde schliesslich gewogen.

<sup>1)</sup> Wiener akad. Sitzungsber. Bd. 63, Abtheil. II. p. 1—9.

## A. Versuche mit Kohlenhydraten.

Diese Versuche, die verschiedenen Kohlenhydrate bei richtig vorbereiteten Thieren auf ihr Vermögen zu prüfen, zur Glycogenanhäufung in der Leber beizutragen, sind in letzterer Zeit von verschiedenen Forschern mit übereinstimmendem Erfolge angestellt worden. Ich werde darum nur kurz die erhaltenen Resultate citiren, weil ja ohnehin die Versuche immer nur zur Gewinnung des Glycogens angestellt waren, von dessen Untersuchung weiter unten die Rede ist.

Die erste Tabelle bezieht sich auf Inulinfütterung: das Präparat war von Dr. C. Marquart in Bonn bezogen und von vorzüglicher Reinheit.

## I. Tabelle. Inulinfütterung bei Kaninchen.

| No. des Versuches. | Vorausgeg. Hungerzeit, Tage. | Tag und Zeit der Inulinjection. | Menge des Injicirten in c. c. | Gesamtmenge. | Zeit der Tödtung. | Gefundenes Glycogen in Grammen. |       |
|--------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|---------------------------------|-------|
| I.                 | 5½                           | 8. VI. 76.                      | 8¾h.                          | 38           | 150 cc.           | 6h. Abds.                       | Spur. |
|                    |                              |                                 | 10½ "                         | "            |                   |                                 |       |
|                    |                              |                                 | 12 "                          | "            |                   |                                 |       |
| II.                | wie Versuch No. I.           | 14. VI. 76.                     | 13¼ "                         | "            | 150               | 7 Abds.                         | Spur. |
|                    |                              |                                 | 9h.                           | 38           |                   |                                 |       |
|                    |                              |                                 | 10 "                          | "            |                   |                                 |       |
| III.               | 6                            | 14. VI. 76.                     | 12 "                          | "            | 170               | 7 Abds.                         | Spur. |
|                    |                              |                                 | 2½ "                          | "            |                   |                                 |       |
|                    |                              |                                 | 3½ "                          | 20           |                   |                                 |       |
|                    |                              |                                 | 9 "                           | 38           |                   |                                 |       |
| IV.                | 6                            | 21. VI. 76.                     | 10 "                          | "            | 190               | 4 Abds.                         | Spur. |
|                    |                              |                                 | 11¼ "                         | "            |                   |                                 |       |
|                    |                              |                                 | 12 "                          | "            |                   |                                 |       |
| V.                 | Wie Versuchsthier No. IV.    | 13. VII. 76.                    | 1 "                           | "            | 5½                | 0,124.                          |       |
|                    |                              |                                 | 11h.                          | 38           |                   |                                 |       |
| VI.                | "                            | "                               | 7½ "                          | "            | 7½                | 0,196.                          |       |
|                    |                              |                                 | 11h.                          | 38           |                   |                                 |       |
| VII.               | 6                            | 13. VII. 76.                    | 5¾ "                          | "            | 150               | 5 Abds.                         | Spur. |
|                    |                              |                                 | 8½ "                          | "            |                   |                                 |       |
|                    |                              | 14. VII. 76.                    | 10½ "                         | "            |                   |                                 |       |

Die Concentration war (Versuch I und II) so, dass 35 Gr. Inulin in 150 c. c. Wasser suspendirt waren: bei III) waren 30 gr. zu 150, bei V) bis VII) je 25 Gr. Inulin zu 150 Wasser.

Ueber den Zuckergehalt der Lebern in diesen Versuchen wird später das nothwendige gesagt.

Die gefundenen Glycogenmengen sind geringer als sie von anderen Untersuchern bei Fütterung mit dem gleichen Stoffe angegeben worden. Möglich, dass an diesem Unterschiede der Umstand die Schuld trägt, dass das sonst verwendete Inulin leichter in Levulose umgewandelt wurde als das von mir verwendete. Levulose giebt, wie die Tabelle II zeigen wird, zur Bildung grösserer Glycogenmassen in der Leber leichter die Veranlassung.

Welches die richtige Auffassung dieses Versuchesresultates sei, dafür geben die Parallelversuche IV, V und VI die Deutung: diese drei Versuche wurden sonst unter absolut denselben Umständen angestellt, nur die Zeit, die zwischen der letzten Fütterung und dem Tode des Thieres lag, wurde immer grösser genommen: es stieg dabei die gefundene Glycogenmenge an.

Dies spricht dafür, dass der Kaninchendarm unter den angeführten Bedingungen das Inulin schwer zu Levulose umsetzt, dass er längere Zeit gebraucht um eine grössere Menge hydrolytisch zu spalten. Der Versuch VII, wo die Injectionen über 2 Tage vertheilt wurden, stimmt allerdings damit wieder weniger gut zusammen. Dennoch glaube ich, dass diess der Grund der obigen Resultate ist: damit stimmen Angaben von *Claude Bernard* über die Resultate der Rohrzuckerverdauung. Vor allem stellte *Bernard* fest, dass das Ferment, welches den Rohrzucker invertirt, nicht von den Speicheldrüsen, der Magenschleimhaut, dem Pankreas und dem *intestinum crassum* geliefert wird. Nur der Aufguss der Dünndarmschleimhaut war wirksam: auch Blut wirkte nicht.

Meine Versuche über das Inulin belehren mich, dass dasselbe vom menschlichen Speichel leicht zu Levulose umgewandelt wird.

Da bei der Injektion von Inulin in den Magen die Wirkung des Speichels der Kaninchen ausgeschlossen ist, der Magensaft aber mit grösster Wahrscheinlichkeit als unwirksam auf Kohlenhydrate angesehen werden darf, so muss das Inulin bis in den Dünndarm kommen, ehe überhaupt nur die Hydrolysirung beginnt. Darum vielleicht das verspätete Auftreten von Glycogen.

Um über die Fähigkeit des Dünndarmsaftes, das Inulin umzuwandeln, durch directen Versuch etwas zu erfahren, verfuhr ich so, dass ich bei einem Kaninchen nach Eröffnung der Bauchhöhle eine Dünndarmschlinge hervorzog, und dieselbe nach vorheriger Reinigung mit in Wasser suspendirtem Inulin füllte.

Die Operation selbst wird sehr leicht ertragen (wie überhaupt Pflanzenfresser auf den Bauchschnitt ungemein geringe Reaction zeigen): dagegen war die abgebundene Darmschlinge am Ende des Versuchs so hochgradig verändert (mit Exsudat angefüllt), dass eine Schlussfolgerung aus diesen Versuchen nicht gezogen werden soll: Levulose war im Inhalt nachzuweisen: die Menge wurde gar nicht bestimmt.

Die Levulose, die zu den nächsten Versuchen verwendet wurde, war aus Inulin selbst dargestellt: sie wurde durch Schlundsonde und Spritze in den Magen gebracht.

2. Tabelle: Fütterung von Levulose bei Kaninchen.

| No. des Versuches. | Vorausgeg. Hungerzeit. Tage. | Tag und Zeit der Injection. | Menge der Injection in c. c. | Gesamtmenge. | Zeit der Tödtung.     | Glycogen in Leber in Grammen. |
|--------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------|-------------------------------|
| I.                 | 5                            | 8h.                         | 38                           | 150          | 6h. Abds.             | 0,982.                        |
|                    |                              | 14. VI. 76. 9 $\frac{1}{2}$ | „                            |              |                       |                               |
|                    |                              | 11                          | „                            |              |                       |                               |
| II.                | 6                            | 12 $\frac{1}{2}$            | „                            | 150          | 7 Abds.               | 1,321.                        |
|                    |                              | Wie No. I.                  | „                            |              |                       |                               |
|                    |                              | 10h.                        | 38                           |              |                       |                               |
| III.               | 6 $\frac{1}{2}$              | 21. VI. 76. 11              | „                            | 150          | 7 $\frac{1}{2}$ Abds. | 1,983.                        |
|                    |                              | 12 $\frac{1}{2}$            | „                            |              |                       |                               |
|                    |                              | 2 $\frac{1}{2}$             | „                            |              |                       |                               |
|                    |                              | 8                           | 38                           |              |                       |                               |
| IV.                | 6                            | 6. VII. 76. 9 $\frac{1}{2}$ | „                            | 150          | 7 Abds.               | 1,45.                         |
|                    |                              | 11                          | „                            |              |                       |                               |
|                    |                              | 2 $\frac{1}{2}$             | „                            |              |                       |                               |

Die Concentration der Lösung war bei den Versuchen I und II 30 gr. zu 150 c. c., bei den 2 letzten Versuchen je 28 gr. zu 150 c. c. Lösung.

3. Tabelle: Kaninchen mit Glycerin gefüttert.

| No. des Versuches. | Vorausgeg. Hungerzeit Tage. | Tag und Zeit der Fütterung. | Menge in c. c.         | Gesamtmenge.                        | Zeit der Tödtung. | Glycogen gefunden in Grammen. |        |     |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------|-----|
| I.                 | 5                           | 12.VII. 76.                 | 8h.                    | 38                                  | starb             | —                             |        |     |
|                    |                             |                             | 9 $\frac{1}{4}$        | "                                   |                   |                               | 150    |     |
|                    |                             |                             | 11<br>12 $\frac{1}{2}$ | "<br>"                              |                   |                               |        |     |
| II.                | 5                           | Wie Versuch I.              |                        |                                     | 7h. Abds.         | 0,234.                        |        |     |
| III.               | 6                           | 17.VII. 76.                 | 10h.                   | 38                                  | 7                 | 0,557.                        |        |     |
|                    |                             |                             |                        | 11                                  |                   |                               | "      | 150 |
|                    |                             |                             |                        | 12 $\frac{1}{4}$<br>1 $\frac{1}{2}$ |                   |                               | "<br>" |     |
| IV.                | 6                           | Wie Versuch III.            |                        |                                     | 7 $\frac{3}{4}$   | 0,578.                        |        |     |

Das ungünstige Resultat von Versuch I rührt davon her, dass zu concentrirte Glycerinlösung gegeben wurde. Auf die tödtliche Wirkung des Glycerins, wenn es in grösseren Mengen eingegeben wird, ist schon von *Luchsinger*, ganz neuerlich wieder von *Ustimowitsch* aufmerksam gemacht und erkannt, dass es auflösend auf die rothen Blutkörperchen wirkt: es tritt Hämaturie auf. Bei Versuchsthier I und II kamen wässrige Stühle: auch Pupillenerweiterung wurde constatirt.

Schon vorher war (bei Versuchen, die in der Tabelle nicht citirt sind) der letale Ausgang bei verschiedenen Thieren, die grosse Dosen concentrirter Glycerinlösung bekommen hatten, beobachtet worden.

Bei Versuch I und II waren 50 c. c. käufliches Glycerin zu 310 c. c. Lösung verdünnt, bei Versuch III und IV 40 c. c. zu 310 c. c. Lösung.

4. Tabelle: Kaninchen mit Mannit gefüttert.

| No. des Versuches. | Vorausgeg. Hungerzeit Tage. | Tag und Zeit der Fütterung. | Menge in c. c.   | Gesamtmenge. | Zeit der Tödtung. | Glycogen gefunden in Grammen. |       |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|--------------|-------------------|-------------------------------|-------|
| I.                 | 6                           | 6. VII. 76.                 | 8h.              | 38           | 150               | 7h.                           | —     |
|                    |                             |                             | 9 $\frac{1}{2}$  | "            |                   |                               |       |
|                    |                             |                             | 11               | "            |                   |                               |       |
|                    |                             |                             | 12 $\frac{3}{4}$ | "            |                   |                               |       |
| II.                | 6                           | Wie Versuch No. I.          |                  |              | 7 $\frac{1}{2}$   | Spur.                         |       |
| III.               | 6                           | 21. VII. 76.                | 9h.              | 30           | 120               | 6                             | Spur. |
|                    |                             |                             | 10 $\frac{1}{2}$ | "            |                   |                               |       |
|                    |                             |                             | 11 $\frac{1}{4}$ | "            |                   |                               |       |
|                    |                             |                             | 12 $\frac{3}{4}$ | "            |                   |                               |       |
| IV.                | 6                           | Wie Versuch III.            |                  |              | 7 $\frac{1}{2}$   | 0,135.                        |       |

Es wurde bei Versuch I und II 20 gr. Monnit, bei III und IV 16 gr. zu 150 c. c. Lösung gebracht.

5. Tabelle: Kaninchen mit Traubenzucker gefüttert.

| Nr. des Versuches. | Tag und Zeit der Fütterung. | Menge in C. c.  | Gesamtmenge. | Zeit der Tödtung. | Vorausgeg. Hungerzeit Tage. | Glycogen gefunden in Grammen. |       |
|--------------------|-----------------------------|-----------------|--------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------|
| I.                 | 30. VII. 76.                | 10h.            | 38           | 150               | 6 $\frac{1}{4}$ h.          | 6                             | 1,432 |
|                    |                             | 11              | "            |                   |                             |                               |       |
|                    |                             | 12              | "            |                   |                             |                               |       |
|                    |                             | 2 $\frac{1}{4}$ | "            |                   |                             |                               |       |
| II.                | Wie Versuch I.              |                 |              | 7                 | 6                           | 1,734                         |       |
| III.               | 9. VIII. 76.                |                 | 150          | 7                 | 6                           | 1,95                          |       |

Bei diesen Versuchen waren 30 gr. Traubenzucker zu 150 c. c. Lösung gebracht.

Die Resultate all' dieser Fütterungsversuche mit Kohlenhydraten stimmen mit denen anderer Experimentatoren auf diesem Gebiete gut überein.

*Weiss* findet bei Glycerin-Injectionen höhere Zahlen von Glycogen; dessen Versuchsthiere haben aber doch wohl nicht hinreichend gehungert: ihre Leber enthielt noch Glycogen bei Beginn der Glycerinfütterung.

Die Mannitversuche stimmen mit *Luchsinger*. *Salomon* erhielt unter 10 Mannitversuchen einigemale nennenswerthe Mengen von Glycogen (0,245): ich kann diese Abweichungen nicht erklären.

Durch Beobachtung verschiedener Thatsachen bei diesen Versuchen scheint uns so viel wahrscheinlich, dass die Zeit, welche zwischen der Zufuhr des Nahrungsstoffes und der Untersuchung der Leber auf Glycogen, das aus diesem Nahrungsstoff entstehen soll, liegt, wohl beachtet werden muss.

Die verschiedenen Stoffe brauchen zu den Umänderungen, die sie schon im Darne erfahren, verschieden lange Zeit, und man dürfte vielleicht nicht das richtige Bild davon bekommen, wie leicht oder wie schwer ein Stoff zur Entstehung von Glycogen beiträgt, wenn man so ungefähr die gleichen Versuchsbedingungen auf alle anwendet. Da es uns hier nur darauf ankam, Glycogen von all' den verschieden genährten Thieren zu bekommen, so haben wir diese Angelegenheit nicht weiter experimentell verfolgt. Die Resultate der Untersuchung dieser Glycogene sollen später folgen nach Anführung der Versuche:

### *B. Einfluss der Fütterung mit Eiweiss auf die Glycogenbildung.*

Bei diesem Abschnitte meiner Versuche werde ich etwas ausführlicher verweilen, da ich hier den meisten neuern Experimentatoren, die auf diesem Gebiete gearbeitet haben, widersprechen werde.

Die ältere Ansicht über unsere Frage hatte mit aller Entschiedenheit ausgesprochen, dass bei Eiweissfütterung Glycogen in der Leber auftrete (*Cl. Bernard* und *Naunyn*.) Diese Versuche

sind in neuerer Zeit auf ihre Beweiskraft hin angefochten worden, indem man sagte, dass das Fleisch, welches von *Bernard* und *Naunyn* verfüttert war, Dextrin, Glycogen und Jnosit enthalte, also Kohlenhydrate genug, um das auftretende Glycogen von diesen letzteren ableiten zu können, ausserdem aber auch noch leimgebendes Gewebe in dem Bindegewebe, das nach *C. Bernard*<sup>1)</sup> und *Luchsinger*<sup>2)</sup> bei Fütterung per os ebenfalls Glycogen in der Leber auftreten lässt.

Von *Tscherenoff*<sup>3)</sup>, *Luchsinger* und *Weiss* wird dem reinen Eiweiss die glycogenvermehrnde Wirkung vollständig abgesprochen: sie „alle fanden gerade Fibrinfütterung und hungern lassen in diesem Punkte gleichbedeutend.“

Glycogenbildung auf Fibrinfütterung hatte *M. Donnell* behauptet.

Kaninchen sind für Fibrinversuche und für Eiweissversuche überhaupt ungünstige Thiere, weil bei ihnen der Magen und Darm auch nach langem Hunger nie leer wird, sondern zuletzt wenigstens noch mit Pflanzenresten, und viel zäher Flüssigkeit angefüllt ist. Eine hereingebrachte Flüssigkeit wird leicht resorbirt werden können; wie es dagegen mit den Eiweisskörpern, besonders mit Fibrin ergeht, davon kann man sich durch Autopsie post mortem leicht überzeugen: die Fibrinflocken, die man den Thieren mit Pincetten tief in den Rachen heruntergeschoben hat, liegen nach Stunden sogut wie unverändert im Magen. Ueber die verdauende Kraft des Magensaftes von Pflanzenfressern auf reine Eiweisskörper sind ja unsere Kenntnisse noch sehr lückenhaft. Es kann desshalb wirklich Fibrinfütterung vollkommenem Hunger gleich sein, dann nämlich wenn nichts davon verdaut wird. Trotzdem glaube ich wird man auch bei Kaninchen, wenn man nur die Versuchsbedingungen noch anders wählt, durch Fibrinfütterung die Leber glycogenhältig machen können.

Dass bei Fleischfressern durch Fibrindarreichung reichliche Mengen von Glycogen in der Leber auftreten, zeigen die weiter unten stehenden Versuchsangaben.

Günstiger wirkt schon das Hühnereiweiss als Glycogenbildner bei Pflanzenfressern.

---

1) Diese Behauptung noch vor kurzer Zeit von *C. Bernard* wiederholt: *Revue scientifique* 1873, Nr. 49, pag. 1160.

2) l. c.

3) Wiener acad. Sitzungen Band LI. *Virchow's Archiv* Bd. XLVII.

6. Tabelle: Kaninchen mit Fibrin gefüttert.

| No. des Versuchs. | Hungertage und Fütterung. | Tag und Zeit der Fütterung. |   | Menge.          | Zeit der Tödtung.        | Glycogen in Gramm. |
|-------------------|---------------------------|-----------------------------|---|-----------------|--------------------------|--------------------|
| I.                | 6                         | 19.VII.76.                  | — | nicht bestimmt. | Ende des 7. Tages.       | 0                  |
| II.               | 6                         | "                           | — |                 | Spur.                    |                    |
| III.              | 6                         | 21.VII.76.                  | — |                 | starb.                   | —                  |
| IV.               | 6                         | "                           | — |                 | Ende des 7. Hungertages. | 0                  |
| V.                | 6.                        | "                           | — |                 | Spur.                    |                    |

7. Tabelle: Kaninchen mit Hühnereiweiss.

| No. des Versuchs. | Hungertage vor Beginn der Fütterung. | Tag und Zeit der Fütterung. |              | Was gegeben. | Summe.      | Zeit der Tödtung.          | Glycogen in Gramm. |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|-------------|----------------------------|--------------------|
| I.                | 5                                    | 22.VII.76.                  | 22. an 8h.   | 1 Eiweiss    | 6 St. Eier. | Ende des 7. Versuchstages. | 0,174.             |
|                   |                                      |                             | pm. 1        | "            |             |                            |                    |
|                   |                                      |                             | " 6          | "            |             |                            |                    |
|                   |                                      |                             | 23. am 9     | "            |             |                            |                    |
| III.              | 5                                    | 27.VII.76.                  | pm. 1        | "            | 6 St. Eier. | wie I.                     | 0,098.             |
|                   |                                      |                             | " 4          | "            |             |                            |                    |
|                   |                                      |                             | 27. u. 28.   | 1 Eiweiss    |             |                            |                    |
|                   |                                      |                             | 6 mal wie I. |              |             |                            |                    |
| II.               | 5                                    | ganz wie I.                 |              |              |             | 0,212.                     |                    |
| IV.               | 5                                    | Wie Versuch III.            |              |              |             | 0,482.                     |                    |

Gegen die Versuche dieser Reihe kann man einwenden, dass Hühnereiweiss Traubenzucker enthält, so dass also das Resultat

doch nicht einwurfsfrei ist. Es wurde darum vor Allem der Zuckergehalt des Eiweisses bestimmt, der sich im Mittel aus den Analysen von 25 Eiern zu 0,08 bis 0,09 gr. für 1 Weisses ergab.

Darauf wurde durch Fällen des Hühnereiweisses mit Weingeist, Waschen etc., der Traubenzucker vollständig entfernt und mit so präparirtem Eiweiss nochmals eine Versuchsreihe an Kaninchen angestellt.

8. Tabelle: Kaninchen mit Hühnereiweiss.

| No. des Versuches. | Hungertage vor Beginn der Fütterung. | Tag und Zeit der Fütterung. |                        | Was gegeben. | Zeit der Tödtung.          | Glycogen in Gramm. |
|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------|----------------------------|--------------------|
| I.                 | 4 $\frac{1}{2}$                      | 28.VII. 76.                 | 3 mal täglich je 1 Ei. | 9 Eiweisse.  | Ende des 7. Versuchstages. | 0,142.             |
| II.                | 4 $\frac{1}{2}$                      | Wie Versuch I.              |                        |              |                            | 0,234.             |
| III.               | 4 $\frac{1}{2}$                      | "                           | "                      |              | "                          | 0,312.             |
| IV.                | 5                                    | 3.VIII. 76.                 |                        | 5 Eiweisse.  | starb.                     | —                  |
| V.                 | 5                                    | 3.VIII. 76.                 |                        | 10 Eiweisse  | Am 8. Versuchstage.        | 0,392.             |

Diese Versuche sprechen dafür, dass auch bei Pflanzenfressern durch Zufuhr von Eiweiss Glycogen in der Leber gebildet wird. Oben schon sind die Gründe erwähnt, die ja theilweise mechanischer Art sind, wesshalb bei Pflanzenfressern und spec. bei Kaninchen ein negatives Versuchsergebniss durchaus noch nicht als Beweis für die Untauglichkeit der Eiweisskörper zur Glycogenbildung gelten können.

Die Mengen von Glycogen, die bei den Versuchen der Tabelle 8 unter günstigen Versuchsbedingungen gefunden wurden, sind allerdings noch lange nicht solche, wie man sie bei Traubenzuckerinjectionen beispielsweise antrifft.

Wenn man desshalb unzweideutige Resultate erlangen will, ist es nothwendig an Fleischfressern zu experimentiren. Ich nahm Hunde und Katzen und als Futter nur Fibrin, gerade

weil mit diesem Stoffe in der letzten Zeit am meisten experimentirt ist.

Das Fibrin wurde aus Ochsenblut vom Schlachthause genommen und unter dem Wasserstrahl so lange gewaschen, bis es vollständig weiss war. Die verfütterten Mengen wurden täglich neu bereitet und mit Kochsalz bestreut dem Hunde vorgesetzt, der es gewöhnlich gern nahm. Mit Katzen führte der gleiche Versuch zu einem weniger günstigen Resultate, weil diese das Fibrin entweder gänzlich unberührt lassen oder es doch wenigstens nur mit offenbarem Widerwillen, und darum sehr wenig frassen.

Bekanntlich dauert es bei Fleischfressern viel länger, die Leber durch Hunger glycogenfrei zu erhalten, als bei Pflanzenfressern. Noch nach 14 Hungertagen fand *Luchsinger* beträchtliche Mengen Glycogen in der Hundeleber und selbst nach drei Wochen die letztere nicht absolut frei.

Andere Beobachter geben allerdings weit kürzere Zeiten an: *Goldstein* fand bei einem Hunde nach 6 Hungertagen schon die Leber glycogenfrei, *Strokowsky* nach 8 Tagen.

Natürlich wurden für die eigenen Versuche die längsten Termine nach den gutübereinstimmenden Angaben von *Bernard*, *Heynsius* und *Luchsinger* angenommen und die Versuche so eingerichtet:

9. Tabelle: Hunde mit Fibrin gefüttert.

| No. des Versuches. | Beginn der Hungerzeit. | Gefüttert           |                     | getödtet.                        | Glycogen in Leber: Gramme: |
|--------------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------|
|                    |                        | am                  | mit:<br>gr. Fibrin. |                                  |                            |
| I.                 | 8. VII. 76.            | 22. VII.            | 1500                | 6. VIII. 76.<br>29 Versuchstage. | 12,23.                     |
|                    |                        | 23. VII.            | 750                 |                                  |                            |
|                    |                        | 24. VII.            | 1500                |                                  |                            |
|                    |                        | 26. VII.            | 900                 |                                  |                            |
|                    |                        | 27. VII.            | } unbestimmt.       |                                  |                            |
|                    |                        | 28. VII.            |                     |                                  |                            |
|                    |                        | 30. VII.            | 700                 |                                  |                            |
|                    |                        | 1. VIII.            | nicht gegeb.        |                                  |                            |
|                    |                        | 2. VIII.            | 600                 |                                  |                            |
|                    |                        | 4. VIII.            | 1500                |                                  |                            |
| 5. VIII.           | 800                    |                     |                     |                                  |                            |
| II.                |                        | Ganz wie Versuch I. |                     |                                  | 11,842.                    |

9. Tabelle: Hunde mit Fibrin gefüttert.

| No. des Versuches. | Beginn der Hungerzeit. | Gefüttert  |                     | getötet.                       | Glycogen in Leber: Gramme. |
|--------------------|------------------------|------------|---------------------|--------------------------------|----------------------------|
|                    |                        | am         | mit:<br>gr. Fibrin. |                                |                            |
| III.               | 4. X. 76.              | 18. X. 76. | 700                 | 29. X. 76.<br>25. Versuchstag. | 8,571.                     |
|                    |                        | 19. "      | 500                 |                                |                            |
|                    |                        | 20. "      | 800                 |                                |                            |
|                    |                        | "          | 750                 |                                |                            |
|                    |                        | "          | 1000                |                                |                            |
|                    |                        | "          | 600                 |                                |                            |
|                    |                        | "          | 500                 |                                |                            |
|                    |                        | "          | 800                 |                                |                            |
|                    |                        | "          | 1200                |                                |                            |

Die zwei ersten Thiere hatten also 14 Tage, der dritte Hund 13 Tage gehungert vor Darreichung irgend welcher Nahrung: dann wurde an bezeichneten Tagen Fibrin gegeben: das eingesetzte Gewicht bezieht sich auf feuchtes ausgepresstes Fibrin: dessen Trockengehalt beträgt im Mittel 78.87 % des feucht erhaltenen Gewichtes. Die 2 ersten Thiere haben also beiläufig insgesamt je 6,51 Kilogr., der dritte 4,50 Kilogr. Fibrin erhalten.

10. Tabelle: Katzen mit Fibrin gefüttert.

| No. des Versuches. | Beginn der Hungerzeit. | Gefüttert |                     | getötet.                       | Glycogen in der Leber: Gramme. |
|--------------------|------------------------|-----------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                    |                        | am        | mit:<br>gr. Fibrin. |                                |                                |
| I.                 | 5. X. 76.              | 18. X.    | 500                 | 25. X. 76.<br>20. Versuchstag. | 1,684.                         |
|                    |                        | 20. "     | 600                 |                                |                                |
|                    |                        | 22. "     | 400                 |                                |                                |
|                    |                        | 23. "     | 500                 |                                |                                |
|                    |                        | 24. "     | —                   |                                |                                |
| II.                | 8. X. 76.              |           |                     | 28. X. 76.<br>20. Versuchstag. | 1,913.                         |

Ich habe schon oben erwähnt, dass Katzen viel schwerer zur Annahme von Fibrin zu bringen waren. Zwei weitere Versuchsthiere verweigerten die Annahme vollständig und starben am 16. und 15. Tage der absoluten Carenz.

Da die Thiere vorher gut genährt und vollständig gesund waren, so lässt sich schon aus diesem Faktum mit grosser Wahrscheinlichkeit folgern, dass bei Katzen in kürzerer Zeit das Glycogen aus der Leber schwindet als bei Hunden.

Die Zahlen der 9. Tabelle beweisen deutlich, dass reine Eiweissnahrung bei Fleischfressern, wo eben das Eiweiss auch wirklich verdaut und assimiliert wird, zur Bildung und Anhäufung von Glycogen in der Leber dient. Gegen die Versuchsanordnung, die mir gerade so die günstigste scheint, wird man keinen Einwand erheben, wenigstens nicht vom Standpunkte derer, die hungern lassen und Fibrin füttern als identisch für den Glycogengehalt der Leber bezeichnen. Das Vermögen der Eiweisskörper, Glycogen zu erzeugen, geht aus folgendem *Bernard'schen* Versuche noch hervor. Eier von Fliegen auf Fleisch gesetzt, entwickeln sich bald zu Maden, die sich dann vom Fleische ernähren. Lässt man diese Thiere durch einige Zeit wachsen, tödtet und untersucht sie dann, so findet man grosse Mengen von Glycogen in ihnen.

### C. Die Untersuchung der bei den verschiedenen Fütterungsarten gewonnenen Glycogene.

Die Glycogene, die man von den verschieden behandelten Thieren gewinnt, zeigen vollständige Uebereinstimmung in den allgemeinen physikalischen Eigenschaften, Färbung mit Jod, Opalescenz, Umwandelbarkeit beim Kochen mit Säuern und Behandeln mit Fermenten in Substanzen, die die *Fehling'sche* Lösung reduciren, also in Zucker. Da die Hilfsmittel unserer Untersuchungsmethoden leider weitere Fragen uns noch nicht zu beantworten gestatten, so untersuchte ich von den gewonnenen Glycogenarten folgende Verhältnisse: die specifische Drehung der Glycogene selbst; die specifische Drehung des aus diesen Glycogenen durch hydrolytische Spaltung darstellbaren Zuckers; endlich die absoluten Mengen des aus bestimmtem Glycogenquantum darstellbaren Zuckers.

Ueber die ersten beiden Punkte liegen von *Luchsinger* Angaben vor, der die spezifische Drehung des Glycogens von Levulosen- und Glycerinthieren gleich fand, und ausserdem constatirte, dass beide durch Kochen mit Säuren in Körper verwandelt werden, die die Polarisationsene nach rechts drehen.

Zur Bestimmung der spezifischen Drehung benutzte ich den Apparat von *Soleil-Ventzke*. Gewonnene Mengen der trockenen Glycogenarten werden in bestimmter Menge von Wasser gelöst und darauf die erhaltene Lösung in ein Decimeter langer Schicht untersucht. Die Mittel aus je 10 Bestimmungen stimmen vorzüglich mit einander überein <sup>1)</sup>: die Mittel von mehreren solchen Reihen geben die unten stehenden Zahlen.

|                                           |                               |   |        |
|-------------------------------------------|-------------------------------|---|--------|
| Es wurde gefunden die spezifische Drehung |                               |   |        |
|                                           | von Traubenzucker—Glycogen zu |   | + 173° |
| Levulose                                  | "                             | " | + 168° |
| Glycerin                                  | "                             | " | + 160° |
| Eiweiss                                   | "                             | " | + 163° |

Diese Zahlen stimmen unter sich so gut überein, dass man die Unterschiede von Beobachtungsfehlern ableiten kann; wir erhielten wenigstens so grosse Unterschiede, wie sie hier für die verschiedenen Glycogenen angegeben sind, auch bei wiederholter Untersuchung der gleichen Glycogenart. Das Eiweissglycogen ist vom Hunde. Allerdings stimmen diese Zahlen nicht, dem absoluten Werthe nach, der daraus für die spezifische Drehung des Glycogens resultirt, mit *Luchsinger's* Angaben zusammen. Worin dieser Unterschied begründet ist, kann ich nicht angeben, da mir ein *Wild'scher* Polarisationsapparat zu Controlversuchen nicht zur Verfügung stand, *Luchsinger* aber mit letzterem Instrumente arbeitete. Die absolute Grösse der gefundenen Zahlen stimmt gut überein mit *Hoppe-Seyler's* Angabe, der die spezifische Drehung des Glycogens ungefähr dreimal so gross, wie die der Dextrose angibt. Da es

<sup>1)</sup> Es scheint interessant genug, darauf aufmerksam zu machen, dass die Bestimmungen verschiedener Personen mit dem Apparate von *Soleil-Ventzke* oft merklich von einander abweichen, während die Versuchsreihen der gleichen Person vorzüglich zusammenstimmen.

mir nur auf die Vergleichung des specifischen Drehungsvermögens der einzelnen Glycogene ankam, so habe ich mit dem obigen Resultate mich begnügt. Es besitzen also die verschiedenen Glycogene das gleiche specifische Drehungsvermögen von etwa  $+ 168^{\circ}$ .

Die Ueberführung des Glycogens in Zucker geschah nach den gewöhnlichen, hiefür angegebenen Methoden. Dabei zeigten sich sehr merkwürdige Verhältnisse, sowohl hinsichtlich der absoluten Mengen des gefundenen Zuckers als der specifischen Drehung, welche die in verschiedener Weise behandelte Glycogenlösung zeigte. Ich werde darum meine Versuche in extenso mittheilen.

Zuerst wurde Glycogenlösung mit Salzsäure versetzt und unter Ersatz des verdunstenden Wassers 4—6<sup>h</sup> damit gekocht. Dabei wurde in einem der ganz gleichartig verlaufenden Versuche folgende Resultate erhalten. Der Zucker wurde mit *Fehling'scher* Lösung ausfärbt.

Eiweissglycogen 0,342 gr. gaben 0,195 Zucker (51,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>).

Glyceringlycogen 0,43 gr. gaben 0,27 Zucker (56,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>).

Traubenzuckerglycogen 0,513 gr. gaben 0,26 Zucker (45,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>).

Das Glycogen besitzt die empirische Formel  $C_6 H_{10} O_5$ : bei seinem Uebergange zu Traubenzucker wird Wasser aufgenommen, d. h. es wird  $C_6 H_{10} O_5 + H_2O = C_6 H_{12} O_6$  oder 162 Gewichttheile Glycogen müssen geben 180 Gewichtstheile Traubenzucker nach obiger Formel.

Nach diesem ersten Resultate wurde, weil beim Kochen mit Säuren eine gelbliche Verfärbung der Flüssigkeit durch Einkochen an den Randstellen nie zu vermeiden war, was die Bestimmung mit dem Polarisationsapparate besonders erschwerte, in Zukunft immer die Umsetzung durch Speichel vorgezogen; das Glycogen wurde dabei in ein Wasserbad, das auf etwa 40°C. constant erhalten wurde, eingesetzt.

Ein Versuch ergab:

Traubenzuckerglycogen 0,201 gr. gaben 0,1 Zucker (45,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>).

Eiweissglycogen 0,405 gr. gaben 0,2 Zucker (44,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>).

Leyuloseglycogen 0,283 gr. gaben 0,15 Zucker (48,4<sup>0</sup>/<sub>0</sub>).

Die Digestion mit Speichel hatte 14<sup>h</sup>. gedauert: der Zucker war schliesslich mit *Fehling'scher* Lösung ausfärbt worden.

Bei dieser Versuchsreihe, wo die äusseren Umstände gleichartiger waren, sind die procentisch erhaltenen Mengen von der hypothetisch verlangten maximalen Zuckermenge schon sehr gut übereinstimmend. Bedenkt man, dass schon durch verschieden rasches und verschieden starkes Austrocknen die Geschwindigkeit, mit der das bezügliche Glycogen dann in Zucker übergehen wird, sehr wesentlich ändern kann, so sind die erhaltenen Zahlen sicher eine Stütze für die Gleichartigkeit der erhaltenen Glycogenarten.

Also bei 14stündiger Digestion mit Speichel ist noch nicht die Hälfte des Zuckers, der eigentlich entstehen sollte, entstanden.

Es wurde dann von der gleichen Glycogensorte eine grössere Menge von Lösung bereitet und bestimmte Theile davon verschieden lange Zeit mit Speichel bei 40°C. digerirt.

Das Resultat war:

|                        |       |                        |      |        |                         |                         |
|------------------------|-------|------------------------|------|--------|-------------------------|-------------------------|
| Traubenzuckerglycogen: | 0,296 | nach 30 <sup>h</sup> . | 0,20 | Zucker | (60,6 <sup>0</sup> /o). |                         |
| "                      | "     | 0,296                  | "    | 46     | 0,21 "                  | (64 <sup>0</sup> /o).   |
| "                      | "     | 0,296                  | "    | 78     | 0,232 "                 | (70,3 <sup>0</sup> /o). |
| Eiweissglycogen:       | 0,384 | "                      | 30   | 0,295  | "                       | (68,6 <sup>0</sup> /o). |
| "                      | "     | 0,384                  | "    | 46     | 0,30 "                  | (69,8 <sup>0</sup> /o). |
| "                      | "     | 0,384                  | "    | 78     | 0,32 "                  | (74,4 <sup>0</sup> /o). |

Leider war durch diese und andere Versuche der Vorrath an Glycogen erschöpft, so dass nicht festgestellt ist, ob endlich durch fortgesetzte Digestion mit Speichel wirklich die hypothetisch verlangte Zuckermenge erhalten werden kann. Nach den letzten Versuchen ist dies sehr wahrscheinlich. Immerhin ist es merkwürdig, wie schwer Speichel (der bei angestellter Probe auf Stärkekleister sehr gut wirkte) und verdünnte Salzsäure das Glycogenmolecul (oder vielleicht das entstandene Dextrin?) saccharificiren.

Die spezifische Drehung all' der mit hydrolytischen Agentien behandelten Glycogenlösungen war zu allen Zeiten stark rechtseitig: mit dem Fortschreiten der Zuckerbildung nahm die + spezifische Drehung stets ab. Beispielsweise war für eine bestimmte, noch durchaus unveränderte Glycogenlösung in 1 Decimeter langer Schicht die Abweichung + 3,75 gefunden worden: nach 30 stündiger Digestion mit Speichel gab diese Lösung auf gleiche Concentration gebracht jetzt + 2,49, nach 46 Stunden noch + 2,21, nach 78 Stunden endlich noch + 2,07.

Da die specifische Drehung des Glycogens nach den oben gefundenen Zahlen ungefähr dreimal so gross wie die des Traubenzuckers ist, so kann man die nach theilweiser Umsetzung des Glycogens in Traubenzucker noch vorhandene specifische Drehung unter bestimmten Annahmen berechnen. Nimmt man nämlich an, das noch nicht zu Zucker umgesetzte sei Glycogen geblieben (eine sehr unwahrscheinliche Annahme), so würde die Versuchsreihe: Traubenzuckerglycogen (vorige Seite: dazu gehören die oben angegebenen in Versuch gefundenen specifischen Drehungen) folgende Zahlenwerthe nach dem Gehalte an Dextrose und (hypothetischem) Glycogen für die specifische Drehung berechnen lassen.

Die ursprüngliche Lösung des Glycogens ergab die Stellung des 0-Punktes der Scala auf  $+ 3,75$ : die Lösung, die 60% des verlangten an Zucker enthielt, musste drehen:  $0,4 \times 3,75 + 0,6 \times 1,25 = + 2,25$ : es ist aber gefunden,  $+ 2,49$ : In dem Zeitmomente, wo die Lösung 70% Zucker enthält, musste die Drehung sein  $0,3 \times 3,75 + 0,7 \times 1,25 = + 2,0$ : die wirklich gefundene Drehung ist aber  $+ 2,07$ : d. h. die wirklich gefundene Drehung ist grösser, als sie unter der Annahme wäre, das noch nicht in Zucker verwandelte sei Glycogen geblieben. Diese Annahme ist, wie oben schon bezeichnet, unwahrscheinlich, nicht so sehr desshalb, weil mit Speichel durch einige Zeit behandelte Glycogenlösung bestimmte Reactionen des Glycogens nicht mehr gab, sondern weil es unsern chemischen Anschauungen widerspricht, anzunehmen, das Glycogenmolecul zerfalle von Anfang an glatt in lauter Zuckermolecul. Wahrscheinlich entsteht aus Glycogen zunächst ein Glycose + 1 Dextrin [oder dem Dextrin verwandtes Molecul, (natürlich unter Wasseraufnahme)<sup>1</sup>). Nun dreht aber Dextrin schwächer als Glycogen (die spec. Drehung ist  $+ 138,5$ ): dafür wird aber dies minus ausgeglichen dadurch, dass Traubenzucker eigentlich stärker dreht als  $+ 56^{\circ}$ : es ist nämlich das eigentliche Rotationsvermögen der Dextrose gleich  $+ 104$  (ganz entsprechend dem der Levulose, welches ist  $- 104^{\circ}$ ) und erst die einige Zeit in Lösung befindliche Dextrose erniedrigt ihr Rotationsvermögen continuirlich, bis es bei  $+ 56^{\circ}$

<sup>1</sup>) Dies für das Stärkemehl sehr wahrscheinlich gemacht durch Musculus: (Anal. d. ch. et ph. (3) 60. 203 u. (4) 6. 177. Citat bei Fittig: Constitution der Kohlenhydrate: Tübingen, Fues, 1871. und Schulze B. B. VII. 1047.

constant wird. Da wir nun vorderhand noch durchaus nicht wissen, was eigentlich das Drehungsvermögen der durch eine hydrolytische Spaltung eben entstandenen Dextrose ist, und die obigen Versuche direct darauf hinweisen, dass es grösser als  $+ 56^{\circ}$  sein muss, weil sonst die obengefundnen Zahlen nur durch zu gezwungene Annahmen erklärbar sind, so folgt, dass wir aus der specifischen Drehung unserer Lösungen messende Folgerungen nicht ziehen dürfen. So viel geht indess unzweifelhaft aus den obigen und weiteren hier nicht mitgetheilten Zahlen von anderen veränderten Glycogenlösungen, die ganz übereinstimmende Werthe ergeben haben, hervor, dass die aus den verschiedenen Glycogensorten durch hydrolytische Spaltung erhaltenen Produkte stark rechtsdrehend sind.

Es folgt also aus den in diesem Abschnitte mitgetheilten Versuchen, dass höchst wahrscheinlich alle Glycogene, die man bei Fütterung verschiedener Nahrungsstoffe in der Leber antrifft, identisch sind und die gleichen Zersetzungsprodukte liefern.

#### *Ueber die Bildung des Glycogens.*

In der Einleitung wurden die verschiedenen über die Entstehung des Leberglycogens aufgestellten Theorien angeführt, die man kurz bezeichnen kann als:

- 1) Anhydrisirungstheorie — directe Bildung aus Kohlenhydraten;
- 2) Ersparnistheorie — Bildung aus Eiweissstoffen resp. deren Umsetzungsprodukten;
- 3) *Schiff's* Theorie — Bildung aus Material, das von den Muskeln der Leber zugeführt wird (Jnosit).

Dass wir trotz aller Versuche über die ersten Grundfragen dieses Kapitels noch nicht aufgeklärt sind, zeigt die kurze Besprechung derselben. Offenbar muss man annehmen, dass sowohl durch die Zufuhr von Kohlenhydraten als von Eiweiss die Bedingungen zur Entstehung von Glycogen in der Leber gegeben sind, denn dies letztere ist ja in Thieren nach dieser Nahrung angetroffen worden, deren Leber sicher durch Hunger vorher glycogenfrei war. In welches Gedränge man kommt, wenn man anfängt, quantitativ unsere Versuchsergebnisse zu analysiren, zeigt das folgende Experiment.

Ein Hund, der 8 Tage lang nur mit Fleisch genährt war, bekam am 9. Tage morgens 90 gr. Traubenzucker, Abends 80 gr., am 10. Versuchstage morgens 100 gr.: darauf wurde er um 1<sup>h</sup> durch Verbluten aus den Carotiden getödtet: die Leber sofort untersucht zeigte einen Glycogengehalt von 7,65 gr.

Nach der Anhydritbildungstheorie waren hier die denkbar günstigsten Bedingungen für die Entstehung von Glycogen gegeben und doch zeigte der Hund, der die der Tabelle 9 an Körpervolumen alle übertraf, weniger Glycogen in der Leber als alle, die nur mit Fibrin gefüttert waren. Der einzelne Versuch kann allerdings, da man ja gerade bei Glycogenversuchen manchmal Ausnahmefälle, die gegen alle Regeln verstossen, antrifft, nichts endgiltiges beweisen, aber er fordert doch wenigstens zu neuer Prüfung unserer Hypothesen auf.

Die Ersparnisstheorie lautet eigentlich in ihrer milderer Form: Glycogen bildet sich auf Kosten von Eiweissderivaten, aber eine Anhäufung kommt nur zu Stande, wenn durch eine grössere Zufuhr von Kohlenhydraten oder anderen leicht oxydirbaren Moleculen das Glycogen unversehrt erhalten wird, durch Eintreten der ersteren in die Funktion des Glycogens. Einmal widerspricht diese Ansicht physiologischen Grundanschauungen über die Oxydation im Blute, zum andern ist sie widerlegt durch die Versuche, welche bei Variirung dieser sog. leicht verbrennlichen Moleculen Glycogen nur auf Zucker und Glycerinfütterung hin, aber nicht z. B. durch Zufuhr von organischen Säuren auftreten sahen: dann sprechen direkt dagegen die obigen in Tabelle 9 verzeichneten Fibrinversuche.

Endlich könnte man sich nach den Ansichten *Schiff's* etwa denken, das Glycogen entstehe nicht direkt aus den nächsten Umsetzungsprodukten der in den Darm eingeführten Nahrung, sondern aus einem einzigen Stoffe, der sich durch Vermittlung all der eingeführten Nahrungsstoffe im Organismus selbst erst bilde. Es ist nicht abzusehen, wie man damit die Schwierigkeit umgangen haben will, aus so verschiedenem Bildungsmaterial dasselbe Glycogen entstehen lassen zu müssen. Denn die Frage ist damit nur nach Zeit und Ort anders modulirt: und die Schwierigkeit, die Bildung eben dieses einzigen Glycogenerzeugers zu verstehen, bleibt ganz dieselbe. Allerdings könnte man sich auf Grund dieser Vorstellung einer beständigen Zufuhr des

Bildungsmaterials für das Glycogen die Beobachtung erklären, dass man auch nach langer Abstinenz Glycogen findet.

Nimmt man an, dass das Glycogen beständig aus der Leber schwinde, indem es zu Zucker umgebildet wird, und betrachtet man auf der andern Seite die doch geringen Mengen von Glycogen, die man jeweilig unter den günstigsten Umständen in der Leber findet, so kommt man zu dem Schlusse, dass diese Glycogenmenge doch nur kurze Zeit (höchstens wenige Tage) zur continuirlich fortgehenden Zuckerbildung ausreichen wird. Man findet aber viel länger Glycogen: d. h. dieses wird nicht blos unmittelbar zu Zeiten der Nahrungsaufnahme gebildet.

Auf der andern Seite, wie grosse Mengen von Zucker werden bei reichlicher Zufuhr assimilirt und wie gering ist die Menge des gefundenen Glycogens: der Zucker ist nicht vollständig zerstört in der kurzen Zeit, man findet auch nicht im Blute soviel, dass mit den andern Summanden die richtige Summe herauskäme: er muss noch sonst irgendwo in den Geweben (und nicht bloss als Muskelglycogen) untergebracht sein.

Die merkwürdigen Versuchsergebnisse *Schiff's*, der bei überfirnissten Thieren, je nachdem er sie abkühlte oder erwärmte, bald kein Glycogen in der Leber fand, dann aber wieder welches antraf, passen doch nur auf eine Hypothese, die das Glycogen auch ausserhalb der Zeit der Nahrungsaufnahme in der Leber entstehen lässt.

### *Schicksale des Glycogens.*

In der Einleitung sind die Versuche von *Bernard* erwähnt, welche die zuckerbildende Funktion der Leber beweisen sollen, diese Versuche bildeten ja den Ausgangspunkt der Lehre vom Glycogen überhaupt. Die in der Einleitung angeführte Tabelle ist nach ältern und neuern Versuchen *Bernard's* zusammengestellt. Gegen die *Bernard'sche* Lehre von der Zuckerbildung in der Leber trat *Pavy* auf, der das Glycogen normaler Weise nicht zu Zucker zurückverwandeln lässt: *Pavy's* Lehre ist merkwürdiger Weise von den meisten deutschen Physiologen angenommen worden.

Ich habe wegen dieses Widerstreites die Lebern meiner Versuchsthiere auch auf Zucker untersucht und immer solchen gefunden. Es seien die Resultate hier zunächst zusammengestellt.

| Species<br>des<br>Versuchsthieres. | Numer. | Zucker<br>in der Leber. | Species<br>des<br>Versuchsthieres. | Numer. | Zucker<br>in der Leber. |
|------------------------------------|--------|-------------------------|------------------------------------|--------|-------------------------|
| Kaninchen                          | 1      | 0,08.                   | Kaninchen                          | 11     | 0,11.                   |
| "                                  | 2      | 0,09.                   | "                                  | 12     | 0,135.                  |
| "                                  | 3      | 0,105.                  | "                                  | 13     | 0,185.                  |
| "                                  | 4      | 0,107.                  | "                                  | 14     | 0,197.                  |
| "                                  | 5      | 0,132.                  | Hunde                              | 1      | 3,578.                  |
| "                                  | 6      | 0,124.                  | "                                  | 2      | 3,12.                   |
| "                                  | 7      | 0,134.                  | "                                  | 3      | 3,02.                   |
| "                                  | 8      | 0,157.                  | "                                  | 4      | 2,18.                   |
| "                                  | 9      | 0,184.                  | Katze                              | 1      | 1,13.                   |
| "                                  | 10     | 0,09.                   | "                                  | 2      | 1,57.                   |

*Tscherenoff* hat noch Angaben über den Zuckergehalt der Leber gemacht: er nimmt an im Mittel 0,1% der frischen Lebersubstanz. Alle die vielen neuern Arbeiten enthalten darüber keine Angaben.

*Pavy* muss nur die negativen Funde bei seinen Versuchen berücksichtigt haben: er könnte sonst zu diesem Resultate nicht kommen. In den oben mitgetheilten Versuchen wurde so schnell wie dies überhaupt nur möglich ist die Leber in heisses Wasser gebracht. In dieser Zeit (von wenigen Sekunden) treten Leichenerscheinungen noch nicht ein. *Bernard* hat Recht, wenn er die Ansicht *Pavy's* als irrig zurückweist. Das Thier stirbt nicht auf einmal in allen seinen Theilen. Nimmt man die obigen Glycogenmengen und hier die gefundenen Zuckermengen zusammen, so hiesse das, in einer Zeit von 10 bis 15 Sekunden sollen 20 bis 30 Procen te der ganzen vorhandenen Glycogenmengen in Zucker umgesetzt sein. Nach den obigen Versuchsergebnissen glaube ich unbedingt an die Präexistenz von Zucker in dem normalen Lebergewebe. Um die Herkunft dieses Zuckers des wässerigen Leberextractes zu bezeichnen, füge ich das Versuchsergebnis bei, dass derselbe bei Fütterung mit Levulose rechtsdrehend gefunden wurde.

Die Einwände, die von Seiten der Hypothese *Pavy's* gegen die *Bernard'sche* Theorie gemacht worden, sind hauptsächlich folgende:

- 1) die Unwahrscheinlichkeit der Annahme, dass Glycogen und Zucker an demselben Orte vice versa in einander übergeführt werden sollen;
- 2) Wenn Glycogen in Zucker übergehe, so müsste nach Analogie der Erscheinungen in Folge von Zuckereinjectionen ins Blut Diabetes auftreten;
- 3) das Vorhandensein von Glycogen in der Leber ohne Spuren von Zucker zu finden.

ad 1) Die Zweckmässigkeit der Einrichtungen — und damit soll ja hier etwas bewiesen werden — wie sie von den Gegnern *Pavy's* interpretirt werden, ist doch eine vollkommene: die Leber hat den Zweck, die grossen Zuckermengen, die bei der Verdauung entstehen, zu fixiren, eben damit der Zuckergehalt des Blutes im grossen Kreislauf kein zu grosser werde und dann wirklich Glycosurie eintritt. Nach Bedürfniss des Organismus tritt dann der Zucker wieder allmählig in geringen Mengen von der Leber aus in's Blut. Einheit des Ortes braucht man, bemerkt *Luchsinger* mit Recht, desshalb nicht anzunehmen; die Vorgänge können räumlich getrennt auf Leberzellen und Leberblut vertheilt gedacht werden.

ad 2) Die normale Glychämie scheint durch so viele Versuche bewiesen, dass ich zu *Pavy's* Einwand, der eben von seinen eigenen Versuchen nur die mit negativen Resultaten gelten lässt, mich nicht bekennen kann. Ich habe von dem Zuckergehalte des Blutes mich durch eigene Anschauung überzeugt. Dieser Zucker stammt nach *Bernard* von der Leber, dann noch von der Lymphe. Die Anwesenheit der Dextrose in der Lymphe ist schon von *Tiedemann* und *Gmelin* auf Grund von Versuchen behauptet: Diese Behauptung ist inzwischen von andern Experimentatoren wiederholt. Ich habe auch hievon selbst mir dadurch Gewissheit verschafft, dass ich in den Ductus thoracicus beim Kaninchen eine Kanüle einsetzte und durch einige Zeit Lymphe auffing: die Lymphe gab starke Zuckerreaction.

*Bernard* hat die normale Glychämie als physiologische Thatsache bewiesen und auch deren Zusammenhang mit *Diabetes*

nach meiner Meinung vollständig aufgeklärt. Er sagt, dass der Zuckergehalt des Blutes eine gewisse Grenze nicht überschreiten darf, wenn nicht Glycosurie eintreten soll. Letztere Erscheinung tritt beim normalen Thiere ein, bei Injection von Zucker in's Blut, aber auch dann, wenn man sehr grosse Zuckermengen auf einmal (Rohrzuckersyrup) in den Darmkanal einführt. Es existirt also durchaus kein prinzipieller Unterschied in der Applicationsstelle des Zuckers hinsichtlich der Erzeugung von *Diabetes*.

ad 3) Die Beobachtung des Vorhandenseins von Glycogen in der Leber ohne Zucker ist eine äusserst seltene. *Pavy* gibt an, er habe einmal in der Leber eines Stockfisches (im Januar) viel Glycogen ohne eine Spur von Zucker gefunden und auch nach 2 stündigem Erwärmen auf eine Temperatur von 32° C. nur eben spurenweise Zuckerreaction bekommen. *Pavy* sagt selbst, dass hier das Ferment gefehlt habe, das normalerweise das Glycogen in Zucker umgewandelt habe. Dieses Ferment, das *Pavy* nur für den abgesorbenen Organismus annimmt, ist aber im normalen Blute enthalten. Dieses zuckerbildende Ferment ist schon von *Magendie* u. A. angenommen, seine Existenz aber besonders von *Tiegel* in neuerer Zeit wahrscheinlich gemacht worden. Ich habe den folgenden schon öfter angestellten Versuch mit positivem Resultate wiederholt.

Einem Kaninchen wurde 0,28 resp. 0,435 gr. Glycogen, in 30 C. c. halbprozentiger Kochsalzlösung gelöst, in die vena jugularis externa mit der Vorsicht eingespritzt, dass nur langsam die Menge in den Blutstrom übertrat. (Die Lösung wurde in eine Bürette gegeben und diese langsam gehoben.) Der Harn, den man eine Stunde nachher dem Thiere abpresste, war zuckerhaltig und noch 8 Stunden nach der Injection zeigte sich Zucker im Harn. Um den Einwand zu beseitigen, dass nicht die Wasserinjection allein und die dadurch bedingte Blutdrucksteigerung Zuckerharnen erzeugt, werden einem Controlthiere einfach 30 C. c. halbprozentiger Kochsalzlösung auf dem gleichen Wege beigebracht: der Harn blieb normal.

Es ist also ein Ferment, das aus Glycogen Zucker bildet im Blute. Dieses Ferment kann unter gewissen Umständen

fehlen. *Schiff* zeigte, dass Winterfrösche wohl Glycogen, aber keinen Zucker in der Leber haben. Schon *Stannius* und *Weber* beachteten diesen Unterschied, dass im Winter die Froschleber dunkel gefärbt und blutleer wird, während sie im Sommer heller gefärbt erscheint und reich an Blut ist: hier findet man dann weniger Glycogen und viel Zucker. *Schiff* schreibt direct die hellere Farbe der Sommerleber dem Gehalte an Glycogen, nicht dem Blutreichthum zu. Möglicherweise ist in diesem Sinne *Pavy's* Beobachtung am Stockfisch, die ihm so merkwürdig erschien, zu erklären.

Endlich will ich noch eines Versuches erwähnen, der den zeitlichen Uebergang des Glycogens in Zucker demonstirt.

Eine Hundeleber von 670 Gr. Gewicht wurde in verschiedene Theile zerschnitten. Ein Theil bald nach dem Tode des Thieres untersucht, ergab (auf die ganze Leber berechnet) 3,02 Gr. Zucker und 7,65 Gr. Glycogen. Nach drei Tagen zeigten 90 Gr. des Ueberrestes (im Zimmer bei 13° C. aufbewahrt) einen solchen Zuckergehalt, dass darnach die ganze Leber 11,32 Gr. Zucker enthalten hätte. Nun geben 7,65 Gr. Glycogen 8,5 Gr. Traubenzucker: nach dem ersten Versuche wären also, wenn alles Glycogen zu Zucker geworden,  $3,02 + 8,5 = 11,52$  Gr. zu erwarten gewesen. Es sind wirklich gefunden 11,32 Gr.

Am 5. Tage wurde in einem letzten Leberstücke Zucker in solcher Menge gefunden, dass auf die ganze Leber 10,6 Gr. Zucker gekommen wäre. Diese Zahlen finden ihre ungezwungene Erklärung in der Annahme, dass das Glycogen in der Leber vollständig in die theoretisch verlangte Zuckermenge (in dem Leberstücke, das 3 Tage gelegen) übergegangen war. Nach 5 Tagen war ein Theil des Zuckers selbst schon weiter zersetzt (nach *Bernard's* Annahme in Milchsäure).

Dieses Resultat ist insofern interessant, weil darnach das in der todten Leber thätige Ferment offenbar energischer wirkt, als Speichel und Kochen mit verdünnter Salzsäure.

Durch diese Agentien war es ja oben nicht möglich, in der Zeit bis über 3 Tage das Glycogen vollständig in Zucker überzuführen.

Auch *Pavy* gibt an, dass (innerhalb der ersten 24 Stunden) für im Mittel je 1.54 Theile verschwindender amyloider Substanz nur 1 Theil Zucker erscheine. Also geht auch wohl in der Leber

das Glycogen zunächst in eine Mittelstufe (Dextrin?) über, bevor es definitiv zu Traubenzucker wird.

Die Resultate der vorstehenden Versuche lauten demnach: Kohlenhydrate und Eiweisskörper können gleich gut zur Anhäufung von Glycogen in der Leber beitragen.

Das Glycogen, das sich in der Leber bei Zufuhr verschiedener Nahrungstoffe anhäuft, ist stets derselbe Körper.

Dessen Zweck ist, in der Leber in Zucker zurück verwandelt zu werden.

---

Da ich die vorstehende Arbeit auf Veranlassung des Hrn. Dr. *Kunkel* begonnen habe und dessen Unterstützung dabei in Anspruch nahm, so halte ich es für meine Pflicht, ihm meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

---

# Anatomisch-mechanische Studie über die Schultermuskeln.

Von

A. EUGEN FICK,

Assistent am physiolog. Laboratorium

und

E. WEBER,

stud. med.

---

## I. T h e i l.

(Mit Tafel IV.)

---

Von allen Muskeln des menschlichen Körpers sind bis jetzt nur einzelne Gruppen in erschöpfender Weise auf ihre Function geprüft worden. Namentlich hat der Bewegungsapparat des Augapfels von je her allgemeines Interesse erregt und eine grosse Zahl von Untersuchungen hervorgerufen. In der überwiegenden Mehrzahl derselben wird das Auge vom Standpunkt der Muskelmechanik aus als eine Kugel betrachtet, die um ihren Mittelpunkt, nach allen Richtungen frei beweglich ist.

Es formulirte sich daher die erste Frage nach der Function eines Augenmuskels naturgemäss dahin, die Axe zu bestimmen, um welche der Muskel bei seiner Contraction den Bulbus zu drehen strebt. Offenbar wird man zur Beantwortung derselben Frage auch gelangen, wenn man seine Drehungsmomente um drei Axen bestimmt, die aufeinander senkrecht stehen und sich im Mittelpunkt der Gelenkkugel schneiden. Es lässt sich dann die Linie, um welche der Muskel den Bulbus zu drehen strebt, construiren als Diagonale eines rechtwinkligen Parallelipeds, dessen Seiten in jenen Axen gelegen und den gemessenen Drehungsmomenten proportional sind.

Von demselben Gesichtspunkt aus die Wirkung der Schulterblatt-armmuskeln zu untersuchen, ist der Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Freilich ist der Stoff insofern undankbar, als man kaum hoffen darf, neue Thatsachen von grosser Bedeutung aufzufinden, seitdem ein Beobachter wie *Duchenne*<sup>1)</sup> die Function aller Körpermuskeln einer eingehenden Untersuchung unterworfen hat. Aber wenn auch auf der einen Seite das Lesen des classischen Buches „Physiologie des Monvements“ von *Duchenne* entmuthigend wirkt durch die Fülle von Thatsachen und Beobachtungen, die noch nicht in die Lehrbücher der Anatomie übergegangen sind, so fordert es andererseits wiederum zu neuen Versuchen heraus, wenn der Verfasser in der Einleitung erzählt, dass er seine jahrelange Arbeit eigentlich nur aus Neugierde und höchstens in der Hoffnung begonnen habe, allbekannte und anerkannte Thatsachen am lebenden Menschen demonstrieren zu lernen. Statt dessen wurde er zu seiner eigenen Ueberraschung durch die systematisch ausgeübte „Faradisation localisée“ gezwungen, den herrschenden Ansichten sehr häufig zu widersprechen und hatte die Genugthuung, auf zahlreiche Erscheinungen aufmerksam zu machen, die den bloss beschreibenden Anatomen entgangen waren.

So vortrefflich diese Arbeit mit ihren zahlreichen neuen Ergebnissen aber auch sein mag, so muss doch hervorgehoben werden, dass auf die Schwere und auf die Anfangsstellung des Gliedes in den meisten Versuchen wenig oder gar keine Rücksicht genommen ist. Es war daher auch von vorne herein zu erwarten, dass z. B. Muskeln, die zwei Gelenke überspringen, durch isolirte Contraction an dem höher (centraler) gelegenen nur geringe Ausschläge erzeugen würden, weil in diesem die Schwerkraft an einem viel grösseren Hebelarm die Ruhelage zu erhalten strebt, als an dem tiefer (mehr peripherisch) gelegenen Gelenke. Es wird also eine in der oben angedeuteten Art ausgeführte Untersuchung immerhin von Interesse sein, da die von *Duchenne* aufgestellten Behauptungen erst dann für unanfechtbar gelten können, wenn rein geometrische Betrachtungen zu denselben Ergebnissen führen, wie die von ihm benützte Methode der isolirten Reizung.

---

1) *Duchenne*, Physiologie des Monvements. Paris 1867.

Ueberdiess kann die Methode *Duchenne's* nie zu eigentlich quantitativen in Zahlen ausdrückbaren Ergebnissen führen. Solche können nur durch streng geometrische Untersuchung am Präparate gewonnen werden.

Beginnen wir mit einer scharfen Begrenzung der Aufgabe. Durch den Mittelpunkt der Kugel, zu der man die Gelenkfläche des Humeruskopfes ergänzen kann, denken wir uns drei gerade Linien, die aufeinander senkrecht stehen. Bei natürlicher Ruhelage des Armes soll die eine den Mittelpunkt des Gelenkkopfes mit dem entsprechenden Punkt der andern Körperhälfte verbinden und die Axe für Flexion und Extension bilden. Die zweite liege mit ihr in einer Horizontalebene und stehe, wie schon gesagt, im Drehpunkt auf ihr senkrecht; sie soll die Axe für Ab- und Adduction sein. Die dritte endlich steht auf der Ebene der beiden ersten im Drehpunkt senkrecht, geht also gerade von oben nach unten und stellt die Axe für die sogenannten Rotationen des Humerus dar. Diese drei Axen sollen zugleich die Coordinatenachsen sein und zwar sei für den rechten Arm positive *x*-Richtung die vom Drehpunkt nach hinten gehende Gerade, positive *y*-Richtung die vom Drehpunkt nach unten und positive *z*-Richtung die nach links (also einwärts gehende) Gerade. Der Drehpunkt des Humeruskopfes ist also auch Ursprung des Coordinatensystemes. Es wäre nun für jeden der Schulterblattarmmuskeln zu bestimmen, wie gross der Theil seiner Kraft ist, mit welcher er bei einer bestimmten Totalleistung, den Humerus um jede der drei Axen zu drehen strebt, oder um es schärfer und in mechanischer Rede-weise auszudrücken, es sind die Momente eines Muskels für Drehung des Humerus um jede der drei Axen zu bestimmen. So viel uns bekannt, ist bis jetzt nur einmal die Frage in dieser Form gestellt und beantwortet worden und zwar von *Ad. Fick* <sup>1)</sup> für die Muskeln des Hüftgelenks. Dieser Forscher löste seine Aufgabe durch rein geometrische Betrachtung mit Zirkel und Lineal in folgender Weise: Eine gut präparirte untere Extremität wurde mit ihrer Beckenhälfte in einem Rahmenwerk so aufgehängt, dass Verschiebungen der Knochen gegeneinander und gegen das Rahmenprisma unmöglich waren. Nun wurden

---

<sup>1)</sup> Statistische Betrachtung der Muskulatur des Oberschenkels von *Ad. Fick*. Zeitschr. f. ration. Medicin 1848.

von einem festen Punkt des Raumes aus die rechtwinkligen Coordinaten des Drehpunktes, der Muskelursprünge und der Muskelansätze gemessen. Damit war der experimentelle Theil der Arbeit beendet, und es liess sich jetzt auf rein mathematischem Wege berechnen, wie gross die drehenden Momente eines jeden der untersuchten Muskeln um drei aufeinander senkrechte Axen sind, die sich im Drehpunkt des Femurkopfes schneiden. Obgleich es auf diese Weise möglich ist, die drehenden Momente auch für jede neue Lage des Knochens auszurechnen, so schien es uns doch wünschenswerth, mit einer andern Methode zu arbeiten, die es gestatten sollte, die drehenden Momente eines Muskels ganz direct zu messen, auch wenn der letztere keinen geradlinigen Verlauf zwischen Ursprung und Ansatzpunkt haben sollte, eine Voraussetzung, ohne die sich die erstere Methode nicht anwenden liess. Zugleich hofften wir mit Hülfe der neuen Methode kürzer und sicherer zum Ziele zu kommen, als mit der, welche im Muster bereits vorhanden war. Diese letztere Hoffnung bewies sich freilich als arge Täuschung; denn erst nach zahllosen Versuchsreihen und immer neuen und aber neuen Verbesserungen und Verfeinerungen der Messungsart gelang es, so unter sich übereinstimmende Resultate zu erzielen, dass sich eine Veröffentlichung derselben und eine Beschreibung der Methode rechtfertigen lässt.

Dieselbe bestand darin, die Verkürzungen zu messen, welche ein Muskel erleidet, wenn man den Humerus ein klein wenig um die erste der drei Axen, dann um die zweite und endlich um die dritte dreht. Es ist nämlich die Verkürzung, welche ein Muskel durch Drehung des Humerus um die Flexionsaxe erfährt, direct und einfach proportional seinem Flexionsmoment; die Verkürzung in Folge von Drehung um die Abductionsaxe proportional seinem Abductionsmoment und endlich die Verkürzung des Muskels durch eine Rotation des Humerus dem Rotationsmoment, alles jedoch nur unter der Voraussetzung, dass die Drehungswinkel unendlich klein sind. Diese Behauptung von der Proportionalität zwischen Verkürzung eines Muskels und seinem drehenden Moment ist zunächst streng und ganz allgemein zu beweisen.

Denken wir uns einen Punkt A (Fig. 1, Taf. IV) als Ansatzpunkt eines Muskels, dessen Zugrichtung und Spannung, durch die Liniengrösse P versinnlicht sein soll. Es ist dabei nicht nöthig, dass der Verlauf des Muskels von seinem Ursprung zu seinem An-

satzpunkt A geradlinig sei; er darf, ohne die Erörterung zu erschweren, krumm, etwa über eine Rolle verlaufen; die Richtung seiner Zugwirkung auf den Punkt A muss ja natürlich doch für jeden betrachteten Augenblick durch eine gerade Linie darstellbar sein. Die Lage des Punktes A im Raum sei durch drei aufeinander senkrechte Coordinaten  $x$ ,  $y$ ,  $z$  bestimmt. Die Richtung der Kraft  $P$  ist dann in der üblichen Zeichensprache der Mechanik durch  $\text{Cos}(P, x)$ ,  $\text{Cos}(P, y)$ ,  $\text{Cos}(P, z)$  gegeben, wo  $(P, x)$ ,  $(P, y)$  und  $(P, z)$  die Winkel zwischen der Richtung  $P$  und den positiven Axen der  $x$ ,  $y$  und  $z$  bedeuten. Endlich möge noch gleich im Voraus verabredet werden, dass eine Drehung des Punktes A um eine der drei Axen, z. B. um die  $x$ -Axe positiv genannt werden soll, wenn sie einem Beobachter im Sinne des Uhrzeigers zu erfolgen scheint, der sein Auge in die positive  $x$ -Axe setzt und nach dem Coordinatenursprung hinsieht. Es wäre nun zu berechnen

1) wie gross die drehenden Momente der Kraft  $P$  um die  $x$ -, die  $y$ - und die  $z$ -Axe sind, und

2) wie gross die Verkürzungen des Muskels  $P$  sind, wenn der Oberarm eine unendlich kleine Drehung um jede der drei Axen erfährt.

Die Berechnung der unter 1.) verlangten Momente, kann man sich füglich sparen, da sie in jedem Lehrbuch der Mechanik ausführlich entwickelt wird und deshalb als bekannt vorausgesetzt werden darf. Ihr Ergebniss sind drei Formeln:

$$(1) \quad x \cdot P \cdot \text{Cos}(P, y) - y \cdot P \cdot \text{Cos}(P, x),$$

$$(2) \quad y \cdot P \cdot \text{Cos}(P, z) - z \cdot P \cdot \text{Cos}(P, y),$$

$$(3) \quad z \cdot P \cdot \text{Cos}(P, x) - x \cdot P \cdot \text{Cos}(P, z),$$

von denen die erste das drehende Moment der Kraft  $P$  um die  $z$ -Axe, die zweite für Drehung um die  $x$ -Axe und die dritte endlich für Drehung um die  $y$ -Axe ausdrückt.<sup>1)</sup>

Die unter (2.) verlangte Berechnung der Verkürzung dagegen müssen wir ausführlich entwickeln. Zur Vereinfachung der Arbeit wollen wir annehmen, die Ebene der Figur I sei

<sup>1)</sup> Dem Leser wird es auffallen, dass in den Formeln (1.) (2.) und (3.) nicht, wie sonst in mathematischen Betrachtungen üblich, die alphabetische Reihenfolge der Buchstaben  $x$ ,  $y$ ,  $z$  eingehalten ist. Es hat diese ungewöhnliche Ordnung sich rein zufällig eingeschlichen und haben wir sie hernach nicht mehr ändern wollen, weil sonst zu leicht Irrthümer in der Folge der Abhandlung unterlaufen könnten.

der  $xy$ -Ebene parallel durch den Punkt  $A$  gelegt und die beiden Ebenen, die des Papiere und die  $xy$ , seien also um die Länge  $z$  von einander entfernt, dann ist offenbar unserer Verabredung gemäss, die Drehung des Punktes  $A$  um die  $z$ -Axe im positiven Sinne erfolgt, wenn der Punkt  $A$  nach  $A_1$  verlegt worden ist. Um die Verkürzung zu messen, welche der Muskel durch Verschiebung des Punktes  $A$  nach  $A_1$  erfahren hat, fällt man ein Perpendikel von  $A_1$  auf die Richtung  $P$ , welche letztere natürlich ausserhalb der Ebene unserer Zeichnung, also in die Luft gehend, vorgestellt werden muss. Das durch dieses Perpendikel von  $P$  abgeschnittene Stückchen, welches gleichfalls in der Figur nicht sichtbar sein kann, ist die gesuchte Verkürzung bis auf unendlich kleine Grössen zweiter Ordnung genau, wenn der Drehungswinkel  $AFA_1$ , resp. das Bogenstück  $AA_1$ , als unendlich kleine Grösse erster Ordnung betrachtet wird. Diese Projection von  $AA_1$  auf die Richtung der Kraft  $P$  ist aber  $= b \cos(b, P)$  wenn man unter  $b$  die kleine Linie  $AA_1$  versteht, die zu gleicher Zeit als Stückchen Kreisbogen und als Theil der Kreistangente  $DE$  angesehen werden darf und unter  $(b, P)$  den Winkel zwischen dieser kleinen Linie  $b$  und der Richtung  $P$ .

Nach einem bekannten Satz der sphärischen Trigonometrie ist

$$(4) \cos(b, P) = \cos(b, x) \cdot \cos(P, x) + \cos(b, y) \cdot \cos(P, y) + \cos(b, z) \cdot \cos(P, z)$$

wo unter  $(b, x)$ ,  $(b, y)$  und  $(b, z)$  die Winkel verstanden sind, welche die positive Richtung von  $b$  mit den positiven Richtungen der drei Coordinatenaxen  $x$ ,  $y$  und  $z$  macht und analog unter  $(P, x)$ ,  $(P, y)$  und  $(P, z)$ , die drei Winkel der Krafrichtung  $P$  mit den Richtungen  $+x$ ,  $+y$  und  $+z$ . Der letzte der drei Summanden in Gleichung (4) fällt in unserem besonderen Falle fort, weil  $b$  auf  $z$  senkrecht steht also  $\cos(b, z) = 0$  ist.

Zur weiteren Umformung der Gleichung (4) wenden wir uns wieder zur Figur I. Wie aus derselben ersichtlich ist, bildet die Richtung  $AA_1$  oder  $ED$  mit der positiven  $x$ -Richtung einen Winkel, welcher dem Nebenwinkel des mit  $\beta$  bezeichneten Winkels gleich ist, folglich  $\cos(b, x) = -\cos \beta$

oder da  $\beta =$  dem Winkel  $FAH$  ist

$$(5) \quad \cos(b, x) = -\frac{AH}{AF} = -\frac{y}{r}$$

Ebenso bildet die positive Verlängerung von  $b$  mit der positiven  $y$ -Richtung den Scheitelwinkel von  $\alpha$ , folglich

$\text{Cos } (b, y) = \text{Cos } \alpha$   
und da  $\alpha = \text{Winkel FAK}$  ist

$$(6) \quad \text{Cos } (b, y) = \frac{AK}{AF} = \frac{x}{r}$$

Setzt man nun in die Formel (4) für  $\text{Cos } (b, x)$  und  $\text{Cos } (b, y)$  die entsprechenden Werthe aus (5) und (6) ein, so erhält man

$$-\frac{b}{r} \cdot y \cdot \text{Cos } (P, x) + \frac{b}{r} \cdot x \cdot \text{Cos } (P, y)$$

oder in anderer Reihenfolge der Summanden

$$(7) \quad \frac{b}{r} \cdot x \cdot \text{Cos } (P, y) - \frac{b}{r} \cdot y \cdot \text{Cos } (P, x)$$

als Ausdruck für die Verkürzung des Muskels bei einer unendlich kleinen Drehung um die z-Axe. Es versteht sich, dass man ganz analoge Ausdrücke für die Verkürzungen gewinnt, welche bei Drehung um die x- und um die y-Axe statt haben.

Der Vergleich der Formeln (1) und (7)

$$(1) \quad x \cdot P \cdot \text{Cos } (P, y) - y \cdot P \cdot \text{Cos } (P, x)$$

$$(7) \quad \frac{b}{r} \cdot x \cdot \text{Cos } (P, y) - \frac{b}{r} \cdot y \cdot \text{Cos } (P, x)$$

lehrt nun, dass die vorangestellte Behauptung richtig, also die Verkürzung des Muskels ein Maass für sein drehendes Moment aus der Anfangsstellung ist. Denn man sieht jetzt, dass man aus der Verkürzung des Muskels das Moment selbst berechnen kann. Braucht man ja doch nur das Messungsergebnis, welches der Formel (7) entsprechen würde, durch  $\frac{b}{r}$  zu dividiren, um die Grösse zu erhalten, die mit der Spannung des Muskels multiplicirt sein Moment in absolutem Werthe und mit dem richtigen Vorzeichen angibt. Der Quotient  $\frac{b}{r}$  lässt sich mit Leichtigkeit berechnen, da sein Werth von den absoluten Grössen des Bogens  $b$  und des radius  $r$  völlig unabhängig und durch den Drehungswinkel allein bestimmt ist. Es sei z. B. der Drehungswinkel =  $180^\circ$ , dann ist der Bogen

$$b = r\pi$$

$$\text{also } \frac{b}{r} = \pi;$$

folglich ist für den Drehungswinkel von  $1^\circ$

$$\frac{b}{r} = \frac{\pi}{180} \text{ und für den Winkel von } 10^\circ$$

$$\frac{b}{r} = \frac{\pi}{180} \cdot 10 = \frac{3,1415}{18} = 0,174$$

oder allgemein ist, wenn der Drehungswinkel  $n$  Grade beträgt

$$\frac{b}{r} = \frac{n \pi}{180}.$$

Es wäre jetzt zu untersuchen, wie weit sich bei den auszuführenden wirklichen Messungen der Begriff „unendlich klein“ dehnen lässt, ohne die Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu gefährden. Denn dass man mit einem Humerus keine im abstract mathematischen Sinne unendlich kleine Bewegung ausführen, geschweige denn deren Folgen messen kann, versteht sich ganz von selbst. Ein Beispiel möge die Erörterung anschaulich machen. Der Humerus sei aus seiner senkrecht herabhängenden Ruhelage um  $10^\circ$  adducirt und hierdurch der *teres major* um 7,5 mm. verkürzt worden. Ist nun diese Verkürzung ganz allmählig und gleichmässig entstanden oder war die Verkürzung in der ersten Phase der Adduction gleich Null, um dann in sehr schnellem Tempo bis zu 7,5 mm. anzuwachsen? Das Versuchsergebniss gibt auf diese Frage keine Antwort und lässt also die Möglichkeit offen, dass die unendlich kleine Verkürzung bei dem ersten unendlich kleinen Stück der Drehung jeden beliebigen unendlich kleinen Werth habe. Wenn man nun aber den Humerus um  $10^\circ$  aus der Anfangsstellung *abducirt* und findet, dass jetzt eine *Verlängerung* von 7,5 mm. stattgefunden hat, so kann wohl die Antwort auf jene Frage nicht mehr zweifelhaft sein.

Stellen wir uns zunächst unser Versuchsergebniss graphisch dar. (Siehe Fig. II.) Auf der Abscissenaxe seien vom Punkte 0 aus die  $10^\circ$  der Adduction nach rechts, die  $10^\circ$  der Abduction nach links als Längeneinheiten abgezählt und angeschrieben. Die rechts über und links unter der Zahl 10 errichteten Ordinaten entsprechen der Verkürzung von 7,5 mm. bei Adduction und der Verlängerung von 7,5 mm. bei Abduction des Humerus. Die Verbindungslinie der beiden Ordinatenendpunkte schneidet dann die Abscissenaxe im Nullpunkt und liefert nach dem Princip der Interpolation die graphische Darstellung aller Verkürzungen des *teres major*, für jede Stellung zwischen  $10^\circ$  Ab- und  $10^\circ$  Adduction. Man sieht aus derselben unmittelbar, dass die Verkürzung des Muskels

proportional der Grösse der erfolgten Drehung, also allgemein ausgedrückt

$$\frac{ba}{oa} = \text{tang } \alpha \text{ ist.}$$

Dieser Werth  $\text{tang } \alpha$  darf als dem adducirenden Moment des *teres major* proportional oder mit andern Worten, als Maass seines adducirenden Momentes betrachtet werden, da er sich ja in der That nicht ändert, auch wenn man sich den Adductionswinkel unendlich klein vorstellt. Obwohl nun dies Beispiel aus den später mitzutheilenden Versuchsreihen entnommen ist, so dürfen wir doch die Erörterung noch nicht fallen lassen, da jenes Beispiel zu den Ausnahmen gehört und der Fall der häufigere ist, wo die Verlängerung eines Muskels ungleich ist der Verkürzung, welche er bei gleich grosser entgegengesetzter Bewegung des Knochens erleidet.

Stellen wir z. B. den Einfluss graphisch dar, den eine Ad- und Abduction des Humerus von je  $10^0$  auf die Länge eines Bündels des *deltoideus* hat. Wie in der vorigen Figur sollen auch diesmal (Figur III) wieder vom Punkt 0 nach rechts und nach links 10 Einheiten (den  $10^0$  Drehung entsprechend) abgezählt werden. In dem so gewonnenen Punkt a wird ein Perpendikel errichtet und = 4,9 gemacht, d. h. gleich der Verkürzung, welche der Faden durch Abduction des Humerus erfuhr; im Punkte d wird das Perpendikel nach unten = 2,5 d. h. gleich der Verlängerung des Muskels durch  $10^0$  Adduction gezeichnet. Die drei so gewonnenen Versuchspunkte c, o und b, liegen nicht auf einer geraden Linie, wohl aber lässt sich ein Kreis durch dieselben legen. Wenn wir diesen Kreis construiren und als graphische Darstellung der Muskelverkürzung betrachten, so begehen wir freilich eine Willkür, da noch unzählige andere Curven denkbar sind, die gleichfalls diese drei Punkte enthalten, also auch möglicherweise dem Vorgang der Verkürzung entsprechen können. Immerhin wird diese Willkür beträchtliche Fehler nicht herbeiführen können und hat ausserdem den grossen Vorzug, die willkürlich gewählte Curve wenigstens genau definirbar und darstellbar zu machen.

Das gesuchte Moment des *Deltoidesbündels* auf Abduction des Humerus ist dann nach der obigen Auseinandersetzung gemessen durch die trigonometrische Tangente des Winkels, welchen

die Richtung der Kreislinie im Punkte o mit der Abscissenaxe d o a bildet. Nach den Regeln der Geometrie, wird dieser Winkel dadurch construirt, dass man im Punkt o an den Kreis eine (geometrische) Tangente zieht. Denn diese Tangente liegt in derselben Richtung, welche die Kreislinie im Punkte o hat.

Also ist  $\text{tang } (b_1 o a) = \frac{b_1 a}{o a}$  der Werth, welchem in dem ersten

Beispiel der Werth von  $\text{tang } \alpha$  entspricht. Es wäre nun aber sehr mühsam und umständlich, für jeden einzelnen Fall diese Construction wirklich auszuführen. Wir benutzen deshalb gern einen kürzeren Weg, auf den man durch eine aufmerksame Betrachtung der Figur III leicht hingeführt wird. Es fällt nämlich in die Augen, dass  $ab_1$ , um etwa ebensoviel von  $ab$  an Grösse übertroffen, als  $dc$  hinter  $dc_1$ ,  $= ab$ , zurückbleibt. Dies heisst mit andern Worten, das algebraische Mittel aus den Versuchszahlen  $ab$  und  $dc$  ist nahezu ebenso gross als  $ab_1$  resp.  $dc_1$  oder

$$\frac{ab + dc}{2} : oa = \frac{ab_1}{oa} = \text{tang } b_1 o a.$$

Die genaue Ausrechnung des zweiten Beispielles beweist nun wirklich, dass die oberflächliche Schätzung das richtige getroffen und dass man die Construction durch die so einfache, eben ausgeführte Rechnung ersetzen darf. Denn obgleich das Beispiel von dem Deltoidesbündel absichtlich als dasjenige herausgesucht ist, in welchem die Verkürzung und Verlängerung sich am meisten, um fast 100<sup>0</sup>/<sub>0</sub> unterscheiden, so hat

$$\text{doch das Resultat } \left\{ \begin{array}{l} \text{tang } b_1 o a = \frac{3,6}{10} \\ \text{und } \frac{dc + ab}{2} : oa = \frac{3,7}{10} \end{array} \right.$$

zur Genüge gezeigt, wie ausserordentlich niedrig der Fehler, selbst in den abweichendsten Fällen, sich stellt.

Ehe wir nun dazu schreiten, die wirklich gemessenen Verkürzungen mitzuthellen und die Momente der Muskeln daraus zu berechnen, wird es sich empfehlen, einiges über die Hilfsmittel und Vorrichtungen zu sagen, deren man zur Ausführung einer einigermaassen genauen Messung an organischen Gebilden in diesem Falle bedarf.

Die erste Sorge musste der Herstellung eines geeigneten Präparates gelten. Wir entfernten zu dem Ende alle Muskeln

von einer gut entwickelten oberen Extremität und bezeichneten die Ursprungs- und Ansatzpunkte der zu untersuchenden Muskeln mit kleinen in die Knochen getriebenen Ringen. Nun wurde die Scapula mit Hilfe von eisernen Stativen und Korkzangen so über einem Tische befestigt, wie sie etwa einem mit stark nach hinten gezogenen Schultern dastehenden Menschen entsprechen würde. Natürlich kann dies nur ungefähr getroffen werden, da man nur mit dem Augenmaass an einem Skelet vergleichen und sich danach richten kann. Doch ist es kein grosser Nachtheil, dass die Stellung der Scapula sich nicht ganz genau beschreiben und bestimmen lässt, weil sie während der sämmtliche Muskeln betreffenden Versuchsreihen völlig unverändert bleibt. Zur leichteren Orientirung ist der Mensch, zu dem wir uns das Präparat ergänzt denken, so auf den Tisch gesetzt, dass seine Medianebene auf dem einen parallelen Tischkantenpaar und die Frontalebene auf dem andern senkrecht steht. Wenn in dieser Lage das Schulterblatt genügend befestigt ist, um bei Bewegungen des Humerus durchaus unverrückt stehen zu bleiben, so ist die nächste Aufgabe, eine gut definirte Anfangsstellung für den Oberarm zu verabreden.

Es liegt nahe, hierzu die senkrecht nach unten gerichtete zu wählen, die man durch Visiren und durch Projiciren des Knochens auf eine gegenüberliegende, mit verticalen Linien versehene, Wand immer leicht wieder finden kann, vorausgesetzt, dass man diese Correctur in zwei Ebenen, in der Flexions- und in der Adductions-Ebene vornimmt. Nun kann aber offenbar noch der Knochen um seine senkrechte Rotationsaxe unzählige verschiedene Lagen einnehmen. Es ist deshalb nöthig, zwei leicht erkennbare Punkte, etwa die äussersten Spitzen am condylus externus und internus durch eine gerade Linie, einen Stahlstift, zu verbinden und ein für allemal festzusetzen, dass der rechts und links aus dem Knochen hervorragende Stift, in der Ausgangsstellung mit der Flexions- und Rotationsaxe des Humerus in einer Ebene liegen und ausserdem der ersteren parallel sein soll. Da diese Axen nicht sichtbar sind, so lässt sich dadurch helfen, dass man auf der Tischplatte Striche zieht, die auf demjenigen Tischkantenpaar senkrecht stehen, welches der Verabredung gemäss auch von der Flexionsaxe senkrecht geschnitten wird; es ist dann möglich, durch Projiciren des Stahlstiftes auf diese

Kreidestriche dem Humerus die richtige Lage in Bezug auf seine Rotationsaxe zu verschaffen.

Um aus der solchergestalt bestimmten Anfangsstellung heraus den Humerus um eine bestimmte Anzahl von Winkelgraden zu flectiren, adduciren oder zu rotiren, brauchen wir einen mit dem Humerus festverbundenen Zeiger und einen in Grade eingetheilten Kreisbogen, dessen Mittelpunkt in die Axe fällt, um welche eine Drehung stattfinden soll, und dessen Ebene von derselben Axe senkrecht geschnitten wird.

Ein so beschaffener Kreisbogen lässt sich mit Hülfe einer Reisssschiene leicht herstellen. Das Querstück einer solchen wird mit Papier beklebt und von einem in dem Längsstück gelegenen Punkte aus ein Kreisbogen auf das Papier gezeichnet, der etwa 80 cm. zum radius und eine Winkelöffnung von  $30^{\circ}$  haben mag. Dann wird im Mittelpunkt dieses Kreisstückes ein Stahlstift senkrecht auf der Ebene des Kreises befestigt und das Ganze mit Hülfe von Korkzangen so aufgestellt, dass der Stahlstift die Verlängerung der betreffenden Drehaxe ist. Natürlich gelingt es erst durch wiederholtes Probiren, diesen Stahlstift auf den Punkt des Humeruskopfes zielen zu machen, der bei Bewegungen in einer Ebene, etwa bei Flexionen und Extensionen des Humerus völlig unbewegt stehen bleibt. Wenn jetzt ein mit dem Humerus fest verbundener Zeiger so angebracht wird, dass er bei Flexionen und Extensionen an dem in 30 gleiche Theile getheilten Kreisbogenstück hin- und hergeht, so ist offenbar das Gewünschte erreicht; d. h. es lässt sich jetzt der Humerus eine bestimmte Anzahl von Winkelgraden um seine Flexionsaxe hin- und zurückdrehen. Es ist zweckmässig den Zeiger nicht an dem Humerus selbst, sondern an dessen Verlängerung, an das unterste Ende der Vorderarmknochen zu befestigen, die zu dem Ende mit dem Oberarmknochen durch einige in das Ellebogengelenk getriebene Nägel absolut fest verbunden sind. Es wurde deshalb auch der Radius unseres getheilten Kreises von vorneherein ziemlich gross (80 cm.) genommen.

Man könnte nun glauben, mit diesen Hilfsmitteln liessen sich die Drehungen nach dem Augenmaasse hinlänglich genau ausführen. Wirklich haben wir auch ohne weitere Vorsichtsmaassregeln zahlreiche Versuche angestellt, uns aber schliesslich überzeugen müssen, dass die Bewegungen viel zu unrein ausfallen, dass z. B. eine Flexion oder Extension fast immer mit mehr

oder weniger Adduction und Rotation verbunden ist und demgemäss die Versuchsergebnisse nicht genügend untereinander übereinstimmen. Um diese störenden Nebenbewegungen zu vermeiden, gibt es zwei principiell verschiedene Wege. Entweder macht man eine Maschinerie, die dem Humerus eine ganz bestimmte Bahn, etwa in einem Falz, anweist oder man führt die beabsichtigte Bewegung freihändig aus und corrigirt dann die Stellung mit Hilfe von Marken und Zeichen. Der erste Weg musste bald als total unbrauchbar verlassen werden, da die Zahlenreihen noch schlechter zusammenstimmten als vorher, wo ohne alle maschinale Hilfsmittel gearbeitet worden war. Der zweite dagegen wurde bald allen an ihn gestellten Forderungen gerecht. Einige Worte mögen genügen, ihn zu erläutern.

Sollten z. B. reine Bewegungen um die Ab- und Adductionsaxe ausgeführt werden, so wurde mit Hilfe von Klemmschraube, Draht und Wachs ein kleiner Spiegel derart mit dem Oberarmbein unbeweglich verbunden, dass seine Ebene auf der Ad- und Abductionsaxe senkrecht stand oder in andern Worten, der Spiegel befand sich in einer Höhe mit dem Drehpunkt des Knochens über der Erde und drehte sich bei Ad- und Abduktionen des Humerus so in seiner eigenen Ebene, dass er immer der Ad- und Abduktionsebene des Oberarmes parallel stand. Dieser kleine Spiegel (seine amalgamirte Seite war dem Knochen, seine spiegelnde der Aussenwelt zugewandt) wurde von einer stark leuchtenden Flamme, die sich mit ihm in gleicher Höhe und von der Richtung der Flexionsaxe eine Handbreit seitwärts befand, so stark beschienen, dass es selbst am Tage möglich war, das durch eine Convexlinse entworfene Flammenbildchen in einem neben der Lampe stehenden dunkeln Kasten sichtbar zu machen. Wenn sich der Humerus in seiner Anfangsstellung befand, musste offenbar das Bildchen um ebensoviel (also etwa eine Handbreit) auf der andern Seite der Flexionsaxe liegen, als die wirkliche Flamme auf der einen lag und die Höhe von Flamme und Bild über dem Boden musste die gleiche, nemlich die des Spiegels über dem Fussboden sein.

Nehmen wir nun an, es sei mit dem Humerus eine Bewegung ausgeführt worden, die der Stellung des Zeigers am Kreisbogen gemäss eine Abduction von  $10^0$  wäre, so wird die kleinste Beimischung von Flexion oder Extension und von Rotation nach innen oder aussen sich durch eine veränderte Stellung des Flammenbildchens verrathen; und zwar bedeutet, wie leicht ersichtlich

ist, eine Verschiebung des Bildchens nach oben eine Beimischung von Flexion, eine Verschiebung nach unten Extension, eine Verschiebung nach rechts oder nach links Rotation nach innen oder nach aussen. Man braucht also nur den Knochen so zu halten, dass das Spiegelbild an seinem alten Ort und der Zeiger auf  $10^{\circ}$  steht, um sicher zu sein, dass die beabsichtigte Bewegung rein und ohne Abweichung ausgeführt worden ist. Da die Flamme und die Tafel zum Auffangen des Spiegelbildes immer mehrere Meter von dem Präparat entfernt waren, so wurden selbst kleine Fehler in der Stellung des Humerus leicht erkannt und verbessert.

Um den Flammenzeiger auch bei Drehungen um die Flexions-Extensionsaxe anwenden zu können, braucht man ihn nur in eine entsprechende Lage zu dieser neuen Axe zu bringen und der beleuchtenden Flamme, Convexlinse und Tafel zum Auffangen des Bildes, ihren Platz an einer andern Wand des Zimmers anzuweisen oder statt mit der Lampe und ihren Anhängseln eine Ortsveränderung vorzunehmen den Tisch, der das Präparat trägt, um  $90^{\circ}$  zu drehen. Der Spiegel muss sich dann bei reinen Flexionen und Extensionen ebenso zur Flexionsebene parallel um die Flexionsaxe drehen und somit auf die Lage des Flammenbildchens ohne jeglichen Einfluss bleiben, wie zuvor bei Drehung um die Ad- und Abductionsaxe. Ganz dieselbe Methode lässt sich für Rotationen des Humerus nicht wohl in Anwendung bringen, weil in diesem Falle die Lichtquelle und das Flammenbild an die Decke des Zimmers kommen würden. Man kann sich aber dadurch helfen, dass man den Spiegel in einer der eben geschilderten Stellungen, etwa wie zu Flexionen hergerichtet, stehen lässt. Dann wird bei einer reinen Rotation des Humerus um seine Längsaxe das Spiegelbild nach rechts oder nach links wandern, aber immer in derselben Höhe über der Erde bleiben, solange keine fehlerhafte Ab- oder Adduction hinzukommt. Um auch zufällige Flexions- oder Extensionsbewegungen auszuschliessen, muss dann die Stellung des Zeigers über der Gradtheilung behülflich sein, welche letztere jetzt natürlich auf der Tischplatte angebracht ist und ihren Kreismittelpunkt senkrecht unter dem Drehpunkt des Gelenkkopfes hat.

Wir wären nun so weit gekommen, dass eine Flexion und Extension, eine Abduction und Adduction, eine Rotation nach

innen und nach aussen um  $5^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$  oder  $15^{\circ}$  rein ausgeführt werden kann. Es galt aber die bei einer solchen Bewegung stattfindende Muskelverkürzung zu messen. Da wir, wie oben gesagt, die Muskeln bis zu ihren Ansätzen weggeschnitten haben, so müssen sie durch etwas leicht messbares, etwa einen dünnen, dabei aber starken Hanffaden ersetzt werden. Man kann diese Fäden an die kleinen Ringe anknüpfen, welche an den Ursprungs- und Ansatzstellen eingeschlagen wurden oder man bindet, was noch zweckmässiger ist, den Faden an einen zu dem Ende stehen gelassenen Stumpf der Ansatzsehne fest. Dann führt man das freie Ende durch den an der Ursprungsstelle in die scapula eingeschlagenen kleinen Ring und von da über eine leicht laufende Messingrolle, über die er frei herabhängt und durch ein meisselartiges, am Ende des Fadens angeknüpft, Eisenstück gespannt wird. Es muss dann, wenn Ursprung und Ansatz des Muskels durch eine Bewegung des Humerus sich genähert haben, der Meissel sinken und er muss genau um so viele Millimeter steigen, als bei einer zweiten Bewegung des Humerus der Ansatzpunkt des Muskels von seinem feststehenden Scapularursprung entfernt wird. Wenn man also hinter dem Meissel einen Maassstab zweckmässig aufstellt, so lässt sich ohne Weiteres ablesen, um wie viele Millimeter der Muskel sich bei einer bestimmten Bewegung verkürzt und um wie viele er sich bei der entgegengesetzten Bewegung verlängert hat.

Für diejenigen Muskeln, deren Ursprung und Ansatz man als punktförmig ansehen darf, also z. B. für das *cap. long. tricipitis*, *cap. breve bicipitis*, für den *coracobrachialis* u. s. w. können die Messungen jetzt ihren Anfang nehmen. Dagegen muss noch etwas über die Muskeln gesagt werden, welche wie der *subscapularis* einen flächenartigen oder wie der *deltoides* einen langgestreckten linearen Ursprung haben. Denn es bedarf wohl kaum einer Erwähnung, dass man sich z. B. den *subscapularis* nicht in einer Richtung ziehend vorstellen darf. Man durchsticht deshalb, um im Schema der Natur möglichst nahe zu bleiben, die breite Ansatzsehne des *subscapularis* mit eingefädelt Nadeln an drei Stellen, deren erste am obern Ende, die zweite in der Mitte und die dritte am untern Rand der Sehne zu liegen hat. Hierauf werden die Fäden mit I, II und III von oben nach unten gezählt und bezeichnet und dann durch drei Ringe geführt, die jedem der Fäden eine Lage zusichern, wie sie in Wirklich-

keit von einem Muskelbündel eingehalten wird. Der für den Faden I bestimmte Ring befand sich 15 mm. vom medialen Rand der scapula und ebensoweit vom obern innern Winkel derselben entfernt; der für den Faden II bestimmte Ring war gerade in den medialen Scapularrand etwas unterhalb seiner Mitte (95 mm. vom obern, 68 mm. vom untern Ende) eingeschlagen und Nr. III endlich sass 25 mm. vom medialen und 14 mm. vom untern Rand des Scapula entfernt. Die beiden den infraspinatus darstellenden Fäden liefen von einem Punkte des tuberculum majus in die fossa infraspinata; der mit I bezeichnete obere zu einem Ring im medialen Rande der Scapula und zwar 22 mm. unterhalb der Stelle, wo die spina scapulae und der mediale Rand dieses Knochens sich schneiden. Der für den untern Faden bestimmte Ring Nr. II war gleichfalls im Rand des Schulterblattes etwa 50 mm. tiefer, als der vorige und 48 mm. vom untern Ende desselben entfernt. Der supraspinatus, der teres major, teres minor, coracobrachialis waren, wie bereits angedeutet ist, durch je einen Faden wiedergegeben und die Ringe demgemäss so eingeschlagen, dass sie möglichst der Mitte der wirklichen Ursprungsfläche entsprachen. Eine ausführlichere Betrachtung verlangen deltoideus und caput longum bicipitis, die beide an einem neuen Präparat behandelt werden mussten, weil das erste die allzulange dauernde Untersuchung nicht auszuhalten vermochte.

Was zunächst den deltoideus angeht, so haben wir ihn seiner ganz besondern Gestalt wegen so untersucht, als ob er aus drei verschiedenen Muskeln bestände. Wir unterschieden einen clavicularen, einen acromialen und einen spinalen deltoideus und stellten den ersten und zweiten im Schema durch je zwei, den dritten durch drei Fäden dar. Als Angriffspunkt für die Fäden, wurde immer ein stehen gelassener Rest von Muskelbündeln benutzt, deren Fortsetzung sich in Natur gerade da anheftete, wo jetzt der Faden durch einen eingeschlagenen Ring geführt und von da über eine Rolle hin, vom Gewichtmeissel angespannt wurde. Die Fäden führen als Kennzeichen die laufenden Nummern von I bis VII und zwar fängt I am weitesten medial an der clavicula an und Nr. VII schliesst als letzter und hinterster Faden der spinalen Muskelportion.

Endlich wäre noch des langen Bicepskopfes Erwähnung zu thun, der auch am zweiten Präparat untersucht wurde. Dieser

Muskel macht eine besondere Schwierigkeit, da jene bequeme Art, die Verkürzung zu messen, auf ihn nicht anwendbar ist. Denn sein Ursprung, der als fester Punkt während der Bewegung des Humerus dienen soll, liegt so versteckt, dass es rein unmöglich ist, dort einen Ring einzuschlagen und einen Faden durchzuführen. Es muss also eine besondere Einrichtung getroffen werden und diese besteht darin, gewissermassen den ganzen Raum mit dem Humerus sich bewegen zu machen und so die Armknochen als fest und die scapula als bewegt erscheinen zu lassen. Doch drücken wir die Sache concret durch Beschreibung der Vorrichtung selbst aus! An der Stelle, wo die obere Bicepssehne in den Muskel übergeht, wird sie durchgeschnitten und ein guter Hanffaden angeknüpft. Der Faden wird dem Verlauf des Muskels entsprechend zur tuberositas radii geführt und durch einen dort eingeschlagenen Ring gesteckt. Dann wird das freie Fadenende ein- oder anderthalbmal um eines der oben beschriebenen Messingröllchen geschlungen und jetzt in einem Loch des Messingröllchens selbst festgeknüpft. Dieses Messingröllchen ist aber nicht, wie bei den übrigen Muskeln, auf einem beliebigen Platze des Tisches aufgestellt, sondern dreht sich in einer Gabel, die mit den Vorderarmknochen, also auch mit dem Humerus fest verbunden ist. Wenn daher eine Vergrösserung des Abstandes zwischen Ursprung des Biceps und dem Ring an der Tuberosität eintritt, so wird sich unter Drehung der Rolle, ein Stückchen des Fadens von ihm abwickeln und zwar ebensoviel, als die Verlängerung der Faden-Sehnenschnur betragen hat. Und umgekehrt, bei einer Annäherung von Ursprung und Ansatz muss sich so viel auf der Rolle aufwickeln, als die Verkürzung betrug, natürlich vorausgesetzt, dass die Rolle mit einer gewissen Kraft im umgekehrten Sinne gedreht wird, wie vorher durch die Zerrung des den Muskel vorstellenden Fadens.

Um also jedesmal, wenn eine Bewegung des Humerus stattgefunden, die erfolgte Verkürzung oder Verlängerung des langen Bicepskopfes kennen zu lernen, braucht man nur zu wissen, wie gross der Umfang des Rädchens ist und um wie viele Grade sich dasselbe bei der betreffenden Bewegung gedreht hat. Das erstere, der Umfang des Röllchens ist ein für allemal zu 51 mm. bestimmt und der Drehungswinkel desselben wird an einem in 360 Grade eingetheilten Kreise abgelesen, auf dem ein an die Rolle fest gekittetes Schilfzeigerchen hin- und herstreicht. Hat

z. B. eine Drehung der Rolle um  $35^{\circ}$  stattgefunden, so wissen wir, dass die Verkürzung bzw. Verlängerung des Muskels  $\frac{51}{360} \cdot 35$  mm. betragen hat. Um diesen kleinen Mechanismus immer mit einer bestimmten und zwar mit einer constanten Kraft zu spannen, so dass bei Verkürzung des Muskelfadens das Aufwickeln auf das Röllchen von selbst stattfindet, ist an der das Röllchen tragenden Gabel ein federndes Stahlblatt angelöthet. An das freie Ende dieser Feder ist ein Faden geknüpft, der um die Axe des Röllchens geschlungen ist, so dass die Feder an einem etwa 12 mal kleineren Hebelarm zieht, wie der den biceps darstellende Faden. Es leuchtet also ein, dass die Spannung der Feder sich nur um sehr wenig geändert haben kann, wenn eine ganze Umdrehung der Rolle stattgefunden hat, dass man also gar nicht zu fürchten braucht, es könnten durch verschieden starke Spannungen des Fadens und des einen Sehnenstumpfes Fehler in die Versuchsreihen kommen.

Schreiten wir nun zur Mittheilung der mit diesen Hilfsmitteln ausgeführten Messungen!

*Tabelle Nr. I.*

*Musculus Coracobrachialis.*

|        | Um $10^{\circ}$ |            | Um $10^{\circ}$ |            | $15^{\circ}$ rotirt |             |
|--------|-----------------|------------|-----------------|------------|---------------------|-------------|
|        | flectirt        | extendirt  | adducirt        | abducirt   | nach innen          | nach aussen |
|        | 5,59            | 4,75       | 4,08            | 3,09       | 0,15                | 0,23        |
|        | 5,39            | 5,32       | 4,20            | 3,51       | 0,04                | 0,25        |
|        | 5,40            | 5,10       | 3,75            | 3,31       | 0,11                | 0,09        |
|        | 5,68            | 4,72       | 4,05            | 3,20       |                     |             |
|        |                 |            | 4,01            | 3,24       |                     |             |
| Mittel | 5,5             | 5,0        | 4,0             | 3,3        | 0,1                 | 0,2         |
|        | Verkürzt.       | Verlängrt. | Verkürzt.       | Verlängrt. | Verkürzt.           |             |

Die vorstehende kleine Tabelle soll zunächst einen Begriff geben, wie ungefähr die aus sich entsprechenden Versuchsreihen gewonnenen Zahlen unter einander übereinstimmen. Jede der dastehenden Zahlen ist das Mittel aus 10 Einzelversuchen, die natürlich bald besser bald schlechter unter sich gestimmt haben. Im allgemeinen hat die Genauigkeit mit der Dauer der Arbeit

d. h. also mit der wachsenden Uebung zugenommen. Man bemerkt in dieser Tabelle, dass nicht alle Versuchsreihen gleich häufig wiederholt sind, dass z. B. die Rotationen nur durch drei, die Ad- und Abductionen dagegen durch je fünf Zahlen vertreten sind. Die Häufigkeit der Wiederholung richtete sich eben nach dem Bedürfniss; stimmten z. B. die Mittel aus 10 Versuchen wiederholt ziemlich genau, so wurde zu einem neuen Muskel übergegangen, im andern Falle wurde dagegen immer wieder von neuem gemessen, bis die Menge der Zahlen die mangelnde Genauigkeit der Einzelmessung ersetzte. So kommt es, dass im spätern Laufe der Experimente die Zahl der Versuchsreihen für je eine Bewegung eines Muskels auf zwei zusammenschmolz. Ausserdem war natürlich auch das Interesse der Bewegung für einen Muskel von Einfluss auf die Häufigkeit der Messungen; so wurde z. B. in dem vorliegenden Fall des coracobrachialis die Rotation als ziemlich nebensächlich, mit drei Versuchen abgefunden. Ferner fällt bei den beiden Rubriken für Rotation auf, dass nicht wie bei Flexion und Abduction die Drehung um  $10^{\circ}$  sondern um  $15^{\circ}$  ausgeführt wurde. Es hat dies seinen Grund in dem Umstand, dass die Verkürzung vieler Muskeln bei rotirenden Bewegungen des Humerus sehr gering ausfällt und dass desshalb zu fürchten ist, die dem Experiment naturgemäss anklebenden Fehler könnten die zu messende Grösse übersteigen.

Die folgende Tabelle Nr. II soll eine Uebersicht über das Endergebniss aller Messungen liefern; hier entspricht jede einzelne Ziffer dem Mittel aus einer bald grösseren, bald kleineren Zahl von Versuchsreihen; wir müssen also in ihr auch die Zahlen wiederfinden, die in Tabelle Nr. I neben dem „Mittel“ stehen. Die Plus- und Minus-Zeichen, von denen jede Ziffer das eine oder das andere führt, bedeuten in dieser Tafel nur Verkürzung oder Verlängerung des betreffenden Muskels. Es sagt also in der ersten Reihe die Zahl (+ 5,5) aus, dass der musculus coracobrachialis bei einer Flexion von  $10^{\circ}$  sich um 5,5 mm. verkürzt hat. Es sind die Vorzeichen dieser Tabelle wohl zu unterscheiden von denen, welche in der Folge vor die ausgerechneten Momente kommen und eine ganz andere Bedeutung haben.

Tabelle Nr. II.

| Muskelname.             | Um 10°   |           | Um 10°   |          | Um 15° rotirt. |         |
|-------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------------|---------|
|                         | flectirt | extendirt | adducirt | abducirt | nach innen     | aussen. |
| 1. Coracobrachialis     | + 5,5    | - 5,0     | + 4,0    | - 3,3    | + 0,1          | + 0,2   |
| 2. Cap. breve bicipitis | + 6,0    | - 6,0     | + 3,4    | - 3,2    | + 1,0          | - 1,2   |
| 3. Infraspinatus { I    | + 1,4    | - 1,5     | - 1,7    | + 2,0    | - 6,2          | + 6,0   |
| 4. { II                 | + 1,8    | - 2,0     | + 0,9    | - 0,7    | - 5,1          | + 5,0   |
| 5. Teres major          | - 6,3    | + 5,3     | + 7,5    | - 7,5    | + 2,7          | - 2,7   |
| 6. Supraspinatus        | + 0,6    | - 1,0     | - 4,1    | + 4,1    | - 2,5          | + 2,9   |
| 7. Cap. long. tricip.   | - 1,8    | + 1,0     | + 3,7    | - 4,5    | - 0,3          | + 0,2   |
| 8. Teres minor          | + 1,1    | - 1,2     | + 3,7    | - 2,7    | - 3,2          | + 3,9   |
| 9. { I                  | + 0,5    | - 1,3     | - 2,1    | + 1,6    | + 5,7          | - 6,0   |
| 10. Subscapularis { II  | - 1,4    | + 1,9     | - 1,3    | + 1,2    | + 6,0          | - 6,2   |
| 11. { III               | - 2,9    | + 3,1     | - 1,0    | + 0,8    | + 4,3          | - 4,3   |
|                         |          |           | 5°       | 10°      |                |         |
| 12. { I                 | + 5,8    | - 5,6     | + 0,7    | - 1,3    | + 1,9          | - 2,8   |
| 13. { II                | + 4,0    | - 4,3     | - 1,0    | + 1,5    | + 2,5          | - 3,7   |
| 14. { III               | - 1,1    | + 1,8     | - 2,5    | + 4,9    | - 1,6          | + 1,2   |
| 15. { IV                | - 4,0    | + 4,6     | - 0,6    | + 0,9    | - 1,8          | + 1,3   |
| 16. { V                 | - 5,9    | + 6,4     | + 1,7    | - 3,7    | - 2,0          | + 1,7   |
| 17. { VI                | - 4,8    | + 5,0     | + 3,8    | - 7,3    | - 2,2          | + 2,1   |
| 18. { VII               | - 4,9    | + 4,9     | + 5,4    | - 10,4   | - 2,7          | + 2,6   |
| 19. Cap. long. bicip.   | + 1,5    | - 1,7     | - 1,9    | + 3,3    | + 3,0          | - 3,1   |
| 20. Cap. breve bicip.   | + 6,2    | - 6,2     | - -      | - 0,1    | + 0,2          | - 0,5   |

Auch ohne weitere Auseinandersetzung wird diese Tabelle verständlich sein. Nur zwei Punkte mögen kurz besprochen werden. Vom zwölften Faden ab, also beginnend mit dem deltoideus ist nicht mehr wie bisher um 10° sondern nur um 5° adducirt worden. Es rührt dies daher, dass beim zweiten Präparat (und an diesem sind ja der deltoideus und biceps untersucht worden) eine weitere Adduction von der Anfangsstellung heraus nur möglich war, wenn man sich nicht scheute, die Gelenkkapsel gewaltsam zu dehnen. Es schien desshalb bei der ohnehin ziemlich beträchtlichen Verkürzung dieses Muskels zweckmässiger, sich mit einer Adduction von nur 5° zu begnügen, und die dadurch gewonnenen Zahlen mit zwei multiplicirt in die späteren Rechnungen einzuführen. Es ist dies freilich auch wieder eine Willkür, aber ohne jede Gefahr für die Genauigkeit der Endresultate; man kann dies durch eine einfache Ueberlegung und Ausrechnung zeigen, die übrigens hier unterbleiben mag, um die Darstellung nicht ungebührlich auszudehnen. Der zweite Punkt, der noch erwähnt werden sollte, ist die Wiederholung des kurzen Bicepskopfes, der unter Nr. 2 und unter Nr. 20 erscheint. Er ist also sowohl am ersten wie am zweiten Präparat

geprüft und bietet uns eine willkommene Gelegenheit, zu vergleichen, was für Unterschiede die Verschiedenheit des Individuums herbeigeführt hat. Bei Flexion und Extension kann man zufrieden sein, da die Zahlen (+ 6,0) (— 6,0) und (+ 6,2) (— 6,2) nur wenig von einander abweichen und obendrein beweisen, dass in beiden Fällen die drei Versuchspunkte der graphischen Darstellung, wie in Figur II, in einer geraden Linie liegen. Dagegen zeigt sich bei Adduction und Abduction ein so grosser Unterschied, dass es nöthig erschien, nach einem besondern Grund zu suchen. Wir glauben ihn in einer etwas verschiedenen Lage des Ursprungspunktes auf dem Processus coracoideus gefunden zu haben. Denn wenn bei dem zweiten Präparat der Ursprungspunkt von der Mitte des proc. corac. möglichst weit medianwärts, also nur um etwa 0,5 cm. verschoben wurde, so zeigte sich bei Ab- und Adductionsbewegungen des Humerus, sofort eine merkliche Verlängerung und Verkürzung des Fadens, ohne freilich die Grösse der bei dem ersten Präparat beobachteten Unterschiede zu erreichen. Man sieht hieraus freilich, dass auch bei der uns beschäftigenden Angelegenheit, individuelle Verschiedenheiten eine Rolle spielen und dass daher die Ergebnisse der Untersuchung nicht ohne Weiteres als gültig für das menschliche Schultergelenk im Allgemeinen betrachtet werden dürfen. Wir sind uns wohl bewusst, dass dieser Umstand den Werth unserer Arbeit sehr gering erscheinen lässt und möchten sie deshalb auch nur als eine anatomische *Studie* angesehen wissen.

Es wäre jetzt aus den Zahlen für Verkürzung und Verlängerung eines Muskels (bei Drehung des Humerus um eine Axe in zwei verschiedenen Richtungen) das Mittel zu ziehen. Wie oben bewiesen wurde, erhält man durch diese Operation je eine Zahl, welche sehr annähernd gleich der einen Kathete (Fig. III) ( $b_1a$ ) des rechtwinkligen Dreiecks ist, das zur andern Kathete  $oa = 10$  hat und an der Grundlinie  $oa$  den Winkel  $b_1oa$ , durch dessen Tangente das drehende Moment des betreffenden Muskels bestimmt ist.

$$oa \cdot \tan b_1oa = \frac{b_1a}{oa} \cdot oa = b_1a$$

$$b_1a = \frac{dc + ab}{2}$$

Die folgende Tabelle (Nr. III) zeigt die Resultate dieser Ausführung, wobei nur noch zu bemerken ist, dass zur Aus-

führung, nicht die bereits abgerundeten Zahlen der Tabelle II, sondern die Originalziffern benutzt sind; es ist dadurch möglich geworden, auch in der zweiten Decimalstelle noch Zahlen anzugeben, die durch Versuche gewonnen wurden.

Tabelle Nr. III.

| Name des Muskels         | Mittel aus Verkürzung und Verlängerung durch Drehungen um |                          |                   |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|
|                          | die Flexionsaxe                                           | die Ad- u. Abductionsaxe | die Rotationsaxe. |
| 1. Coracobrachialis      | 5,25                                                      | 3,65                     | —                 |
| 2. Cap. breve bicip.     | 6,0                                                       | 3,3                      | 1,1               |
| 3. Infraspinatus { I.    | 1,45                                                      | 1,85                     | 6,1               |
| 4. Infraspinatus { II.   | 1,9                                                       | 0,8                      | 5,05              |
| 5. Teres major           | 5,8                                                       | 7,5                      | 2,7               |
| 6. Supraspinatus         | 0,8                                                       | 4,1                      | 2,7               |
| 7. Cap. long. tricip.    | 1,4                                                       | 4,1                      | —                 |
| 8. Teres minor           | 1,15                                                      | 3,2                      | 3,55              |
| 9.                       | 0,9                                                       | 1,87                     | 5,85              |
| 10. Subscapularis { I.   | 1,65                                                      | 1,25                     | 6,1               |
| 11. Subscapularis { II.  | 3,0                                                       | 0,9                      | 4,3               |
| 12. Subscapularis { III. | 5,7                                                       | 1,35                     | 2,32              |
| 13. Deltoides { I.       | 1,47                                                      | 1,71                     | 3,09              |
| 14. Deltoides { II.      | 1,14                                                      | 4,96                     | 1,41              |
| 15. Deltoides { III.     | 4,32                                                      | 1,04                     | 1,52              |
| 16. Deltoides { IV.      | 6,15                                                      | 3,58                     | 1,84              |
| 17. Deltoides { V.       | 4,94                                                      | 7,46                     | 2,14              |
| 18. Deltoides { VI.      | 4,91                                                      | 10,59                    | 2,65              |
| 19. Cap. long. bicip.    | 1,6                                                       | 3,55                     | 3,05              |
| 20. Cap. breve bicip.    | 6,2                                                       | —                        | —                 |

Jede Zahl der ersten Columne entspricht also, wie oben eingehender nachgewiesen ist, dem Ausdruck

$$(7) \quad \frac{b}{r} \cdot x \cdot \cos(P, y) - \frac{b}{r} \cdot y \cdot \cos(P, x)$$

jede Zahl der zweiten Columne, dem Ausdruck

$$(8) \quad \frac{b}{r} \cdot y \cdot \cos(P, z) - \frac{b}{r} \cdot z \cdot \cos(P, y)$$

und endlich jede der dritten Reihe, dem Ausdruck

$$(9) \quad \frac{b}{r} \cdot z \cdot \cos(P, x) - \frac{b}{r} \cdot x \cdot \cos(P, z)$$

wobei noch einmal in Erinnerung zu bringen ist, dass wir die Flexions- und Extensionsaxe als z-, die Ad- und Abductionsaxe als x-, die Rotationsaxe als y-Axe bezeichnet haben. Der Werth für  $\frac{b}{r}$  wurde oben schon zu 0,174 für den Fall bestimmt, dass

der Bogen  $b$  durch eine Drehung von  $10^{\circ}$  entstanden sei. Analog findet man für eine Drehung des Knochens von  $15^{\circ}$  0,262. Wenn also z. B. für den Coracobrachialis

$$5,25 = \frac{b}{r} \cdot x \cdot \cos(P, y) - \frac{b}{r} \cdot y \cdot \cos(P, x)$$

$$\text{und } 5,25 = 0,174 [x \cdot \cos(P, y) - y \cdot \cos(P, x)]$$

$$\text{dann ist } \frac{5,25}{0,174} = x \cdot \cos(P, y) - y \cdot \cos(P, x)$$

$$\text{also } x \cdot \cos(P, y) - y \cdot \cos(P, x) = 30,1$$

dem drehenden Moment des coracobrachialis um die Flexions-(z-) Axe für den Fall, dass die Spannung des Muskels  $P = 1$  gesetzt wird.

Tabelle Nr. IV.

| Name des Muskels       | Proportional dem Drehungsmoment     |                            |                           |
|------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
|                        | um die Flexions-Extensions-Axe (z-) | um die Abductions-Axe (x-) | um die Rotations-Axe (y-) |
| 1. Coracobrachialis    | + 30,1                              | + 20,95                    | — — —                     |
| 2. Cap. breve bic.     | + 34,4                              | + 19,0                     | + 4,20                    |
| 3.                     | + 8,32                              | — 10,63                    | — 23,3                    |
| 4. Infraspinatus { I.  | + 10,9                              | + 4,59                     | — 19,3                    |
| II.                    | — 33,3                              | + 43,1                     | + 10,3                    |
| 5. Teres major         | — 33,3                              | + 43,1                     | + 10,3                    |
| 6. Supraspinatus       | + 4,59                              | — 23,6                     | — 10,3                    |
| 7. Cap. long. tricip.  | — 8,04                              | + 23,6                     | — — —                     |
| 8. Teres minor         | + 6,61                              | + 18,4                     | — 13,5                    |
| 9.                     | + 5,17                              | + 10,7                     | + 22,3                    |
| 10. Subscapularis { I. | — 9,47                              | — 7,18                     | + 23,3                    |
| II.                    | — 17,2                              | — 5,17                     | + 16,4                    |
| III.                   | + 32,8                              | + 7,75                     | + 8,86                    |
| 12. Deltoidens { I.    | + 23,8                              | — 9,82                     | + 11,8                    |
| II.                    | — 8,42                              | — 28,5                     | — 5,39                    |
| III.                   | — 24,8                              | — 5,98                     | — 5,81                    |
| IV.                    | — 35,3                              | + 20,56                    | — 7,04                    |
| V.                     | — 28,3                              | + 42,9                     | — 8,17                    |
| VI.                    | — 28,2                              | + 60,9                     | — 10,1                    |
| VII.                   | + 9,19                              | — 20,4                     | + 11,6                    |
| 19. Cap. long. bicip.  | + 9,19                              | — 20,4                     | + 11,6                    |
| 20. Cap. breve bicip.  | + 35,6                              | — — —                      | — — —                     |

Schon bei Besprechung der Tabelle II wurde darauf hingewiesen, dass die Plus- und Minuszeichen dort eine andere Bedeutung haben, als hier in der Tabelle Nr. IV. Während damals (+) eine Verkürzung und (—) eine Verlängerung des Muskels bedeutete, wird jetzt in der ersten Reihe durch + 30,1 über den coracobrachialis ausgesagt, dass dieser Muskel ein Drehungsmoment um die Flexions- Extensions- (also z-) Axe *im positiven Sinne* hat; und analog bedeutet die in der fünften Reihe neben

dem *teres major* stehende Zahl — 33,3, dass der *teres* um die z-Axe ein Drehungsbestreben in der umgekehrten Richtung ausübt; Das heisst: wenn der *coracobrachialis* sich zu contrahiren strebt und dem Gelenk nur eine Drehung um die wagrechte (von aussen nach innen gehende) Axe gestattet ist, so muss eine Drehung erfolgen, die den Arm nach vorne erhebt und dem anatomischen Sprachgebrauche gemäss Flexion genannt wird; und, das Moment für den *teres major* um die z-Axe ist = — 33,3 bedeutet: Dieser Muskel würde unter den oben gedachten Umständen eine Extension des Armes herbeiführen. Es mag hier noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass die weiter oben getroffene Wahl des positiven Sinnes der Axenrichtungen und der Drehungen nicht ganz willkürlich war; vielmehr glaubten wir, dass es dem Sprachgefühl am meisten entspreche, wenn man die Flexion, Adduction und Rotation nach innen als positive Drehungen bezeichnete. Freilich hat auch diese Wahl einen Nachtheil; denn, wenn man sie trifft, gehen die positiven Coordinatenrichtungen für den linken Arm nicht ebendahin wie im rechten. Man muss nemlich für den rechten Arm, wie es auch oben geschehen, positiv nennen die Richtungen nach innen, nach unten und nach hinten, im linken Arm aber die Richtungen nach aussen, nach oben und nach vorn.

Es wurde Eingangs schon angedeutet, dass sich aus den drei Momenten eines Muskels die Lage derjenigen Axe ermitteln lässt, um die der Muskel den Humerus drehen würde, wenn keine andere Kraft also z. B. auch nicht die Schwere die Stellung des Knochens beeinflusste. Um diese Berechnung auszuführen, möge Nr. 2, das *caput breve bicipitis* als Beispiel dienen. In der Tabelle Nr. IV, stehen neben ihm die drei Zahlen 34,4, 19,0 und 4,20 als Maasse für die drehenden Momente um die z-, die x- und die y-Axe oder als die Momente selbst, für den besondern Fall, dass die Spannung  $P$  des *biceps* (*cap. breve*) = 1 ist. Auf Grund von bekannten Sätzen der Mechanik, verfährt man bei Lösung dieser Aufgabe folgendermassen: die drei Grössen 34,4, 19,0 und 4,20 werden vom Drehpunkt aus, auf der z-, der x- und der y-Richtung abgetragen und zu einem Parallelipiped ergänzt. Die Diagonale, dieses Parallelipipeds, welche  $d$  heissen mag, ist dann nach dem Pythagoräischen Lehrsatz

$$= \sqrt{34,4^2 + 19,0^2 + 4,20^2} = 39,53$$

Dieser Werth, die Länge von  $d$ , dividirt in die Länge der ersten Seitenkante unseres Parallelipipeds liefert den Cosinus des Winkels zwischen der Richtung  $d$  und der  $z$ -Axe oder in mathematischer Zeichensprache

$$\frac{34,4}{39,53} = \text{Cos } (d, z) \text{ und analog}$$

$$\frac{19,0}{39,53} = \text{Cos } (d, x)$$

$$\frac{4,2}{39,53} = \text{Cos } (d, y).$$

Mit Hilfe dieser Gleichungen ist es dann ganz leicht, die drei Winkel zwischen  $d$  und  $z$ , zwischen  $d$  und  $x$  und endlich zwischen  $d$  und  $y$  in Graden ausgedrückt, in einer trigonometrischen Logarithmentafel nachzuschlagen.

Die folgende Tabelle Nr. V zeigt die Ergebnisse dieser auf alle Muskeln ausgedehnten Rechnung. Wenn, wie das einigemale vorkommt, das Drehungsmoment eines Muskels um eine der drei Axen = 0 ist, so muss die gesuchte Lage der Diagonale  $d$  natürlich senkrecht auf ihr sein; fehlen gar zwei Momente, so ist die Linie  $d$  mit derjenigen Axe identisch, um welche der betreffende Muskel allein ein Drehungsbestreben besitzt.

Tabelle Nr. V.

| Muskelname                    | Die Diagonale des rechtwinkl. Parallelipipeds dessen Seiten proportional den Momenten. | Diese Diagonale macht     |                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|                               |                                                                                        | mit der Flexions-(z-) Axe | mit der Ad-Abduction-(x-) Axe | mit der Rotations-(y-) Axe |
| Winkel von:                   |                                                                                        |                           |                               |                            |
| 1. Coracobrachialis           | 36,67                                                                                  | 34,5 <sup>0</sup>         | 55 <sup>0</sup>               | 90 <sup>0</sup>            |
| 2. Cap. breve bicip.          | 39,53                                                                                  | 29 <sup>0</sup>           | 61 <sup>0</sup>               | 84 <sup>0</sup>            |
| 3. Infraspinatus { I.         | 26,9                                                                                   | 72 <sup>0</sup>           | 113 <sup>0</sup>              | 150 <sup>0</sup>           |
| 4.                    { II.   | 22,65                                                                                  | 61 <sup>0</sup>           | 78 <sup>0</sup>               | 148,5 <sup>0</sup>         |
| 5. Teres major . .            | 55,42                                                                                  | 127 <sup>0</sup>          | 39 <sup>0</sup>               | 79 <sup>0</sup>            |
| 6. Supraspinatus .            | 26,15                                                                                  | 80 <sup>0</sup>           | 154,5 <sup>0</sup>            | 113 <sup>0</sup>           |
| 7. Cap. long. tricip.         | 24,94                                                                                  | 109 <sup>0</sup>          | 19 <sup>0</sup>               | 90 <sup>0</sup>            |
| 8. Teres minor . .            | 23,79                                                                                  | 74 <sup>0</sup>           | 39,5 <sup>0</sup>             | 125 <sup>0</sup>           |
| 9.                    { I.    | 25,28                                                                                  | 78 <sup>0</sup>           | 115 <sup>0</sup>              | 28 <sup>0</sup>            |
| 10. Subscapul.    { II.       | 26,17                                                                                  | 111 <sup>0</sup>          | 106 <sup>0</sup>              | 27 <sup>0</sup>            |
| 11.                    { III. | 24,33                                                                                  | 135 <sup>0</sup>          | 102 <sup>0</sup>              | 47,5 <sup>0</sup>          |
| 12.                    { I.   | 34,84                                                                                  | 20 <sup>0</sup>           | 77 <sup>0</sup>               | 75 <sup>0</sup>            |
| 13.                    { II.  | 28,32                                                                                  | 33 <sup>0</sup>           | 110,5 <sup>0</sup>            | 65 <sup>0</sup>            |
| 14.                    { III. | 30,1                                                                                   | 106 <sup>0</sup>          | 161 <sup>0</sup>              | 96,5 <sup>0</sup>          |
| 15.                    { IV.  | 26,17                                                                                  | 161 <sup>0</sup>          | 103 <sup>0</sup>              | 103 <sup>0</sup>           |
| 16.                    { V.   | 41,46                                                                                  | 148,5 <sup>0</sup>        | 60 <sup>0</sup>               | 100 <sup>0</sup>           |
| 17.                    { VI.  | 52,05                                                                                  | 123 <sup>0</sup>          | 34,5 <sup>0</sup>             | 99 <sup>0</sup>            |
| 18.                    { VII. | 67,87                                                                                  | 114,5 <sup>0</sup>        | 26 <sup>0</sup>               | 98,5 <sup>0</sup>          |
| 19. Cap. long. bicip.         | 25,36                                                                                  | 68,5 <sup>0</sup>         | 143,5 <sup>0</sup>            | 62,5 <sup>0</sup>          |
| 20. Cap. breve bicip.         | 35,6                                                                                   | — —                       | 90 <sup>0</sup>               | 90 <sup>0</sup>            |

Hiermit wäre die Aufgabe, die wir uns gestellt haben, dem Wortlaute nach gelöst. Es schien jedoch wünschenswerth, hier nicht abzuschliessen, sondern auch für andere Stellungen des Humerus die Momente zu bestimmen. Namentlich musste es von Interesse sein, wenn man die neuen Stellungen so wählte, dass die Drehungsaxen ihre Plätze im Raume mit einander vertauschten, dass also z. B. bei Abduction um  $90^{\circ}$  des Humerus aus der früheren Lage (I) die neue Flexionsaxe so zu liegen kommt, wie bisher die Rotationsaxe, nemlich gerade senkrecht von oben nach unten.

Leider war dieser Plan aber nicht ausführbar, weil die Bewegungsexcursionen des Humerus im Schultergelenk sich als viel beschränkter zeigten, wie man gemeiniglich annimmt und wohl auch in Lehrbüchern angegeben wird. So findet sich z. B. in H. Meyer's <sup>1)</sup> Statik und Mechanik die Angabe, dass der Humerus etwa  $150^{\circ}$  Excursionsfähigkeit um jede der drei Axen besässe. In den wenigen Präparaten, die in unserer Arbeit benutzt wurden, war dies entschieden nicht der Fall. Namentlich um die Rotationsaxe fanden wir die Beweglichkeit sehr gering, aber auch um die Abductionsaxe nicht grösser als etwa  $125^{\circ}$  und um die Flexions-Extensionsaxe etwa  $110^{\circ}$  bis  $120^{\circ}$  Grad. Selbst diese Ausschläge liessen sich nur durch ungebührliche Dehnung der Kapsel erzwingen. Wir mussten uns desshalb damit begnügen, bei einer Abduction von  $60^{\circ}$  die Messungen zu wiederholen. Bei dem zweiten Präparat, an dem der deltoides und biceps geprüft sind, hinderte selbst diese Stellung schon die freie Beweglichkeit und musste desshalb mit einer Abductionsstellung von  $50^{\circ}$  vertauscht werden. Auch für diese neue Anfangslage des Humerus muss man ein Axensystem verabreden, um das die Drehungen ausgeführt werden sollen. Hat man sich vorgestellt, dass bei der Lageveränderung des Oberarms das Axen-

<sup>1)</sup> Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüsts von *Herm. Meyer*. Seite 117.

Während des Druckes dieser Abhandlung, ist uns eine Arbeit von *Albert* in Innsbruck zugegangen, die eine sehr erfreuliche Bestätigung für die Richtigkeit unserer Schätzung, über den Bewegungsumfang im Schultergelenk liefert. Er bestimmte den Ausschlag des Humerus bei Drehungen um die Flexions- und um die Adductionsaxe zu je  $100^{\circ}$ , wobei er jedoch Dehnungen der Gelenkkapsel zu vermeiden suchte. Den Bewegungsumfang um die senkrechte, die Rotationsaxe scheint *Albert* nicht gemessen zu haben.

system sich nicht mit dem Knochen um  $60^{\circ}$  bzw.  $50^{\circ}$  um die Abductionsaxe gedreht habe, sondern im Raume fest stehen geblieben sei, so würde eine Flexion des Humerus in der neuen Lage (II) nicht mehr eine Bewegung des Knochens in einer Ebene sein; der Humerus müsste vielmehr jetzt einen Kegelmantel beschreiben. Es begreift sich, dass die exacte Ausführung einer solchen Bewegung auf grosse Schwierigkeiten stossen würde. Es galt also, einen andern Weg zu finden. Ein solcher könnte es sein, das Axensystem in dem Knochen fest und demgemäss aus der Lage I um  $60^{\circ}$  bzw.  $50^{\circ}$  abducirt vorzustellen. Jetzt würde offenbar eine Drehung um die Flexionsaxe den Humerus wieder in einer Ebene wandern lassen. Wir glauben, dass eine solche Bestimmung der drei willkürlichen Hauptaxen sich auch am besten anschliesst an die freilich wohl nirgend klar definirten Vorstellungen, welche dem anatomischen Sprachgebrauche zu Grunde liegen. Insbesondere wird wohl jeder Anatom unter einer „Rotation“ des Oberarms stets eine Drehung desselben um seine Längsrichtung verstehen, mag diese Längsrichtung diese oder jene Lage im Raume haben.

Wir haben nun in der That die Hauptaxen mit dem Oberarm in fester Verbindung gedacht. Bei der wirklichen Ausführung der Versuche behielten sie übrigens auch ihre Lage im absoluten Raume bei, indem die abducirte Stellung des Humerus durch eine Drehung der scapula um die betreffende Axe hervorgebracht wurde. Offenbar war dann die absolute Lage des Humerus ganz dieselbe, wie in Stellung I und es konnten also die messenden und corrigirenden Vorrichtungen unverändert belassen werden. Diese Drehung der scapula um  $60^{\circ}$  bzw.  $50^{\circ}$  bewerkstelligt man mit Hülfe von Visirlinien und Transporteur. Freilich lässt sich ein hoher Grad von Genauigkeit nicht erzielen, weil man nicht aus längern Versuchsreihen das Mittel ziehen kann, sondern sich mit einer Messung begnügen muss. Die folgenden vier Tabellen enthalten die Ergebnisse der Messungen und Berechnungen, bezüglich dieser neuen Lage des Humerus zur scapula und sind ganz analog der vier vorhergehenden gewonnen und aufgestellt.

Tabelle Nr. VI.

| Name des Muskels       | Um 100°  |           | Um 100°  |          | Um 150° rotirt nach |        |
|------------------------|----------|-----------|----------|----------|---------------------|--------|
|                        | flectirt | extendirt | adducirt | abducirt | innen               | aussen |
| 1. Coracobrachialis    | + 5,2    | - 4,6     | + 0,3    | + 1,0    | - 0,2               | + 1,0  |
| 2. Cap. breve bicip.   | + 6,0    | - 5,5     | - 0,7    | + 2,3    | + 0,3               | - 0,3  |
| 3. Infraspinatus { I.  | + 0,7    | - 1,3     | - 4,5    | + 4,1    | - 3,2               | + 3,6  |
| 4. Infraspinatus { II. | + 0,6    | - 1,3     | - 4,6    | + 3,1    | - 3,4               | + 4,1  |
| 5. Teres major .       | - 2,5    | + 2,7     | + 9,0    | - 7,8    | + 2,6               | - 2,8  |
| 6. Supraspinatus       | + 0,1    | - 0,9     | - 5,2    | + 4,8    | - 1,5               | + 2,0  |
| 7. Cap. long. tricip.  | - 2,1    | + 2,3     | + 6,6    | - 5,2    | + 0,2               | + 0,4  |
| 8. Teres minor         | - 1,3    | + 1,0     | - 0,6    | + 0,1    | - 6,4               | + 5,5  |
| 9.                     | + 4,3    | - 4,6     | + 1,7    | - 1,8    | + 2,2               | - 1,7  |
| 10. Subscapul. { II.   | + 3,3    | - 3,2     | + 0,5    | - 0,9    | + 5,5               | - 5,9  |
| 11. { III.             | + 0,9    | - 0,8     | + 1,0    | - 2,2    | + 4,4               | - 6,4  |
| 12. { I.               | + 6,9    | - 6,2     | - 2,1    | + 2,9    | + 0,5               | - 0,9  |
| 13. Deltoidens { II.   | + 4,1    | - 3,4     | - 3,7    | + 4,8    | - 0,4               | -      |
| 14. { III.             | - 0,05   | + 0,2     | - 5,7    | + 6,2    | - 1,4               | + 0,5  |
| 15. { IV.              | - 3,6    | + 4,0     | - 4,1    | + 4,5    | - 0,8               | + 0,8  |
| 16. { V.               | - 4,1    | + 4,9     | - 1,0    | + 1,5    | - 0,6               | + 0,5  |
| 17. { VI.              | - 3,8    | + 3,7     | + 0,1    | + 0,6    | - 0,5               | + 0,3  |
| 18. { VII.             | - 3,6    | + 3,4     | + 2,3    | - 1,6    | - 1,1               | + 0,8  |
| um 100° rotirt         |          |           |          |          |                     |        |
| 19. Cap. long. bicip.  | + 2,4    | - 2,8     | - 2,9    | + 2,6    | + 0,3               | - 0,3  |
| 20. Cap. breve bicip.  | + 6,3    | - 6,6     | - 0,7    | + 1,4    | -                   | + 0,3  |

Tabelle Nr. VII.

| Muskelname              | Mittel aus Verlängerung und Verkürzung durch Drehungen um |                            |                  |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------|------------------|
|                         | die Flexionsaxe                                           | die Ad- u. Ab- ductionsaxe | die Rotationsaxe |
| 1. Coracobrachialis     | 4,9                                                       | 0,65                       | 0,6              |
| 2. Cap. breve bicip.    | 5,75                                                      | 1,5                        | -                |
| 3. Infraspinatus { I.   | 1,02                                                      | 4,32                       | 3,4              |
| 4. Infraspinatus { II.  | 0,95                                                      | 3,87                       | 3,75             |
| 5. Teres major .        | 2,57                                                      | 8,4                        | 2,7              |
| 6. Supraspinatus .      | 0,50                                                      | 5,0                        | 1,75             |
| 7. Cap. long. tricip.   | 2,17                                                      | 5,9                        | -                |
| 8. Teres minor          | 1,15                                                      | -                          | 5,95             |
| 9.                      | 4,46                                                      | 1,77                       | 1,95             |
| 10. Subscapularis { II. | 3,25                                                      | 0,7                        | 5,7              |
| 11. { III.              | 0,83                                                      | 1,6                        | 5,42             |
| 12. Deltoidens { I.     | 6,53                                                      | 2,5                        | 0,7              |
| 13. { II.               | 3,76                                                      | 4,23                       | -                |
| 14. { III.              | -                                                         | 6,0                        | 0,97             |
| 15. { IV.               | 3,85                                                      | 4,28                       | 0,82             |
| 16. { V.                | 4,47                                                      | 1,26                       | 0,59             |
| 17. { VI.               | 3,72                                                      | -                          | -                |
| 18. { VII.              | 3,49                                                      | 1,93                       | 0,95             |
| 19. Cap. long. bicip.   | 2, 6                                                      | 2,75                       | -                |
| 20. Cap. breve bicip.   | 6,45                                                      | 1,05                       | -                |

Tabelle Nr. VIII.

| Name des Muskels         | Proportional dem Drehungsmoment |                              |                           |
|--------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------|
|                          | um die Flexions-(z-) Axe        | um die Ad-Abduction-(x-) Axe | um die Rotations-(y-) Axe |
| 1. Coracobrachialis      | + 28,1                          | + 3,73                       | — 2,29                    |
| 2. Cap. breve bicip.     | + 33,0                          | — 8,61                       | — —                       |
| 3. Infraspinatus         | + 5,86                          | — 24,8                       | — 13,0                    |
| 4. Infraspinatus { I.    | + 5,46                          | — 22,2                       | — 14,3                    |
| 5. Teres major           | — 14,8                          | + 48,2                       | + 10,3                    |
| 6. Supraspinatus         | + 2,87                          | — 28,7                       | — 6,69                    |
| 7. Cap. long. tricip.    | — 12,4                          | + 33,9                       | — —                       |
| 8. Teres minor           | — 6,61                          | — —                          | — 22,7                    |
| 9.                       |                                 |                              |                           |
| 10. Subscapularis { I.   | + 25,6                          | + 10,17                      | + 7,45                    |
| 11. Subscapularis { II.  | + 18,6                          | + 4,02                       | + 21,8                    |
| 12. Subscapularis { III. | + 4,76                          | + 9,14                       | + 20,7                    |
| 13. Deltoidens { I.      | + 37,5                          | — 14,35                      | + 2,67                    |
| 14. Deltoidens { II.     | + 21,6                          | — 24,3                       | — —                       |
| 15. Deltoidens { III.    | — —                             | — 34,4                       | — 3,71                    |
| 16. Deltoidens { IV.     | — 22,1                          | — 24,55                      | — 3,13                    |
| 17. Deltoidens { V.      | — 25,5                          | — 7,23                       | — 2,25                    |
| 18. Deltoidens { VI.     | — 21,4                          | — —                          | — —                       |
| 19. Cap. long. bicip.    | + 14,9                          | — 15,8                       | — —                       |
| 20. Cap. breve bicip.    | + 37,1                          | — 6,03                       | — —                       |

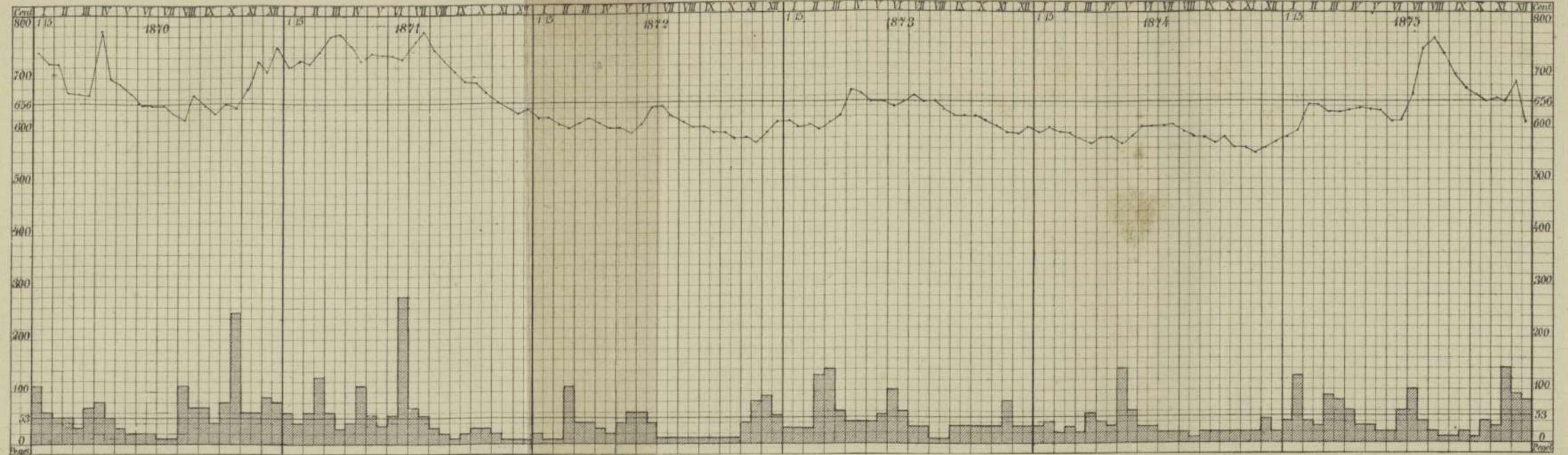
Tabelle Nr. IX.

| Name des Muskels           | Die Diagonale d. rechtwinkl. Parallelipipeds, dessen Seitenproportional den Momenten | Die Diagonale macht mit                |                                            |                                         |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                            |                                                                                      | der Flexions-(z-)Axe einen Winkel von: | der Ad-Abduction-(x-)Axe einen Winkel von: | der Rotations-(y-)Axe einen Winkel von: |
| 1. Coracobrachialis . .    | 28,44                                                                                | 80                                     | 82,50                                      | 94,50                                   |
| 2. Cap. breve bicip. . .   | 34,16                                                                                | 140                                    | 104,50                                     | 900                                     |
| 3. Infraspinatus . { I.    | 28,64                                                                                | 780                                    | 1500                                       | 1170                                    |
| 4. Infraspinatus . { II.   | 27,—                                                                                 | 780                                    | 145,50                                     | 1220                                    |
| 5. Teres major . . .       | 51,53                                                                                | 1070                                   | 20,50                                      | 78,50                                   |
| 6. Supraspinatus . . .     | 29,65                                                                                | 84,50                                  | 1660                                       | 1030                                    |
| 7. Cap. long. tricip. . .  | 36,15                                                                                | 1100                                   | 200                                        | 900                                     |
| 8. Teres minor . . .       | 23,66                                                                                | 1060                                   | 900                                        | 1640                                    |
| 9.                         |                                                                                      |                                        |                                            |                                         |
| 10. Subscapularis . { I.   | 28,57                                                                                | 260                                    | 690                                        | 750                                     |
| 11. Subscapularis . { II.  | 28,95                                                                                | 500                                    | 820                                        | 410                                     |
| 12. Subscapularis . { III. | 23,17                                                                                | 780                                    | 670                                        | 260                                     |
| 13. Deltoidens { I.        | 40,25                                                                                | 210                                    | 1110                                       | 860                                     |
| 14. Deltoidens { II.       | 32,56                                                                                | 48,50                                  | 1380                                       | 900                                     |
| 15. Deltoidens { III.      | 34,66                                                                                | 900                                    | 1740                                       | 960                                     |
| 16. Deltoidens { IV.       | 33,24                                                                                | 1320                                   | 1380                                       | 95,50                                   |
| 17. Deltoidens { V.        | 26,61                                                                                | 1640                                   | 1060                                       | 950                                     |
| 18. Deltoidens { VI.       | 21,4                                                                                 | 00                                     | 900                                        | 900                                     |
| 19. Cap. long. bicip. . .  | 21,77                                                                                | 46,50                                  | 136,50                                     | 900                                     |
| 20. Cap. breve bicip. . .  | 37,63                                                                                | 9,50                                   | 990                                        | 900                                     |

Der aufmerksame Leser, der Selbstverleugnung genug besessen hat, dieser wenig anziehenden Kette von Formeln und Zahlenreihen zu folgen, wird bei der Durchsicht der Tabellen wohl schon die Beobachtung gemacht haben, dass die Zahlen mit ihren Plus- und Minuszeichen durch Uebersetzung in Worte sich zu Behauptungen umgestalten, welche den bisherigen Anschauungen über die Wirkung der untersuchten Muskeln nicht immer beipflichten. Es dürfte daher wohl am Platze sein, eine Besprechung der mitgetheilten Versuche und Versuchsergebnisse folgen zu lassen. Da sich hierbei Gelegenheit finden wird, noch zahlreiche andere Versuche zu besprechen, die theils als Vorübung dieser Arbeit, theils zur Lösung von sich gelegentlich aufdrängenden Fragen angestellt sind, so soll dies den Inhalt des zweiten Theiles dieser Abhandlung bilden und am gleichen Orte demnächst mitgetheilt werden.

Zum Schlusse genügen wir gern der angenehmen Pflicht, dem Herrn Professor *von Kölliker* für die Bereitwilligkeit zu danken, mit der er uns Präparate aus dem anatomischen Institut und Bücher aus seiner Privatbibliothek zur freien Benutzung überlassen hat.

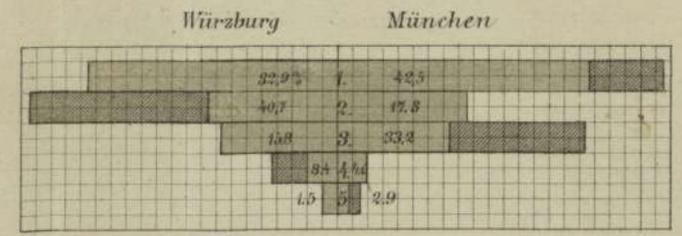
I. Schwankungen des Mainpegels (untere Curve) und des Grundwassers (obere Curve) im Brunnen des II. Hofes des kgl. Schlosses nach Centimetern über 0 des Mainpegels in den Jahren 1870/75  
 Die römischen Ziffern bedeuten die Monate; die Messungen selbst wurden immer am 1. u. 16. jeden Monats vorgenommen. 656 Cent. mittl. Stand d. Grundwassers 53 Cent. mittl. Stand d. Mainpegels



| Jahr, fünfte | Zahl der in jeder Alterskl. Lebenden | Stadt Würzburg |           | Zahl der in jeder Alterskl. Lebenden |
|--------------|--------------------------------------|----------------|-----------|--------------------------------------|
|              |                                      | Männlich       | Weiblich. |                                      |
| 0-5          | 1717                                 |                |           | 1784                                 |
| 6-10         | 1398                                 |                |           | 1430                                 |
| 11-15        | 1405                                 |                |           | 1250                                 |
| 16-20        | 2084                                 |                |           | 1798                                 |
| 21-25        | 3479                                 |                |           | 2252                                 |
| 26-30        | 1757                                 |                |           | 2183                                 |
| 31-35        | 1502                                 |                |           | 1775                                 |
| 36-40        | 1411                                 |                |           | 1584                                 |
| 41-45        | 1156                                 |                |           | 1421                                 |
| 46-50        | 963                                  |                |           | 1259                                 |
| 51-55        | 779                                  |                |           | 1061                                 |
| 56-60        | 553                                  |                |           | 865                                  |
| 61-65        | 496                                  |                |           | 685                                  |
| 66-70        | 310                                  |                |           | 525                                  |
| 71-75        | 238                                  |                |           | 367                                  |
| 76-80        | 124                                  |                |           | 186                                  |
| 81-85        | 60                                   |                |           | 60                                   |
| 86-90        | 21                                   |                |           | 24                                   |
| 91-95        | 3                                    |                |           | 8                                    |
| 96-100       | 0                                    |                |           | 0                                    |
|              | 19420                                |                | 40005     | 20385                                |

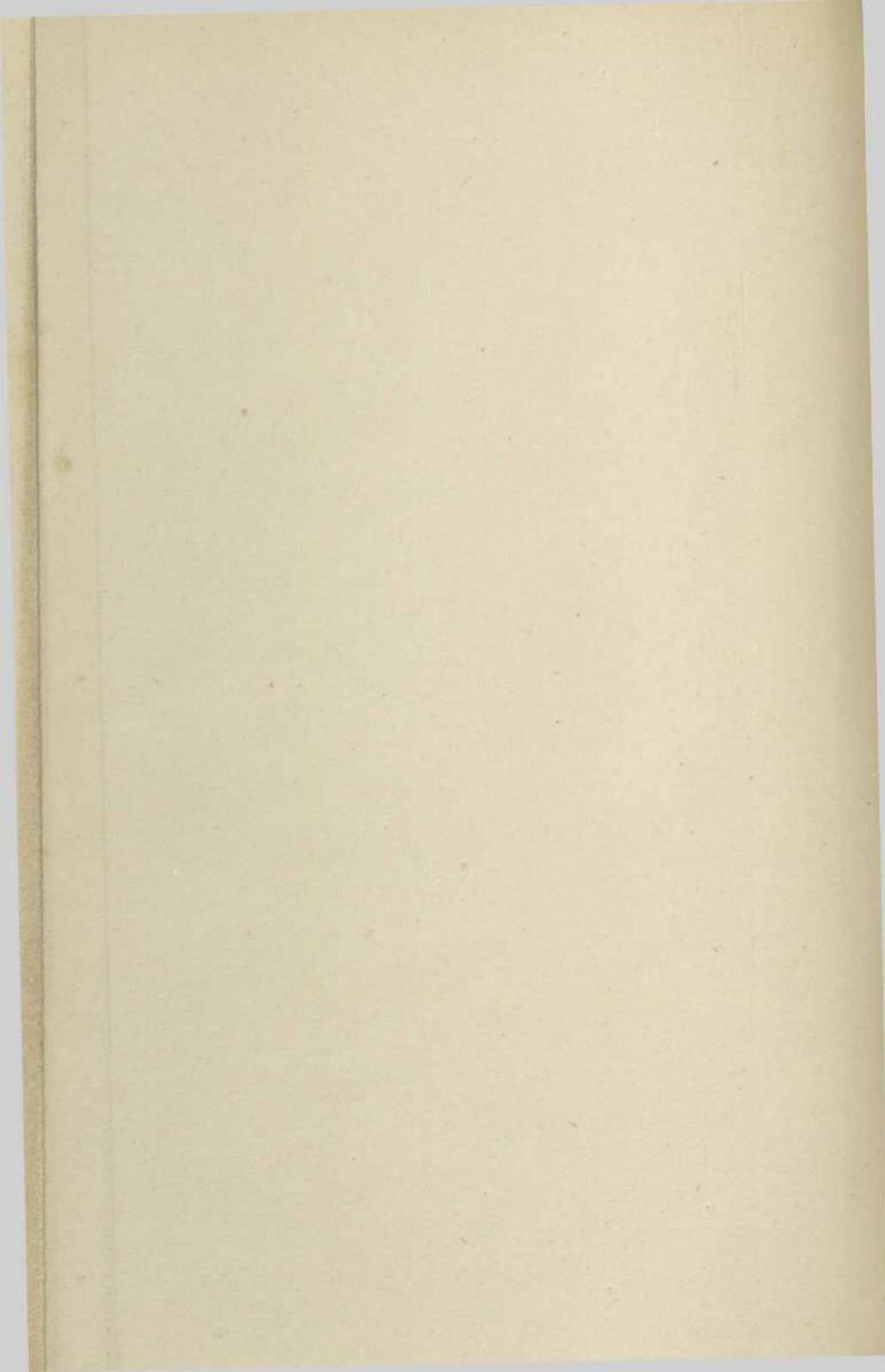
| II |   | Königreich Bayern |          | Zahl der in jeder Alterskl. Lebenden | Jahr, fünfte |
|----|---|-------------------|----------|--------------------------------------|--------------|
| a  | b | Männlich          | Weiblich |                                      |              |
|    |   |                   |          | 284236                               | 0-5          |
|    |   |                   |          | 242523                               | 6-10         |
|    |   |                   |          | 222131                               | 11-15        |
|    |   |                   |          | 203165                               | 16-20        |
|    |   |                   |          | 185028                               | 21-25        |
|    |   |                   |          | 179028                               | 26-30        |
|    |   |                   |          | 168424                               | 31-35        |
|    |   |                   |          | 150019                               | 36-40        |
|    |   |                   |          | 139844                               | 41-45        |
|    |   |                   |          | 130415                               | 46-50        |
|    |   |                   |          | 123469                               | 51-55        |
|    |   |                   |          | 101974                               | 56-60        |
|    |   |                   |          | 90237                                | 61-65        |
|    |   |                   |          | 62105                                | 66-70        |
|    |   |                   |          | 39748                                | 71-75        |
|    |   |                   |          | 18541                                | 76-80        |
|    |   |                   |          | 6838                                 | 81-85        |
|    |   |                   |          | 2006                                 | 86-90        |
|    |   |                   |          | 374                                  | 91-95        |
|    |   |                   |          | 19                                   | 96-100       |
|    |   |                   |          | 3327391                              |              |
|    |   |                   |          | 4832026                              |              |
|    |   |                   |          | 2494635                              |              |

III. Zusammensetzung der Bevölkerung nach Gebürtigkeit in % der Gesamtbevölkerung.



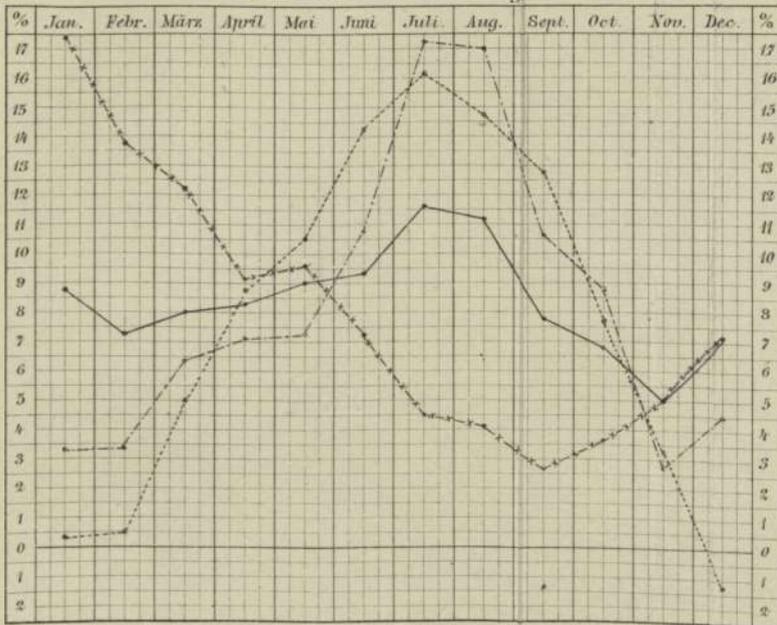
1. Ortsgebürtig 2. Kreisgebürtig. 3. Aus den übrigen Kreisen Baierns 4. Deutsches Reich 5. Ausland.  
 Ann. Die schwarzen Stellen zeigen den jedesmaligen Ueberschuss an.

Zusammensetzung der Bevölkerung nach 5 jährigen Altersklassen (Mayr, Beiträge zur Statistik des Königreiches Bayern, Heft XXXI S. 71 u. 119). Die dunkelschattirten Stellen bezeichnen den jeweiligen Geschlechtsüberschuss. In Fig. II<sup>a</sup> be, deutet jedes Quadrat innerhalb der Rechtecke 1000, in Fig. II<sup>b</sup> 10000 Personen.



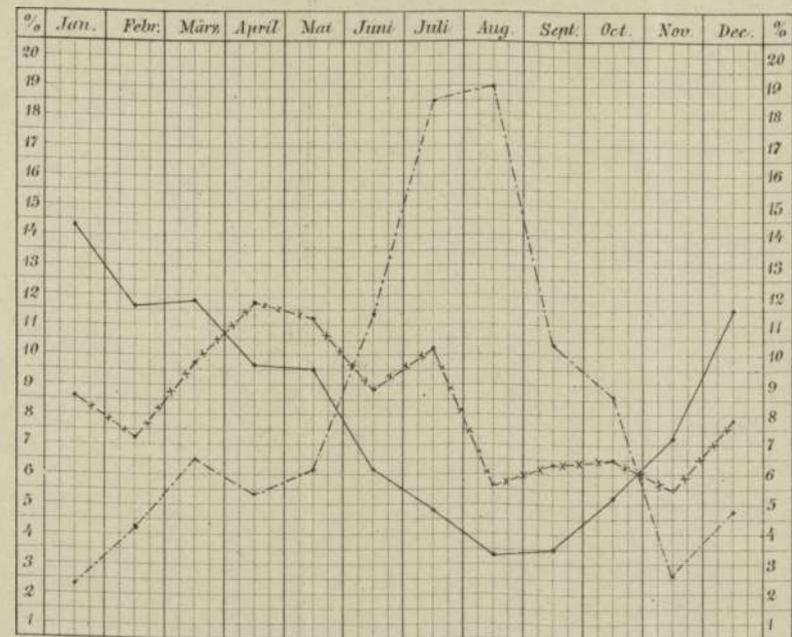
1. Kindersterblichkeit nach der Jahreszeit.

— allgemeine Kindersterblichkeit, — Sterblichkeit an Ernährungs-  
krankheiten (Darmkatarrh und Atrophie), x-x-x-x Sterblichkeit an Re-  
spirationskrankheiten in % der Gestorbenen, — mittlere Temperatur  
der Monate in Würzburg



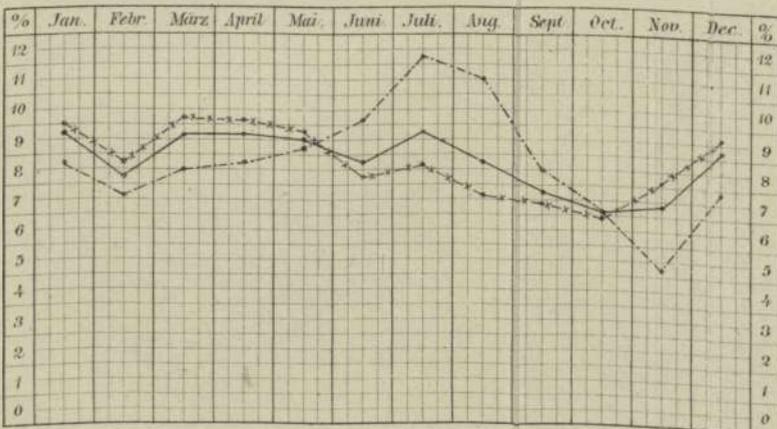
3. Mortalitaet an:

Darmkatarrh (Kinder und Erwachsene) (---), Lungenschwindsucht (x-x-x-x) akuten entzündlichen Lungenkrankheiten (—) nach der Jahreszeit in % der an jeder Krankheit überhaupt Gestorbenen.



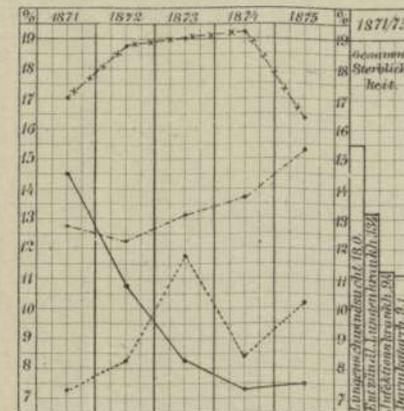
3. Mortalitaet nach der Jahreszeit

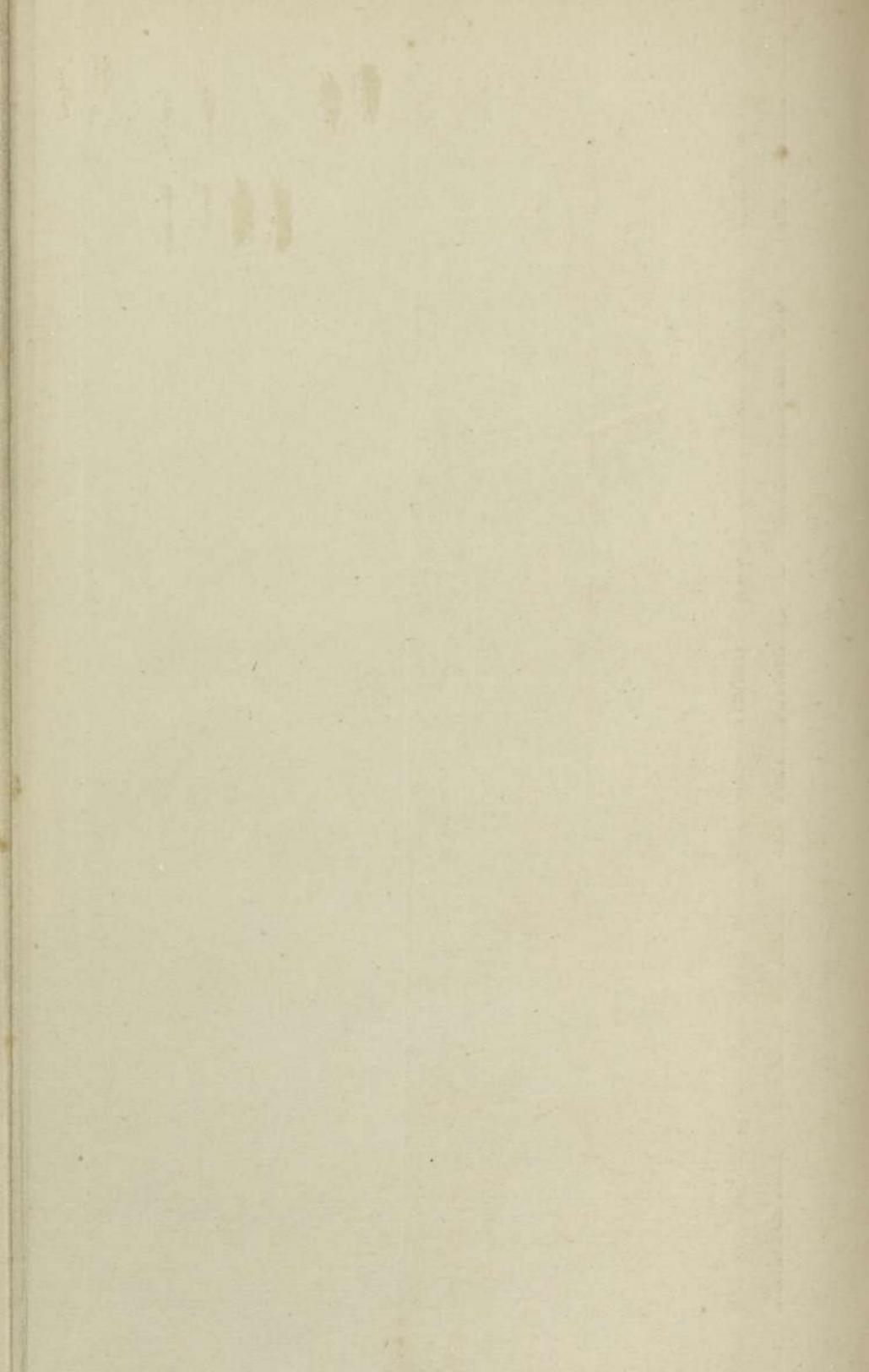
in % der überhaupt Gestorbenen und mit Ausscheidung a) der Mortalität im Ganzen (—), b) der Mortalität im Alter von 0-1 Jahr (---), c) der Mortalität aller über 1 Jahr alten Personen (x-x-x-x).



4. Mortalitaet in % der Gesamtmortalität an:

Lungenschwindsucht (x-x-x-x), Entzündliche Lungenkrankheiten (---), Infektionskrankheiten (—), Darmkatarrh weiss (—)

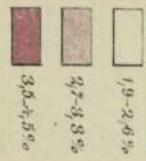






**ÜBERSICHTSPLAN**  
 der Mortalitätsverhältnisse  
**WÜRZBURGS**

Hochdruck 1893



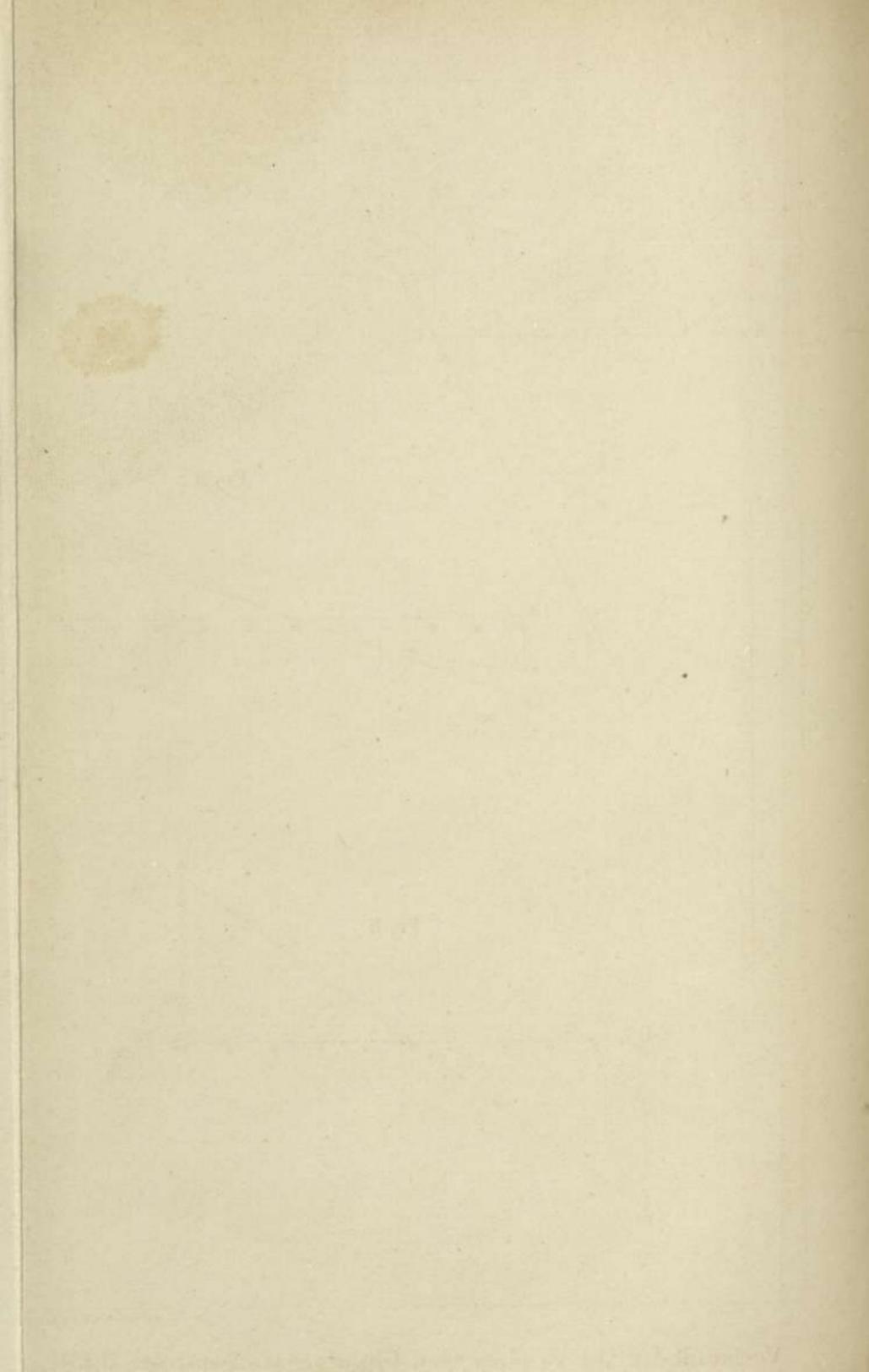


Fig. I.

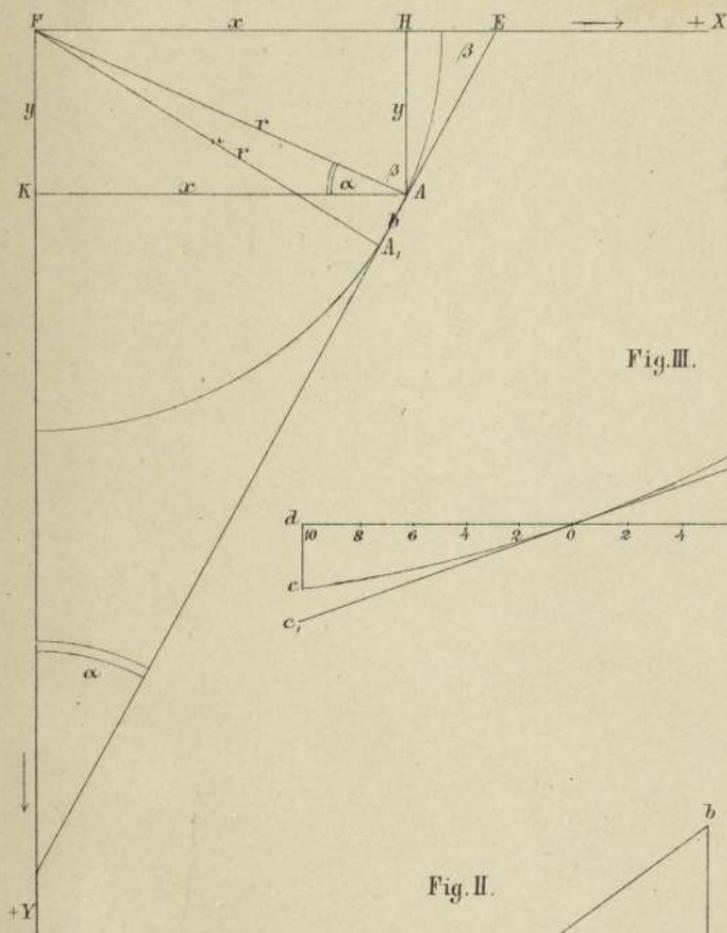


Fig. III.

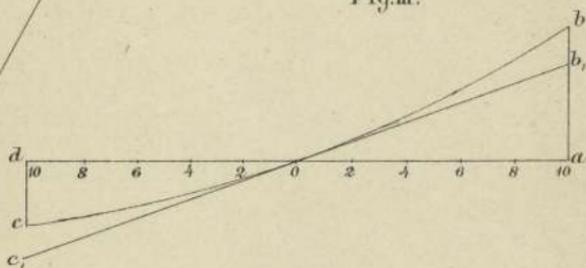
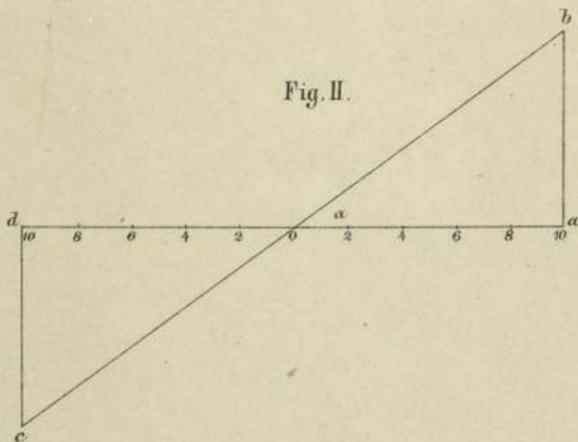


Fig. II.





## Muskelversuche an Warmblütern.

### I. Einwirkung des Curare, Guanidin und Veratrin auf den lebenden Warmblütermuskel.

Von

Prof. J. M. ROSSBACH und Dr. TH. CLOSTERMEYER.

Bis jetzt wurden bekanntlich, um die Gesetze der Muskelthätigkeit zu studiren, die Muskelversuche ausschliesslich an Kaltblütern angestellt, trotzdem dass man weiss, dass selbst unter den Kaltblütern die Muskeln verschiedener Arten derselben Gattung höchst verschieden auf dasselbe Gift reagiren, wie das unterschiedliche Verhalten der Muskeln von *Rana temporaria* und *r. esculenta* gegen Coffein hinlänglich zeigt. Doch liegen einige Methoden vor, um die Muskelthätigkeit der Warmblüter graphisch zu zeigen. *Helmholtz und Baxt*<sup>1)</sup> waren die ersten, die zum Zwecke der Messung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den motorischen Nerven des lebenden Menschen die Anschwellung der Daumenmuskeln bei ihrer Contraction graphisch registrirten. Nach ihnen *Place und Bernstein*.

Aehnliche Versuche an Warmblütern zu verschiedenen Zwecken machten *Marey*<sup>2)</sup>, *Ludwig, Schmidt und Kronecker*. Endlich hat *Cyon*<sup>3)</sup> ein Myographion construirt, um die Längenabnahme des *M. adductor pollicis* des Menschen bei seiner Thätigkeit zu registriren. Doch konnten alle diese Methoden nicht zur allgemeinen Geltung kommen theils in Folge der Umständlichkeit, theils wegen der schweren Eingriffe, denen der Muskel bei diesen Methoden unterzogen wird.

1) Monatsbericht der k. preuss. Academie d. Wiss. Berlin 1870.

2) *Marey's Du mouvement dans le fonction de la vie*, 1868. S. 258 u. 367.

3) *E. Cyon: Methodik* S. 460.

Professor *Roszbach* dahier hat nun eine Methode erdacht, die durch die verschiedensten Versuche als brauchbar gefunden wurde, indem es bei ihr möglich ist, die Gesetze der Muskelthätigkeit an Warmblütern zu studiren, und zwar unter möglichst normalen Verhältnissen. Der Muskel befindet sich dabei in natürlicher Lage, in natürlichen Zusammenhange mit dem lebenden Körper und in natürlichen Ernährungsverhältnissen. Andererseits kann nach dieser Methode jederzeit nach Belieben Nerv oder Muskel den verschiedensten Einflüssen unterworfen und die dadurch bedingten Veränderungen prompt und exakt aufgezeichnet werden. Ohne grosse Schwierigkeit gelingt es mittelst dieser Methode, viele Stunden lang unausgesetzt ohne jede Störung bei Warmblütern die Längenabnahme und die Curvenformen des sich zusammenziehenden Muskels in beliebigem Wechsel auf die rotirende Trommel aufzuzeichnen, während der Versuche die Muskeln der Einwirkung verschiedener Substanzen, verschiedener Wärmegrade und Belastung, wie verschiedener Reizstärke auszusetzen. Nach dieser Methode kann die Untersuchung der Muskelthätigkeit an Warmblütern an Genauigkeit, Schnelligkeit und Leichtigkeit der an Kaltblütern gleichgestellt werden.

Die nachstehenden Resultate, die nach dieser Methode erzielt wurden, sollen hiemit veröffentlicht werden. Die Präparation des betreffenden Warmblüters geschah in der an den Kaltblütern schon längst geübten Weise. Bei unseren ersten Versuchen hatten wir die Thiere, um sie bewegungsunfähig zu machen, curarisirt; da aber durch Curare bekanntlich der motorische Nerv afficirt wird, also bei diesen Thieren der Muskel nur noch direkt gereizt werden konnte und auch dieser durch die Curarisirung als ein kranker betrachtet werden muss, wir aber andererseits darauf bedacht sein mussten, nur an möglichst gesunden Muskeln zu arbeiten, so schritten wir zur Rückenmarksdurchschneidung, woauf das Thier bei den meisten Versuchen Stunden lang regungslos blieb. Selten traten störende Reflexbewegungen ein. Nur bei der Anwendung tetanischer Gifte traten Streckkrämpfe des Rumpfes auf, die natürlicher Weise auf die von Muskel gezeichneten Curven störend einwirken mussten, wenn auch die betreffende Extremität selbst, deren Muskel geprüft wurde, durch Abschneiden des N. ischiadicus nicht tetanisirt werden konnte. Professor *Roszbach* gelang es

bald, auch diesen Missstand zu entfernen. Die Mitbewegungen des ausser Zusammenhang mit dem nervösen Centrum stehenden Fusses geschahen theils durch Schütteln des Aufbindebrettes durch das von tetanischen Krämpfen befallene Thier, theils wurden die Krampfstösse des Rumpfes durch die Extremitäten-Knochen auf die nervös unberührt bleibende Seite fortgeleitet. Ersterer Missstand wurde beseitigt durch möglichste Befestigung des Brettes an schweren Bleiklötzen oder an dem Tisch selbst; letzterer dadurch, dass die betreffenden Knochen mittelst eingestossener Eisenstäbe fixirt wurden mit gleichzeitigem festen Anschrauben auf das Aufbindebrett. So wurde selbst während der Krämpfe jetzt die Thätigkeit des gereizten Muskels fehlerfrei ohne jede Störung auf die Trommel übertragen.

Durch die Rückenmarksdurchschneidung oder auch schon durch die Durchschneidung des n. ischiadicus werden allerdings sämtliche Gefässe des Körpers erweitert und in Folge davon der Blutdruck vermindert. Jedoch scheint dieser Umstand durchaus keinen Einfluss auf die Muskelthätigkeit auszuüben, da ja geradezu der zum Versuche angewendete Reiz die durch die Durchschneidung herbeigeführte Gefässerweiterung während der Reize wenigstens eine gewisse Zeit lang in den betreffenden Muskeln aufhebt. Ja sogar bei schnell hintereinander folgenden Reizen muss eine geradezu abnorme Verengerung der Muskelgefässe eintreten, in Folge deren bei der Niedrigkeit des Blutdruckes im ganzen Gefässsystem vielleicht sogar eine geringere Blutdurchströmung, also schlechtere Ernährung des Muskels eintritt, als normal. Für diese Anschauung sprechen vielleicht einige durch Ermüdungsversuche erhaltene Resultate, namentlich das rasche Fortschreiten der Ermüdung im Anfang der Versuche.

### Versuchsanordnung und Apparate.

Die Versuchsthiere wurden auf ein passendes Brett festgebunden und zum Zwecke der später nöthig werdenden künstlichen Respiration tracheotomirt und mit Trachealkanule versehen. Dann wurde in eine V. jugularis eine Canule eingebunden zum Zwecke einer späteren Einspritzung eines Arzneimittels, um die Wirkung desselben auf den Muskel möglichst schnell zu erhalten. Hierauf wurde hoch oben am Oberschenkel der Ischiadicus frei präparirt,

in seiner Gesammtheit dann mit einem starken Faden abgebunden und das periphere Ende mit einer Electrode für tiefliegende Nerven zwischen 2 befeuchteten Fliesspapierstückchen ausgestattet; durch Hautnähte wurde die Elektrode immobilisirt. War dies geschehen, so wurde die Sehne eines oder die Gesamtsehne aller Wadenmuskeln möglichst in ihrer ganzen Länge blossgelegt und die Haut unterhalb der Sehne wieder zusammen genäht. Zum Schlusse wurde, nachdem das Rückenmark hoch oben an der Halswirbelsäule durchschnitten worden war, gleichzeitig damit die künstliche Respiration eingeleitet. Bei Versuchen, bei denen der Muskel direkt gereizt wurde, wurden ausserdem 2 feine verzinkte Stahlnadeln in den Muskel eingestochen, die eine am centralen Ende durch die Haut hindurch, die andere in den Beginn der Sehne.

*Apparate.* Bei unseren ersten Versuchen lief der Faden, der an die Muskelsehne befestigt war, über eine Rolle hinweg zur Schreibvorrichtung des Myographion, da das Instrument auf senkrechtcs Anschreiben eingerichtet war. Später kam das *Marey'sche* Myographion mit horizontaler Schreibrichtung zur Anwendung, und jetzt wurde die Sehne mittelst eines längeren Fadens in gerader Linie mit dem Schreibhebel verbunden. Es wurde darauf geachtet, dass der Faden stets in genauer Fortsetzung der Richtung der Muskelfasern lief.

Ueber die Axe des Schreibhebels wurden entweder Gewichte aufgehängt oder diese durch eine gespannte Stahlfeder (nach *Fick*) ersetzt. Die Trommel wurde in die schnellste Umlaufgeschwindigkeit versetzt. Sollten nur die Hubhöhen verzeichnet werden, so wurde die Trommel von einem Assistirenden immer um ein wenigcs weitergerückt und während der Zuckung stille gehalten, oder die Zuckungen wurden bei langsamsten Umdrehungen der Trommel auf dieselbe aufgeschrieben ohne Einhaltung derselben in ihrem Laufe.

Die Schliessung und Oeffnung des Stromes der Primärrolle wurde entweder durch eine *Balzar'sche* Reizuhr in Zwischenräumen von 1—60 Sekunden oder bei schneller sich folgenden Reizen durch eine bekannte einfache Vorrichtung am Metronom erzielt.

Wir benutzten in der Regel nur den Oeffnungsschlag der secundären Rolle; der Schliessungsschlag wurde deshalb durch eine Vorrichtung am *Neef'schen* Hammer ausgeschaltet. —

## I. Curare.

### A. Geschichtliches.

*Kölliker* untersuchte zuerst in Deutschland die Wirkungen des Curare, später wurde dasselbe von *Bezold*, *Kühne*, *Funke* und Anderen erforscht. Zu bemerken ist, dass vor *Kölliker* keinerlei bemerkenswerthen Versuche mit Curare überhaupt gemacht wurden, und dass *Bernard*, der die Priorität für sich in Anspruch nimmt, besonders in den wichtigsten Nachweisen über die Eigenschaften des Curare, vor *Kölliker* nur einen Vergiftungsversuch mit Curare publicirt hat. Jedenfalls ist, wenn man die einschlägige Literatur darüber nachliest, der für die Lehre von der Muskelirritabilität wichtigste Versuch, welcher die primitive Lähmung der Nervenenden in den Muskeln beweist, zuerst von *Kölliker* angestellt und veröffentlicht worden.

Bis jetzt bekannte Untersuchungen über Curare sind im Folgenden kurz zusammengedrängt.

#### 1. Ueber das Verhalten der Curaremuskeln bei Reizung derselben mit unterbrochenem Strome von verschiedener Stärke.

*G. Rosenthal* hat angegeben, dass Curaremuskeln auf faradische Reizung weniger leicht reagiren als nicht vergiftete Muskeln. Bestätigt wurde dies durch Versuche von *Kölliker* und *Pelikan*. Letztere neigen sich aber nicht, wie *Rosenthal*, der Meinung hin, dass diese Thatsache zu Ungunsten des Curaremuskel auszulegen sei, sondern schreiben die verminderte Reizbarkeit eher dem Wegfall der Nerventhätigkeit in dem durch Curare vergifteten Muskel zu und finden in diesem Umstande nur einen weiteren Beweis für den Satz, dass die Nerven für den galvanischen Reiz empfänglicher sind als die Muskelfasern, keineswegs aber einen Aufschluss über die Reizbarkeit der Muskelfasern selbst bei vergifteten und normalen Muskel. Im Anschluss daran erhob sich dann die Frage, ob durch Curare eine Verminderung der Leistungsfähigkeit des Muskels entstehe.

## 2. Ueber die Leistungsfähigkeit der Curaremuskeln.

Versuche darüber wurden ebenfalls von *Kölliker und Pelikan* angestellt. Die Versuche theilten sich in zwei Reihen. In der ersten Versuchsreihe wurde der vergiftete Muskel zehn Minuten später als der gesunde vom Körper des Frosches getrennt. Hier ergab sich, dass die normalen Muskeln mindestens nicht mehr leisten als die Curarisirten. Auch in Bezug auf die Dauer ihrer Leistungen und auf das Vermögen, nach übermässigen Anstrengungen sich zu erholen oder sich zu erhalten, standen die Curaremuskeln nicht hinter den anderen zurück. In der zweiten Versuchsreihe mit Muskeln, deren Curven unmittelbar nach der Trennung derselben vom Körper aufgenommen wurden, stimmten die Gesamtsummen der erzielten Nutzeffekte von Seite der Curaremuskeln mit den normalen Muskeln sehr nahe überein. Hieraus zogen *Kölliker und Pelikan* den Schluss: „Die mit Curare vergifteten Muskeln zeigen, obschon ihre Nerven todt sind, doch bei galvanischer Reizung mit Induktionsströmen dieselbe Leistungsfähigkeit wie normale Muskeln.“

*Funke*<sup>1)</sup> glaubte nach der von *Rosenthal* constatirten Thatsache, dass der curarisirte Muskel dem unvergifteten an Reizbarkeit mehr weniger nächststeht, dass bei Prüfung der Ermüdbarkeit der weniger reizbare Muskel sich auch als der leichter erschöpfbare herausstellen würde. Aber zu seiner Ueberaschung fand er in allen Fällen das Gegentheil, nämlich dass stets der curarisirte Muskel ein auffallend langsames Vorschreiten der Ermüdungsmodifikationen seiner Zuckungscurven zeigte, länger aushielt, durch Erholungspausen und Reizverstärkung wirksamer aufgebessert wurde als der unvergiftete.

## 3. Ueber das Verhalten der Curaremuskeln gegen constante Ströme.

*Heidenhain* gibt an: a) Bei Muskeln, die durch Curare dem Einflusse der Nerven entzogen wurden, sind die Zuckungen unabhängig von der Stromesrichtung. b) Ausserdem verliert die Erregbarkeit der Curaremuskeln bei Ermüdung derselben sich auffallend schnell, um allerdings nach verhältnissmässig kurzer Zeit sich in hohem Grade wieder herzustellen. Ersterer Satz (a) wurde durch spätere Versuche von *Kölliker und Pelikan* bestätigt.

1) *Pflüger's Archiv* Bd. VIII S. 248.

Nur bemerken diese, dass bei den Reizungen der Muskeln allein sehr häufig dieselben bei Schliessung der Kette in eine Art Tetanus verfielen und längere Zeit mehr weniger contrahirt blieben. Dagegen widersprechen *Kölliker und Pelikan* dem zweiten (b) von *Heidenhain* aufgestellten Satz, indem sie zeigten, dass in Bezug auf die Dauer der Reizbarkeit vergiftete wie nicht vergiftete Muskeln grosse Uebereinstimmung zeigen.

#### 4. Ueber den Einfluss des Curare auf die elektromotorische Kraft der Muskeln und Nerven.

*G. Valentin* hat darüber Versuche mit Zuhülfenahme des Elektrogalvanometers gemacht. Er fand 1) dass Curare die Richtung des Muskelstromes nicht ändert. Das obere Ende des vergifteten Wadenmuskels war immer, wie das des gesunden, positiv, man mochte den Muskel kürzere oder längere Zeit nach der Einverleibung des Giftes untersuchen, seine Masse mochte noch für die Schläge des Magnetelektromotors empfänglich sein oder nicht. 2) Die Ausgleichung des vergifteten und gesunden Muskels lieferte verschiedene Ergebnisse, je nach dem Zeitunterschiede. Prüfte man die Theile 30—40 Minuten oder 25 Stunden nach der Einführung des Curare unter die Rückenhaul, so zeigte der vergiftete Wadenmuskel einen stärkeren Strom als der gesunde. Prüfte man  $3\frac{3}{4}$  Stunden nach der Einführung, so erwies sich der gesunde Muskel zuerst als der stärkere. *Valentin* nimmt an, dass es wahrscheinlich von dem Unterschiede des Ganges des Absterbens der zwei Wadenmuskel abhängt, wessen Strom im Laufe der Zeit die Oberhand gewinnt. Eine andere Versuchsreihe des nämlichen Forschers lehrte, dass die Curarevergiftung den Nervenstrom nicht aufhebt. Der gegenseitige Vergleich der elektromotorischen Eigenschaften des gesunden und mit Curare vergifteten und vollkommen reizlosen Nerven fiel zu Gunsten des letzteren aus.

#### 5. Wärme der Muskeln.

*Valentin* benützte zu diesem Versuchsverfahren ein Thermogalvanometer. Er fand dabei, dass die durch die Zusammenziehung erzeugte Wärmeerhöhung von der Verkürzungsstärke abhängt. Bei einem Versuche fand er, dass die Muskelwärme nach der ersten Curaregabe, die keine sichtlichen Vergiftungsmerkmale zeigte, nach und nach um 0,15 C., und nach der zweiten all-

mählig tödtenden Gabe um 0,14 C. sich erhöhte. Bei einem anderen Versuche ging die Wärme des vergifteten Muskels während der Wirkung des Curare auf und nieder. Der Tod endlich ergab eine Gesamtabnahme von 0,3 C., so dass der vergiftete Wadenmuskel um 0,3 C. kälter als der nicht vergiftete war. Im Ganzen ergaben *Valentin's* Versuche hierin keine nennenswerthen Differenzen und mag der etwaige Wärmeunterschied zwischen curarisirtem und normalem Muskel nichts durchwegs Charakteristisches bieten.

*B. Einwirkung des Curare auf Reizbarkeit, Form und Höhe der Muskelcurve bei Warmblütern.*

Unsere eigenen Versuche an den belasteten Wadenmuskeln des Kaninchens ergaben folgendes:

Spritzt man kleine Gaben Curare unter die Haut oder in die Vene, so werden bei gleichbleibender Reizstärke und bei indirekter Reizung (vom Nerven aus) die *Maximalzuckungen* höher als vor der Vergiftung; steigert man jedoch die Curaregabe, so werden sie immer niedriger, bis endlich bei Reizung vom Nerven aus gar keine Muskelzuckung mehr erfolgt. Dabei entwickelt sich die endliche Verkleinerung und das vollständige Erlöschen der Muskelerregbarkeit vom Nerven aus in sehr kurzer Zeit.

Reizten wir bei kleinsten Curaregaben und gleichbleibender Reizstärke den Muskel direkt, so fand sich ebenfalls erst *Erhöhung der Zuckungen*, jedoch nicht immer; bei manchen Muskeln trat nach Curarisirung bei direkter Reizung keine höhere Zuckung ein, wiewohl bei indirekter Reizung ihre Maximalzuckungen sogar bedeutend erhöht wurden.

Spritzt man so viel Curare ein, dass indirekt keine Zuckungen mehr erfolgen, so bleibt wie bei Kaltblütern der Muskel direkt erregbar; jedoch die Zuckungen bleiben hier stets niedriger als im normalen Zustande oder während der Vergiftung mit kleinsten Curaregaben. — Was die Form der Zuckungscurven betrifft, so werden bei kleinsten Curaregaben dieselben nicht nur höher, sondern auch kürzer, welche Verkürzung namentlich den absteigenden Theil der Zuckungscurve betrifft. Der Winkel zwischen auf- und absteigendem Theil wird spitzer, die erste steile Abfallslinie des absteigenden Theils wird länger und die Zuckungsdauer wird um mehr als die Hälfte kleiner, als im normalen Zustande. Die Zuckungsdauer wird im Verhältniss

wieder länger, je niedriger bei steigender Curaregabe die Maximalzuckungen werden.

Wir werden aus Vorausgehendem den Satz ziehen können, dass Curare auf gewisse Theile des Nervmuskelpreparates des Kaninchens *erregbarkeitserhöhend, endlich lähmend* wirkt, sowie dass mit dem Erlöschen der indirekten Erregbarkeit eine Verminderung der Erregbarkeit auch der Muskelfasern eintritt.

Einige angefügte Beispiele mögen vorausgehende Sätze anschaulicher machen.

I. Zum Versuche diene ein kräftiges, in oben angegebener Weise präparirtes Kaninchen.

Als Reiz dienen 3 *Daniell*'sche Elemente. Es wurden die Oeffnungsschläge der secundären Rolle eines *Du Bois*'schen Schlittens als Reize für Nerv und Muskel benützt. Die Oeffnung geschah mittelst eines in den Kreis der primären Rolle eingeschalteten Quecksilberschlüssels.

Am Myographion betrug die ganze Länge des Schreibhebels 16 Cm.; der Anheftepunkt der Sehne lag 2 Cm. von der Axe entfernt; die Spitze des Schreibhebels zeichnete somit die achtfache Höhe der Muskelcontraktion auf den rotirenden Cylinder. In folgender Tabelle sind nur die gezeichneten höchsten Höhen der Zuckungscurven angegeben; man braucht daher dieselben nur mit 8 zu dividiren, so erhält man die wirklichen Höhen.

Die Axe des Schreibhebels war mit 100 Grm. belastet.

Im Beginn der Versuche wurde durch allmähliche Verkleinerung der Rollenabstände der Grad der Reizstärke ermittelt, welcher gerade Maximalzuckungen hervorrief, und derselbe im Verlauf der Untersuchung beibehalten.

Von *Merk* in Darmstadt bezogenes Curare wurde in 0,6% Kochsalzlösung gelöst und in kleinsten Dosen unter die Haut gespritzt.

| Nummer. | Bemerkungen         | Reizung d. n. ischiadic.       |                    | Direkte Muskelreizung          |                    |
|---------|---------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
|         |                     | Abstand d. secund. Rolle i. C. | Zuckungshöhe in M. | Abstand d. secund. Rolle i. C. | Zuckungshöhe in M. |
| I.      | Vor der Vergiftung  | 10                             | 0,0056             | 5                              | 0,004              |
|         |                     | —                              | —                  | 0                              | 0,004              |
| II.     | 1. Inj. v. 0,001 C. | 10                             | 0,0073             | 5                              | 0,005              |
| III.    | 2. Inj. v. 0,001 C. | 10                             | 0,011              | 5                              | 0,005              |
| IV.     | 3. Inj. v. 0,005 C. | 10                             | 0,015              | 5                              | 0,005              |
| V.      | 4. Inj. v. 0,01 C.  | 10                             | 0,010              | 5                              | 0,006              |
|         |                     | 10                             | 0,008              | —                              | —                  |
|         |                     | 10                             | 0,006              | —                              | —                  |
|         |                     | 10                             | 0                  | —                              | —                  |
|         |                     | 0                              | 0                  | 0                              | 0,002              |

Anmerkung. Die Zuckungen bei direkter Reizung scheinen keine maximalen gewesen zu sein.

II. Ein kräftiges, 1500 grm. schweres Kaninchen. Apparate und Präparation genau wie in Nr. I. Nur wird die Curarelösung nicht unter die Haut, sondern direkt in die V. jugularis eingespritzt. Ferner wurden statt der maximalen wie in I. die untermaximalen Zuckungen natürlich bei gleichbleibender Reizstärke geprüft.

Ö = Oeffnungs-, S = Schliessungs-Zuckung.

| Numer. | Bemerkungen.        | Reizung des Nerven.            |                        | Reizung des Muskels.           |                    |
|--------|---------------------|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|--------------------|
|        |                     | Abstand d. secund. Rolle i. C. | Höhe der Zuckung in M. | Abstand d. secund. Rolle i. C. | Zuckungshöhe in M. |
| I.     | Vor der Vergiftung. | 10Ö                            | 0,002                  | 1Ö                             | 0,022              |
|        |                     | 7                              | 0,0046                 | 5                              | 0,0165             |
| II.    | 1. Inj. v. 0,001 C. | 7                              | 0,010                  | 5                              | 0,015              |
| III.   | 2. Inj. v. 0,001 C. | 7                              | 0,009                  | 5                              | 0,003              |
|        |                     | 1                              | 0,004                  | 5                              | 0,003              |
|        |                     | 1                              | 0,004                  | —                              | —                  |
| IV.    | 3. Inj. v. 0,002 C. | 0                              | 0,001                  | 0Ö                             | 0,003              |
|        |                     | 0S                             | 0,002                  | 0S                             | 0,004              |
|        |                     | 0                              | 0                      | 0Ö                             | 0,003              |

## II. Guanidin.

Bei Wiederholung der Versuche konnten wir die Ergebnisse vollständig bestätigen, die *Gergens und Baumann*, später *Putzeys und Swaen* bei Einwirkung des schwefelsauren Guanidin auf die Muskeln der Kaltblüter erhielten, nach denen der Stoff die letzten Enden der motorischen Nervenfasern in den Muskeln so stark reizt, dass fibrilläre, fasciculäre und klonische Zuckungen an denselben auftreten auch nach Zerstörung des Rückenmarks.

Wir versuchten die Einwirkung des Guanidins an Warmblütern, wenn auch zunächst nur, um bei diesen die Reaction der quergestreiften Muskeln gegen dasselbe kennen zu lernen.

Das betreffende kohlen-saure Guanidin erhielten wir durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. *Wislicenus* aus dem hiesigen chemischen Institut.

Die Ergebnisse unserer an Kaninchen angestellten Versuche waren folgende:

Nach den meisten Injektionen trat sogleich eine zuckende Bewegung der Ohren und sodann der übrigen Körper- und Extremitätenmuskeln ein; es zuckten auch die Muskeln derjenigen Extremität, an der der N. ischiadicus durchschnitten worden war

Die in oben angegebener Weise angeschriebenen Muskelcurven zeigten bei Mengen von 0,06—0,1 Grm. keine wesentliche Aenderung weder der Höhe noch der Form der Curven bei Maximalreizen. Die Höhe der Zuckungen nahm erst immer mehr zu bei grösseren Gaben, die alle in die v. jugularis gespritzt wurden; die Form der Zuckungcurve änderte sich dahin, dass das Maximum der Zuckung länger bestehen blieb, und daher der auf- und absteigende Theil der Curve nicht mehr in einem spitzen Winkel, sondern durch eine kleine fast horizontale gerade Linie miteinander verbunden wurden; auch dauerte es längere Zeit, bis der absteigende Theil der Curve wieder zur Abscisse zurückkehrte.

Bei gleichbleibenden Reizstärken wuchsen in der angegebenen Weise nur bei Reizung vom Nerven aus die Maximalzuckungen; bei direkter Reizung des Muskels zeigten sie sich wie vor der Vergiftung.

Bei Gaben bis zu 0,8 Grm. im Ganzen bleibt die Zuckungshöhe bei Reizung vom Nerven aus immer dieselbe; dagegen steigt jetzt bei direkter Muskelreizung die Zuckungshöhe noch weiter an.

Hier ein Versuchsbeispiel:

Ein Kaninchen in der früher angegebenen Weise präparirt.

Es wurde dagegen zum Unterschied von früher ein *Marey'sches* Myographion mit Federspannung als Belastung angewendet. Die Länge des ganzen Schreibhebels von Axe zur Spitze betrug 21 Cm., der Muskel wurde mittelst eines starken Fadens 3 Cm. von der Axe entfernt befestigt. Man erhält sonach die wirkliche Muskelverkürzung, wenn man die gezeichnete durch 7 dividirt.

2 *Daniell'sche* Elemente.

| Nummer. | Bemerkungen.                                              | Reiz des n. ischiadic.               |                    | Direkte Muskelreizung.               |                    |       |
|---------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------|-------|
|         |                                                           | Abstand<br>d. secund.<br>Rolle i. C. | Zuckungs-<br>höhe. | Abstand<br>d. secund.<br>Rolle i. C. | Zuckungs-<br>höhe. |       |
| I.      | Vor der Vergiftung.                                       | 5                                    | 0,006 M.           |                                      |                    |       |
|         |                                                           | 0                                    | 0,006              | 0                                    | 0,002              |       |
| II.     | Einspritzung von 0,2 koh-<br>lensauren Guanidin           |                                      |                    |                                      |                    |       |
|         |                                                           | 1 Minute später                      | 0                  | 0,010                                | 0                  | 0,002 |
|         |                                                           | 5 Minuten später                     | 0                  | 0,013                                | 0                  | 0,002 |
| III.    | Weitere Einspritzung<br>von 0,6 kohlensaurem<br>Guanidin. | 0                                    | 0,013              | 0                                    | 0,004              |       |

Gegen diese Ergebnisse, dass kleinste Curaregaben vorübergehend, verhältnissmässig grosse Guanidingaben *längere Zeit hindurch erregbarkeitserhöhend* auf das lebende Nervmuskelpreparat der Warmblüter einwirke, so dass die Maximalzuckungen bei gleichbleibender Reizstärke um das Doppelte und Dreifache ihrer normalen Höhe anwachsen, könnte nur ein Einwand erhoben werden. *Kronecker* hat bereits an sehr reizbaren Kaltblütermuskeln gefunden, dass der eigentliche Maximalreiz für den frischen Muskel gar nicht zu ermitteln ist, weil auch ohne Verstärkung der noch untermaximalen Reize beider Stromrichtungen die folgenden (60—100) Zuckungen etwas wachsen, während die späteren schnell abnehmen, um dann erst (nach abermals 100 Zuckungen) sich den von ihm weiter gefundenen Gesetzen zu fügen<sup>1)</sup>.

So fanden auch wir bei allen bis jetzt von uns angestellten Ermüdungsversuchen an den lebenden Muskeln von Warmblütern ein allmähliges Ansteigen der maximalen Zuckungshöhen bis zu einem bestimmten Maximum, von wo aus dann der Abfall der Ermüdungslinie eintrat. Es könnte sonach behauptet werden, die von uns beobachtete Zunahme der Zuckungsmaxima nach Curare und Guanidin fiele obiger Eigenthümlichkeit reizbarer Muskeln zur Last.

Jedoch wäre hier dieser Einwand nicht stichhaltig; denn 1) hatten wir uns vor Einspritzen des Giftes durch eine grössere Zahl von angeschriebenen Zuckungen des normalen Muskels der Constanz der Zuckungshöhen versichert; 2) wachsen in dem ersten Stadium der wachsenden Maximalzuckungen die einzelnen aufeinanderfolgenden Zuckungen höchstens um einige Milli-Millimeter; in unseren Versuchen aber treten zwischen zwei aufeinander folgenden Zuckungen, zwischen denen nur die Vergiftung liegt, enorme Differenzen auf, so dass die unmittelbar folgende Zuckung um das Doppelte, ja Dreifache höher ist, als die vorausgegangene. Es kann daher die enorme Verstärkung der Maximalzuckungen nur auf die angewendeten Gifte bezogen werden.

### III. Veratrin.

#### A. Geschichtliches.

*Kölliker*<sup>2)</sup> war der Erste, der das Veratrin als ein Muskel- und Herzgift erkannte und klar aussprach, dass es auf die

<sup>1)</sup> Monatsberichte d. k. Akad. d. Wiss. in Berlin 1870. S. 638.

<sup>2)</sup> *Virchow's Archiv* B. 10. S. 257—272.

Muskulatur spezifisch wirkt, nicht aber auf die motorischen Nervenstämmе. *Bezold*<sup>1)</sup> widersprach letzterer Behauptung und vindicirte dem Veratrin auch einen Einfluss auf die motorischen Nerven, in welchen so gut, wie im Muskel der Erregungsprozess den Reiz längere Zeit überdauere.

*Fick* und *Böhm*<sup>2)</sup> rehabilitirten durch sehr genaue Versuche und kritische Prüfung der *Bezold*'schen Argumente die *Kölliker*'sche Deutung des Veratrin als Muskelgift und suchten die Natur der durch das Veratrin im Muskel hervorgerufenen Veränderungen zu erforschen. Während *Bezold* die Nachdauer der Zusammenziehung als eine Nachdauer des Erregungsprozesses über die Zeit hinaus auffasste, setzen *Fick* und *Böhm* auseinander, dass man sich vom Wesen des Veratrinmuskelizustandes ganz verschiedenartige Vorstellungen machen könne; es sei denkbar, dass die Anwesenheit des Veratrin im Muskel den ersten Akt des chemischen, die Contraktion bedingenden Prozesses begünstigt, so dass auf einen momentanen Reizanstoss die verkürzende Substanz in reichlicherem Maasse und während längerer Zeit gebildet würde (wie *Bezold* annimmt); es sei aber auch zweitens denkbar, dass durch die Anwesenheit des Veratrin der Restitutionsprozess (der der Muskeler schlaffung zu Grunde liegt) erschwert und verzögert werde. Dadurch würde ebenfalls die Contraktion zu einer dauernden gemacht, ohne dass die verkürzende Substanz in reichlicherem Masse gebildet zu sein brauchte, als sonst nach einem Momentanreize. Es würde eben nur ihre Beseitigung durch weitere Verbrennung gehindert. Um zu einer Entscheidung über die beiden Möglichkeiten zu kommen, stellen *Fick* und *Böhm* folgende Ueberlegung an:

„Man werde unbedenklich annehmen dürfen, dass sowohl der Restitutions- wie der Erregungsprozess Vorgänge sind, bei denen die chemischen Kräfte im Ganzen Arbeit leisten, bei denen aber, soweit nicht andere Kräfte überwunden werden, Wärme erzeugt wird. Wenn nun die Dauer der Zusammenziehung beim Veratrinmuskel blos auf einer Hemmung des Restitutionsprozesses und nicht auf einer Steigerung des Erregungsprozesses über das normale Mass hinaus beruht, dann müsste sich bei einer durch einen Momentanreiz ausgelösten Veratrin-

1) Untersuchungen aus dem phys. Labor. in Würzburg. Heft I. 1867.

2) Verh. d. phys. med. Gesellschaft in Würzburg. N. F. III. S. 198.

zusammenziehung der Muskel noch weniger erwärmen, als bei einer normalen Zuckung. In der That wären ja alsdann bei der Veratrinzuckung wärmebildende Prozesse auf einen längeren Zeitraum vertheilt, welche bei der normalen Zuckung fast in einem Augenblicke stattfinden. Beruhe dagegen die Dauer der Zusammenziehung in dem Veratrinzustande darauf, dass nach einem einmaligen Reizanstosse der Erregungsprozess intensiver und vielleicht auch während längerer Zeit stattfindet, so dass der zusammenziehende Stoff reichlicher gebildet wird, dann müsse bei einer Veratrinzusammenziehung die Temperatur des Muskels mehr steigen als bei einer normalen Zuckung. Versuche mit dem *Heidenhain'schen* Apparat zur Messung der Muskelwärme ergeben, dass die Veratrinzusammenziehung auf einen einfachen Reiz viel mehr Wärme gibt als eine Normalzuckung, dass also die Nachdauer der Zusammenziehung im Veratrinzustande auf einer grösseren Intensität des chemischen Prozesses beruht, nicht etwa auf einer blossen Verzögerung des Restitutionsprozesses.

Die Zuckungen des veratrinisirten Muskels unterscheiden sich, wie bereits *Bezold* angibt, auf 3fache Weise:

a. *Einfacher Schliessungs- und Oeffnungsinduktionsschlag.*

1) Der Muskel zieht sich rasch ad maximum zusammen, und dehnt sich dann sofort rasch ein klein wenig und weiterhin langsam wieder aus; das diesem Verlauf entsprechende Myogramm ist annähernd ein rechtwinkliches Dreieck, dessen Hypotenuse die Dehnungslinie, dessen eine Kathete die Zusammenziehungslinie ist.

2) Rasche Zusammenziehung ad maximum, unmittelbar darauf rasche Wiederausdehnung um ein namhaftes Stück, hierauf langsame, nochmalige Zusammenziehung und langsame Dehnung. Das Myogramm gleicht einer dikroten Pulscurve. Die zweite langsame Zusammenziehung kann die erste an Grösse übertreffen, ihr gleich kommen oder hinter ihr zurückbleiben.

3) Anfänglich rasche, dann langsamer werdende Zusammenziehung, hierauf mehr oder weniger lang dauerndes Zusammengezogenbleiben, dann langsame Wiederausdehnung.

Zwischen diesen Formen kommen alle Uebergänge vor. Es hängt lediglich vom Zustande des Muskels ab, ob die eine oder die andere Form von Zusammenziehung erscheint, und ein Muskel, der eine dieser Formen bei direkter Reizung zeigt, der zeigt dieselbe Form auch bei Reizung seiner Nerven.

b. *Tetanisirung des Veratrinmuskels.*

Nach *Bezold* ist klar, dass, wenn man statt des einfachen Induktionsschlages wiederholte elektrische Schläge auf Nerv und Muskeln einwirken lässt, zur Erzielung eines dauernden Tetanus, nicht wie beim normalen Froschmuskel mindestens 15 elektrische Schläge in der Stunde das Präparat treffen müssen, sondern es hier genügt, alle 2—3" einen Induktionsschlag durch Nerv und Muskel zu schicken. Der folgende Induktionsschlag findet ja bei ausgesprochener Vergiftung des Muskels diesen noch im Maximum der Verkürzung, in welche derselbe durch den vorhergehenden versetzt worden war.

Nach *Fick* und *Böhm* sieht man, wenn alle halbe Sekunden den Nerv ein Schlag trifft, dass alle Zuckungen sich zu sehr annähernd gleicher Höhe erheben, welche nur von Fall zu Fall eine kaum merkliche Abnahme erleidet, die offenbar durch die Ermüdung des Muskels bedingt ist.

Ist dieser eben beschriebene Veratrinmuskelszustand aber ein Tetanus?

*Kölliker* und *Bezold* hatten, ohne sich weiter zu bedenken, die eigenthümlichen Contraktionen des Veratrinmuskels tetanische genannt. *Fick* und *Böhm* erklären, dass nach ihren darüber angestellten Versuchen die Zusammenziehung des Veratrinmuskels auf Einzelreiz nicht als „Tetanus“ sich erwiesen habe.

*Buchheim* und *Weyland*<sup>1)</sup> verglichen die Intensität des deletären Einflusses des Veratrin auf den Muskel bei direkter Einwirkung auf einander.

Sie schreiben die Muskelcurven an einem *Helmholtz'schen* Myographion an. Wie *Bezold* für das Veratrin nachgewiesen hat, führen nicht alle Vergiftungsgrade dieses eigenthümliche Verhalten des Muskels herbei, sondern nur bei mässigen Gaben tritt jene Muskelkrankheit recht prägnant auf. Nach den oben Genannten genügen hiezü für das Veratrin  $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{30}$  mgrmm. Sie applicirten Veratrin in subcutanen Injektionen und warteten mit der Herstellung des Muskelpräparates bis jene charakteristische Schwebbeweglichkeit eintrat. Sie erhielten dann folgendes Resultat für Veratrin.

1) Vgl. Untersuchungen über Veratrin, Sabadillin, Delphinin etc. *Eckhard's* Beiträge zur Anat. und Physiol. Giessen 1869. B. V.

Während eine normale Curve etwa die Hälfte bis zwei Drittel des Umfangs des Cylinders in Anspruch nimmt, waren, um eine ganze Veratrincurve zu übertragen, etwa 30—35 Umdrehungen nöthig. Das Stadium der latenten Reizung ist dabei von normaler Länge. Die Dauer der Reizbarkeit war bei dieser Muskelaffectio nicht wesentlich verkürzt, so dass die genannten Forscher im Stande waren, mit einem Präparat mehrere Curven darzustellen. Bei grösseren Dosen trat rasches Absterben des Muskels ein und es lieferten solche Muskeln Curven, die, abgesehen von der geringeren Höhe, vollständig den Charakter der normalen Curven zeigten.

Wir prüften nun *das Verhalten des Veratrin gegen Warmblüter.*

*A. Einwirkung von Veratrin auf den frischen, unermüdeten, lebenden Kaninchenmuskel.*

Wir machten am frischen lebenden Kaninchenmuskel 2 Versuchsreihen, indem wir das eine mal immer nur sehr kleine Veratrinmengen in die V. jugularis einspritzten, die Einspritzungen aber öfter wiederholten, und indem wir das andere mal gleich eine tödtliche, in 3 Minuten das ganze Thier tödtende Gabe der Blutmasse einverleibten. In beiden Fällen wurden immer kurz nach der Injektion die Muskelcurven angeschrieben.

Nun zeigte sich bei der Versuchsreihe, bei den öfter wiederholten Einspritzungen kleiner Dosen, dass nach den ersten Gaben von 0,002 Gr. Veratrin die Hubhöhen des Muskels sowohl bei direkter wie indirekter Reizung immer kleiner wurden und zwar mit jeder Gabe immer fortschreitend kleiner; zugleich fehlte das charakteristische gedehnte zweite Stadium des Veratrinmuskels, so dass also wahrscheinlich diese Verkleinerung der Hubhöhe nicht durch direkte Veratrinwirkung, sondern secundär bedingt war vielleicht durch Aenderung der Circulations- und damit der Ernährungsverhältnisse des Muskels. Erst jetzt nach einer weiteren einverleibten Dosis von 0,001 Gr. Veratrin trat mit den charakteristischen Curvenformen eine bedeutende Steigerung der Hubhöhe ein, die sich bei weiterer Gabe auf die doppelte Höhe gegenüber der normalen erhob und zwar sowohl bei direkter Reizung wie indirekten; der erste Theil der Curven, welcher der allmählichen Verkürzung entspricht, stieg wie im normalen Zu-

stande steil in die Höhe, jedoch mehr als doppelt so hoch; das Stadium der stärksten Verkürzung dauerte aber eine Zeit lang an und nahm dann nur sehr allmählig ab, so dass der zweite Theil der Curve fast eine gerade Linie bildete, die in einem sehr grossen abgerundeten Winkel sich an der senkrecht aufsteigenden abtrennte und nur sehr langsam, ohne jede Knickung, wieder auf die Abscissenlinie zurückkehrte.

Diese Steigerung der Hubhöhe dauert noch eine Reihe von Zuckungen fort, nimmt dann aber von selbst wieder ab, ohne dass weiter Veratrin eingespritzt wurde, und der Muskel ermüdet nun um ein bedeutendes rascher, als ein unvergifteter, normaler Muskel; sehr bald werden vom Nerven aus gar keine Zuckungen mehr hervorgerufen, und bei direkter Reizung vom Muskel aus werden nur bei den stärksten Reizen Minimalzuckungen ausgelöst. Auch hier bei dieser rascheren Abnahme mögen wieder Aenderungen der Circulationsverhältnisse mit im Spiel sein.

Bei der zweiten Versuchsreihe, bei der wir tödtliche Gaben dem Thiere einverleibten, so dass dessen Tod binnen mehrerer Minuten eintrat, erhielten wir, indem wir unmittelbar nach der Vergiftung die Muskel Curven anschreiben liessen, sofort die charakteristischen Veränderungen der Curvenformen, aber die Zuckungshöhe niedriger als im Normalzustande.

Im Folgenden einige Beispiele:

I. In gewöhnlicher Weise war ein sehr kräftiges Kaninchen präparirt.

Marey'sches Myographion mit Federspannung, statt Gewichtsbelastung. Gesamtlänge des Schreibhebels 210 Mm.; Entfernung der Spitze desselben vom Muskelansatze 180 Mm. Um die wirkliche Maximalverkürzung zu erhalten, muss man daher die gezeichnete Hubhöhe mit 7 dividiren. 2 Grove'sche Elemente. Oeffnungsschläge der secundären Rolle eines Du Bois'schen Schlittens. Maximalzuckungen.

| Nummer. | Zustand des Muskels.                                                                   | Reizung vom N. aus.                  |                          | Direkte Muskelreizung.               |                          |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
|         |                                                                                        | Abstand<br>d. secund.<br>Rolle i. C. | Zuckungs-<br>höhe in Mm. | Abstand<br>d. secund.<br>Rolle i. C. | Zuckungs-<br>höhe in Mm. |
| I.      | Vor Vergiftung                                                                         | 3                                    | 0,013                    | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,013                    | —                                    | —                        |
| II.     | 0,002 Grm. Veratrin<br>1. Einspritzung.                                                | 3                                    | 0,0095                   | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,010                    | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,010                    | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,010                    | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,010                    | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,006                    | —                                    | 0,0055                   |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,006                    | —                                    | 0,0055                   |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,006                    | —                                    | 0,0055                   |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,0055                   | —                                    | 0,0055                   |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,0055                   | —                                    | 0,0055                   |
| III.    | 0,002 Grm. Veratrin<br>2. Einspritzung.                                                | 3                                    | 0,0085                   | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,0085                   | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,0085                   | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 0                                    | 0,0085                   | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,005                    | —                                    | 0,005                    |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,005                    | —                                    | 0,005                    |
| IV.     | 0,001 Grm. Veratrin<br>3. Einspritzung.<br><br>(Veratrinform der Zuck-<br>ungscurven.) | 3                                    | 0,022                    | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,0235                   | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 0                                    | 0,0255                   | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,023                    | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,023                    | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | 0                                    | 0,0175                   | —                                    | 0,0175                   |
| V.      | 0,002 Grm. Veratrin<br>4. Einspritzung.<br><br>(Veratrinform.)                         | 3                                    | 0,025                    | 3                                    | 0,009                    |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,0235                   | 3                                    | 0,008                    |
|         |                                                                                        | 0                                    | 0,0130                   | 3                                    | 0,007                    |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,0105                   | 3                                    | 0,006                    |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,0090                   | 0                                    | 0,006                    |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,009                    | "                                    | 0,0055                   |
|         |                                                                                        | 3                                    | 0,008                    | "                                    | 0,005                    |
|         |                                                                                        | 0                                    | 0,005                    | "                                    | 0,005                    |
|         |                                                                                        | "                                    | 0,005                    | "                                    | 0,0045                   |
|         |                                                                                        | "                                    | 0,0045                   | "                                    | 0,004                    |
|         |                                                                                        | "                                    | 0,0045                   | "                                    | 0,0035                   |
|         |                                                                                        | "                                    | 0,0045                   | —                                    | —                        |
|         |                                                                                        | "                                    | 0,0045                   | —                                    | —                        |
| "       | 0,0045                                                                                 | —                                    | —                        |                                      |                          |
| "       | 0,004                                                                                  | —                                    | —                        |                                      |                          |

| Numer. | Zustand des Muskels.                                             | Reizung vom N. aus.                  |                          | Direkte Muskelreizung.               |                          |
|--------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
|        |                                                                  | Abstand<br>d. secund.<br>Rolle i. C. | Zuckungs-<br>höhe in Mm. | Abstand<br>d. secund.<br>Rolle i. C. | Zuckungs-<br>höhe in Mm. |
| V.     | Vom Nerven aus sind<br>jetzt keine Zuckungen<br>mehr auszulösen. | 0                                    | 0,004                    | —                                    | —                        |
|        |                                                                  | "                                    | 0,0035                   | —                                    | —                        |
|        |                                                                  | "                                    | 0,003                    | —                                    | —                        |
|        |                                                                  | "                                    | 0,003                    | —                                    | —                        |
|        |                                                                  | "                                    | 0                        | 0                                    | 0,003                    |
|        |                                                                  | "                                    |                          | "                                    | 0,0025                   |
|        |                                                                  | "                                    |                          | "                                    | 0,002                    |
|        |                                                                  | "                                    |                          | "                                    | 0,002                    |
|        |                                                                  | "                                    |                          | "                                    | 0,002                    |
|        |                                                                  | "                                    |                          | "                                    | 0,0015                   |
|        |                                                                  | "                                    |                          | "                                    | 0,0015                   |
|        |                                                                  | "                                    |                          | "                                    | 0,0015                   |
|        |                                                                  | "                                    |                          | "                                    | 0,001                    |

Auf 0,001 erhält sich die Hubhöhe noch bei den nächsten 70 Zuckungen, um sodann weiter auf 0,0005 zu fallen.

II. Kaninchen in gewöhnlicher Weise präparirt u. s. w.

Die Maximalzuckungen bei 5 RA (Oeffnungsschlag durch die Nerven gehend) hatten stets eine Höhe von 6,5 Mm.

Es wurden 0,03 Grm. Veratrin in die V. jug. gespritzt und sodann alle 5 Secunden der Nerv mit Oeffnungsschlägen bei 5 RA gereizt; gleich die ersten Zuckungen hatten den langgestreckten Veratrincharakter und folgende Hubhöhen:

|   |                                    |   |   |       |
|---|------------------------------------|---|---|-------|
|   | 5 Secunden nach Vergiftung 8,0 Mm. |   |   |       |
| 4 | 20                                 | " | " | 5,5 " |
|   | 30                                 | " | " | 5,5 " |
|   | 45                                 | " | " | 5,5 " |
|   | 60                                 | " | " | 5,0 " |
|   | 120                                | " | " | 2,0 " |
|   | 150                                | " | " | 2,0 " |

2 Minuten nach der letzten Zuckung trat der allgemeine Tod (Herz-Respirations-Muskel-Tod) ein.

*B. Einwirkung kleiner Veratringaben auf den schwach curarisirten lebenden Muskel.*

Werden Kaninchen nicht stark curarisirt, so dass auch noch vom Nervenstamm aus schwache Muskelzuckungen durch einen Oeffnungsschlag erregt werden konnten, so erzeugte eine nachfolgende Injektion kleiner Veratringaben in eine Vene folgende Veränderungen am Nervmuskelpräparat und dessen Erregungszuständen:

Bei indirekter Reizung vom N. ischiadicus aus wurden bei gleichbleibenden Rollenabständen die maximalen Muskelzuckungen eher etwas kleiner als vor der Veratrinvergiftung.

Bei direkt durch den Muskel gehendem Oeffnungsschlag dagegen wurde unter gleichbleibenden Reizstärken die maximale Muskelzuckung enorm (mehrmals um das Doppelte) höher, als vor der Vergiftung, dabei wurde auch die Zuckungsform verändert; die auf- und absteigenden Theile der Muskelcurve stieszen nicht mehr unter einem spitzen Winkel zusammen, sondern waren in Folge längerer Andauer und sehr allmählicher Abnahme des Stadiums der stärksten Verkürzung durch einen etwas abgeflachten Kreisbogen mit einander verbunden; auch dauerte es viel länger, bis die Spitze des Schreibhebels wieder auf die Abscissenlinie zurückkehrte, wenn auch nicht so lange, wie bei den Kaltblütern. Im Folgenden ein Versuch:

I. Das Kaninchen wurde ebenso präparirt und die nämlichen Apparate benützt wie in den Curare-Versuchen I und II. Nur wurden blos 2 *Daniell'sche* Elemente angewendet. Das Veratrin war von *Merk* in Darmstadt bezogen.

Es wurde zuerst 0,001 Grm. Curare in die V. jugularis eingespritzt. Vor der Vergiftung ergab der vom Nerv aus mit einem Oeffnungsschlag gereizte Wadenmuskel eine Hubhöhe von 0,0115 Meter bei 15 Cm. RA.; nach der Curarevergiftung bei denselben Rollenabständen und Oeffnungsschlägen eine Hubhöhe von 0,0130 Meter; es hatte also auch hier die kleine Curaregabe wieder erregbarkeitserhöhend gewirkt.

Nach zwei weiteren Injektionen von zusammen 0,002 Grm. Curare nahmen die Zuckungshöhen immer mehr ab, bei direkter und noch mehr bei indirekter Reizung. Endlich betrug die Maximalzuckung bei den stärksten Reizen (0 RA.)

bei indirekter Reizung 0,004 Meter

„ direkter „ 0,012 „

Jetzt wurden 0,002 Grm. Veratrin in die Jugularis gespritzt.

Bei indirekter Reizung wurde keine grössere Zuckung mehr erzielt; wohl aber bei direkter Muskelreizung; bei 0 RA hob nun der Muskel die Schreibhebelspitze um 0,030 Meter in die Höhe mit gleichzeitiger starker Aenderung der Curvenform.

## II. Ueber Ermüdung und Erholung des quergestreiften Muskels der Warm- und Kaltblüter.

Von

Prof. J. M. ROSSBACH und Dr. K. HARTENECK.

---

Wir legen in Folgendem unsere Studien über die Ermüdung des lebenden Warmblütermuskels vor<sup>1)</sup> und geben zur Einleitung einen Ueberblick über die ausgezeichneten Arbeiten *Kronecker's*, *Tiegel's*, *Funke's* und Anderer über die Gesetze der Ermüdung an dem Kaltblütermuskel.

### A. Versuche am Kaltblütermuskel.

An *Kaltblütern* sind bis jetzt folgende Gesetze und That-sachen gefunden worden.

#### I. Steigerung der Muskelreizbarkeit im Beginne der Reizversuche.

Bevor der auf Reize fortwährend zuckende Muskel zu ermüden anfängt, macht er ein Stadium durch, in welchem sogar seine Reizbarkeit gleich stark bleibenden Reizen gegenüber zunimmt. Die Contractionsgrösse des Froschmuskels wächst nämlich, wie schon *A. W. Volkmann*<sup>2)</sup> gefunden, im Beginne der Reizung, allerdings, wie er meint, nur bei ganz schwachen Reizen und ganz frischen Muskeln. *Kronecker*<sup>3)</sup> beobachtete bei sehr reizbaren Muskeln (besonders während der Laichzeit), dass auch ohne Verstärkung der untermaximalen Reize beider Stromesrichtungen die ersten hundert Zuckungen etwas wachsen, während

---

1) Eine kurze Mittheilung unserer Versuche haben wir bereits in *Pflüger's* Archiv Bd. 15 S. 1 gegeben.

2) *Pflüger's* Archiv III, 7 u. 8 S. 372.

3) Monatsber. d. Acad. d. Wissensch. zu Berlin 1871, S. 638.

dann die folgenden hundert schneller abnehmen als nach seinem Gesetze des geradlinigen Abfalles zu erwarten war. Er folgert aus dieser Erscheinung, dass für den frischen Muskel gar kein Maximalreiz zu ermitteln sei. Nach *Tiegel*<sup>1)</sup>, der diese Erscheinung genauer verfolgte, tritt beim curarisirten, blutdurchströmten, direct gereizten Muskel, wenn der Anfangsreiz minimal genommen wird, kein Ansteigen der Zuckungshöhe auf, dieselben fallen vielmehr rasch und geradlinig ab; dagegen wachsen bei untermaximalen Anfangsreizen die Höhen der 200 bis 500 ersten Zuckungen continuirlich an, dann bleiben sie während 1000—2000 Zuckungen bis  $\frac{1}{4}$  mm. gleich hoch und sinken dann langsam und continuirlich ab. Wird aber der Muskel gleich von Anfang an von maximalen Reizen getroffen, so nimmt die Höhe der 100—300 ersten Zuckungen um das doppelte zu, von da aber fällt sie geradlinig ab und verhält sich der Muskel gegen jegliche Reize, auch gegen untermaximale und minimale, wie ein blutloser.

Wenn man den blutdurchströmten, curarisirten Muskel in regelmässigen Intervallen mit maximalen und untermaximalen Reizen bearbeitet, so röthet sich nach *Tiegel*<sup>2)</sup> der blassrosa gefärbte Muskel mit zunehmender Arbeit mehr und mehr und kommt es nicht selten zur Bildung von Blutextravasaten. Aus diesen Versuchen schliesst *Tiegel*, dass die nächste Ursache für das Ansteigen der Hubhöhe im Blute liege; auf dieselbe Ursache führt er auch die Unregelmässigkeit in der Zuckungshöhe, die der unvergiftete Muskel gegenüber dem vergifteten zeigt, zurück.

Dieselben Gesetze gelten nach ihm auch für den unvergifteten, blutdurchströmten Muskel, wenigstens bei maximalen und minimalen Reizen, während auf untermaximale Reize der Muskel etwas unregelmässig reagirt, doch ist auch eine aufsteigende Phase in den Hubhöhen zu constatiren.

Eine weitere beim Beginne der Reize auftretende Erscheinung ist die von *Hermann*<sup>3)</sup> und *Kronecker*<sup>4)</sup> unabhängig von einander gesehene und beschriebene, dann von *Tiegel*<sup>5)</sup> näher erforschte

1) Abdruck aus Sitzungsber. der math.-phys. Class. d. k. sächs. Akad. der Wissensch. 1875, S. 37 figd.

2) L. c. S. 42 u. 44.

3) De tono ac motu musculorum nonnulla, Berolini 1859.

4) Monatsber. d. k. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1871, S. 639.

5) *Pflüger's Archiv* XIII, 1, S. 71 figd.

und „Muskelcontractur“ [Verkürzungsrückstand, *Hermann*<sup>1)</sup>] genannte Erscheinung. Nach *Tiegel* findet sie sich besonders bei lange in kalten Zimmern aufbewahrten ungefütterten Winterfröschen und besteht darin, dass der Muskel, ob schwach belastet oder überlastet, auch während des Intervalles zwischen zwei Zuckungen etwas contrahirt bleibt; diese Erhebung wächst dann noch während mehrerer Zuckungen, um dann allmählig abzunehmen. Die Contractur tritt nach *Tiegel* nur bei directer Muskelreizung ein sowohl beim blutlosen als blutdurchströmten Muskel. Befindet sich der Muskel im Zustande der Contractur, so treten bei indirecter Reizung (durch den Nerven) keine oder nur minimale Zuckungen auf. Besonders prägnant trat die Contractur während weniger Tage auf, wo sie dieselbe Höhe erreichte, wie die mit ihr ausgelöste Zuckung.

Die Stromstärke hat auf die Höhe der Contractur ähnlichen Einfluss wie auf die Zuckungshöhe; je stärker der Strom, desto höher die Contractur; nur eine Differenz zeigt sich, indem bei Verminderung des maximale Zuckungen hervorbringenden Rollenabstandes noch eine weitere Steigerung der Contractur auftritt; unabhängig ist die Contractur von der Stromesrichtung. Während sie durch die Oeffnungsschläge der secundären Spirale eines *Du Bois* Schlittens immer in ausgezeichneter Weise auftritt, ist sie bei Schliessungsschlägen nur sehr schwach, nur bei übereinander geschobenen Rollen etwas deutlicher zu constatiren, so dass sich die Schliessungsschläge wie untermaximale Oeffnungsschläge verhalten.

Im Zustande der Contractur ist der Muskel weniger elastisch als im normalen; auch durch ein noch so grosses Gewicht gelingt es nicht, den in Contractur befindlichen Muskel über seine normale Länge zu dehnen.

## II. Die Ermüdung des blutleeren Kaltblütermuskels.

### a) Bei directen Maximal- und Untermaximalreizen.

*Kronecker*<sup>2)</sup> fand bei seinem blutleeren, direct gereizten Froschmuskel folgendes Gesetz: Die Ermüdungslinie (d. h. die

1) *Pflüger's Archiv* XIII, 6 u. 7, S. 370.

2) *Ber. d. math.-phys. Gesellsch. d. k. sächs. Akad. d. Wissensch.* 1871 S. 718.

Linie, welche die Spitzen der einzelnen Hubhöhen miteinander verbindet) des in gleichen Zeitintervallen mit gleich starken (maximalen) Inductionsschlägen gereizten, *überlasteten* Muskels ist eine gerade Linie. Dasselbe Gesetz gilt nach *Tiegel* <sup>1)</sup> auch für untermaximale Reize, vorausgesetzt, dass der Muskel curarisirt war, während der unvergiftete sich manchmal wie der vom Nerven aus (s. S. 181) gereizte verhielt. Dasselbe Gesetz gilt nach *Kronecker* und *Tiegel* auch für den *belasteten* Muskel und tritt ein wesentlicher Unterschied erst dann ein, wenn die Zuckungshöhe des belasteten Muskels kleiner wird als die Dehnung des ruhenden Muskels durch das angehängte Gewicht, indem von da ab die Ermüdungslinie einer Hyperbel ähnlich wird, deren eine Asymptote die Dehnungslinie des ruhenden Muskels ist.

*Kronecker* und *Tiegel* theilen ausführlich ihre Versuche, die sich auf obige Gesetze erstrecken, mit. Beiden tritt *Hermann* <sup>2)</sup> gegenüber, ohne jedoch seine Behauptung durch angeführte Versuche zu beweisen, indem er sagt, dass die Verbindungslinie der obern Zuckungsendpunkte eine Curve von regelmässiger, nach unten convexer Krümmung sei und zwar sowohl bei überlasteten als belasteten, sowohl bei frischen als ermüdeten Muskeln, sowohl bei maximaler als untermaximaler Reizung, sowohl in dem Versuchstheil mit zunehmender als in dem mit abnehmender Last. Die Krümmung nehme mit zunehmender Last ab, sei aber noch in jedem kleinsten Curvenstück deutlich zu erkennen. Dieselbe Gestalt hat nach *Hermann* auch die untere Verbindungslinie bei den Belastungsversuchen. Dieses Resultat lieferten *Hermann* curarisirte und blutlose Muskel.

#### b) Bei indirecter Reizung der Muskelnerven.

Reizt man den Muskel von seinem Nerven aus in derselben untermaximalen Schlittenstellung, so zeichnet der blutlose Muskel eine untermaximale geradlinige Ermüdungslinie. Bei Verstärkung der Reize, d. h. wenn man die Rollen einander nähert, tritt eine Reihe von neuen Erscheinungen ein, die weiter unten S. 181 besprochen werden sollen.

1) Abdruck aus den Ber. der k. sächs. Akad. 1875 S. 15.

2) *Pflüger's* Archiv XIII, S. 369.

### III. Form der Zuckungcurve im Verlaufe der Ermüdung.

Nach *A. W. Volkmann*<sup>1)</sup> nimmt im Laufe der Ermüdung die Zeitdauer der Muskelcontraction unter immer mehr abnehmender Contractionsgrösse bis zu einer gewissen Grenze zu, jenseits derer die Contractionsdauer wieder abnimmt. Nach ihm braucht in allen Ermüdungsstadien der Muskel gerade so viel Zeit, um die Zuckungshöhe zu erreichen als von da bis zum Abfall auf die Abscisse. — Ganz anders lauten *Funke's*<sup>2)</sup> Angaben, welcher den ausser Circulation gesetzten, belasteten Gastrocnemius des Frosches in regelmässigen Intervallen mit maximalen, gleichgerichteten, in gleichbleibender Stärke erfolgenden Oeffnungsinductionsschlägen reizte. Er unterscheidet an der Zuckungsform drei Phasen, eine ansteigende Phase, die mehr oder weniger rasch und hoch sein kann, eine zweite von dieser Höhe rasch abfallende und eine dritte, in welcher der Muskel langsam zu seiner ursprünglichen Länge zurückkehrt. Nach *Funke* ist die Veränderung der Zuckung im Ermüdungsverlaufe eine solche, dass die Zuckungsdauer wächst, doch so, dass der ungleich grössere Theil dieser Zunahme an Zeit auf die Wiederverlängerung des contrahirten Muskels kommt und zwar ist die Streckung so bedeutend, dass die geringe Abnahme der Steilheit des aufsteigenden Theils dagegen verschwindet.

Ausser dieser mehr und mehr zunehmenden Streckung der Curve bei steigender Ermüdung wird auch die Form besonders des absteigenden Theils der Curve modificirt, indem sie mehr und mehr den Charakter einer freien Fallcurve einbüsst und der Muskel nur träge dem Zuge des angehängten Gewichtes folgt, welches ihn zu seiner ursprünglichen Länge zurückzubringen strebt. Die beim frischen Muskel am Ende der Curve auftretenden elastischen Nachschwingungen nehmen als erstes Zeichen der eintretenden Ermüdung an Zahl und Schwingungsgrösse ab (schon von *Volkmann* gesehen), bis sie endlich ganz verschwinden und zwar treten die Ueberdehnungen d. h. die Ueberschreitungen der Abscissenlinie nach unten, zuerst zurück, während die Nachschwingungen um so länger sich erhalten, je zahlreicher und ausgiebiger sie Anfangs auftraten. Ist der Muskel noch weiter in der Er-

1) L. c. S. 373 u. 374.

2) *Pflüger's Archiv* VIII, S. 213 fgd.

müdung vorgeschritten, so verlassen die Nachschwingungen die Abscisse und erheben sich mehr und mehr über dieselbe.

Auch der aufsteigende Curventheil büsst an Steilheit ein, während im absteigenden Theile die anfangs scharf getrennte Phase des rascheren und langsameren Abfallens unmerklich in einander übergehen. In den mittleren Ermüdungsstadien zeigt sich öfters die von *Funke* „Nase“ genannte Erscheinung, eine Ausbuchtung in der Phase des rascheren Abfalles der Zuckungslinie mit zur Abscisse concaver Krümmung.

Ein *überlasteter* Muskel zeichnet im Verlaufe der Ermüdung Curven, bei denen die dritte Phase vollständig fehlt; erst in dem Ermüdungsstadium, wo auch beim belasteten Muskel die Curve geradlinig vom Gipfel abfällt, zeigt sich eine längere Nachdehnung; oft verschwinden aber die Zuckungen des überlasteten Muskels, ehe es zu dieser Nachdehnung kommt. Wird ein überlasteter Muskel, wenn seine Zuckungen gerade verschwunden sind, zu einem belasteten gemacht, so dass hierdurch seine neue Abscisse unter die der Ueberlastung herabsinkt, so beschreibt er von der neuen Abscisse aus Zuckungen, die gerade die Höhe der früheren Abscissenaxe erreichen und in ihrer Form einem unter gleichen Verhältnissen arbeitenden belasteten Muskel in einem früheren Ermüdungsstadium entsprechen.

#### IV. Variablen bei den Ermüdungsversuchen.

##### 1. Physiologischer Zustand des Thieres.

Schon *Du Bois-Reymond* hat in seinen Untersuchungen über thierische Elektrizität darauf hingewiesen, von wie grossem Einflusse die kosmischen und meteorologischen Verhältnisse auf das Froschpräparat, wie im allgemeinen die Reizbarkeit im Frühlinge vor der Begattung am grössten und längsten andauernd, während sie im heissen Sommer am geringsten ist.

Nach *Funke*<sup>1)</sup> sind schon die ersten Zuckungen bei lange gefangen gehaltenen Winterfröschen von längerer Dauer, indem der abfallende Theil der Curve viel länger ist und auch viel rascher an Streckung zunimmt; Thatsachen, die darauf hinweisen, dass sowohl die chemischen Prozesse, die der Erregung zu

1) L. c. S. 237 u. 238.

Grunde liegen, als auch die Ausgleichung derselben bei diesen Thieren viel langsamer vor sich gehen. Dagegen waren diese Thiere sehr schwer zu erschöpfen und daher an ihnen die längsten Zuckungsreihen zu erlangen. Die langsamste Zunahme der Zuckungsdauer, die längste Erhaltung der Nachschwingungen fand sich bei kurz vor der Begattung gefangenen Thieren, während umgekehrt die schnellste Zunahme der Zuckungsdauer bei durch das Zeugungsgeschäft erschöpften Thieren auftrat. — Eine eigenthümliche Erscheinung hat *Kronecker*<sup>1)</sup> bei einigen Thieren (nach der Laichzeit) beobachtet, indem eine weitere Steigerung starker Reize plötzlich kleinere Zuckungen hervorbrachte. — Ueber den Einfluss der Jahreszeit auf den „Contractur“ benannten Zustand ist schon oben (S. 175) berichtet.

## 2. Einfluss der Grösse der Lastung.

Nach *Funke*<sup>2)</sup> eilt der schwerer belastete Muskel unter sonst gleichen Versuchsbedingungen stets dem weniger belasteten in seiner Ermüdungsstreckung voraus und nehmen auch seine Zuckungshöhen rascher als die des letztern ab, besonders von jenem Zeitpunkte an, wo sie kleiner werden als die Dehnung des ruhenden Muskels durch das belastende Gewicht. Wird in der Folge der durch schwere Gewichte ermüdete Muskel, ohne dass eine Pause eintritt, entlastet, so zeigt die Curve Höhe und Dehnung eines früheren Ermüdungsstadiums.

*Kronecker*<sup>3)</sup> lehrt, dass der Unterschied in der Höhe der einzelnen aufeinander folgenden Hubhöhen gleich bleibt, wenn die *Ueberlastungen* des arbeitenden Muskels geändert werden, dass die Verbindungslinien der Endpunkte aller Höhen bei maximalen Reizen gerade Linien und die Geraden untereinander parallel sind.

Nach *Tiegel*<sup>4)</sup> gilt dieses Gesetz auch für den untermaximal gereizten, curarisirten, kochsalzdurchströmten Froschmuskel und zuckt jeder dieser Muskeln bei jedem constanten Reiz für die Gewichtseinheit mehr Ueberlastung um gleichviel weniger hoch. Die

1) Monatsb. d. k. preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin 1870 S. 639.

2) L. c. S. 243 u. 244.

3) Ber. d. Verhandl. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig, math.-physik. Classe 1871, S. 737.

4) *Pflüger's* Archiv XII, S. 137.

maximale Arbeit des Muskels wird bei der Hälfte des Gewichtes geleistet, das er eben noch zu heben vermag.

Wenn der abwechselnd mit verschiedenen Gewichten belastete Muskel seine Zuckungen immer in geraden, nebeneinanderstehenden Linien aufschreibt und man die Endpunkte derselben durch je eine zusammenhängende Linie verbindet, so erhält man zwei Begrenzungslinien, eine obere und eine untere, in denen die Hubhöhen liegen und entspricht die untere der Abscisse des überlasteten Muskels. Die obere Begrenzungslinie ist für die ersten 200 Zuckungen eine gebrochene, gerade Linie, während sie bei weiterer Ermüdung eine zur Abscisse (die unter ihr wegläuft) concave Krümmung erhält, dagegen zeigt die untere Curve gleich von Anfang eine gegen die Abscisse (welche über sie hinwegläuft) concave Krümmung. Die Krümmung beider Curven nimmt mit zunehmender Ermüdung zu; nie aber auch bei sehr ermüdeten Muskeln und sehr grosser Lastung (bis 200 Grm.) schneiden sich beide Linien.

### 3. Ueber den Einfluss verschiedener Reizintervalle.

Die constante Differenz der Höhen von benachbarten Zuckungen nimmt nach *Kronecker*<sup>1)</sup> ab, wenn die Reizintervalle wachsen, d. h. der Muskel ermüdet um so schneller, je rascher die Reize aufeinander folgen und zwar findet sich dieses Gesetz um so deutlicher ausgesprochen, je ermüdet der Muskel. *Funke*<sup>2)</sup> hält unter allen Variablen seiner Versuchsreihen die Reizintervallen von grösster Bedeutung für den Ermüdungsverlauf. Dieselben Beobachtungen machte *Tiegel*<sup>3)</sup> auch für untermaximale Reize, während die Versuche *Kronecker's* und *Funke's* mit Maximalreizen gemacht sind. Man kann den Froschmuskel viermal in der Sekunde reizen, ohne dass nach *Kronecker* eine Aenderung in dem geraden Abfall der Ermüdungslinie eintritt, erst bei sechsmaliger Reizung in der Sekunde tritt Tetanus auf.

### 4. Ruhepausen.

Nach *Marey*<sup>4)</sup> und später *Kronecker*<sup>5)</sup> hat eine bestimmte Erholungszeit einen ausgesprochenen Effect, wenn der Muskel

1) Ber. d. sächs. Akad. 1871, S. 722.

2) L. c. S. 238 figd.

3) Abdr. aus dem Ber. d. k. sächs. Akad. 1875, S. 40.

4) Du mouvement dans la fonction de la vie 1868 S. 341.

5) Sitz. d. sächs. Akad. 1871, S. 722.

durch vorgängige Arbeit ermüdet ist als wenn er sich im frischen Zustande befindet und gestattet nach *Kronecker* eine Pause von drei Minuten maximale Erholung des ermüdeten Muskels, während diese Zeit auf den frischen Muskel ohne Wirkung. Zu diesen Beobachtungen fügt *Funke*<sup>1)</sup> noch hinzu, dass in den späteren Ermüdungsstadien die Erholung zwar grösser ausfällt aber nicht so lange anhält als bei dem frischen Muskel; als Pause, welche maximale Erholung gestattet, ist der Zeitraum von 1 Minute ebenso wirksam als der von 3—5 Minuten.

5. *Wirkung der Veränderung der Stromstärke bei indirekter (Nerven-) Reizung.*

Nach *Fick*<sup>2)</sup> gibt es für jede Intensität eines kurzdauernden Kettenstromes, wenn man solchen nach Dauer und Intensität variiren kann, eine bestimmte Zeitdauer, bei welcher der Muskel nicht zuckt, während er zuckt sowohl für längere als kürzere Zeit des Fliessens des constanten Stromes im Nerven; dasselbe gilt auch für jede bestimmte Intensität mit variirender Zeitdauer. Später beobachtete er dasselbe auch für den *aufsteigenden* Inductionsstrom. *Tiegel*<sup>3)</sup> hat diese Erscheinung mittelst des Inductionsstromes genauer verfolgt und gefunden:

a) Bei jedem Nerven, in jedem Stadium nach der Präparation lässt sich für *jede* Stromesrichtung auf der Schlittenscala ein Intervall finden, innerhalb dessen der zu dem gereizten Nerven gehörende Muskel nicht zuckt, während er zuckt für Stellungen der secundären Spirale sowohl vor als hinter diesem Intervall und lassen sich also folgende Abschnitte unterscheiden:

- 1) der Muskel zuckt nicht,
- 2) die Zuckungen steigen an,
- 3) die Zuckungen bleiben gleich hoch,
- 4) die Zuckungen nehmen ab,
- 5) der Muskel zuckt nicht (das Intervall),
- 6) die Zuckungen nehmen zu,
- 7) die Zuckungen bleiben gleich hoch.

b) Für jeden Nerven lassen sich ein oder mehrere Paare von Schlittenstellungen denken, bei denen, vorausgesetzt dass bei

1) L. c. S. 242.

2) Untersuch. über elektr. Nervenreizung. Braunschweig 1864.

3) Abdr. aus den Sitzungsber. d. k. sächs. Akad. 1875, S. 28 fgd.

Stellung I die Rollen weiter von einander entfernt sind als bei Stellung II und dass in die regelmässig sich folgenden Reize der Stellung I ein oder mehrere Reize der Stellung II eingeschaltet werden, jedesmal eine Erhöhung der Zuckungen in der Art eintritt, dass die Verbindungslinie der Kuppen derselben eine Gerade ist, die so lange sinkt, bis sie die Gerade, welche der Muskel ohne Reizveränderung gezeichnet haben würde, schneidet und zuckt dann der Muskel in letzterer weiter.

c) Unter denselben Versuchsbedingungen sind auch oft die nächsten 20—60 Zuckungen der I. Stellung niedriger als vorher und steigen sie dann an, bis sie die Gerade, welche der Muskel ohne Reizveränderung gezeichnet haben würde, schneiden, wenn nur die dazu nöthigen Schlittenstellungen gefunden sind.

d) Beschleunigt man für irgend einen Rollenabstand, bei dem man minimale oder nur mittelhohe Zuckungen erhält, das Tempo bis zum Tetanus und kehrt *sogleich* wieder zum früheren Tempo zurück, so tritt eine eben solche Erhöhung der folgenden 20—60 Zuckungen ein, wie bei Gesetz b.

Aus diesen Versuchsergebnissen folgert *Tiegel*, dass maximale Reizung von Nerven aus unmöglich sei.

#### 6. Beobachtungen bei sogenannten Maximalreizen.

*Kronecker* <sup>1)</sup> fand bei seinen ersten Untersuchungen, dass von gewissen Rollenabständen durch weitere Annäherung der secundären an die primäre Spirale keine Steigerung der Hubhöhen mehr eintrat und fasste diese sämtlichen Reize unter dem Namen „Maximalreize“ zusammen. Nach ihm bleibt die Reizstärke, welche für den frischen Muskel maximal war, es auch für jedes Stadium der Ermüdung. Nur bei wenigen Thieren (nach der Laichzeit) fand er nach mehreren 100 oder 1000 von Zuckungen bei Steigerung der Maximalreize ein Ansteigen der Muskellube. *Funke* <sup>2)</sup> hebt hervor, dass bei einem Rollenabstand, der Maximalzuckungen oder solche, die mehr weniger über dieser Grenze liegen, auslöst, die weitere Annäherung der Rollen im vorgeschrittenen Ermüdungsstadium eine Verjüngung der Hubhöhen zur Folge hatte. Nach *Tiegel* <sup>3)</sup> aber tritt in keinem Er-

1) Monatsber. d. k. preuss. Akad. 1870 S. 638.

2) L. c. S. 246.

3) Abdr. aus den Sitzungsber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1875 S. 38.

müdnungsstadium, wenn der Muskel maximal zuckt, durch Reizverstärkung eine Erhöhung der Muskelhube ein; wenn aber der Muskel bei irgend einem untermaximalen Reize arbeitet, so erholt er sich für jeden höheren Reiz, mag derselbe maximal oder untermaximal sein.

### 7. Auf- und absteigende Inductionsströme.

*Kronecker*<sup>1)</sup> gibt an, dass der gesetzmässige Ermüdungsverlauf bei Reizung mit Strömen von verschiedener Richtung nur für die niedrigeren Contractionen gilt, während die Differenz der höheren grösser war. Im weiteren Verlaufe wurden dann die Zuckungen beider Richtungen gleich hoch und fielen gemeinsam und nach demselben Gesetze ab. Nach *Funke*<sup>2)</sup> ist ein Unterschied in der Form der Zuckungscurven bei einseitiger und alternirender Stromesrichtung nicht wahrzunehmen.

### 8. Oeffnungs- und Schliessungsschläge.

Sie verhalten sich im allgemeinen, was Veränderung der Form und Dauer der Zuckung, was deren Abhängigkeit von der Grösse der Reizintervalle und der Lastung anlangt, nach *Funke*<sup>3)</sup> einander gleich; nur vollzieht sich die Erschöpfung des Muskels bei Schliessungsschlägen rascher und ist die Nasenausbuchtung im abfallenden Curventheile bei ihnen stärker. Sind die Schliessungszuckungen verschwunden, so schreiten die Erscheinungen der Erschöpfung sehr langsam vorwärts. Durch Erholungspausen werden die Schliessungszuckungen wieder hervorgerufen; wenn die Pausen nicht mehr wirksam sind, so kann man die Schliessungszuckungen noch durch Reizverstärkung hervorrufen.

### 9. Tetanische Reizung.

Nach *Kronecker*<sup>4)</sup> bleibt der frische Muskel lange auf der Höhe des Tetanus, während der ermüdete schnell von dem Maximum der Hubhöhe absinkt, ohne dass aber dieses Maximum viel kleiner geworden wäre und kann es zuletzt dahin kommen, dass

1) Monatsber. d. k. preuss. Akad. zu Berlin 1870, S. 639.

2) L. c. S. 225.

3) L. c. S. 246 fgd.

4) Sitz. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig 1871, S. 734 fgd.

die Tetanuscurve nur noch aus einer Ordinate besteht. Die Tetanuscurven fallen nach ihm um so steiler ab, je grösser die Zahl der sie hervorbringenden Reize.

### 10. Wirkung von Arzneimitteln und Giften.

Als erholendes Mittel für den unreizbar gewordenen Froschmuskel ist nach *C. Ludwig* und *Alex. Schmidt*<sup>1)</sup> sauerstoffhaltiges Blut ausserordentlich wirksam und können damit die durch eine dreistündige Blutleere unreizbar gewordenen Muskeln auf ihre ursprüngliche Reizbarkeit gebracht werden und ist dadurch der Nachweis geliefert, dass sauerstoffhaltiges Blut sowohl die Erregbarkeit eines ruhenden Muskels als auch dessen Hubfähigkeit wiederherstellen kann. *Kronecker*<sup>2)</sup> versuchte, ob auch andere Lösungen diesen Erfolg hätten; das Durchleiten von Lösungen des zweibasisch-phosphorsauren Natron's und des Kochsalzes war ohne Wirkung, dagegen war durch 0, 05%<sub>0</sub> Lösungen des Kali hypermanganicum beim Semitendinosus des Hundes und beim Gastrocnemius des Frosches eine Steigerung der Hubhöhe herbeizuführen, indem die Lösung sich blass färbte, zum Beweise, dass das Kali hypermanganicum beim Durchströmen des Muskels einen Theil seines Sauerstoffes abgegeben und sich in Mangansuperoxyd verwandelt hat. Doch muss bemerkt werden, dass diese erholende Wirkung des Kali hypermanganicum aus unbekanntem Ursachen selten auftrat.

Unter den Giften ist das Veratrin am wirksamsten, indem es die Erschlaffung des Muskels sehr verzögert. *Kölliker*<sup>3)</sup> gibt darüber die ersten Angaben und führt die Veratrinwirkung auf einen specifischen Einfluss desselben auf den quergestreiften Muskel zurück und bestreitet, dass es auf die motorischen Nerven wirke, *Bezold*<sup>4)</sup> glaubte daraus, dass nach seinen Versuchen am Veratrinthier die Reizbarkeit der Muskelnerven an den entferntesten Nervenstrecken am schnellsten, am langsamsten an den dem Muskel nahen Strecken erlösche, eine Wirkung des Veratrin's auf die motorischen Nerven constatiren und die Veratrinzuckung

1) Ber. der k. sächs. Ak. der Wiss. 1868 S. 30.

2) Eodem loco 1871. S. 694 und 95.

3) *Virchow's Archiv* X. S. 257 fgd.

4) Untersuch. aus dem physiol. Institut. zu Würzburg 1867. S. 87 fgd.

als eine tetanische auffassen zu müssen. *Fick* und *Böhm*<sup>1)</sup> bestritten die Richtigkeit obiger Angaben *Bezold's* und legten die Richtigkeit von *Kölliker's* Angaben dar.

Nach ihnen kann die so lange verzögerte Rückkehr des Veratrinmuskels zur Abscisse bedingt sein, entweder dadurch, dass das Veratrin die Contraction begünstige oder den Wiederausdehnungsprozess erschwere und verzögere. Um dies zu entscheiden, massen sie mit Hülfe des *Heidenhain's*chen Apparates zur Messung der Wärmeentwicklung im Muskel die Wärme des normalen- und Veratrinmuskels und fanden, dass letzterer bedeutend mehr Wärme bei seiner Contraction liefert als ersterer, dass also die grössere Intensität der chemischen Prozesse bei der Muskelcontraction an der langsamen Wiederausdehnung (Restitution) des Muskels Schuld sein müsse. Mit Hülfe des stromprüfenden Froschschenkels gelang ihnen der Nachweis, dass die Veratrinzuckung nicht, wie *Bezold* angibt, eine tetanische sei.

Schon vor *Fick* hatte *Weyland*<sup>2)</sup> Versuche mit Alkaloiden angestellt und für das Veratrin gefunden, dass das Stadium der latenten Reizung von normaler Länge bleibe, während das der Erschlaffung gegenüber dem normalen um das 50 bis 60fache länger sei; ebenso wirkt das Sabadillin, nur erfolgt die Zusammenziehung des Sabadillinmuskels langsamer, seine Wiederausdehnung rascher. Eine zusammengehörige Reihe bilden nach *Weyland* des Delphinin, Emetin und Aconitin, da sie in der angegebenen Reihenfolge den höchsten Grad ihrer Erregbarkeit erlangen, das Delphinin am schnellsten, jedoch alle drei langsamer als Veratrin und Sabadillin.

Eine andere Reihe von zusammengehörigen Arzneistoffen in Bezug auf ihre Wirkung auf den Froschmuskel haben wir nach *Buchheim* und *Eisenmenger*<sup>1)</sup> in dem wirksamen Bestandtheile des Upas Antiar, dem Coffeïn, Theobromin und Cocäin, dem Convallamarin und Digitalin, den Kali- und Antimonsalzen; bei all diesen ist das Stadium der latenten Reizung von normaler Länge, während sowohl der ansteigende als der abfallende Theil der Zuckungscurve um das 2—3fache die der normalen übertrifft.

1) Verh. d. phys. med. Gesellsch. in Würzburg. N. F. III. S. 198 fgd.

2) Dissertation, Giessen 1869.

3) *Ekhard's* Beiträge z. Anat. und Physiol. V. S. 37 fgd.

Nach *Kölliker* und *Pelikan*<sup>1)</sup> ist der Nutzeffekt eines mit Upas Antiar vergifteten Muskels viel kleiner als der des normalen, eine Beobachtung, die dann von *Dybkowsky* und *Pelikan*<sup>2)</sup> auch für das Digitalin, von *Weyland* für die Kalisalze nachgewiesen wurde.

## B. Versuche am lebenden Warmblütermuskel.

Die Versuchsanordnung, die Methode der Anschreibung und der Präparation der Thiere war wie in den Versuchen von *Rossbach* und *Clostermeyer*<sup>3)</sup>. Es wurde alle Sekunden durch den Nerven ein Oeffnungsschlag gesendet, der maximale Zuckungen am Muskel hervorrief und zeigten sich hierbei folgende Erscheinungen in Bezug auf die Ermüdung.

### I. Nach Unterbrechung der Blutzufuhr.

Der Muskel blieb in seiner normalen Lage im lebenden Thiere und es wurde nur die Blutzufuhr durch Unterbindung der betreffenden Arterie abgeschnitten, so dass der Muskel nicht ganz blutleer, sondern nur die fortwährende Erneuerung des lebendig strömenden Blutes aufgehoben wurde.

Die Ermüdungslinie (d. h. die Linie, welche die Kuppen sämtlicher Hubhöhen mit einander verbindet) des in gleichen Zeitintervallen, durch seinen Nerven maximal gereizten, belasteten aus dem Kreislauf ausgeschalteten Warmblütermuskels ist eine gerade Linie. Der Abfall erfolgt so geradlinig, dass eine durch ein Lineal gezogene Gerade die Spitzen sämtlicher Hubhöhen schneidet.

Der in dieser Weise aus dem Blutstrom ausgehaltete Muskel ermüdet schon nach 2—4 Minuten, so dass nach 120—240 Zuckungen durch Nervenreiz keine Zuckung mehr zu er-

1) Verhandlungen der physik.-med. Gesellschaft zu Würzburg. N. F. 1859. S. 102—106 und *Rossbach*, pharmakol. Unters. Bd. 2.

2) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie 1862, Bd. XI. S. 286.

3) *Pflüger's Archiv*, XIII. S. 607 fgd.

langen ist; es ist also der Unterschied in der Höhe der aufeinanderfolgenden Zuckungen ein viel grösserer als wenn die Ermüdung nur sehr langsam eintritt, wie beim normal durchbluteten Muskel. Dagegen tritt, wenn der Muskel von seinem Nerven aus ermüdet ist, bei direkter Muskelreizung noch einmal eine neue Zuckungsreihe auf, die ebenfalls dem Gesetze des geradlinigen Abfalles folgt.

Die Hubhöhe des blutleeren Muskels ist eine viel geringere als die des blutdurchströmten und zwar ist die Zuckung des letzteren oft um das vierfache höher.

Ein merkwürdiges Verhalten zeigt der Gang der Ermüdung bei der Nervenreizung. Es schreitet nämlich die Ermüdung in ganz gleicher Weise fort, auch wenn von Zeit zu Zeit die Nervenreize ausgesetzt und dafür direkte Muskelreize eingeschaltet werden. Wenn z. B. nach 30—50 direkten Muskelzuckungen wieder mit Nervenreiz begonnen wird, ist die Zuckungshöhe so niedrig als wenn mit den Nervenreizen weiter d. h. ohne Unterbrechung fortgefahren worden wäre. Anders ist das Verhalten, wenn die direkten Muskelreize durch Nervenreize unterbrochen werden; es ermüdet in letzterem Falle der Muskel, während der zwischengeschobenen Nervenreize nicht in gleicher Weise fort, so dass die Hubhöhen, wenn man nach längerer Nervenreizung wieder mit Muskelreizen beginnt, höher sind als wenn man während dieser ganzen Zeit den Muskel nur direkt gereizt hätte.

Die noch später zu erwähnende Steigerung im Beginne der Reize beim frischen oder durch Ruhe etwas erholten blutdurchströmten Muskel tritt beim blutleeren nicht ein. Kürzere oder längere Pausen sind von keinem Einflusse auf die Erholung; nach Pausen von 2—5 Minuten tritt keine Erhöhung der Muskelhube ein, vielmehr ist der Muskel im Ermüdungsprocesse weiter fortgeschritten.

Es folgen einige Beispiele:

I. Kräftiges Kaninchen in angegebener Weise präparirt und die linke art. cruralis unterbunden. 2 Grove'sche Elemente. Die Schliessungsschläge der sekundären Spirale wurden durch ein dem Pflüger'schen Instrumente zur Ablenkung der Öffnungsschläge ähnliches abgeblendet und der Muskel theils direkt, theils indirekt durch Oeffnungsschläge gereizt.

Der Strom wurde durch eine *Balzar*'sche Reizuhr unterbrochen und der Muskel alle Secunden gereizt. Die Axe des Schreibhebels war durch eine Feder mässig gespannt und betrug die Schreibhebellänge 21 Ctm., der Anheftungspunkt des Muskels war 3 Ctm. von der Axe entfernt, so dass man die gezeichnete Länge der Muskelverkürzung mit 7 zu dividiren hat, um die wirkliche zu finden. Maximalzuckungen bei 0 Rollenabstand.

## Versuch von 14./VII. 1876.

| Zustände<br>des<br>Muskels.              | Fortschrei-<br>tende<br>Zuckungs-<br>zahlen. | Maximale Hubhöhen.         |                         | Constante Differenz der<br>Hubhöhen der aufeinander<br>folgenden Zuckungen. |                     |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                                          |                                              | Indirecte<br>Reizung.      | Directe<br>Reizung.     | Indirecte<br>Reizung.                                                       | Directe<br>Reizung. |
|                                          |                                              | Mm.                        | Mm.                     | Mm.                                                                         | Mm.                 |
| Linker, fri-<br>scher Gastro-<br>cnemius | 1<br>bis<br>23                               | 5,5<br>fallend auf<br>5    |                         | 0,025                                                                       |                     |
|                                          | 24<br>bis<br>59 (35 Z.)                      |                            | 9<br>fallend auf<br>7   |                                                                             | 0,057               |
|                                          | 60<br>bis<br>134 (74 Z.)                     | 4<br>fallend auf<br>2,5    |                         | 0,0203                                                                      |                     |
|                                          | 135<br>bis<br>185 (50 Z.)                    |                            | 5,5<br>fallend auf<br>3 |                                                                             | 0,05                |
|                                          | 186<br>bis<br>220 (34 Z.)                    | 1,5<br>fallend auf<br>0,75 |                         | 0,022                                                                       |                     |
|                                          | 221<br>bis<br>261 (40 Z.)                    |                            | 3<br>fallend auf<br>1   |                                                                             | 0,05                |

II. Kräftiges Kaninchen, dem die linke Art. cruralis unterbunden worden. 2 Grove'sche Elemente. Maximalzuckungen bei 2 Rollenabstand. Muskel durch Federspannung belastet. Reizung durch den Oeffnungsschlag der secundären Spirale.

Der Strom wird durch ein Metronom so unterbrochen, dass in der Minute 60 Zuckungen ausgelöst werden. Die Länge des Schreibhebels beträgt 21 Ctm., die Entfernung des Muskelansatzes von der Axe 2 Ctm., so dass mit 10,5 die gezeichnete Länge zu dividiren, um die wirkliche Muskelverkürzung zu finden.

## Versuch von 26./VII. 1876.

| Zustände<br>des<br>Muskels. | Fortschrei-<br>tende<br>Zuckungs-<br>zahlen. | Maximale Hubhöhen.          |                           | Constante Differenz der<br>Hubhöhen der aufeinander<br>folgenden Zuckungen. |                     |
|-----------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|                             |                                              | Indirecte<br>Reizung.       | Directe<br>Reizung.       | Indirecte<br>Reizung.                                                       | Directe<br>Reizung. |
|                             |                                              | Mm.                         | Mm.                       | Mm.                                                                         |                     |
| Linker Ga-<br>strocnemius   | 1<br>bis<br>44                               | 17,5<br>fallend auf<br>11,5 |                           | 0,13                                                                        |                     |
| Nach 2 Min.<br>Pause        | 45<br>bis<br>130 (85 Z.)                     | 6,5<br>fallend auf<br>0     |                           | 0,077                                                                       |                     |
|                             | 131<br>bis<br>303 (172 Z.)                   |                             | 6,5<br>fallend auf<br>2,0 |                                                                             | 0,0261              |
| Nach 1/2 Min.<br>Pause      | 304<br>bis<br>349 (45 Z.)                    |                             | 1,5<br>fallend auf<br>0,5 |                                                                             | 0,0222              |

## II. Versuche am blutdurchströmten Warmblütermuskel.

## a) Veränderungen der Hubhöhe im Verlaufe der Ermüdung.

Die Versuchsthiere wurden in gleicher Weise präparirt wie bei den Versuchen mit dem blutlosen Muskel, nur blieb der Muskelblutstrom unverändert. Gezeichnet wurden die Hubhöhen des mit Federspannung belasteten Muskels mittelst eines sehr leichten Aluminiumhebels auf die in langsamstem Umlaufe gehende Trommel. Meistens wurde der Muskel mittelst der tiefliegenden Elektrode von seinem Nerven aus gereizt und nur dort, wo es ausdrücklich angegeben ist, direkt, indem verzinnte Stahlnadeln in die Sehne des Muskels und seine Fleischmasse eingestossen wurden. Angegeben sind im folgenden die gezeichneten Hubhöhen des Muskels, wobei die Länge des Hebels 21 Ctm., die Entfernung des Muskelansatzes von der Axe 3 Ctm. betrug.

Im Beginne der Reizung zeigt sich bei gleichbleibender maximaler Nervenreizung eine allmähliche Steigerung der Muskelhube und zwar bei den verschiedenen Versuchsthiere in ungleichem Grade. Sie beträgt bei Fleischfressern mehr als bei Pflanzenfressern, bei Kaninchen oft 3—4 Mm., bei Hunden 10—15 Mm. und bei Katzen 20 Mm. und mehr, so dass bei letzterem Thiere die Zuckungen zuletzt die doppelte Höhe der ersten Zuckung erreichen können.

Diese Steigerung der Hubhöhen im Beginne der Reizung des frischen Muskels geht rasch vor sich und zwar wird das Maximum der Hubhöhe bei Pflanzenfressern rascher erreicht als bei Fleischfressern, bei ersteren durchschnittlich nach 60—100, bei letzteren (Hunden und Katzen) nach 200 Zuckungen.

Das Ansteigen im Beginne der Reizung tritt dann auf, wenn das Intervall zwischen den einzelnen Reizen ein sehr kurzes (von 1—2 Sec. Dauer) ist. Wird in der Periode des Ansteigens von obigem kürzerem Intervalle auf ein längeres von etwa 5 Sekunden übergegangen, so hört dieses Ansteigen sogleich auf und die Hubhöhe fällt rasch um einige Millimeter.

Das Ansteigen der Muskelhube tritt aber nicht allein am frischen, unermüdeten, sondern auch am ermüdeten Muskel und zwar in jedem Stadium der Ermüdung auf, wenn nur durch eine längere Pause der Muskel sich etwas erholen konnte. Die erste Zuckung nach der Pause ist um vieles niedriger als die letzte vor derselben und steigen dann die Zuckungen allmählig an. Dieses Ansteigen wird bedeutender, wenn die Pause etwas mehr (2—10 Minuten) beträgt und vollzieht sich um so langsamer, je ermüdet der Muskel bereits vorher war. Es erfolgt dieses Ansteigen der Hubhöhen sowohl beim frischen als auch ermüdeten Muskel nicht ganz gleichmässig, indem die Steigerung anfangs rasch und nach und nach immer langsamer zunimmt.

Die Steigerung tritt sowohl auf, wenn der Muskel fortwährend durch Oeffnungsschläge als auch wenn er abwechselnd durch Oeffnungs- und Schliessungsschläge rasch hintereinander gereizt wird. Die Zuckungshöhen nehmen beim Beginne der Reize auch zu, wenn der Muskel direct gereizt wird.

An dieses Stadium des Ansteigens schliesst sich ein solches des rascheren Abfallens, welches wir das erste Ermüdungsstadium nennen wollen. Ein Beharren auf der maximalen Zuckungshöhe ist nicht zu constatiren d. h. nachdem der Muskel nach 100 bis 200 Zuckungen die grösste Hubhöhe erlangt hat, bleibt ihm keine Kraft mehr, sich während weiterer 100 oder 200 Zuckungen auf dieser Höhe zu erhalten, sondern er beginnt unmittelbar zu ermüden. In dieser Phase der Ermüdung macht bei allen Warmblütern, die bisher zu Versuchen benützt worden sind, die Ermüdungslinie einen zur Abscisse steilen Abfall, dessen Steilheit aber gegen Ende dieses Stadiums abnimmt. Bei Kaninchen vollzieht sich dieses Stadium sehr rasch, so dass nach 600—800

schnell aufeinander folgenden Zuckungen die Hubhöhe des Muskels nur mehr  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$  der ursprünglichen beträgt. Bei Hunden geht es entsprechend langsamer und bei Katzen umfasst dieses Stadium 6000—7000 Zuckungen und ist dann die ursprüngliche Hubhöhe erst etwa um die Hälfte verringert; trotzdem ist auch bei diesem Thiere das erste Ermüdungsstadium von dem folgenden leicht zu unterscheiden.

Daran schliesst sich das zweite Stadium des Ermüdungsverlaufes. Die Zuckungen, die schon beträchtlich kleiner geworden sind, halten sich längere Zeit auf fast gleicher Höhe, so dass die Ermüdungslinie ausserordentlich langsam der Abscisse sich nähert. Dieses Stadium hat nach Individualität und Thiergattung eine verschieden lange Dauer und umfasst bei Kaninchen 1000—4000, bei Hunden 20000—30000 Zuckungen, während es bei Katzen, die geradezu unermüdlich erscheinen, sich über 40000—50000 Zuckungen erstreckt.

Fassen wir beide Ermüdungsphasen zusammen, so erhalten wir für den Gang der gesammten Ermüdung eine Linie, die sich mit concaver Krümmung anfangs rascher, später langsamer der Abscisse nähert.

Mit Hilfe der uns zu Gebote stehenden Apparate war es nicht möglich, den Gang der Ermüdung ohne Unterbrechung zu beobachten, weil in Ermangelung einer unendlichen Rolle der Versuch durch Pausen, die zur Einsetzung einer neuen Rolle in's Myographion nöthig wurden, öfters unterbrochen werden musste und durch das nach jeder Pause eintretende Ansteigen der Muskelhube ein dem Ermüdungsverlaufe fremder Vorgang hervorgebracht wird.

Unter den Zuckungen zeigen sich immer einige von etwas grösserer Höhe und zwar so, dass auf 4—6 niedrigere 2—3 etwa um  $\frac{1}{2}$ —2 Mm. höhere Zuckungen folgen, so dass oft die Linie, welche die Kuppen der einzelnen Hubhöhen verbindet, die Form einer Wellenlinie bekommt d. h. es entsteht eine Reihe von längeren Wellenthälern und kürzeren Wellenbergen. Eine Regelmässigkeit in dem übrigens unbedeutenden Sinken und Steigen der Zuckungshöhe (denn  $\frac{1}{2}$ —2 Mm. der gezeichneten Höhe entspricht 0,07—0,28 Mm. wirklicher Muskelverkürzung) liess sich nicht nachweisen. Dieselben traten sowohl bei directer als indirecter Reizung, im ersteren Falle etwas weniger deutlich auf. Sie sind in jedem Stadium der Ermüdung zu constatiren (doch

wird die Unregelmässigkeit in der Höhe um so unbedeutender, je ermüdet der Muskel) und zeigen sich sowohl wenn allein mit Oeffnungsschlägen als auch wenn abwechselnd mit Oeffnungs- und Schliessungsschlägen gereizt wird. Dagegen treten sie nicht auf bei dem von der Blutzufuhr abgeschnittenen Muskel. *Funke*<sup>1)</sup> erwähnt dieselben auch bei seinen Froschversuchen und ist geneigt, sie als übermaximale Zuckungen anzusehen.

Die von *Tiegel* „Contractur“, von *Hermann* besser „Verkürzungsrückstand“ genannte Erscheinung trat bei allen unseren Versuchsthiere auf, doch auffälliger Weise bei Katzen am wenigsten. Sie manifestirt sich dadurch, dass der Muskel sogleich nach der ersten Reizung nicht auf die Abscisse zurückkehrt, sondern um 1—2 Millimeter verkürzt bleibt, eine Verkürzung, die während der folgenden 5—10 Zuckungen auf 6—7 Mm. steigt. Darauf erfolgt eine Wiederverlängerung des Muskels, die sich über 15—20 Zuckungen bei Hunden, über 30—50 bei Kaninchen ausdehnt und entsteht dadurch eine zur Abscisse zuerst concave und dann convex gekrümmte Linie. Die Wiederverlängerung beträgt 3—4 Mm., so dass immer noch eine Erhebung von 2—3 Mm. über der Abscisse besteht, welche so lange in gleicher Höhe bleibt, bis der Versuch aus irgend welchem Grunde unterbrochen wird.

Der Verkürzungsrückstand tritt dann auf, wenn die Intervalle zwischen den einzelnen Reizen von einer gewissen Dauer sind und muss mindestens alle 1 oder 2 Secunden ein Reiz erfolgen. Ist das Intervall ein grösseres, so tritt ebensowenig die anfängliche starke Verkürzung als die spätere gleichmässige Erhebung über die Abscisse auf. Folgt auf ein kurzdauerndes Intervall ohne Pause ein längeres, so kehrt der Muskel langsam zu seiner Abscisse zurück und umgekehrt folgt auf ein längeres Intervall, welches die Contractur nicht hervorrufen konnte, ein kürzeres, so tritt sie wiederum auf.

Der Zustand des Verkürzungsrückstandes des Muskels tritt sowohl bei directer als auch bei indirecter Reizung auf, jedoch nicht bei allen Thieren gleich stark. Er erscheint sowohl bei dem noch ganz frischen Muskel als auch bei dem durch viele Tausende von Zuckungen ermüdeten.

<sup>1)</sup> *Pflüger's Archiv* VIII, S. 225 u. 226.

*b) Einfluss von Variablen auf den Gang der Ermüdung.*

## 1. Einfluss der Stärke des Inductionsstromes.

Bei einem Rollenabstand von 30—36 Cm. der secundären von der primären Spirale eines *Du Bois-Reymond's*chen Schlittens erfolgt gewöhnlich die erste Zuckung und tritt meistens bei einem Rollenabstand von 4—6 Cm. die Maximalzuckung auf. Ist einmal die Maximalzuckung erreicht, so tritt niemals, in keinem Stadium der Ermüdung auf weitere Verminderung der Rollenabstände eine grössere Hubhöhe auf (wie dies *Funke* bei Fröschen gesehen hat).

## 2. Einfluss der Grösse der Reizintervalle.

Dieselbe übt einen grossen Einfluss auf den Ermüdungsverlauf und gilt durchgehends als Gesetz, dass die Ermüdung um so rascher erfolgt, je kürzer die Intervalle. Ist der Muskel durch schnell aufeinander folgende Reize ermüdet, so wirkt ein grösseres Reizintervall erholend auf den Muskel, so dass die Hubhöhe auf eine neue Verkleinerung der Intervalle wieder ansteigen kann. Hat man gleich von Anfang an ein länger dauerndes Intervall gewählt und geht dann plötzlich in ein kürzeres über, so erfolgt während der folgenden 50—100 Zuckungen eine Vergrösserung der Hubhöhe, die öfters mehrere Millimeter beträgt.

## 3. Wirkung der Erholung.

Wie schon erwähnt, ist die erste Zuckung nach einer Pause, besonders kurz nach Beginn des Versuches viel niedriger als die letzte vor der Pause und zwar beträgt die Differenz oft 10—15 Millimeter bei Hunden und Katzen, bei Kaninchen entsprechend weniger. Ist aber der Muskel schon ermüdet, so beträgt die Differenz zwischen der letzten Zuckung vor und der ersten nach der Pause nur mehr 2—4 Millimeter und wird diese Differenz in den späteren Ermüdungsstadien noch kleiner. Hat der Muskel die Hubhöhe vor der Pause wieder erreicht, was bei Hunden und Katzen je nach dem Ermüdungsstadium in 50—300 Zuckungen geschehen ist, so steigt er noch während weiterer 100—200 Zuckungen an, so dass seine jetzige Hubhöhe die vor der Pause um 1—2 Mm. übertrifft und der Muskel sich um 500—600 Zuckungen erholt hat. Längere Pausen von 20—30 Minuten bringen keine

grössere Erholung zu Stande als solche von 2—10 Minuten. Auch bei Kaninchen zeigen sich die Wirkungen der Pausen, nur dass sie rascher verschwinden.

Bei Warmblütern ist also der Erfolg der Erholung nur ein geringer gegenüber den von *Funke* und *Kronecker* bei Fröschen gefundenen Werthen.

#### 4. Unterschiede zwischen Oeffnungs- und Schliessungsschlägen.

Die Reizung des Katzenmuskels erfolgte mit abwechselnden Oeffnungs- und Schliessungsschlägen und zwar vom Nerven aus, nachdem ermittelt war, dass bei 6 Cm. Rollenabstand Maximalzuckung auftritt.

Die Oeffnungszuckungen sind bei dieser Versuchsanordnung anfangs bedeutend höher (fast noch einmal so hoch) als die Schliessungszuckungen. Beide nehmen bei Beginn des Versuches an Höhe zu, die Oeffnungszuckungen mehr als die Schliessungszuckungen.

Als wesentlicher Unterschied zwischen beiden Reizarten zeigt sich, dass im Verlaufe der Ermüdung die Oeffnungszuckungen rascher an Höhe abnehmen als die Schliessungszuckungen, so dass nach mehreren Tausenden von Zuckungen beide von gleicher Höhe sind. Ist der Muskel am Ende seiner Reizbarkeit angelangt, so hören zuerst die Oeffnungsschläge auf, noch Zuckungen zu erregen während die Schliessungszuckungen noch eine Höhe von  $\frac{1}{2}$  Millimeter haben. Durch die Wirkung des Veratrins kann der Muskel wieder zu Oeffnungszuckungen gebracht werden, doch sind sie niedriger als die Schliessungszuckungen.

Wie *Tiegel*<sup>1)</sup> an Fröschen sahen auch wir, dass nach Bewegungen des Thieres auf einmal die Zuckungen etwas höher wurden und längere Zeit auf dieser Höhe blieben, gerade als ob in diesen Bewegungen ein erholendes Moment gelegen hätte.

#### 5. Tetanische Reizung.

Wir haben darüber nur bei der Katze einige Versuche angestellt. Es wurde deren *Gastrocnemius* mittelst eines Inductionsstromes gereizt und schrieb der Muskel die Veränderungen seiner Länge auf die im langsamsten Umlaufe befindliche Trommel.

1) Abdr. aus den Sitzungsber. d. k. sächs. Acad. d. Wiss. 1875. S. 43.

Vor allem ist hervorzuheben die ausserordentliche Ausdauer des Katzenmuskels; so wurde eines der Thiere, das vorher mit 21000 Oeffnungsschlägen und 16000 abwechselnden Oeffnungs- und Schliessungsschlägen gereizt worden war und bei dem die Zuckungsgrössen von 60 allmählig auf 18 Mm. gesunken waren, sodann mit nur kurzen Unterbrechungen 45 Minuten lang tetanisch gereizt, ohne jedoch gelähmt zu werden, auf neuerdings eingeleitete unterbrochene Reize zuckte der Muskel noch in der Höhe von  $\frac{1}{2}$  Mm.

Die Verkürzung des Muskels bei tetanischer Reizung ist eine ganz beträchtliche (die gezeichnete Curve stieg bis 52 Mm., während die kurz vorher ausgelöste Oeffnungszuckung nur eine Höhe von 18 Mm. hatte) und wird diese bei den ersten tetanischen Zusammenziehungen fast augenblicklich erreicht; bei den späteren tetanischen Reizungen erfolgt die Verkürzung in 2 getrennten Phasen, die erste fast augenblicklich und von da in langsamer Steigerung. Auf dieses Stadium der Verkürzung folgt das Stadium der anfangs schnelleren, später immer langsamer werdenden Verlängerung. — Bei den spätesten tetanischen Erregungen des Muskels, wenn derselbe immer mehr ermüdet, ist diese Wiederverlängerung gleich von Anfang an eine sehr allmähliche; in den allerspätsten Stadien ist der Muskel nicht im Stande, die erreichte Hubhöhe während kurzer Zeit beizubehalten. Auch die Muskelhube nehmen im Verlaufe der Ermüdung durch Tetanus sehr an Höhe ab.

Nach Beendigung eines tetanischen Reizes traten einigemale auf Schliessungs- und Oeffnungsschläge mehrere sehr grosse Zuckungen auf, als ob der Tetanus erholend gewirkt hätte, denen dann erst solche von erwarteter und beständiger Höhe folgten. So traten z. B. Zuckungen von 8 Mm., ein andresmal von 12 Mm. Höhe auf und dann folgte unvermittelt eine lange Reihe von Zuckungen von 2—1 Mm. Höhe, eine Erscheinung, die wir uns vorläufig nicht zu erklären vermögen.

## 6. Wirkung von Arzneimitteln.

## a. Veratrin.

Nach den von dem Einen von uns (*Rossbach*) gemachten Erfahrungen, dass das Veratrin in kleinen Gaben die Muskelkraft frischer und curarisirter Muskeln enorm steigert, erschien es von höchstem Interesse, zu sehen, wie das Veratrin dem ermüdeten Muskel gegenüber sich verhält.

Es zeigte sich das Veratrin als von bedeutend erholender Wirkung auf den ermüdeten Muskel. Kleine Gaben desselben konnten den bereits stark ermüdeten Muskel zu vierfach höheren Zuckungen bringen als vor der Einspritzung. Diese Steigerung tritt entweder sogleich nach der Einspritzung auf oder entwickelt sich innerhalb der nächsten 20—30 Zuckungen allmählich zu ihrer höchsten Höhe.

Von der starken Erholung fiel entweder die die Gipfel der Zuckungsmaxima verbindende Linie schnell auf die Höhe herab, die der Muskel vor der Injection erreicht hatte, oder es dauerte die Erholung sehr lange an und die Ermüdungslinie fiel erst allmählig wieder auf den vor der Ermüdung innegehabten Stand zurück.

Der Abfallswinkel der die Höhen verbindenden Linie wurde unmittelbar nach dem Eintreten der Veratrinwirkung steiler als er vorher war, vorausgesetzt, dass in späteren Stadien der Ermüdung die Veratrineinspritzung gemacht wurde; nach und nach wurde er wieder genau wie unmittelbar vor der Einwirkung, d. h. die Höhendifferenz der einzelnen Zuckungen nahm alsbald nach der Veratrineinspritzung zu, später wieder ab.

Es folgen einige Versuchsbeispiele.

I. An einem kräftigen Kaninchen wurde der durch eine Feder mässig gespannte Wadenmuskel durchschnittlich alle 2 Sekunden mittelst eines Oeffnungsinductionsschlages gereizt und die erhaltenen maximalen Zuckungshöhen (bei 4 Daniell'schen Elementen und 5 und 0 R. A) auf eine während jeder Zuckung angehaltenen Trommel aufgeschrieben.

In folgender Tabelle sind die hauptsächlichsten genau berechneten Veränderungen in den Hubhöhen des Muskels durch Ermüdung und durch Erholung (nach Ruhe und Veratrin) zusammengestellt.

| Zustände<br>des<br>Muskels.            | Fortschreitende<br>Zuckungszahlen. | Maximale Hubhöhen.       |                             | Constante Differenz<br>der Hubhöhen der<br>aufeinander folgenden<br>Zuckungen. |                 | Bemerkungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        |                                    | Gezeichnet<br>Mm.        | Wirklich<br>Mm.             | Gezeichnet<br>Mm.                                                              | Wirklich<br>Mm. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Frischer Muskel                        | 1<br>bis<br>30                     | 36<br>steigend<br>auf 43 | 5,1<br>steigend<br>auf 6,1  | 0,23                                                                           | 0,033           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                        | 31<br>bis<br>170 (139 Z.)          | 43<br>fallend auf<br>17  | 6,1<br>fallend auf<br>2     | 0,187                                                                          | 0,0267          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                        | 171<br>bis<br>255 (84)             | 17<br>fallend auf<br>13  | 2,42<br>fallend auf<br>1,85 | 0,047                                                                          | 0,0067          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Durch kurze<br>Ruhe erholter<br>Muskel | 256<br>bis<br>266 (10)             | 12<br>steigend<br>auf 16 | 1,71<br>steigend<br>auf 2,3 | 0,4                                                                            | 0,057           | Eine Pause<br>von 2 Min. er-<br>laubte dem<br>Muskel um<br>3 mm. höhere<br>Zuckungen als<br>vor der Ruhe<br>d. h. eine Er-<br>holung um 60<br>Zuckungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                        | 267<br>bis<br>855 (588)            | 16<br>fallend auf<br>5   | 2,3<br>fallend auf<br>0,7   | 0,0185                                                                         | 0,0026          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Veratrin-<br>Muskel                    | 856<br>bis<br>1035 (179)           | 21<br>fallend auf<br>13  | 3,0<br>fallend auf<br>1,85  | 0,044                                                                          | 0,0063          | Nach der 855.<br>Zuckung wur-<br>den 0,002 grm.<br>Veratrin in<br>die Halsvene<br>gespritzt, der<br>Muskel zuckte<br>sogleich um<br>das Vierfache<br>höher als vor<br>der Vergiftung<br>(Erholung um<br>706 Zuckungen<br>d. h. die Zuck-<br>ungshöhe der<br>856. Zuckung<br>ist der 150.<br>gleich gewor-<br>den.<br>Da die Zuck-<br>ungen schnel-<br>ler folgten,<br>als der Muskel<br>wieder seine<br>normale Länge<br>erreichen<br>konnte wegen<br>Verlängerung |

| Zustände<br>des<br>Muskels.                    | Fortschrei-<br>tende<br>Zuckungs-<br>zahlen. | Maximale Hubhöhen.       |                             | Constante Differenz<br>der Hubhöhen der<br>aufeinander folgen-<br>den Zuckungen. |                 | Bemerkungen.                                                                                                           |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                |                                              | Gezeichnet<br>Mm.        | Wirklich<br>Mm.             | Gezeichnet<br>Mm.                                                                | Wirklich<br>Mm. |                                                                                                                        |
|                                                |                                              |                          |                             |                                                                                  |                 | des 2. Zuckungsstadiums, erhebt sich der Nullpunkt über die Abscisse und geht nach 150 Zuckungen wieder darauf zurück. |
| Durch Pause<br>von 2 Min. er-<br>holter Muskel | 1036<br>bis<br>1050 (14)                     | 13<br>steigend<br>auf 14 | 1,85<br>steigend<br>auf 2,0 | 0,071                                                                            | 0,0101          |                                                                                                                        |
|                                                | 1051<br>bis<br>1275 (224)                    | 14<br>fallend auf<br>7   | 2,0<br>fallend auf<br>1,0   | 0,029                                                                            | 0,0041          |                                                                                                                        |

II. Bei einem kräftigen, in gewöhnlicher Weise hergerichteten und durch den Nerven alle Secunden mit maximalen Oeffnungsschlägen der secundären Spirale gereizten Kaninchen war im Verlaufe von 2040 Zuckungen die im Beginne des Versuches 40 Mm. betragende Zuckungshöhe auf 2 Mm. gesunken.

Einspritzung von 0,001 Grm. Veratrin hob sie nach kurzer Zeit wieder bis 6 Mm.

Bei der 3960. Zuckung war diese Maximalhöhe wieder auf 5 Mm. gefallen. Eine neue Einspritzung von 0,001 Veratrin hob sie nochmals auf 7 Mm. Als bei der 6900 Zuckung die Maximalhöhen nur noch  $\frac{1}{2}$  Mm. betragen, war 0,001 Veratrin ohne Wirkung. Bei der 7080. Zuckung betrug die Zuckungshöhe nicht mehr messbare Bruchtheile eines Mm.

III. Eine in angegebener Weise präparirte Katze war anfangs durch Oeffnungsinductionsschläge, dann durch abwechselnde Oeffnungs- und Schliessungsschläge und zuletzt durch tetanische Reizung so ermüdet worden, dass auf Oeffnungsschläge keine, auf Schliessungsschläge nur noch Zuckungen von  $\frac{1}{2}$  Mm. Höhe eintraten; auf 3malige subcutane Injection von 0,003 Veratrin traten die Oeffnungszuckungen wieder auf und erreichten eine Höhe von fast 1 Mm., während die Schliessungszuckungen bis 1,5 Mm. an Höhe stiegen und hielten sich beide längere Zeit auf dieser Höhe.

IV. Im Folgenden geben wir noch ein Stück aus einem Ermüdungsversuche an einem mittelgrossen, kräftigen Hunde, theils um die Einwirkung von Pausen theils um die des Veratrin auf den lebenden Warmblütermuskel darzulegen.

Die Länge des Schreibhebels betrug 21 Cm., die Entfernung des Muskelansatzes von der Axe 2 Cm., so dass man die gezeichnete Hubhöhe mit 10,5 zu dividiren hat, um die wirkliche zu finden. — Nervenreizung.

| Zustände<br>des<br>Muskels.             | Fortschreitende<br>Zuckungszahlen. | Maximale Hubhöhen. | Constante Differenz<br>der Hubhöhen der<br>aufeinander folgen-<br>den Zuckungen. |
|-----------------------------------------|------------------------------------|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |                                    | Gezeichnete<br>Mm. | Gezeichnete<br>Mm.                                                               |
| Durch 12400 Zuckungen ermüdeter Muskel  | 12401                              | 20                 | 0,003                                                                            |
|                                         | bis<br>14700 (2300)                | fallend auf<br>13  |                                                                                  |
| Durch 2½ M. Ruhe erholter Muskel        | 14701                              | 11                 | 0,02                                                                             |
|                                         | bis<br>14800 (100 Z.)              | steigend auf<br>13 |                                                                                  |
|                                         | 14801                              | 13                 | 0,0007                                                                           |
|                                         | bis<br>16100 (1300)                | fallend auf<br>12  |                                                                                  |
| Durch 10 M. Ruhe erholter Muskel        | 16101                              | 11                 | 0,01                                                                             |
|                                         | bis<br>16400 (300)                 | steigend auf<br>14 |                                                                                  |
|                                         | 16401                              | 14                 | 0,00105                                                                          |
|                                         | bis<br>18300 (1900)                | fallend auf<br>12  |                                                                                  |
| Vorher 2 M. Ruhe                        | 18301                              | 14                 | 0,01                                                                             |
|                                         | bis<br>18400 (100)                 | steigend auf<br>15 |                                                                                  |
|                                         | 18401                              | 15                 | 0,0018                                                                           |
|                                         | bis<br>22850 (4450)                | fallend auf<br>7   |                                                                                  |
| Einspritzung von<br>0,002 Grm. Veratrin | 22850                              | 7                  | 0,1                                                                              |
|                                         | bis<br>22900 (50)                  | steigend auf<br>12 |                                                                                  |
|                                         | 22901                              | 12                 | 0,012                                                                            |
|                                         | bis<br>23300 (400)                 | fallend auf<br>7   |                                                                                  |
|                                         | 23301                              | 7                  | 0                                                                                |
|                                         | bis<br>24100 (800)                 | bleibend auf<br>7  |                                                                                  |
|                                         | 24101                              | 7                  | 0,0045                                                                           |
|                                         | bis<br>24840 (740)                 | fallend auf<br>4   |                                                                                  |

Nachdem so die Steigerung der Hubhöhe durch das Veratrin beim frischen und ermüdeten Warmblütermuskel dargethan war, schien es noch interessant zu sehen, ob diese Steigerung der Muskelhube auch beim *Froschmuskel* auftrete. Es folgen einige Versuchsbeispiele:

I. Kräftiger Frosch, dessen Gastrocnemius in grösseren Zwischenräumen bei verschiedener Belastung mittelst des Inductionsstromes gereizt wird.

| Grösse der Belastung des Muskels. | Normaler Muskel. | Mit 0,005 Veratrin vergifteter Muskel. |
|-----------------------------------|------------------|----------------------------------------|
| 50 Grm.                           | 14 Mm. Hubhöhe   | 16 Mm. Hubhöhe                         |
| 150 "                             | 13 " "           | 13 " "                                 |
| 300 "                             | 11 " "           | 14 " "                                 |

## II. Winterfrosch in ähnlicher Weise behandelt.

| Zustände des Muskels. | Hubhöhe des Muskels. |
|-----------------------|----------------------|
| Normal                | 17 Mm.               |
| Veratrin 1            | 15 "                 |
| 2                     | 14 "                 |
| Veratrin (0,01) 3     | 55 "                 |
| 4                     | 45 "                 |
| Veratrin 5            | 38 "                 |
| 6                     | 32,5 "               |
| 7                     | 29,0 "               |
| Veratrin (0,01) 8     | 17,5 "               |

Deutlich ist die Wirkung des Veratrin schon auf *Bezold's*<sup>1)</sup> Tafel VI. nachzuweisen, die Curve 1 ist um ein Drittel niedriger als die nach Veratrineinspritzung gezeichnete Curve 2, was in dieser Stärke wohl nur durch das Veratrin bedingt sein kann.

Aus diesen Versuchen folgt, dass das Veratrin beim *Kaltblütermuskel* ebenso wie bei dem Warmblütermuskel die Höhe der Muskelhube bei dem frischen Thiere vergrössert und ist so die von *Fick* aus der Vermehrung der Wärmeproduction bei der Reizung des Veratrinmuskels gegenüber der des normalen geschlossene Vergrösserung der Contractionshöhe nachgewiesen.

1) In Untersuchungen aus dem physiol. Laboratorium zu Würzburg. 1869.

Fassen wir die Vergleichungsergebnisse kurz zusammen, so ist das Veratrin in kleinen Dosen für den frischen Muskel des Frosches, Kaninchens, Hundes und der Katze ein kraftvermehrendes, für den ermüdeten Muskel der genannten drei Warmblüter ein enorm erholendes Mittel. —

b. Das Coffein.

Wir experimentirten damit bis jetzt nur bei Kaninchen, indem wir kleinere Dosen in die Vena jugularis einspritzten. Auf Dosen von 0,05 Coffein trat eine bedeutende Beschleunigung des Ermüdungsverlaufes ein, so z. B. fiel in einem Versuche die Hubhöhe des noch wenig ermüdeten Thieres in 600 Zuckungen von 9 auf 2 Mm. Dieselbe erhob sich aber dann wieder, besonders auf Veratrineinspritzung, so dass noch 5200 Zuckungen gezeichnet wurden, bis die Zuckungshöhe auf  $\frac{1}{2}$  Mm. gesunken war.

# Ueber die Porosität des Holzes.

Vorläufige Mittheilung

von

J. S A C H S.

---

Das Holz besteht aus einem Gerüst verholzter Zellstofflamellen, welche Hohlräume (Zellenräume) umschliessen. Je nach Umständen können die Hohlräume Wasser oder Luft (mit Wasserdampf) oder beides enthalten; die Wände selbst können trocken oder wasserhaltig (imbibirt) sein; mit dem Wassergehalt ändert sich ihr Volumen oder ihr Quellungszustand. — Die Zellräume des Holzes sind capillare Räume; die Zellwände selbst enthalten dagegen, wie unten gezeigt werden soll, keine Capillaren, in welche Flüssigkeit oder Luft ohne Weiteres eindringen könnte.

Um die durch die Transpiration und andere Ursachen hervorgerufene Bewegung des Wassers im Holz beurtheilen zu können, muss man die Capillarität der Hohlräume von der Imbibition der Zellwände scharf unterscheiden.

Bei der experimentellen Untersuchung sind die offenen Gefässröhren des Dicotylenholzes oft störend, zuweilen aber auch günstig. Im ersten Fall bietet das Coniferenholz, zumal wenn es keine Harzgänge besitzt, wie bei *Taxus* und *Abies pectinata*, das erwünschte Material.

1) Ob die Hohlräume der Holzellen durch offene Canäle (in den gehöften Tüpfeln) unter einander in Verbindung stehen, oder ob die gehöften Tüpfel geschlossen, die Hohlräume der Zellen also auch allseitig geschlossen sind, diese Frage ist bisher verschieden beantwortet worden. *Th. Hartig* hielt die gehöften Tüpfel für geschlossen; *Schacht*, *Unger*, *Sanio*, ich und Andere glaubten, die feine, den Tüpfelraum durchsetzende Haut verschwinde später und die Zellen öffnen sich so ineinander. *Sanio* erklärte sich

neuerdings, auf anatomische Untersuchungen gestützt, für die Persistenz des fraglichen Häutchens und somit für die Geschlossenheit der Holzzellen. <sup>1)</sup> Da mir der anatomische Befund, selbst nach den sorgfältigen Auseinandersetzungen eines so ausgezeichneten Phytotomen, wie *Sanio*, doch nicht alle Zweifel löste, so griff ich zunächst auf den von *Hartig* zuerst gemachten Versuch, in Wasser fein zertheilten Zinnober durch Tannen- und Taxusholz zu filtriren, zurück, den ich jedoch in anderer Form einrichtete. Die beste Sorte des in eckigen Stücken als Malerfarbe käuflichen Zinnobers wurde in viel destillirtem Wasser diluirt, dann wiederholt durch Filtrirpapier filtrirt. Das Filtrat enthält den Zinnober in so feinen Körnchen, dass sie sämmtlich lebhafte „Molecularbewegung“ zeigen und selbst nach mehreren Tagen nicht zu Boden sinken. Frisch vom lebenden Stamm abgeschnittene Holzcyliner von 3—4 ctm. Länge wurden an das untere Ende eines Glasrohrs befestigt, welches oben mit einem weiten Gefäss versehen war; Rohr und Gefäss wurden mit der Zinnoberemulsion gefüllt, so dass auf dem Holzcyliner ein constanter Wasserdruck von 160 ct. Höhe lastete. Die Versuche dauerten 1—3 Tage. Das durchfiltrirende Wasser war vollkommen klar, es enthielt keine Spur von Zinnober. Der obere Querschnitt eines so behandelten Holzcyliners zeigt alle Schichten von Frühjahrsholz satt zinnoberroth, die des Herbstholzes nicht oder in radialen Streifen roth, das Kernholz ganz ungefärbt. Spaltet man den Holzcyliner, so findet man ausnahmslos den Zinnober nur 2—3 Mill. tiefeingedrungen entsprechend der Zellenlänge der von mir benutzten Holzstücke; das übrige Holz ist vollkommen farblos. Die mikroskopische Untersuchung von Querschnitten, radialen und tangentialen Längsschnitten zeigt, dass die Mehrzahl der geräumigen Frühlingsholzzellen gänzlich mit Zinnober, bis an ihre unteren Spitzen erfüllt sind; auch die Tüpfelräume (Höfe) dieser selben Zellen sind mit dem Zinnober dicht angefüllt, so zwar, dass man deutlich sieht, wie die Körnchen durch den einen Tüpfelcanal in den Hofraum eingedrungen sind, diesen erfüllt haben, aber offenbar auf der anderen Seite, an der Stelle, wo sich der Hofraum in die benachbarte Zelle zu öffnen scheint, einem Hinderniss begegnet sind, welches ihre weitere Bewegung

<sup>1)</sup> *Sanio* Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. IX. 1873—74.

aufhielt. Neben den so erfüllten Zellen liegen oft, wie man zumal auf tangentialen Längsschnitten erkennt, leere Zellen. Jedenfalls sind die mit Zinnober erfüllten solche, welche durch das Abschneiden des Holzstückes geöffnet worden sind. Das Wasser filtrirt durch die Tüpfel in die benachbarten und tieferen Zellen und lässt die Körnchen offenbar an einer auswärts gedrängten feinen Haut, der Schliesshaut des Tüpfels, zurück. Wie die Holzzellen gegen die Herbstgrenze hin immer enger und enger werden, so nimmt auch ihr Zinnobergehalt ab; die letzten Herbstholzzellen scheinen gar keinen Zinnober aufzunehmen und auch die etwas weiter nach innen im Jahresring liegenden sind nur zum Theil erfüllt; gewöhnlich sind es radiale Reihen solcher Zellen, welche, vom Frühlingsholz ausgehend, fast bis an die äusserste Grenze des Herbstholzes Zinnober führen, während die zwischenliegenden Reihen farblos sind. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass die Spiegelfasern (Markstrahlen) keinen Zinnober enthalten.

Diese Ergebnisse bestätigen also *Hartig's* und *Sanio's* Angaben, wonach die gehöften Tüpfel des Frühlings- und eines Theils des Herbstholzes geschlossen sind.<sup>1)</sup>

Dennoch existiren an der Grenze des vorausgehenden Herbst- und des nachfolgenden Frühlingsholzes offene Communicationswege, welche Luft durchlassen, wie folgende Erfahrungen zeigen.

Befestigt man einen circa 3—4 Ctm. langen Holzcyylinder vom lebenden Stamm mittels eines dicken Kautschukschlauches an den einen Schenkel eines U förmigen Rohrs und giesst man in den anderen Quecksilber, so dass der auf der Luft im vorigen Schenkel lastende Ueberdruck 15—20 Ct. beträgt, und taucht man dann das Ganze unter Wasser, so sieht man aus jeder Grenzlinie zwischen Herbst- und Frühlingsholz einen Kreis feinsten Luftblasen ausströmen, die so lange stromweise hervorsprühen, als der Druck hinreichend gross ist; aus der breiten Lage des Frühlingsholzes kommt dagegen keine Luft. Ob diese äusserst feinen Bläschen aus den letzten Herbstholzzellen oder aus den ersten Frühlingszellen kommen, ist nicht deutlich zu sehen,

<sup>1)</sup> Damit ist *Quinke's*, schon von *Wiesner* bestrittene Annahme, das Wasser steige an den Oberflächen der Holzzellen empor, beseitigt.

doch glaube ich, dass Ersteres der Fall ist. Gewöhnlich kommt auch aus den Gefässen der Markkrone ein Blasenstrom. Dieser Versuch wurde mit sehr wasserreichem Holz der Tanne im Januar, und von *Pinus laricio*, *P. Brutia* und *P. pinsapo* im Februar gemacht. — Dasselbe Resultat giebt aber auch lufttrockenes Tannenholz. Ist dieses dagegen mit Wasser künstlich überladen, durch langes Stehen des unteren Endes in Wasser, dann ist selbst bei sehr hohem Druck keine Luft durch das Holz zu pressen. Es wird Aufgabe weiterer anatomischer Untersuchungen sein, diejenigen Elemente des Coniferenholzes aufzusuchen, welche für Luft gangbar sind.

Macht man den vorigen Versuch so, dass der Raum zwischen Quecksilber und Holz im *U* Rohr von Wasser eingenommen ist, so bemerkt man bei dem Auf- und Abneigen desselben, dass das durch das Holz filtrirende Wasser zuerst aus dem Frühlingsholz kommt; es ist sogar fraglich, ob aus dem äussersten Herbstholz überhaupt Wasser ausfiltrirt.

2) Die Kenntniss des *Filtrationswiderstandes* der Holzzellwände ist zur Beurtheilung der natürlichen Vorgänge im Holz von grosser Wichtigkeit. Von meinen sehr zahlreichen darüber angestellten Versuchen will ich hier nur einige anführen.

Ist das Tannenholz sehr wasserreich, so genügt der kleinste denkbare Druck, Wasser durch dasselbe hindurchzupressen. Diess zeigt z. B. der zuletzt beschriebene Versuch mit dem *U* Rohr; das Wasser quillt solange oben aus, bis der Druck vollkommen ausgeglichen ist; indem man den oberen Querschnitt, aus dem das Wasser hervorquillt öfter abtrocknet und mit der Lupe besichtigt, kann man sich leicht überzeugen, dass das Wasser nicht etwa aus einzelnen gröblichen Poren, sondern ganz gleichförmig aus dem Frühlingsholz hervorquillt. — Dass schon sehr geringe Druckdifferenzen das Wasser im Holz durch die geschlossenen Zellwände hindurchdrücken, zeigen auch meine früheren Angaben über das Ausquellen und Wiedereinsaugen des Wassers, wenn wasserreiche Holzstücke bald erwärmt bald abgekühlt werden, wobei schon unbedeutliche Temperaturänderungen der Luftblasen in den Holzzellen die nöthigen Druckdifferenzen liefern.<sup>1)</sup> Womöglich noch einfacher und lehrreicher ist folgende Erfahrung. Schneidet man die Endflächen eines sehr wasserreichen aber

1) Vergl. *Sachs botan. Zeitg.* 1860. Nr. 29.

lebensfrischen Tannenstammes mit dem Messer glatt und hält man das Holz nun vertical, so erscheinen die obere und untere Querschnittsfläche trocken. Setzt man nun auf den oberen Querschnitt mit Hilfe eines Pinsels eine dünne Wasserschicht, so sinkt diese sofort in das Holz ein und am unteren Querschnitt sieht man eine ebenso grosse Wassermenge ausquellen, zuerst aus dem Frühlingsholz des äussersten, dann des folgenden inneren Ringes u. s. f. Dreht man das Stück rasch um, so wiederholt sich der Vorgang, der deutlich zeigt, dass auch die kleinsten Druckdifferenzen ausgeglichen werden. Der Versuch gelingt nicht nur mit 10—15 Ctm. langes, sondern auch mit 100 und 110 Ctm. langen Stammstücken der Tanne.

Dementsprechend ist auch die Filtrationsgeschwindigkeit des Wassers im Holz bei gesteigertem Druck eine ausserordentlich grosse. Aus sehr zahlreichen Versuchen hierüber führe ich nur folgende Resultate an: der Splint<sup>1)</sup> eines lebenden 70 Mill. langen Stammstückes von *Taxus baccata* liess bei 65—55 Ctm. Quecksilberdruck in den ersten 2 Minuten eine Wassersäule von 50 Mill. Höhe (von gleichem Querschnitt wie der Splint) durchpassiren, was auf die Stunde berechnet 1,5 Meter Höhe giebt. — Ebenso filtrirte durch lebendes Tannenholz von 68 Mill. Länge bei einem Druck von 80—77 Ctm. Quecksilber eine Wassersäule gleichen Querschnitts von 11,5 Mill. Höhe in der ersten Minute; was auf die Stunde berechnet 690 Mill. Höhe ergiebt.

So ausgiebig ist die Filtration jedoch nur unter zwei Bedingungen; das Holz muss ganz frisch und das destillirte Wasser sehr rein sein. Setzt man die Filtration länger fort, so nimmt ihre Geschwindigkeit sehr rasch ab; sie kann schon nach einigen Minuten auf die Hälfte, in einigen Stunden auf einen kleinen Bruchtheil jener Werthe sinken und nach mehreren Tagen fast Null werden. Es beruht diess zum grossen Theil auf einer eigenthümlichen Veränderung der Holzwände an der das Wasser aufnehmenden Seite;<sup>2)</sup> denn es genügt, nachdem die Filtration sehr klein geworden ist, an dieser Seite eine Holzschicht von 0,2 Mill. Dicke wegzuschneiden, um dann die Filtration wieder sehr leb-

1) Das Kernholz lässt überhaupt kein Wasser durch.

2) Eine ähnliche Veränderung erfahren offenbar auch abgeschnittene und in Wasser gestellte Zweige, deren Saugung daher von Tag zu Tage geringer wird, wie ich vor 20 Jahren (*Flora*. 1856. p. 613) zeigte.

haft werden zu lassen. Jede Verunreinigung des Wassers, (z. B. mit feinen Zinnobertheilchen) macht, dass die Filtration gleich anfangs sehr unbedeutend ist; es weist diess offenbar darauf hin, dass die an die Schliesshäute der Tüpfel sich dicht anlegenden Körnchen dem Wasser den Durchtritt erschweren, denn man wird wohl annehmen dürfen, dass es vorwiegend die gehöften Tüpfel sind, durch welche das Wasser mit so grosser Geschwindigkeit filtrirt. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass die betreffenden Holzstücke auf ihre Unversehrtheit geprüft wurden und dass dieselben keine groben Poren enthielten.

Die grosse Leichtigkeit, mit welcher das Wasser aus einer Holzzelle in die andere gedrückt oder gesogen werden kann, beweist, dass die durch Temperaturänderungen und Transpiration bewirkten Volumenänderungen der Luftblasen im Holz hinreichen, Wasserströmungen in demselben zu veranlassen, was übrigens aus meinen oben cit. älteren Versuchen schon hervorgeht.

Es wurde oben erwähnt, dass, wenn Wasser durch wasserreiches Holz der Länge nach filtrirt, das Herbstholz dabei untheiligt zu sein scheine; dies wird durch folgenden Versuch bestätigt. Aus einem mit Wasser fast gesättigten Stammstück einer Tanne liess ich einen Cylinder so auf der Drehbank herstellen, dass seine Axe von 48,5 Mill. Länge <sup>1)</sup> einem Querdurchmesser des Stammes entsprach. Die Jahrringe standen also quer zur Axe des Cylinders, der nun einem Wasserdruck von 160 Ct. unterworfen wurde. In den ersten Stunden filtrirte kein Tropfen heraus, während Längsabschnitte von gleichen Dimensionen in den ersten Stunden viele Cub.-Centim. Wasser durchfiltriren lassen. Erst nach 24 Stunden fand ich 2,3 C. C. Filtrat. Dieses Ergebniss mit den früheren zusammengehalten dürfte zu dem Schluss führen, dass das Herbstholz der Filtration zumal in der Querrichtung (von Jahrring zu Jahrring) einen grossem Widerstand entgegensetzt. Die in den Jahrringen des Holzes stattfindenden Wasserströmungen werden also von den Herbstholzschichten eingedämmt, gegenseitig isolirt.

3) Dass das Holz, wenigstens in den Zeiten stärkerer Transpiration *Luft in den Zellräumen* enthält, ist allgemein bekannt; bisher hat jedoch Niemand versucht diesen Luftgehalt quantitativ

---

<sup>1)</sup> Die Dicke des Cylinders war 25,5 Mill. Er wurde sofort nach dem Abdrehen wieder in Wasser geworfen.

zu bestimmen und seine Veränderungen zu verfolgen. Auf anatomischem Wege ist darüber jedenfalls nicht viel Brauchbares zu erfahren. Kennt man jedoch das specifische Gewicht der trockenen Holzzellwand, so lässt sich aus dem leicht zu bestimmenden absoluten Gewicht eines Stückes Holz der Rauminhalt der (trocken gedachten) Zellwände berechnen, und da auch das in dem Holzstück enthaltene Wasservolumen (theils in den Hohlräumen, theils in den Zellwänden imbibirt) durch Wägung leicht zu finden ist, so kann man das Volumen der lufthaltigen Räume berechnen, wenn man das Volumen des beobachteten Holzstückes kennt.

Es kommt also zunächst darauf an, das specifische Gewicht der (trockenen) Zellwand zu kennen. In der Literatur schwanken die Angaben darüber von 1,3 bis 1,55. Meine eigenen Untersuchungen nach verschiedenen Methoden (welche ich später veröffentlichen werde) führen zu dem Resultat, dass das specifische Gewicht der Holzzellwände (von *Pinus pumilio*, *Abies pectinata*, *Populus dilatata*, *Prunus cerasifera*) jedenfalls grösser als 1,51 und wahrscheinlich nahezu 1,55 sei. <sup>1)</sup> Nimmt man den letzten Werth einstweilen als genau an, so

sind 100 CC. Holzwandmasse = 155 Grm.

und 100 Grm. Holzwandmasse = 64,5 CC.

Von einem lebenden Tannenstamm wurde am 2. Januar 1877 ein cylindrisches Stück Holz entnommen, welches

105 Mill. lang,

33 Mill. dick war

und 90 CC. Rauminhalt hatte. <sup>2)</sup>

Dass das sichtlich sehr wasserreiche Holz noch Luft enthielt, war ohne Weiteres klar, da es in Wasser schwamm, doch ragte es dabei nur wenig vor.

Das Gewicht des frischen Holzes = 87,6 Grm. Nachdem es 18 Tage über Schwefelsäure und dann bis zum Aufhören des Gewichtsverlustes bis 100 °C. getrocknet war,

wog es 34,83 Grm.; daher  $\frac{34,83}{1,55} = 22,5$  CC. das Volumen der Holzwände.

<sup>1)</sup> Getrocknete Stammstücke von *Laminaria* zeigen ohne Weiteres ein spec. Gewicht von 1,57.

<sup>2)</sup> Aus den Dimensionen ergab sich 89,8 CC., durch Untertauchen in Quecksilber 90 CC. Das Holz besass 5 Jahrringe.

Das im frischen Holze sowohl in den Wänden imbibirte, als in den Zellräumen enthaltene Wasser betrug also 52,77 CC.

Trockene Holzwandmasse und Wasser zusammen nahmen also den Raum  $22,5 + 52,77 = 75,27$  CC. ein.

Da der ganze Rauminhalt des Holzstückes = 90 CC. war, so bleibt  $90 - 75,27 = 14,73$  CC. Luftraum oder 100 CC. dieses Tannenstammes enthielten

25,0 CC. Wandmasse,

58,6 CC. Wasser (in Hohlräumen und imbibirt),

16,4 CC. Lufträume.

Da Intercellularräume und Gefäße (abgesehen von den sehr engen der Markkrone) im Tannenholz nicht existiren, so waren also die 16,4 % Luftraum in den Zellhöhlungen vorhanden. Es ist nicht wahrscheinlich, dass 25 CC. Wandsubstanz 58 CC. Wasser imbibiren können, es muss daher ein Theil des Wassers in den Zellhöhlungen, neben Luftblasen vorhanden gewesen sein.

Dagegen kommt es gewiss auch vor, dass das Holz lebender Bäume nur Luft und gar kein Wasser in den Zellhöhlungen führt. Geleznow<sup>2)</sup> fand, dass ein Stammstück, *Betula alba*, im September folgende Dimensionen und Gewichte darbot:

3,32 Ct. Dicke,

5,17 Ct. Länge,

also Volumen = 44,75 CC.

37,25 Grm. Frischgewicht,

22,48 Grm. Trockengewicht,

also 14,77 Grm. (CC.) Wasser.

Daraus berechnet sich, wie vorhin, dass 100 CC. des frischen Holzes enthielten:

32,4 CC. Holzwandmasse,

33,2 CC. Wasser,

34,4 CC. Luftraum.

Da man annehmen darf, dass trockene Holzwandsubstanz wenigstens ihr gleiches Volumen Wasser imbibirt, so waren also die 33,2 CC. Wasser in der 32,4 CC. Zellwand enthalten und die Zellräume ganz frei von Wasser.

Dass die in den Holzzellen enthaltene Luft in Folge der Transpiration verdünnt sein muss, wurde von mir und Anderen

1) Geleznow in *Mélanges biol.* Petersburg T. IX. (1872).

schon früher hervorgehoben. Kürzlich hat nun *von Hönel*<sup>1)</sup> gezeigt, dass die Verdünnung in den Gefässröhren der Laubbölzer eine sehr beträchtliche sein könne. Er schnitt transpirirende Sprosse unter Quecksilber ab und fand, dass dieses sofort viele Centimeter weit in die Gefässe, sowohl aufwärts wie abwärts eindrang, so dass, wenn man den von ihm gemessenen Capillarwiderstand der Gefässöffnungen für Quecksilber in Rechnung bringt, die Spannung der Gefässluft bei

|                     |      |                  |
|---------------------|------|------------------|
| Quercus pedunculata | 24,5 | Ct. Quecksilber. |
| Aesculus Hipocast   | 37   | „ „              |
| Syringa vulgaris    | 24   | „ „              |
| Ulmus camp          | 20   | „ „              |
| Helianthus con      | 46   | „ „              |

betrug, statt 76 Ct. Quecksilberdruck. Wenn nun vermöge dieser starken Druckverminderung der Gefässluft das Quecksilber bis 20, selbst 38 Ct. tief in die Gefässe eindringt, so muss Wasser oder eine wässrige Lösung, unter gleichen Umständen in sehr kurzer Zeit noch viel tiefer eindringen, wenn auch nicht gerade im Verhältniss der specif. Gewichte (1 : 13,6), da die Reibung an den Gefässwänden u. A. in Betracht kommt. Eine Reihe von Versuchen, welche ich unmittelbar nach Empfang der genannten Abhandlung *v. Hönel's* mit einer Lösung salpetersauren Lithiums (1%) unternahm, bestätigt diese Folgerung in ganz überraschender Weise; obgleich die verwendeten Pflanzen bei trübem Wetter nur im geheizten Laboratorium transpiriren konnten.

Ein sehr grosses Exemplar von *Montanoa heracleifolia* wurde aus dem Warmhaus in das Laboratorium gestellt und nach 6 Stunden bei 17—18° C. ein stark belaubter, etwa ein Meter langer Spross an seiner unteren Partie in eine Schüssel mit Lithiumlösung hinabgebogen und dort durchschnitten. Die Schnittwunde des distalen Endes blieb nicht ganz eine Minute in der Lösung, wurde dann sofort unter dem Wasserlauf abgospült und 50 Ct. oberhalb der Spross durchschnitten, diess Alles dauerte etwa 10 Sec. Die spectroscopische Prüfung ergab nun 50 Ct. über dem ersten Schnitt die deutlichste Lithiumreaction. Unmittelbar darauf wurde auch der Gipfel geprüft, in welchem sich das Li-

<sup>1)</sup> Franz von Hönel: über den negativen Druck der Gefässluft; Dissertation Wien, 1876.

thium bis 80 Ct. über dem Schnitt, d. h. bis in die halbwüchsigen jungen Internodien unter der Knospe nachweisen liess.

Gleiche Versuche mit *Malva silvestris* (Stamm) und einem Blattstiel von *Livistona sinensis* ergaben, dass die Lithiumlösung in einer Minute bis 50 resp. 45 Ct. gestiegen war.

*Hönel* hat (l. c.) ferner gefunden, dass auch bei solchen Sprossen, die man in Luft abgeschnitten und einige Zeit hat liegen lassen, das Quecksilber noch in die Gefässe eine kleinere Strecke weit emporsteigt, wenn man das untere sodann unter Quecksilber abschneidet. Dem entspricht folgender von mir gemachter Versuch: ein etwa 1 Meter langer Spross von *Nerium Oleander* war in Luft abgeschnitten, dann seine Schnittstelle benetzt und mit einem engen Glasrohr verbunden und dieses in Wasser gestellt worden, um zu sehen, ob die Luft im Rohr sich verdünnen würde; diess geschah nicht. Nach 24 Stunden wurde von dem kaum gewelkten Spross das untere 7 Ctm. lange Stück unter Lithiumlösung abgeschnitten; nach 1 Minute langer Saugung fand ich 30 Ctm. über dem Schnitt deutliche Lithiumreaction. Ein anderer in Wasser gestandener Oleanderspross wurde einfach unten abgetrocknet und 1 Minute lang in Lithium gestellt; dieses liess sich dann nur bei etwa 5 Mill. über der Schnittfläche nachweisen.

Diesen Versuchen entsprechen die von *MNab* und *Pfitzer* angestellten. *MNab* schnitt die Sprosse in Luft ab und stellte sie dann in Lithiumlösung; *Pfitzer* schnitt sie unter Wasser ab und brachte sie dann in Lithiumlösung. *MNab* fand, dass das Lithium nach zwanzig Minuten bis 13,5 Zoll hoch gestiegen war, *Pfitzer* berechnet aus seinen, wenige Minuten dauernden Versuchen, dass die Geschwindigkeit der Lithiumlösung pro Stunde bis über 22 Meter betrage.

Es leuchtet jedoch ein, dass es sich bei diesen Versuchen nicht um die in den Zellwänden aufsteigende Wasserbewegung normal vegetirender Pflanzen handelt, sondern um ein plötzliches Hineinstürzen der Flüssigkeit in die luftverdünnten Räume der Gefässe, welches in kurzer Zeit vollendet ist und nicht in dieser Weise fort dauert, daher auch nicht pro Stunde berechnet werden darf. Durch derartige Versuche kann also die Geschwindigkeit des Wasserstroms in den Zellwänden einer transpirirenden Pflanze nicht gemessen werden.

Es leuchtet ein, dass die entsprechenden Versuche mit Coniferenzweigen geringere „Geschwindigkeiten“ ergeben müssen. Sie enthalten nur in der Markkrone Gefässe und zwar sehr enge, deren grosser Reibungswiderstand der aufsteigenden Lithiumlösung ein beträchtliches Hinderniss entgegengesetzt. Was die Holzzellen des secundären Holzes betrifft, so enthalten diese in der lebenden Pflanze Luftblasen, deren Druck geringer ist, als der der Atmosphäre. Da nun die Zellwände des Holzes, wie sich oben zeigte, auch bei sehr geringem Drucke noch Wasser schnell durchlassen, so wird, wenn man einen transpirirenden Coniferenzweig unter Lithiumlösung abschneidet, diese auch in das Holz bis zu gewisser Höhe eindringen. Ferner kommen hier die oben nachgewiesenen Luftwege an der Herbstholzgrenze der Jahrringe in Betracht. Diesen Erwägungen entsprechen die Resultate, die ich mit *Pinus Culteri* (Hauptstamm), *Pinus Brutia* und *Cryptomeria japonica* (Aeste) erhielt. Die Bäume wurden aus dem Gewächshaus in das Laboratorium gestellt und denselben Bedingungen, wie die früher genannten Pflanzen ausgesetzt. In 1 Minute nach Durchschneidung unter Lithiumlösung liess sich das Metall nachweisen: 1)

bei *Pinus Brutia* im äusseren und mittelbaren Holz 9—10 Ct. hoch; in der Markkrone 15 Ct.

bei *Cryptomeria* im Holz 5—6 Ct. hoch, in der Markkrone 6—7 Ct. hoch.

*Pinus Culteri* war nach der Durchschneidung 8 Minuten lang in Lithium geblieben, dieses fand sich dann 25 Ct. hoch über dem Schnitt im Holz.

4) Wenn die eben beschriebenen, auf der Luftverdünnung in Holz beruhenden Vorgänge zwar für die Beurtheilung der im lebenden Holz stattfindenden Prozesse werthvoll sind, aber durchaus keinen Anhalt zur Beurtheilung der Geschwindigkeit des normalen Wasserstroms in den Zellwänden geben, so sind anderseits auch die mit färbenden Stoffen gewonnenen Resultate nur unter besonderen Umständen und Erwägungen brauchbar. Stellt man einen abgeschnittenen Spross in eine Farbstofflösung oder in die Auflösung eines Stoffes, der im Gewebe Färbungen hervorruft, wie das schwefelsaure Anilin die Gelbfärbung verholzter Zellwände, so findet man nach einiger Zeit gewisse Ge-

1) Die Rinde war wie bei den früheren Versuchen immer frei von Lithium.

webetheile gefärbt, andere nicht. Die seit mehr als hundert Jahren aus derartigen Versuchen gezogenen Schlüsse, dass nur die gefärbten Gewebe den Weg der aufgesogenen Flüssigkeiten bezeichnen und dass die Steighöhe der letzteren mit der Grenze der Färbung zusammenfalle, sind unrichtig. — Ob Zellwände mit einem Farbstoff oder mit schwefelsaurem Anilin gefärbt erscheinen, hängt von ihrer chemischen und physikalischen Beschaffenheit und nicht bloß davon ab, ob sie mit der färbenden Flüssigkeit in Berührung gekommen sind, wie folgende Versuche beweisen.

Stellt man einen Zweig von *Annona ovata* in eine Lösung von schwefelsaurem Anilin, so findet man nach einigen Tagen das Holz bis zu beträchtlicher Höhe hinauf intensiv gelb, das parenchymatische Gewebe des Markes und die Rinde farblos. Mitten in dem farblosen Mark jedoch liegen vereinzelt Steinzellen, welche ebenfalls intensiv gelb gefärbt sind. Da diese das färbende Salz nur durch Vermittelung der umliegenden farblosen Markzellen erhalten können, so folgt, dass auch in diesen letzteren sich das schwefelsaure Anilin bewegt hat. — Von einer lebenden Tanne (*Abies pectinata*) wurde der Stammgipfel abgeschnitten. Einige Centimeter oberhalb des Schnittes wurde ein ungefähr einen Centimeter breiter Rindenring weggenommen und das entblösste Holz mit Stanniol dicht umwickelt, Der untere Schnitt blieb einige Tag lang in einer Lösung von schwefelsaurem Anilin stehen, während welcher Zeit die zahlreichen Blätter transpirirten. Als darauf der Stamm gespalten wurde, war das Holz bis zu 30 Ctm. Höhe über der Ringwunde gelb gefärbt. Die in der Rinde der Tanne bekanntlich liegenden dickwandigen, verzweigten Spicularzellen waren ebenfalls intensiv gelb geworden, obgleich sie durch mehrere Schichten farblosen Gewebes von dem Holz getrennt waren; diese farblosen Zellen hatten, ohne sich zu färben, das Salz aus dem Holz quer zu den Spicularzellen hinüber geleitet.

Demnach kann aus der Färbung auf den von der Flüssigkeit verfolgten Weg nicht ohne Weiteres geschlossen werden; hätte die Anona im Mark, die Tanne in der Rinde nicht Zellen, welche sich ähnlich wie das Holz färben, so würde man geschlossen haben, das schwefelsaure Anilin habe sich überhaupt nur im Holz und gar nicht im Parenchym bewegt, was offenbar unrichtig wäre.

Ebenso wenig geben derartige Versuche ohne Weiteres Aufschluss über die Geschwindigkeit der aufsteigenden Flüssigkeit. Ich habe gerade über diesen Punkt eingehende Untersuchungen angestellt, die ich später ausführlicher veröffentlichen werde; sie führen zu dem Schluss: Wenn die aufgesogene Flüssigkeit einen Stoff enthält, der färbend oder chemisch auf die Zellhäute einwirkt, so eilt das Wasser dem gelösten Stoff voraus, so zwar, dass mit der Zeit die obere Grenze des aufsteigenden Wassers sich immer mehr von der oberen Gränze der entstandenen Färbung des Gewebes entfernt. Wenn der in Wasser gelöste Stoff dagegen nicht verändernd auf die Zellhäute einwirkt und von ihnen nicht aufgespeichert wird, wie Kochsalz, Salpeter, Lithiumsalze u. dgl., so nimmt das Wasser diese Stoffe ohne Verzögerung mit sich fort. Derartige Stoffe können also, wenn die unter 3.) genannte Mitwirkung des negativen Luftdruckes im Holz vermieden wird, dazu dienen, die Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstroms in den Zellwänden des Holzes zu bestimmen.

5) *Imbibition der Zellwände und Bewegung des Wassers in ihnen.* Dass Fälle vorkommen, wo die Hohlräume des Holzes einer transpirirenden Pflanze überhaupt kein Wasser enthalten, wurde oben constatirt, in solchen Fällen kann sich der aufsteigende Wasserstrom überhaupt nur im Inneren der Wände, d. h. in den Molecularinterstitien (Micellarinterst. Nägeli) bewegen. Dass diese Bewegung mit einer Geschwindigkeit von mindestens 10—20—30 Ct. per Stunde stattfindet, kann nicht zweifelhaft sein. Dem gegenüber hat bisher die Thatsache unerklärt dagestanden, dass trockenes Holz das Wasser ausserordentlich langsam in sich einsaugt, ich kann hinzusetzen, dass das Wasser in trockenes Tannenholz von gleicher Temperatur der Länge nach binnen 8 Tagen nur 20—25 Mill. tief eindringt, was in der Stunde nur 0,13 Mill. ausmacht.

Das Eindringen des Wassers in trockene Holzzellwände ist also äusserst langsam im Vergleich mit seiner Bewegung in den mit Wasser durchdrungenen Zellwänden.

Das Problem löst sich jedoch befriedigend, wenn man bedenkt, dass das in trockenes Holz eindringende Wasser eine sehr grosse mechanische Arbeit zu leisten hat, indem es die an einander liegenden Molecüle (Micellen) erst auseinander drängen, ihre

Cohäsion überwinden muss. Da der so zu überwindende Widerstand sehr gross ist, so ist die Geschwindigkeit entsprechend gering. — Ist dagegen die Holzzellwand bereits mit Wasser durchtränkt, so ist eine Verschiebung der Wassermoleküle ohne nachthafte Widerstände, also mit grösserer Geschwindigkeit möglich.

Diese Erklärung ist jedoch nur dann möglich, wenn man die Ansicht, als ob die Imbibition auf Capillarität beruhte, aufgibt. Diese Ansicht wurde zuerst von *de Luc*<sup>1)</sup> ausgesprochen, und zwar weil hygroskopische Körper, nachdem sie mit Wasser vollgesogen sind, in Alkohol gebracht, anscheinend ihren Imbibitionszustand beibehalten. Die Thatsache ist jedoch unrichtig aufgefasst. Bringt man *wasserfreie* quellungsfähige Körper, wie thierischen Leim, geronnenes trockenes Eiweiss, trockene Lami-varienstämme u. s. w. in fasst wasserfreien Alkohol (98 %), so quellen sie darin niemals auf und nehmen an Gewicht nicht zu. Bringt man sie trocken in Wasser, so nehmen sie sehr viel davon auf, wie die Wägung zeigt, und vergrössern ihr Volumen nahezu um das Volumen des aufgenommenen Wassers. Diese Volumenzunahme beweist, dass das Wasser *nicht in präformirte Hohlräume* (Capillaren) eindringt, sondern dass es die Moleküle der Substanz auseinander drängt und zwar nur um so viel, als sein eigenes Volumen beträgt.<sup>2)</sup> Lässt man einen so vollgesogenen Körper wieder austrocknen, so nimmt er das frühere Volumen wieder an, die Hohlräume, welche das Wasser erzeugt und ausgefüllt hatte, verschwinden, die Moleküle legen sich wieder an einander. Alkohol und dickes Glycerin sind nicht befähigt, die Moleküle trockener quellungsfähiger Körper auseinander zu drängen und dringen daher auch nicht in diese ein. Da nun also Hohlräume, in welche das Wasser oder Glycerin oder Alkohohl, ohne Weiteres eindringen könnte, in trocknen Körpern dieser Kategorie nicht vorhanden sind, so kann von einer Vergleichung dieses Vorgangs mit dem capillaren Eindringen der Flüssigkeiten in poröse Körper wohl nur in sehr entferntem Grade die Rede sein.

1) De Luc in Philos. Transactiones 1871 p. 12.

2) Abgesehen von der geringen Volumverminderung durch Verdichtung, die dabei eintritt.

Wenn Wasser, Alkohol oder andere Flüssigkeiten in Körper eindringen, welche im trockenen Zustand wirklich capillare Hohlräume besitzen, wie gegossener Gyps, Kreide, gebrannter Thon, so treiben sie die in den Hohlräumen enthaltene Luft vor sich her, die man aufsammeln und messen kann; wenn das Wasser dagegen in einen trockenen quellbaren Körper eindringt, so wird keine Luft ausgetrieben, eben weil es in Räume eindringt, die es sich selbst erst öffnet.

Werden quellbare trockene Körper, die Alkohol oder Glycerin nicht aufnehmen, erst in Wasser gelegt, bis sie völlig aufgequollen sind und bringt man sie sodann in sehr starken Alkohol oder in Glycerin, so kann die Wirkung je nach der Natur des Körpers eine sehr verschiedene sein. Leim zieht sich energisch zusammen, indem ihm das Quellungswasser entzogen wird, ohne dass Alkohol oder Glycerin eindringt. Ganz anders verhält sich Laminaria; sie zieht sich in 98 % igem Alkohol nur wenig zusammen und wie Wägungen und Volumenbestimmungen zeigen, tritt Alkohol in die von dem Wasser verlassenen Räume. Dabei verändert sich aber der innere Zustand der Laminaria; sie war im wasserhaltigen Zustand biegsam, weich; im Alkohol wird sie hart und brüchig. Selbst dann, wenn man den statt des Wassers eingedrungenen Alkohol durch Wärme vertreibt, zieht sich die Laminaria nicht mehr auf ihr früheres Trockenvolumen zusammen; sie enthält jetzt offenbar capillare Hohlräume, die mit Luft gefüllt sind, denn sie schwimmt auf Wasser, während die trockene Laminaria sonst sofort untersinkt. Der Alkohol hat also nicht die Fähigkeit, die Moleküle der Zellwände, wenn diese trocken sind, auseinander zu drängen; hat das Wasser aber sie auseinander gedrängt, so dringt der Alkohol in die vom Wasser eingenommenen Räume ein, weil er bei seinem Vordringen die Moleküle der Zellhäute unbeweglich macht, die Zusammenziehung hindert. Diese Erfahrungen erklären nun auch, warum der Alkohol als formerhaltendes Conservierungsmittel für Pflanzen so ausgezeichnete Dienste leistet; er tritt an die Stelle des Wassers der Zellhäute indem er die Zusammenziehung der Moleküle derselben verhindert. Legt man ganz frische Pflanzen in Alkohol, so behalten sie ihr frisches, legt man welke Theile hinein, so behalten sie ihr welkes Aussehen. Das innerhalb der so erstarrten Zellwände liegende Protoplasma contrahirt sich dagegen, indem es im Alkohol erstarrt.

Die Thatsache nun, dass in einer imbibirten Zellhaut nur so viel Hohlraum vorhanden ist, als das Wasser einnimmt, eröffnet uns einen Weg, die Geschwindigkeit des Wasserstroms transpirirender Pflanzen in den Holzzellwänden wenigstens annähernd zu berechnen. Gelingt es festzustellen, wie viel Wasser ein Volumen Zellhaut durch Imbibition einsaugen kann, so lässt sich aus dem Gewicht des trockenen Holzes und seinem specifischen Gewicht das Volumen und der Querschnitt der trocken gedachten Holzwände eines beobachteten Stammes berechnen; kennt man das Volumen der imbibirten Zellwände oder ihren Querschnitt, so giebt die Differenz der Querschnitte (des trockenen und imbibirten) den Querschnitt des imbibirten Wassers, der zugleich die Querschnittsumme der in den Zellwänden vorhandenen Wasserwege ist.

Da es mir gegenwärtig an geeigneten Pflanzen fehlt, um Saugung und Verdunstung neben den anderen hier in Betracht kommenden Grössen zu bestimmen und da noch nicht feststeht, wie viel Wasser ein gegebenes Volumen Holzzellhaut imbibirt, so verschiebe ich nähere Angaben auf eine spätere, ausführliche Publication, die im 5ten Heft der Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg erscheinen wird.

Besser als mit der Capillarität poröser Körper mag die Imbibition der Zellhaut mit dem Vorgang der Auflösung eines Salzes verglichen werden. Wie das lösende Wasser von einem Krystall Moleküle abreisst und diese zwischen die eigenen aufnimmt; ebenso reisst der trockene imbibitionsfähige Körper Wassermoleküle ab und schiebt sie zwischen seine eigenen hinein. Beide Vorgänge bedürfen viel Zeit. Sind aber die Wassermoleküle endlich zwischen denen des quellbaren Körpers gleichmässig vertheilt, so werden sie dort eben so festgehalten, wie die im Lösungswasser vertheilten Salzmoleküle.

Die in einer imbibirten Zellhaut enthaltenen Wassermoleküle drücken offenbar ebensowenig aufeinander, wie die Salzmoleküle in einer Lösung; <sup>1)</sup> so wenig, wie die gelösten Salzmoleküle einen Krystall, ebensowenig bilden die imbibirten Wasser-

<sup>1)</sup> Wäre diess der Fall, so müsste der Salzgehalt des Meerwassers in grossen Tiefen grösser sein als in geringen, was durch Beobachtung widerlegt ist.

moleküle eine *zusammenhängende* Flüssigkeitsmasse, was in einem porösen Körper allerdings der Fall ist. In einem solchen mit praeformirten Capillaren versehenen Körper hängt daher die capillare Steighöhe von dem Gewicht der continuirlichen Wassersäule ab, und diese übt einen ihrer Höhe entsprechenden Druck auf die Wände. In einem imbibirten Körper kommt das Gewicht des Wassers nicht in Betracht. Es ist daher gleichgiltig, ob sich das imbibirte Wasser in den Zellwänden eines Baumes 20 oder 100 Meter hoch befindet.

Würzburg, den 13. Februar 1877.

---

# Ueber die Anordnung der Zellen in jüngsten Pflanzentheilen.

Von

J. S A C H S.

(Mit Tafel V.)

Seit 1845, wo *Nägeli* zuerst die Thatsache bekannt machte, dass bei den Kryptogamen am Scheitel fortwachsender Organe sehr häufig eine einzige Zelle (Scheitelzelle) liegt, aus deren Theilungsproducten, den Segmenten, das gesammte Zellengewebe durch räumlich und zeitlich bestimmte Zelltheilungsfolgen entsteht, sind diese Vorgänge von zahlreichen Beobachtern, vor Allen aber von ihrem Entdecker selbst, mit einer Sorgfalt und Genauigkeit untersucht worden, wie wenig andere Vegetationserscheinungen.

Versucht man es nun, die gegenwärtig anerkannten allgemeineren Ergebnisse dieser Untersuchungen zusammenzustellen, so dürften sich dieselben in folgenden Sätzen zusammenfassen lassen.

1) Scheitelzellen im oben bezeichneten, engeren Sinne kommen nur bei Kryptogamen vor; den Phanerogamen fehlen sie.

Wo Scheitelzellen vorhanden sind, können dieselben durch Querwände oder durch schiefe Wände so getheilt werden, dass zwei oder drei Reihen von Segmenten entstehen, aus denen das Gewebe des Organs sich aufbaut; oder endlich, die Scheitelzelle erfährt Quer- und Längstheilungen (*Fucus*.)

3) Wie die Segmentirung der Scheitelzelle selbst, so ist auch die räumliche und zeitliche Ordnung der Zelltheilungen in ihren Segmenten bei jedem gegebenen Fall gewöhnlich constant; doch sind Fälle bekannt, wo die Art der Segmentirung sich ändert (z. B. Moosblätter.)

4) Die aus Sporen und befruchteten Eizellen hervorgehenden jüngsten Entwicklungszustände können sofort mit dem der späteren Scheitelzelle entsprechenden Theilungsmodus beginnen. (*Delesseria Hypoglossum Nägeli*), oder dieser tritt erst später

ein (z. B. Farnprothallien); ebenso kann die vorhandene Scheitelzelle später verschwinden und ein anderer Theilungsvorgang eintreten.

5) Räumlich und zeitlich geregelte Zelltheilungsfolgen finden sich häufig auch da, wo eine Scheitelzelle nicht fungirt; z. B. bei den Keimscheiben mancher Algen, bei den Sporogonien der Moose, bei Archegonien und Antheridien, bei Embryonen und Haaren der Phanerogamen.

6) Fest bestimmt sind gewöhnlich nur die ersten Theilungsschritte; die späteren zeigen individuelle Abweichungen.

7) In den Vegetationspunkten der Phanerogamen findet man das kleinzellige Gewebe geschichtet und reihenweis angeordnet und zwar so, dass die Schichten und Reihen auf einige am Scheitel liegende Zellen, wie auf ihren gemeinsamen Ursprung hinzuweisen scheinen (Hansteins Initialen und Scheitelzellgruppen.)

8) Die Frage, ob ein principieller Gegensatz oder nur ein gradueller Unterschied zwischen Wachstum mit und ohne Scheitelzelle besteht, ist nicht entschieden.

9) Die Beziehungen der äusseren Form eines Organs zu der Anordnung seiner Zellen sind von Hofmeister, jedoch unklar und flüchtig, angedeutet, aber nicht näher begründet worden (Lehre von der Pfl.-Zelle p. 130.)

Eine die hierhergehörigen Erscheinungen umfassende Theorie ist bisher nicht aufgestellt worden; ich habe daher auch in den vier Auflagen meines Lehrbuches der Botanik die wichtigeren Zelltheilungsfolgen, dem Stande der Literatur entsprechend, einfach bei den betreffenden Pflanzengruppen aufgeführt. Mir konnte dabei jedoch nicht entgehen, wie unbefriedigend eine derartige Behandlung von Thatsachen ist, die ganz offenbar allgemeineren Gesetzen unterliegen und statt der gewöhnlichen, nur morphologischen Behandlung vielleicht eine physiologisch-mechanische zulassen und verlangen.

Mit der Vorbereitung einer fünften Auflage des genannten Buches beschäftigt, scheint es mir vor Allem nöthig, dieses wichtige Capitel der Wachstumsvorgänge einer in sich zusammenhängenden, theoretisch durchsichtigen Darstellung zugänglich zu machen. In wieweit mir dies bis jetzt gelungen, darüber sollen vorläufig folgende Zeilen Rechenschaft geben, in der Hoffnung, dass auch Andere auf meinen Gedankengang eingehen und die

theoretische Bearbeitung dieses Beobachtungsgebietes fördern helfen.

Bei den Schwierigkeiten, denen man hier begegnet, ist es nöthig, sich zuerst auf diejenigen Fälle zu beschränken, wo die Zelltheilungsfolgen genau studirt sind und da die theoretische Bearbeitung derselben sofort erkennen lässt, dass es sich vorwiegend um Beziehungen zwischen der äusseren Form der Organe und der Anordnung ihrer Zellen handelt, so schliesse ich auch einstweilen diejenigen Organe aus, deren rasche und complicirte Formänderungen die Erkenntniss dieses Zusammenhangs erschweren.

Bei der räumlichen Anordnung der Zellen in jüngsten Pflanzentheilen kommt es darauf an, zwei einander gewissermassen widersprechende Anforderungen zu befriedigen und zu vereinigen. Einerseits folgt nämlich die Zelltheilung überhaupt allgemeinen Gesetzen, welche am reinsten da hervortreten, wo freiliegende Mutterzellen sich in freiliegende, oder doch nicht gewebeartig verbundene Tochterzellen theilen. Andererseits ist das Wachsthum eines vielzelligen Organs ein einheitliches; Wachsthum und Theilungen seiner einzelnen Zellen werden durch das Gesamtwachsthum des Organs bedingt; die Gesetze der Zelltheilung, wie sie bei freien Zellen auftreten, werden hier also nothwendig gewisse Einschränkungen erfahren müssen; diese sind jedoch geringer, als man etwa erwarten möchte und eben darauf beruht es, dass die so mannigfaltigen Anordnungsweisen der Zellen in jüngsten Organen sich auf einige verhältnissmässig einfache Regeln zurückführen lassen.

Da die hier in Betracht kommenden Zelltheilungsgesetze bisher meines Wissens von Niemanden ausdrücklich ausgesprochen worden sind, will ich das zum Verständniss des Folgenden Nöthige hervorheben.

1) Volumengleichheit der Schwesterzellen. Bei der Theilung einer Mutterzelle entstehen, wenn keine Hindernisse obwalten, Tochterzellen, welche einander an Volumen gleich sind. Diese Erfahrung ist so allgemein, dass jede etwa vorkommende Ausnahme sofort als etwas Ungewöhnliches auffällt. Hat die Mutterzelle die Form einer Kugel, eines Ellipsoids, eines Cylinders, Prismas, einer runden Scheibe, eines Würfels, so kann die Volumengleichheit ihrer Tochterzellen sofort aus der Lage der ebenen Theilungswand erschlossen werden; ist der Umriss

der Mutterzelle dagegen tetraëtrisch, linsenförmig, theils krumm-theils ebenflächig u. s. w., so bedarf es zunächst einer geometrischen Orientirung darüber, ob die grade oder krumme Theilungswand eine Halbierung des Volumens bewirkt. Es ist dies zumal bei der Segmentirung der Scheitelzellen und bei den späteren Theilungsschritten kugelig oder ovaler Organe zu beachten; hier können die in einem optischen Durchschnitt gesehenen Schwesterzellen einander an Volumen gleich sein, ohne dass es dem Auge sofort einleuchtet.

Anderseits können aber Fälle eintreten, wo in Folge des Gesamtwachsthums eines Organs die Volumengleichheit der Schwesterzellen unmöglich wird.

Bei der Aufstellung der Regel ist natürlich das Volumen der Schwesterzellen im Augenblick der Theilung in Betracht gezogen; unmittelbar nach derselben kann die Gleichheit durch ungleiches Wachstum gestört werden und dies ist in wachsenden Organen fast immer und um so mehr der Fall, je rascher und ungleichförmiger das Wachstum ist. Da jedoch in Vegetationspunkten und sehr jungen Embryonen das Wachstum (die Volumenzunahme) äusserst langsam stattfindet, so tritt hier die aufgestellte Regel meist deutlich sichtbar hervor.

2) Weniger häufig, als die Volumengleichheit der Schwesterzellen ist ihre Symmetrie; sie können einander nur dann spiegelbildlich gleich sein, wenn die Mutterzelle selbst symmetrisch geformt ist; bei freilebenden Zellen trifft dies gewöhnlich zu; wo es sich dagegen um Zellen im Gewebeverband handelt, wird häufig die Symmetrie der einzelnen Zellen der des ganzen Complexes geopfert. (Vergl. Fg. 10—13), worin übrigens an und für sich schon der Beweis vorliegt, dass die einzelne Gewebeszelle kein selbstständiges Leben führt, sondern nur ein untergeordneter Theil des Ganzen ist.

3) Rechtwinkelige Schneidung der Theilungsflächen. Wenn freilebende Zellen (einzellige Algen, manche Sporen- und Pollenmutterzellen u. a.) wiederholter Zweitheilung in aufeinanderfolgenden Zellgenerationen unterliegen, so pflegen die Ebenen der successiven Theilungen, sofern sie nicht unter sich parallel sind, rechtwinkelig auf einander zu stehen. Auch im Gewebeverband treten in den aufeinander folgenden Tochter- und Enkelzellen die Wände entweder parallel oder unter rechtwinkeligem Schneidung auf. Liegen, wie in den Vegetations-

punkten gewöhnlich, die aus einer Urmutterzelle hervorgegangenen Zellen reihenweise neben einander, so fällt die rechtwinkelige Schneidung der Scheidewände meist sofort in die Augen. Es leuchtet aber ein, dass unter Umständen die rechtwinkelige Schneidung nur dadurch zu erzielen ist, dass statt ebener, gekrümmte Wände entstehen, wie in Fig. 10—13. Und da in der That gekrümmte Wände in den Fällen, wo es die rechtwinkelige Schneidung erfordert, gewöhnlich entstehen, so darf man schliessen, dass es sich hier um ein tief im Wesen der Zelltheilungen liegendes Gesetz handelt. Wahrscheinlich ist die rechtwinkelige Schneidung succedan auftretender Wände selbst nur ein specieller Fall eines allgemeineren Gesetzes der Zelltheilung, wonach die zwischen beliebig vielen Schwesterzellen simultan auftretenden Theilungsflächen unter sich sämmtlich gleiche Winkel bilden: eine Folge des Umstands, dass die die Theilung bewirkenden Kräfte um die Centra (Schwerpunkte) der entstehenden Schwesterzellen gleich gross und symmetrisch geordnet sind. Entstehen daher durch simultane Theilung einer kugeligen Mutterzelle vier Tochterzellen (tetraëdrische Theilung), so schneiden die sechs Wände einander unter gleichen Winkeln, die grösser als Rechte sind, die Oberfläche der Mutterzelle aber unter rechten Winkeln.

Wir dürfen annehmen, dass dieselben Ursachen, welche die rechtwinkelige Kreuzung der successiven Theilungsflächen freilebender Zellen bewirken, auch im Gewebeverband thätig sind; hier aber gewinnen dieselben noch eine weitere mechanische Bedeutung, insofern die Art, wie die Wände in Vegetationspunkten und jüngsten Organen sich kreuzen, zugleich den Anforderungen der Festigkeit und Stabilität entsprechen.

Ich unterlasse es hier, noch ausführlicher auf den Nachweis des Gesagten einzugehen, da die weiter unten folgenden Betrachtungen über die Anordnung der Zellen ohnehin, wie ich glaube, sehr umfassende Beweise für die Allgemeinheit der rechtwinkeligen Schneidung successiver Theilungsflächen liefern. Wenn trotzdem auch hier Ausnahmen vorkommen, so beweist dies nur, dass zuweilen andere Ursachen die Wandrichtung und Krümmung mit beeinflussen.

4) Specifische und relative Zellengrösse. Bei den freilebenden Zellen der Algen und Pilze, bei Sporen und Pollenkörnern tritt die Thatsache sehr deutlich hervor, dass die abso-

lute Grösse der Zellen eine, wenn auch innerhalb gewisser Grenzen schwankende, doch sehr constante Eigenschaft der Species, ja ganzer Formenkreise ist. Ganz dasselbe zeigen die Gewebzellen der hochorganisirten Pflanzen: man braucht zu diesem Zweck nur die grosszelligen Gewebe des Kürbis und der Balsamine mit dem Kleinzelligen von *Linum*, *Quercus* u. a. zu vergleichen. Für meinen hier verfolgten Zweck ist es aber wichtiger, auf den Unterschied zu verweisen, der zwischen den kleinzelligen Vegetationspunkten der Phanerogamen und den grosszelligen mancher Kryptogamen besteht.

Für die Anordnung der Zellen in den Vegetationspunkten und jüngsten Organen kann es nun nicht gleichgiltig sein, in welchem Verhältniss die absolute specifische Grösse der Zellen zu dem Umfang des ganzen in Zelltheilung begriffenen Complexes steht. Das Bild, welches sich dem Beobachter darbietet, wird ein anderes sein, wenn ein schlanker Vegetationspunkt von grossen, als wenn ein umfangreicher Vegetationspunkt von sehr kleinen Zellen gebildet wird; und nicht nur das Bild ändert sich, sondern auch die mechanischen Bedingungen, denen in einem und im anderen Fall durch das Zellhautgerüst entsprochen werden muss.

Wenn sich nun zeigen sollte, dass die Form der Zellwandnetze in Vegetationspunkten und jüngsten Organen und Organtheilen den soeben aufgestellten Gesetzen der Zelltheilung wirklich entspricht, so wäre damit schon ein gewisses Verständniss der ersteren erzielt, man hätte einige der Ursachen erkannt, welche es bewirken, dass in einem gegebenen Fall das jugendliche Zellwandgerüst gerade diese und keine andere Form hat. Dass dem aber wirklich so ist, wird, wie ich glaube, die sorgfältige Betrachtung von Präparaten und der zahlreichen von den verschiedensten Beobachtern publicirten Bilder zeigen, besonders dann, wenn man den durch das Wachsthum veranlassten Verschiebungen und Brechungen der Wände Rechnung trägt.

In manchen einfacheren Fällen ergibt sich aus den aufgestellten Gesetzen auch ohne Weiteres die Beziehung zwischen der äusseren Form eines Organs und der Construction seines Zellwandgerüsts, oder da die äussere Form eines Organs der Ausdruck seines bisherigen Wachsthums ist, zwischen diesem und der Anordnung der Zellwände. So entsprechen z. B. die Theilungen der Mutterzellen der Vierlingssporen der Florideen

einfach den genannten Gesetzen, wenn lange, fast cylindrische Mutterzellen durch drei parallele, runde aber durch rechtwinkelig gekreuzte successive Wände, oder endlich tetraëdrisch simultan getheilt werden. Dass Pollenmutterzellen eines und desselben Faches simultan tetraëdrische oder succedane Kreuztheilung erfahren, scheint mir ebenfalls wesentlich auf der Form der Mutterzelle (ob sie mehr kugelig oder scheibenförmig ist), zu beruhen. Die bei befruchteten runden Eizellen so gewöhnlich wiederkehrende Theilung in Quadranten und Octanten, sowie die Zerlegung dieser in weitere Tochterzellen entspricht durchaus den allgemeinen Gesetzen der Zelltheilung, wie unten gezeigt werden soll.

Wenn in diesen und sehr zahlreichen anderen Fällen die Abhängigkeit der Zellenanordnung von der äusseren Form ohne Weiteres aus den Zelltheilungsgesetzen abgeleitet werden kann, so gelingt dies doch nicht so leicht in complicirteren Fällen, zumal bei Vegetationspunkten von Thallomen, Wurzeln und Stämmen. Statt hier auf deductivem Wege <sup>1)</sup> die obwaltenden Verhältnisse aufzuklären, halte ich es daher für besser, aus der Betrachtung der Vegetationspunkte selbst die Regeln inductiv abzuleiten, nach denen ihre Zellwandnetze construirt sind.

Ich sehe hierbei einstweilen von der zeitlichen Reihenfolge in der Entstehung der Wände ab und denke mir den Vegetationspunkt, dessen Zellenanordnung ich betrachte, zunächst nicht wachsend, sondern ruhend, indem ich nur die Beziehungen betrachte, welche zwischen der Gesamtform des Organs und der Anordnung seiner Zellen erkennbar sind. Hierbei ist aber leicht zu erkennen, dass die Verschiebungen und Brechungen der Zellwände das Bild stören und der gestellten Aufgabe fremd sind; wie sehr dies der Fall ist, haben die Schriftsteller dieses Gebiets lebhaft gefühlt, wie die grade hier übliche Schematisirung beweist. Ich glaube jedoch, dass diese bei den kleinzelligen Vegetationspunkten der Phanerogamen nicht hinreichend durchgeführt wurde und dass manche Beobachter die Zellwandbrechungen in ihren Bildern sogar stärker betont haben, als ein ganz unbefangener Blick auf derartige Objekte verlangt.

---

<sup>1)</sup> Da die äussere Umgrenzung der Organe von Zellhäuten gebildet wird, so gilt das Gesetz der rechtwinkligen Schneidung auch zwischen diesen und den Fachwänden des inneren Raumes, woraus die Beziehung der Zellenanordnung zur Form des Organs sofort einleuchtet.

Ich finde z. B. in den Wurzelspitzen der Gräser, an den Hauptwurzeln vieler Embryonen in reifen Samen, an Vegetationspunkten von Coniferenknospen, Hippuris u. a. die Zellen so deutlich in Reihen und Schichten geordnet, dass diese durch Zellwandbrechungen fast gar keine Störung erleiden. Derartige Objekte, wie die bekannten Abbildungen von Hanstein <sup>1)</sup> und Janczewski <sup>2)</sup> u. a. zeigen, dass die in basifugaler Richtung aufsteigenden Zellenzüge auf ein im Scheitelraum liegendes Krümmungscentrum hinweisen, wie ein „Büschel confocaler Parabeln oder Hyperbeln“ auf ihren gemeinsamen Focus.

Die Oberflächenansicht kegelförmiger Vegetationspunkte sowohl, wie die medianen Längsschnitte derselben lassen aber ausserdem oft ganz deutlich ein zweites System von Curven erkennen, welche den vorigen entgegengesetzt gekrümmt sind und sie anscheinend rechtwinkelig schneiden. Auch sie machen bei sorgfältiger Auffassung des Bildes den Eindruck einer Schaar confocaler Curven, deren Axe und Brennpunkt mit dem der vorigen zusammenfällt. Aber grade in der Gegend des gemeinsamen Krümmungscentrums werden die Curvensysteme undeutlicher, wie auch kaum anders zu erwarten ist, da hier alle Curven die stärkste Krümmung haben, so dass selbst in der ganz idealen Fig. 1, welche diesen Curvensystemen entspricht, Reihen- und Schichtenbildung in der Nähe des Krümmungscentrums dem Auge entwindet; in den fraglichen Objekten selbst glaubt man an dieser Stelle eine ungeordnete Zellengruppe zu sehen (vergl. Hanstein l. c. Fig. 1, 2, 3), worauf ich weiterhin zurückkomme.

Hat man diese Verhältnisse einmal an den kleinzelligen Vegetationspunkten der Phanerogamen erkannt, so ist es leicht, wahrzunehmen, dass auch da, wo Scheitelzellen vorhanden sind, die nach und nach auftretenden Zellwände der Segmente einzelne Stücke von Wandzügen darstellen, welche, wenn man sich dieselben ergänzt denkt, den beiden confocalen Systemen nahezu rechtwinkelig sich schneidender Curven entsprechen, wie die idealen Figuren 2 und 3 im Vergleich mit Fig. 1 zeigen.

Um nun diese Wahrnehmungen weiter zu klären und zu verwerthen, muss ich mir vorerst erlauben, eine meinem Vor-

<sup>1)</sup> „Die Scheitelzellgruppe im Veget.-Punkt der Phanerog.“

<sup>2)</sup> Recherches sur l'accroissement etc. Ann. des sc. nat. 5. Serie T. XX.

haben entsprechende Nomenklatur der Wandrichtungen einzuführen, da die bisher gebräuchliche grade die wichtigsten Beziehungen sprachlich verwischt. Mit „radialen“ und „tangentialen Längswänden“ und mit „Querwänden“ kommt man wohl bei cylindrischen Organen aus, nicht aber bei Vegetationspunkten, Embryonen u. dgl., welche von beliebig gekrümmten Flächen begrenzt sind.

Ich glaube, dass die wichtigsten Beziehungen zwischen der äusseren Form des Organs und den Wandrichtungen besser hervortreten, wenn man folgende vier Arten von Wänden oder Wandrichtungen unterscheidet; nämlich pericline und anticline, radiale und transversale Wände, von denen die beiden ersten gekrümmt, die beiden anderen eben sind.

1) Pericline Wandrichtungen sind diejenigen eines Vegetationspunktes oder irgend eines mit Zelltheilung beschäftigten Pflanzentheils, welche in gleichem Sinne wie die Oberfläche gekrümmt sind; sie sind in den idealen Figuren unserer Tafeln mit P und p bezeichnet, je nachdem sie als primäre oder secundäre Wände auftreten. In den unteren Theilen eines Vegetationskegels, wie Fig. 1—3, sind die periclinen Wände das, was man bisher tangentiale Längswände nannte, in der Nähe des Scheitels aber laufen sie so entschieden schief, selbst quer zur Wachstumsaxe, dass man sie dann unmöglich noch als Längswände bezeichnen kann, obgleich sie nur die Fortsetzungen jener sind.

2) Anticline Wandrichtungen sind solche, deren Krümmung derjenigen der Oberfläche des Organs, sowie den periclinen Richtungen entgegengesetzt ist, indem sie diese rechtwinkelig schneiden, also ein System orthogonaler Trajectorien für jene darstellen; sie sind in den Figuren überall mit A und a bezeichnet, je nachdem sie als primäre oder secundäre auftreten. Die Betrachtung von Fig. 1—3 zeigt ohne Weiteres, dass die Anticlinen mit zunehmender Entfernung vom Scheitel eines Vegetationskegels immer mehr zu Quer- (Transversal-) Wänden werden, am Scheitel selbst aber theilweise als Längswände sich darstellen; ebenso verhält es sich bei Fig. 5 und 6, wo der Vegetationspunkt nicht convex, sondern concav gekrümmt ist. Grade hierbei leuchtet die Nützlichkeit dieser Bezeichnungsweise ein, da ohne sie eine leicht übersichtliche Vergleichung verschieden geformter Vegetationspunkte und junger Organe kaum möglich sein dürfte.

3) Radiale (R und r wie oben) sind solche ebene Wände oder Wandrichtungen, welche die Wachstumsaxe in sich aufnehmen und die Oberfläche des Organs rechtwinkelig schneiden. Es ist dabei zu beachten, dass auch kugelige Organe eine Wachstumsaxe haben können und dass nicht bloß bei Querscheiben eines Cylinders, sondern auch bei anderen Flächengebilden die Axe vertical auf der Fläche stehen kann (Fig. 4, Fig. 10, wo die Wachstumsaxe vertical auf der Papierebene zu denken ist.)

4) Transversal oder quergestellt (T und t) nenne ich endlich solche ebene Wände oder Wandrichtungen, welche die Wachstumsaxe und die Oberfläche des Organs gleichzeitig rechtwinkelig scheiden. Es leuchtet sofort ein, dass die anticlinen Wände eines Vegetationskegels (Fig. 1—3) da, wo derselbe rückwärts in den cylindrischen oder prismatischen Theil des Organs übergeht, sich in ebene Transversalwände verwandeln; ebenso können, wie Fig. 13 I u. II zeigt, ebene Transversalwände in anticline übergehen, wenn ein cylindrisches Gebilde zu einem kugeligen oder scheibenförmigen auswächst.

Soweit es sich nur um die ebenen Radial- und Transversalwände handelt, sind ihre Beziehungen zu den oben aufgestellten Zelltheilungsgesetzen einerseits und zu der äusseren Form des Organs andererseits gewöhnlich so leicht zu erkennen, dass das soeben Mitgetheilte einstweilen genügt. Dagegen ist es nöthig, noch Einiges über die gekrümmten periclinen und anticlinen Wände zu sagen.

Wenn die oben angedeuteten Beziehungen zwischen allgemeinen Zelltheilungsgesetzen und der Bildung eines Zellhautgerüsts innerhalb eines Vegetationspunktes oder sonstigen jungen Organs richtig sind, wenn ganz besonders die rechtwinkelige Schneiden der Wände eines der wesentlichen Momente dabei ist, so muss es gelingen, für eine gegebene äussere Form das Zellhautnetz theoretisch annähernd richtig zu construiren, wenn auch vielleicht nur in seinen Hauptzügen.

Ich will in dieser Beziehung zunächst die Vegetationspunkte in Betracht ziehen und zuerst den gewöhnlichen und einfachsten Fall voraussetzen, dass ein ungefähr cylindrisches oder flachlinealisches Organ, Thallom, Wurzel, Stamm, Blatt einen gewölbten Vegetationspunkt trägt (Fig. 1—3). Unter dieser Voraussetzung

können <sup>1)</sup> die den Fucus im Scheitel umlaufenden Periclinen confocale Curven sein, welche rückwärts divergiren und endlich nahezu parallel werden. Im Uebrigen können diese Curven, je nach der Form des Vegetationskegels Linien und Flächen von verschiedener geometrischer Natur sein, es wird sich immer ein System von Anticlinen denken lassen, welche jene Curven überall rechtwinkelig schneiden, also die orthogenalen Trajectorien der Periclinen darstellen und durch Construction derselben wird man ein Netzwerk von Linien erhalten, welches mit dem Zellhautnetz eines Vegetationskegels im Längsschnitte gesehen eine gewisse Aehnlichkeit haben muss, da sich der Forderung der rechtwinkligen Schneidung und den anderen Zelltheilungsgesetzen bei der Construction mindestens in demselben Grade Rechnung tragen lässt, wie es in der Natur geschieht. Wenn sich nun zeigt, dass manche Vegetationspunkte einer solchen Construction nicht oder nur theilweise entsprechen, so wird man nach den Ursachen dieser Abweichungen zu suchen haben. Nun ist es aber nicht oder nur mit grosser Mühe annähernd möglich, in ein System unbekannter confocaler Curven ein anderes System ebenfalls confocaler Curven einzuzichnen, welche jene überall rechtwinkelig scheiden. Um daher theoretisch construirte Bilder zu gewinnen, welche den natürlichen sich annähern und doch geometrisch bekannt sind, daher leicht nach bestimmten Regeln construiert werden können, nehme ich an, der mediane Längsschnitt des Vegetationspunkts sei irgend ein Kegelschnitt, Kreis, Ellipse, Parabel, Hyperbel. Im ersten Fall sind die Periclinen ein System concentrischer Kreise, deren Radien in diesem Falle die Anticlinen vertreten; es scheint nicht, dass solche Vegetationspunkte vorkommen. Dagegen zeigen die meisten Vegetationskegel Umrisse, welche die Form von Ellipsen, Hyperbeln und Parabeln mehr oder minder genau darbieten; und nimmt man nun willkürlich an, man habe es mit Vegetationskegeln von wirklich elliptischem, parabolischem oder hyperbolischem Längsschnitt zu thun, so lässt sich in jedem Fall die Form der Periclinen und Anticlinen im Voraus bestimmen. Ist z. B. die Wölbung des Scheitels eine Ellipse (Fig. 8), so bilden die Periclinen eine Schaar von confocalen Ellipsen, die

---

<sup>1)</sup> Bei vielen Wurzelhauben und in manchen anderen Fällen sind die Peri- und Anticlinen nicht confocale Curven, worauf ich in meiner späteren Bearbeitung zurückkomme.

nach innen immer gestreckter erscheinen und die zugehörigen Anticlinen sind confocale Hyperbeln, deren Brennpunkte und Axen mit denen der Periclinen zusammenfallen. Ist umgekehrt der Vegetationskegel hyperbolisch, so bilden die Periclinen eine Schaar confocaler Hyperbeln, welche nach innen immer gestreckter (deren Parameter immer kleiner) werden und die zugehörigen Anticlinen sind eine Schaar confocaler Ellipsen, deren Brennpunkte und Axen mit denen der Hyperbeln zusammenfallen. — Den einfachsten und für die Construction von Bildern bequemsten Fall hat man jedoch dann, wenn der Vegetationskegel ein Paraboloid ist. Hier bilden die Periclinen einen Büschel confocaler Parabeln, deren Anticlinen ebenfalls einen Büschel confocaler Parabeln darstellen und zwar so, dass diese mit jenen den Fucus und die Axe gemein haben. Für alle diese Fälle lässt sich beweisen, dass die Curven, welche die Anticlinen darstellen, die anderen, d. h. die Periclinen überall rechtwinkelig schneiden.<sup>1)</sup> Aus den Kegelschnitten construirte Bilder werden also wenigstens betreffs der rechtwinkligen Schneidung<sup>2)</sup> ideale Schemata darstellen, welche von der Natur nicht überboten werden können und wenn sich zeigt, dass die so construirten Bilder der Natur entsprechen, so ist diess ein Beweis, dass die rechtwinkelige Schneidung ein durchgreifendes Gesetz bei dem Aufbau des Zellhautgerüsts in Vegetationspunkten ist. Da es nun für meine allgemeine Betrachtung einstweilen ganz gleichgültig ist, ob man ellipsoidische, hyperboloidische oder paraboloidische Vegetationspunkte annimmt, so halte ich mich hier an den letztgenannten Fall, der auch durch unsere Figuren 1—7 vertreten ist. Zur Construction dieser Bilder wurden eine Anzahl von Parabeln verschiedenen Parameters auf dickem Carton nach bekannten Methoden gezeichnet, und

---

<sup>1)</sup> Ich bin meinem Collegen, Herrn Dr. Selling, Prof. der Mathematik dahier, zu Dank verbunden, dass ich ihm diese geometrische Erwägungen zur Begutachtung vortragen durfte, wobei er mich auf einige allgemeinere Beziehungen und von den Mathematikern benutzte Ausdrücke aufmerksam machte, die hier mitbenutzt worden sind.

<sup>2)</sup> Auf die Volumengleichheit der Schwesterzellen ist bei der Construction der Zeichnungen keine Rücksicht genommen; da die Bilder, als Durchschnitte der Objecte gedacht, über das Volumen ohnehin keine Auskunft geben können; und ist das Gesetz der Wandrichtungen einmal bekannt, so wird sich immer eine Fläche diesem gemäss so denken lassen, dass sie die betreffende Zelle in volumengleiche Schwesterzellen theilt.

nachdem Parameter und Axe mit Bleistiftlinien bezeichnet waren, sorgfältig ausgeschnitten. Da alle Anti- und Periclinen eines Bildes Parabeln sind, welche den Focus und die Axe gemein haben, so genügt es, auf dem Papier zwei sich rechtwinkelig kreuzende Linien  $xx$  und  $yy$  zu ziehen, deren Durchschnittspunkt den Focus bezeichnet, während die eine Linie  $xx$  die gemeinsame Axe aller Parabeln, die andere  $yy$  deren Parameter aufnimmt. Legt man nun die Cartonmodelle so, dass jedesmal ihre Parameter mit  $yy$ , ihre Axe mit  $xx$  zusammenfällt, so braucht man dann nur mit dem Bleistift zu umfahren, um die sämtlichen Anti- und Periclinen als confocale Parabeln zu verzeichnen, wie es in Fig. 1—3 geschehen ist.

Dieselben Erwägungen gelten nun aber auch für den Fall, dass der Scheitel des Organs nicht convex emporragt, sondern concav eingesenkt ist, wie bei Fig. 5, 6, wo der Einfachheit wegen angenommen ist, dass die concave Form der Vegetationspunkte ebenfalls wieder parabolisch ist.

Wären nun in den Figuren 2 und 3 sämtliche Anticlinen und Periclinen so wie in Fig. 1 ausgezogen, so wären die drei Figuren unter sich identisch; ebenso wäre Fig. 5 und 6 vollkommen gleich. Dass dies nicht der Fall ist und dass Fig. 2, 3 und 6 bekannten Zellennetzen mit Scheitelzellen  $S$  verschiedener Art sehr ähnlich sind, wurde nur dadurch erzielt, dass in der Nähe des Krümmungscentrums aller Peri- und Anticlinen die Constructionslinien nicht ausgezogen wurden, wobei jedoch in Fig. 3 noch eine andere Abweichung vom Constructionspan eintritt.

Die Scheitelzellen unserer idealen Bilder sind also Lücken im Constructionssystem, die sich bei Fig. 2 und 6 ohne irgend eine Störung des Principis ausfüllen lassen. Und was könnte uns hindern, auch die wirklichen Scheitelzellen als solche Lücken, d. h. als unfertige Stellen im Zellgerüst des Vegetationspunkts aufzufassen? Wenn die Ansicht neu und fremdartig erscheint, so kommt es, wie ich glaube, nur daher, dass man bisher die zeitliche Reihenfolge der Erscheinungen vom Scheitel abwärts allein im Auge behielt. Ich gehe vielmehr von dem Gesamtplan aus, finde das Gerüst von Zellwänden entfernt vom Scheitel fertig ausgezimmert und je näher dem Scheitel desto unfertiger und lückenhafter. Dass grade diejenigen Theile des Fachwerkes nicht sofort ausgebildet werden, welche das Krümmungscentrum

des Vegetationspunktes umlaufen sollten, wird vielleicht einigermaßen verständlich, wenn man beachtet, dass grade an dieser Stelle die vollständige Ausführung der Construction mechanisch unnöthig, im Interesse der Festigkeit entbehrlich scheint, während anderseits grade hier, wo die Constructionstheile die stärksten Krümmungen haben würden, auch die stärksten und complicirtesten Verschiebungen durch das Wachsthum eintreten müssten. Die Scheitelzelle als Lücke betrachtet, erscheint also als eine Vereinfachung der Aufgabe, ein nach bestimmtem Plan sich aufbauendes Zellhautgerüst so zu construiren, dass es an einer gegebenen Stelle (am Scheitel) immer weiter geführt werden kann. Dass diess bei den Phanerogamen sich anders verhält, könnte vielleicht auf die geringe specifische und relative Zellgrösse derselben zurückgeführt werden.

Für die Scheitelzellen wie in Fig. 2 und 6 mag die hier vertretene Auffassung einstweilen wenigstens plausibel gefunden werden. Grössere Schwierigkeiten bieten aber die zwei- und dreireihig segmentirten Scheitelzellen der Moose und Gefässkryptogamen. Statt einfacher, anticliner Segmentirungswände, wie in Fig. 2 treten hier gebogene oder grade Wände auf, welche zwar die Oberfläche, aber nicht die Wachsthumaxe rechtwinkelig schneiden. Das Auftreten dieser Segmentirungswände scheint, (Fig. 3) in den Gesamtplan des übrigen jugendlichen Zellhautgerüsts kaum zu passen; aber weiter abwärts vom Scheitel finden wir dieselben Wände grade so gekrümmt und gelagert, wie in Fig. 2 und um die Aehnlichkeit vollständig zu machen, entstehen in den Segmenten alsbald neue Wände (a, a), welche jene (A, A) zu vollständigen Anticlinen ergänzen; <sup>1)</sup> die Periclinen entstehen ohnehin, wie in Fig. 2 — Es mag hier nebenbei bemerkt werden, dass die bekannte Veränderung der Gestalt und Lage der Segmente vom Scheitel abwärts bei dem hier vertretenen Standpunkt einfach als Folge der Gesamtform des Vegetationskegels bei rechtwinkliger Schneiden der Wände erscheint, wobei die von *Nägeli* und *Leitgeb* <sup>2)</sup> darüber gegebenen Auseinandersetzungen mit ihrem ganzen Gewicht bestehen bleiben.

<sup>1)</sup> In einer späteren ausführlichen Bearbeitung gedenke ich auf diese Verhältnisse näher einzugehen.

<sup>2)</sup> Entstehung und Wachsthum der Wurzeln p. 91 ff.

Für meine Auffassung der Scheitelzelle als einer unfertigen Lücke im Zellwandgerüst des Vegetationspunkts scheint auch die Thatsache zu sprechen, dass, wenn die Scheitelzelle zu wachsen aufhört, die Lücke durch entsprechende Constructionsheile ausgefüllt wird, indem in der Scheitelzelle Wände auftreten, welche ihren Raum in kleinzelliges Gewebe umwandeln. <sup>1)</sup> Um das fragliche Verhalten an unseren Figuren klar zu machen, nehme man an, der Vegetationspunkt Fig. 3 nehme die Form Fig. 5 an. So geschieht es bei älteren Farnprothallien nach Abbildungen von *Kny* (Jahrb. f. wiss. Bot. VIII. Taf. II. Fig. 8) und *Bauke* ibid. X. Taf. VI. Fig. 20). In diesen und ähnlichen Fällen nimmt man zwar an, die Scheitelzelle werde, wenn sie in eine tiefe Einbuchtung des Randes zu liegen kommt, in eine Reihe fortwachsender Randzellen aufgelöst, durch welche eine Art Scheitelwachsthum fortgeführt werde. Mir scheint dies Weiterwachsen jedoch sehr fraglich; directe Beobachtungen (Messungen) darüber fehlen und ich halte es für wahrscheinlich, dass, wenn in der Einbuchtung noch Scheitelwachsthum stattfände, eine Scheitelzelle von der Form wie Fig. 6, S sich bilden müsste; diese Form der Scheitelzelle fand *Rostafinski* in dem tief eingebuchteten Scheitel von *Fucus vesiculosus*.

Sind die periclinen, anticlinen und radialen Wände auch in der Nachbarschaft des Krümmungscentrums im Scheitel ausgebildet, so ist keine Scheitelzelle vorhanden, sondern das, was *Hanstein* „die Scheitelzellgruppe im Vegetationspunkt der Phanerogamen“ genannt hat. An seinen l. c. gegebenen Abbildungen ist der Verlauf der Periclinen und Anticlinen ohne Weiteres deutlich zu erkennen. Während aber das übrige Gewebe des Vegetationspunkts in Reihen und Schichten geordnet ist, macht die innere Scheitellzelgruppe selbst den Eindruck einer mehr ungeordneten Masse; es wurde schon oben angedeutet, dass diess eine nothwendige Folge der starken Krümmung der sich kreuzenden confocalen Curvensysteme ist. Schon an der ganz idealen Fig. 1 tritt diess deutlich hervor; machen sich dabei aber noch die gewöhnlichen Brechungen der Zellwände bemerklich, so ent-

<sup>1)</sup> So z. B. die in Winterruhe übergehenden Scheitelzellen von *Cladostephus* vert. nach Pringsheim: „Sphaecelarienreihe“ Taf. III. Fig. 3, 4.

schwindet dem Auge die gesetzliche Anordnung ganz. Es leuchtet aber auch ein, dass diess nicht an der Oberfläche des Scheitels, sondern in einer gewissen Tiefe stattfindet, die um so beträchtlicher sein muss, je flacher die Scheitelwölbung sich gestaltet, was ebenfalls an *Hanstein's* cit. Bildern deutlich wahrnehmbar ist. Schreitet die Gewebedifferenzirung in dem Vegetationspunkt bis zum gemeinsamen Focus (dem „Nabel“) der Anti- und Periclinalen fort, und bildet sich ein von inneren gestreckten Periclinalen begrenzter Gewebestrang zu einem axilen Fibrovasalkörper aus, wie in den Wurzeln und den Stämmen mancher Wasserpflanzen, so wird das „procambiale“ Ende desselben das Krümmungscentrum der Constructionslinien enthalten und grade den anscheinend ungeordneten Theil der Scheitelzellgruppe in sich aufnehmen, wie mit Hilfe unserer Fig. 1, meiner im Lehrbuch (IV. Aufl. p. 166) gegebenen Abbildung einer Maiswurzel und der Figuren von *Janczewski* (Ann. des sc. 1874 T. XX.) leicht klar zu machen ist. Hierbei kann es sich nun ereignen, dass die den Fibrovasalkörper umgrenzende Pericline dicht über dem Focus umwendet (vergl. die innerste PP unserer Fig. 1) und dicht unterhalb desselben von einer Anticline geschnitten wird. Der durch solche Wände begrenzte Raum, eine Zelle, erscheint nun also als die Endzelle des axilen Fibrovasalstranges. Es ist bekannt, dass *Sanio* diesen Fall im Stammende von *Hippuris* beschrieben hat und nach *Janczewski's* cit. Abbildungen scheinen ähnliche Fälle bei Wurzeln nicht allzuseiten zu sein.

Der auf der rechtwinkeligen Schneidung der Wände beruhende Verlauf der Anti- und Periclinalen, von denen die ersteren nach oben, die anderen nach unten divergiren, würde bewirken, dass die Zellen abwärts vom Scheitel an Volumen rasch zunehmen, wenn überall nur die den Focus umlaufenden Wandrichtungen vertreten wären. Es scheint eine Folge der specifischen Zellgrösse und der Rücksicht auf die Festigkeit zu sein, dass dies vermieden wird, und zwar dadurch, dass in einiger Entfernung vom Focus anti- und pericline Wände auftreten (pp). Da diese unvollständigen secundären Periclinalen zwischen den primären (PP) eingeschaltet werden, so entsteht der Eindruck, dass die die innere Scheitelzellgruppe umlaufenden periclinen Zellenschichten sich abwärts fächerartig theilen; oder mehrere von unten aufsteigende Zellreihen gehen an der Scheitelwölbung in eine einzige zusammen, deren Zellen nun als die „Initialen“ jener erscheinen.

Das soeben über Scheitelzellen und Scheitelzellgruppen Gesagte soll nur auf einige der nächstliegenden Folgerungen hinweisen, welche sich aus meiner Auffassung ergeben. Auf eine erschöpfende Darstellung aller hier einschlägigen Vorkommnisse will ich hier nicht eingehen, gedenke jedoch demnächst ausführlicher darauf zurückzukommen.

Dagegen möchte ich schon hier auf die Folgerungen betreffs der Begriffe Scheitel, Bildungscentrum und Wachsthumsaxe hinweisen.

Dass der Scheitel eines wachsenden Organs, wenn es überhaupt einen solchen hat, nicht, wie man gewöhnlich sagt, der Ort des lebhaftesten, sondern vielmehr der des langsamsten<sup>1)</sup> Wachsthums ist, glaube ich aus meinen Messungen über die Vertheilung des Wachsthums an Stämmen und Wurzeln folgern zu müssen. Daraus geht aber auch ohne Weiteres hervor, dass der Scheitel nicht der Ort der raschesten Aufeinanderfolge von Zelltheilungen sein kann; wenn, wie ich nicht zweifle, hier das Wachstum äusserst langsam ist, so ergibt sich aus der Grösse der Zellen am Scheitel und weiter abwärts, dass hier die Zelltheilungen nicht häufiger, wahrscheinlich sogar langsamer aufeinanderfolgen als in grösserer Entfernung vom Scheitel. Vielmehr scheint mir das wesentliche Merkmal des Scheitels darin zu liegen, dass er der Ort der stärksten Krümmung der Oberfläche des Organs ist, gleichgültig, ob diese Krümmung eine convexe, wie bei Fig. 1—3, oder eine concave, wie bei Fig. 5 und 6 ist. Wird die Krümmung im Verlauf der Entwicklung flacher und flacher, so verschwindet auch der Scheitel, als eine für die Wachsthumsvorgänge massgebende Region; war anfangs eine Scheitelzelle vorhanden, so verschwindet diese gewöhnlich, indem die Peri- und Anticlinen mehr und mehr graden Linien sich nähern. Lehrreiche Beispiele bieten die Blätter von *Marsilia* (*Hanstein* Jahrb. f. wiss. Bot. IV. Tf. XIV.) und *Ceratopteris* (*Kny*: *Parkeriaceen*

---

<sup>1)</sup> Bei der ersten Anlage eines Vegetationspunkts, so lange noch keine in „Streckung begriffene“ Zonen da sind, ist allerdings der Scheitel der Ort des raschesten Wachsthums, weil andere wachsende Theile derselben Sprossung noch nicht vorhanden sind; hat jedoch der Vegetationspunkt bereits eine gewisse Höhe erreicht, so steigert sich das Wachstum in diesen bis zu einer gewissen Entfernung vom Scheitel, wo ein Maximum eintritt, um in weiteren Entfernungen wieder abzunehmen und endlich zu erlöschen.

1875 Taf. XXIV); man vergl. auch *Prantl*: Unters. z. Morph. der Gef. krypt. I Taf. I und *Treib*: Selaginella Martensii Taf. III. 27—29 und Taf. IV. 1—8. — Ist in solchen Fällen die Krümmung der Oberfläche oder des Randes nicht nur gering, sondern auch auf weitere Strecken gleichförmig, also einem Kreisbogen sich nähernd, nehmen also auch, wie in Fig. 4 die Periclinen dieselbe Krümmung an, so erscheinen die Anticlinen nunmehr als radiale Wände. Wächst das Organ am Rande fort, so treten schwach gekrümmte pericline („tangentliche“) Wände abwechselnd mit radialen auf und es kommt nur darauf an, wie häufig die einen und die anderen sich bilden, um den Character des so entstehenden Gewebes zu bestimmen. (Vgl. z. B. Fig. 4 rechts und links.)

Als Bildungscentrum eines Vegetationspunktes betrachte ich den gemeinsamen Focus aller Periclinen und Anticlinen, der in Fig. 1—9 mit einem stärkeren schwarzen Punkt bezeichnet ist. Bei convexen Vegetationspunkten wie Fig. 1—3 fällt das Bildungscentrum nothwendig in die Substanz des Gewebes und wenn eine Scheitelzelle vorhanden ist, in diese; bei concavem Scheitel kann es dagegen, wie in Fig. 5, 6 ausserhalb der Substanz des Gewebes liegen. — Es scheint sogar der Fall vorzukommen, dass das Bildungscentrum eines Organs an der Basis liegt, während an der Spitze eine Scheitelzelle sich findet. Wenn ich das Zellnetz wachsender Moosblätter und zumal die Zeichnungen *Nägeli's* von Sphagnumblättern (Pflanzenphys. Unter. I. Taf. IX.) nicht etwa unrichtig auffasse, so dürfte dieser Fall hier vorliegen, für den ich einstweilen das Schema Fig. 7 entworfen habe. Auf den Verlauf der Constructionslinien dieser Figuren komme ich sogleich noch zurück.

Als Wachsthumsaxe eines Organs habe ich, im Gegensatz zu einer unrichtigen Definition Hofmeisters, in meinem Lehrbuch (IV. Aufl. p. 206) diejenige Linie bezeichnet, in welcher die organischen Mittelpunkte aller Querschnitte liegen; indem ich diese Auffassung festhalte, kann ich nunmehr nach dem Vorigen auch sagen, die Wachsthumsaxe ist diejenige Linie, welche das Bildungscentrum des Vegetationspunktes bei seiner Wachstumsbewegung beschreibt.

Die Wachsthumsaxe oder der Weg, den das organische Centrum des Vegetationspunktes bei fortschreitendem Wachstum zurücklegt, fällt gewöhnlich mit der gemeinsamen Axe der Peri-

clinen und Anticlinen zusammen (Fig. 1—3, 5, 6 wo der Pfeil die Richtung der Wachstumsaxe, die Linie  $xx$  die Axe der Curven bezeichnet). Es scheint jedoch auch der Fall vorzukommen, dass die Wachstumsaxe die Axe der Constructionscurven rechtwinkelig schneidet, wie in Fig. 7, 9, wo  $xx$  wieder diese letztere, der Pfeil aber die Wachstumsaxe darstellt. Ich muss jedoch eingestehen, über diese Fälle noch nicht zu der erwünschten Klarheit gelangt zu sein; ich führe sie hier vielmehr nur deshalb an, weil ich einstweilen für die jungen Blätter von *Sphagnum* (s. oben) kein anderes Schema als Fig. 7; für den Thallus von *Metzgeria furcata* (nach Kay's Darstellung, Jahrbücher f. wiss. Bot. IV. Taf. V.) kein anderes Schema als Fig. 9 finde. Die beiden Schemata sind mit denselben Parabelmodellen wie Fig. 1, 2, 3, 5, 6 construirt, doch so, dass alle Parabelaxen rechtwinkelig auf der Wachstumsaxe stehen. Stellt hierbei Fig. 7 das Schema eines jungen *Sphagnum*blattes dar, so leuchtet ein, dass jede der Curven zugleich als pericline und als anticline Linie auftritt, in sofern die Blattränder selbst von zwei einander rechtwinkelig schneidenden gleichartigen Curven dargestellt werden. — Dieselbe Beziehung betreffs der äusseren Umrisse lässt sich zunächst bei *Metzgeria* jedoch noch nicht nachweisen, wobei freilich das mächtige *intercalare* Wachstum des Randes störend eingreift. —

Ich wende mich nun zur Betrachtung der Anordnung der Zellen in scheibenförmigen, kugeligen und ellipsoidischen Gebilden.

Sei zunächst Fig. 10 eine niedrige Scheibe von kreisförmigem Umfang, welche in eine Gewebeschicht zerlegt werden soll. Es leuchtet sofort ein, dass der rechtwinkligen Schneiden der Wände, sowie der Volumengleichheit der Schwesterzellen Rechnung getragen wird, wenn die beiden rechtwinkelig sich kreuzenden Radialwände  $RR$  entstehen, durch welche die Scheibe in gleiche Quadranten zerlegt wird. Soll die Theilung weiter fortschreiten, so kann nunmehr jeder Quadrant durch eine pericline Wand (ungefähr  $pp$ ) halbirt werden. Wollte man dagegen verlangen, dass die Halbirtung der Quadranten abermals durch Radicalwände erfolge, so würden die so entstehenden Octanten im Centrum spitzwinklig werden; dieser dem Gesetz der rechtwinkligen Schneiden der Wände widersprechende Fall kommt wie es scheint niemals vor. Vielmehr entstehen in den Quadranten gebogene Wände ( $AA$ ), welche sowohl die Peripherie

der Scheibe, wie die primären Radialwände rechtwinkelig schneiden; solche Wände sind aber anticline, was besonders deutlich dann hervortritt, wenn sie paarweise wie in unserer Figur aufeinandertreffen, was jedoch keineswegs immer der Fall ist, mutatis mutantis z. B. nicht in Fig. 12. — Die weitere Zerlegung der so entstandenen Octanten kann nun durch abwechselnd ähnlich gekrümmte Anticlinen und durch Periclinen fortgesetzt werden. Gehen dabei die Anticlinen nicht bis in's Innere, sondern von der Peripherie aus nur bis zu geringer Tiefe, so erscheinen sie als secundäre Radialwände (wie  $r r$  in Fig. 11).

Es ist leicht zu erkennen, dass die Anti- und Periclinen unserer Kreisscheibe nicht selbst Kreislinien sein können, wenn sie überall rechtwinkelige Schneidungen bewirken sollen; dies zeigt sofort der Anblick von Fig. 10, wo sie willkürlich mit dem Zirkel eingetragen sind und, wie man bemerkt, spitzwinkelige Zellen erzeugen. Sollen also rechtwinkelige Schneidungen zu Stande kommen, so müssen die Anticlinen, oder diese und die Periclinen krumme Linien (Flächen) von anderer Natur sein. — Will man auch hier einen bestimmten leicht zu übersehenden Fall in's Auge fassen, so braucht man nur anzunehmen, die Scheibe sei nicht kreisförmig, sondern elliptisch wie Fig. 8; alsdann wird die rechtwinkelige Schneiden aller Wände erzielt, wenn die Periclinen eine Schaar confocaler Ellipsen, die Anticlinen aber zwei um die Brennpunkte derselben gruppirte Schaaren von confocalen Hyperbeln darstellen, deren Axen mit der grossen Axe der Ellipse zusammenfallen. Dieser Fall Fig. 8 scheint bei verschiedenen scheibenförmigen Gebilden wirklich realisirt zu sein, so z. B. in den Keimscheiben von *Coleochaete* und *Melobesia*, im Stammquerschnitt von *Salvinia* und *Azolla*, soweit sich nach den Bildern der Autoren urtheilen lässt. Da ich hier Stammquerscheiben erwähne, so mag gleich bemerkt werden, dass unsere eben gemachten Betrachtungen auf diese ebenso anwendbar sind, wie auf freie scheibenförmige Gebilde und dass in Vegetationspunkten von kreisförmigem oder elliptischem Querschnitt auch nur zwei oder drei Radialwände bis zur Axe vordringen können, während die anderen anscheinenden Radialwände im Grunde longitudinale Anticlinen im Sinne von Fig. 8 und Fig. 10 sind. Offenbar wird an unseren Betrachtungen auch nichts geändert, wenn die erste Radialwand der Querscheibe eines Vegetationspunkts aus der Brechung einer Segmentwand der

Scheitelzelle hervorgeht, wie bei *Salvinia* und *Azolla* und selbst dann ist das Verhältniss nicht wesentlich geändert, wenn die Querscheiben des Stammes aus den drei Segmentreihen einer dreiseitigen Scheitelzelle hervorgehen, wo dann die gleich anfangs dreitheilige Querscheibe (Fig. 12 betreffs der peri- und anticlinalen Wände) sich grade so verhält, wie Fig. 8 und 10.

Je nachdem nun die anticlinalen oder periclinalen Wände einer Querscheibe früher entstehen, oder vollständiger vertreten sind, wird natürlich das entwicklungsgeschichtliche Bild, welches dem Beobachter sich darstellt, verschieden ausfallen, ohne dass deshalb im Wesen der Sache selbst etwas geändert wäre, wie die beiden Hälften von Fig. 8 zeigen. Beachtet man diess, so ist es leicht, in den Bildern, welche die Autoren von freien Querscheiben und von Querschnitten von Organen der verschiedensten morphologischen Bedeutung geben, den durch Fig. 8, 10, 11, 12 dargestellten Theilungsplan immer wieder zu erkennen, wie der Leser leicht erkennen wird, wenn er folgende bekannte Abbildungen nachschlagen und mit dem hier Gesagten vergleichen will.

Auf das Schema Fig. 10 sind zurückzuführen:

- 1) Keimscheibe von *Coleochaete* (Jahrb. f. wiss. Bot. II. Taf. II. Fig. 5).
- 2) Keimscheibe von *Melobesia* (*Rosanoff* rech. s. les mélob. Taf. I.).
- 3) Stammquerschnitt von *Schizomeris* und *Cladostephus* (*Nägeli* und *Schwendener* Mikroskop p. 571, 572).
- 4) Stammquerschnitt von *Salvinia* (Jahrb. f. wiss. Bot. III. Taf. 24. Fig. 6).
- 5) Stammquerschnitt von *Azolla* (*Strassburger*: über „*Azolla*“ Taf. I. 16).
- 6) Querschnitt der Sporogoniums  
 von *Andreaea* (*Kühn*, Dissert. Taf. VIII. 57).  
 von *Frullania* (*Kienitz-Gerloff*, bot. Ztg. 1874, Tf. IV. 33).  
 von *Blasia* (*Leitgeb* „*Lebermoose*“ Taf. III. 10).  
 anderer *Lebermoose* (*Leitgeb* *ibid.* Heft II, Taf. I. 22, Taf. VI, 20, Taf. X, 11).
- 7) Haare von *Hippuris*, *Shepherdia*, *Humulus* u. a. (*Rauter*, *Entwick. einiger Trichome* Tf. I 28—31, Tf. VIII, 8 u. s. w.).

Mit nicht paarweise gestellten Anticlinen sonst wie Fig. 10.

- 8) Kappen der Wurzelhaube von Gefässkryptogamen (*Näge* und *Leitgeb*, „Entstehung und Wachsthum der Wurzeln“ und *Strassburger* „Azolla“).
- 9) Haare von *Ribes*, *Hieracium*, *Dictamnus*, *Humulus* (*Rauter*, l. c.).

Ursprünglich dreitheilige Querscheiben, wie Fig. 12.

- 10) Querschnitt der Kryptogamenwurzeln (*Nägeli* und *Leitgeb* l. c. und *Strassburger* l. c.)
- 11) Querschnitt des Stammes von *Equisetum*, (*Cramer*, pflanzenphys. Unters. Heft III. Taf. 33, — *Rees*).
- 12) Basis des Prothalliums von *Marsilia* (*Hanstein*, Jahrb. f. wiss. Bot. IV. Taf. X. 27.)

Freie scheibenförmige Gebilde, die später mit Scheitelzelle fortwachsen, erst wie Fig. 10, dann wie Fig. 11.

- 13) Prothallium von *Osmunda* (*Koy*, Jahrb. f. wiss. Bot. VIII. Taf. I.)
- 14) Keimscheiben von *Duwallia*, *Grimaldia*, *Rebonillia*, (*Leitgeb* Keimung der Leberm. in Beziehung z. Licht).

Wenn ferner ein kugelförmiges oder ellipsoidisches Gebilde, wie manche Sporen und die befruchteten Eizellen der Fucaceen, Moose, Gefässpflanzen in Zellen zerlegt wird, so treten bezüglich der Wandrichtungen ganz ähnliche Betrachtungen ein, wie vorhin. Gewöhnlich zerfällt die Kugel durch drei aufeinander senkrechte Theilungen in Octanten; es können nun zunächst in diesen pericline Wände eintreten, wie im Antheridium der Charen (*Sachs*, Lehrb. IV. Aufl. Fig. 14.), im Embryo von *Capsella* (*Westermaier* Flora 1876); bei ersteren entstehen gar keine Anticlinen, bei *Capsella* theilweise ausgebildete in den Aussenzellen; die Richtung der neuen Wände in den Innenzellen ist mir nach *Westermaier's* Abbildungen nicht ganz klar. — Je nachdem die in den Octanten auftretenden Anti- und Periclinen mehr oder weniger vollständig ausgebildet sind, erscheint auch hier das durch Fig. 10 (im Medianschnitt) gegebene Schema mehr oder weniger deutlich repräsentirt, wie z. B. in Fig. 11. Das für eine ganze Kugel Gesagte, gilt natürlich auch für die Halbkugel, was in solchen Fällen in Betracht kommt, wo z. B. Embryonen einen

gestreckten Basaltheil (Vorkeim) besitzen, der oben (am entwickelungsfähigen Theil) kugelig abgerundet ist, wie bei *Fucus* (*Rostafinski* l. c), den Sporogonien vieler Moose (nach *Kühn, Leitgeb, Kienitz-Gerloff* l. c). — Wenn der anfangs kugelige oder halbkugelige Embryo Scheitelzellen für Stamm, Blatt, Wurzel zu bilden beginnt, so geschieht dies an Stellen, wo verschieden gerichtete Anticlinen der Kugel sich schneidend, Aussenzellen begrenzen, wie in Fig. 11 bei b, st, w. Indem diese nun über den Umfang der Kugel (oder des Ellipsoids) protuberiren, treten immer neue Anticlinen in ihnen auf, die dann von Periclinen (bezüglich der Protuberanz) und Radialen geschnitten werden. — Denkt man sich den Embryo von *Marsilia* (nach eigenen Beobachtungen und *Hanstein* Jahrb. f. wiss. Bot. Taf. XI, 21, XII, 1), der um diese Zeit schon beträchtlich von der Kugelgestalt abweicht, sphärisch contrahirt und dann nach dem Hauptschnitt zerlegt, so liefert er ein Bild, welches leicht auf unsere Fig. 11 zurückzuführen ist. Dasselbe würde mit der von Pfeffer gegebenen Abbildung des Embryos von *Selaginella* (bot. Abhand. *Hanstein* Taf. 3, Fig. 3. a) gelingen.

Sollte es mir gelungen sein, durch diese sehr fragmentarischen Ausführungen und Hinweise die Ansicht plausibel gemacht zu haben, dass die Anordnung der Zellen in Vegetationspunkten und jüngsten Organen, soweit nachträgliches Wachstum noch keine allzustörende Verschiebungen bewirkt hat, wesentlich von den Eingangs aufgestellten Gesetzen der Zelltheilung und eben deshalb auch von der äusseren Form der Organe beherrscht wird, so komme ich schliesslich zu der Folgerung, dass die von den Autoren bisher beschriebenen Zelltheilungsfolgen in jungen Organen, im Allgemeinen den grossen genealogischen, also auch systematischen Werth nicht besitzen, den sie bisher zu beanspruchen schienen. Wenn sich aus den angeführten Beispielen ergibt, dass Organe der allerverschiedensten morphologischen Bedeutung nach ganz gleichen Theilungsgesetzen ihr Zellhautgerüst bilden, so wird man nur in ganz besonderen Fällen diese Theilungsgesetze zur Begründung von Verwandtschaftsverhältnissen herbeiziehen dürfen; und da die Anordnung der Zellen jüngster Organe so wesentlich von der äusseren Form derselben abhängt, so wird diese Letztere für die Systematik ungefähr denselben Werth haben, wie jene.

Aber gerade der Nachweis, dass Organe von gleicher äusserer Form für gewöhnlich auch dieselbe Zellenanordnung (im jüngsten Zustand) darbieten, lässt gewisse Vorkommnisse systematisch und morphologisch bedeutungsvoll erscheinen. Dass die kugeligen Mutterzellen der Archegonien der Moose, die Sporangien und Antheridien der Farne, so auffallend andere Theilungen zeigen, als sonst Organe von ähnlicher Form, dass ebenso die Querscheiben der Stämme von Florideen und Characeen in ihren Zelltheilungen sehr bedeutend abweichen können von den sonst so gewöhnlichen Vorgängen in Querscheiben u. s. w., dies Alles zeigt, dass wir es hier mit Vorgängen zu thun haben, welche nicht einfach und ausschliesslich den aufgestellten Gesetzen gehorchen, sondern neben diesen noch von anderen Ursachen mitbedingt sind. Bleiben diese nun auch einstweilen unbekannt und hindern sie uns eben darum, die Wachsthumsvorgänge auf ganz allgemeine Gesetze zurückzuführen, so können derartige unbekannte Ursachen doch innerhalb gewisser Verwandtschaftsreihen constant auftreten und ebendeshalb als eigenartige Merkmale derselben für die Erkennung der Verwandtschaften nützlich sein.

Es könnte scheinen, als ob durch diese Bemerkungen der wissenschaftliche Werth der so mühsam studirten Zelltheilungsfolgen herabgedrückt werde; das ist jedoch nicht meine Meinung; vielmehr glaube ich, dass ihr etwaiger und doch nur scheinbarer Verlust an morphologisch-systematischer Bedeutung reichlich aufgewogen wird, wenn es gelingt, Thatsachen, die bisher zusammenhanglos nebeneinander standen, auf allgemeinere Gesetze zurückzuführen; welche später auch diese Erscheinungen in das Gebiet der Mechanik des Wachsthums aufzunehmen gestatten.

Würzburg, den 26. März 1877.

---

# Beiträge zur Entwicklung der Magen- und Darmwand.

Von

EMIL BRAND

aus Würzburg.

(Mit Tafel VI.)

Da die vorhandenen Untersuchungen über die Entwicklung der Magen- und Darmwände zu theilweise widersprechenden Ansichten geführt haben, unternahm ich auf Veranlassung des Herrn Geheimrath von *Kölliker* eine wiederholte Bearbeitung dieses Themas, deren Resultate im Folgenden dargelegt sind.

Zur besseren Orientirung in dieser Frage, schicke ich eine kurze Inhaltsangabe der hauptsächlichsten bisherigen Abhandlungen über diesen Gegenstand voraus.

Nach den Untersuchungen *Kölliker's* (Mikroskopische Anatomie II S. 199—202 und Entwicklungsgeschichte S. 368) findet sich im *Magen* des Menschen in der vierten Woche das Darmdrüsenblatt noch auf vollkommen embryonaler Stufe ohne Spur von Drüsen, vergrößert sich von da an rasch von 0,014''' auf 0,03''', welche Dicke es in der 7.—8. Woche erreicht, in welcher Zeit es in seinen äusseren Theilen der Anlagen der Drüsen in Gestalt solider Fortsätze enthält. In der 13. Woche zeigten sich diese Drüsenanlagen an der Innenseite hohl, während die Enden noch solid sind. Von einer Verbindung der Faserhaut mit der Drüsenlage war um diese Zeit noch keine Spur zu sehen und noch im 5. Monate zeigte sich die Epithelial- und Drüsenschicht als selbstständige, sich leicht in toto ablösende Schicht, wogegen jetzt die ganze innere Oberfläche mit zahlreichen cylindrischen Fortsätzen bedeckt war, die eine Strecke weit zwischen die Drüsen hineinragten. Diese Zöttchen wachsen immer mehr zwischen die Drüsen hinein, verschmelzen mit einander von der Basis aus und bilden dadurch ein voll-

kommenes Netzwerk, das in Verbindung mit den eingeschlossenen Drüsen die eigentliche Schleimhaut darstellt. Der *Dünndarm* zeigt zwischen der 4. und 8. Woche eine glatte Oberfläche ohne Zotten und Drüsen und einfaches Cylinderepithel. Die Darmzotten erscheinen Anfangs des 3. Monats als warzenförmige Auswüchse, die cylindrisch werden und in der 10. Woche schon 0,04''' bis 0,06''' messen. In der 13. Woche zeigen sich die Drüsen als 0,02—0,04''' lange, 0,03—0,04''' breite Ausstülpungen des Epithels, die in Vertiefungen der Faserhaut zwischen den Zotten liegen. Eine besondere Schleimhaut zeigt sich erst im 7. Monat. Die Brunner'schen Drüsen entwickeln sich im 5. Monat nach dem Typus der kleinen Schleimdrüsen der Mundhöhle d. h. sie stellen in ihren ersten Anfängen solide Sprossen des Epithels vor.

Der *Dickdarm* hat im Anfang des 3. Monats eine Epithelschicht mit mehrfachen Lagen kleiner Zellen. Am Ende des 3. Monats sind die Drüsen schon angelegt, ob als solide Fortsätze oder hohle Bildungen ist unentschieden. Am Ende des 4. Monats treibt die Faserhaut Fortsätze zwischen die Drüsenanlagen hinein, die im 5. Monat die Anfänge der Drüsen fast erreichen und durch Verschmelzung von der Basis aus, ähnlich, wie beim Magen bis zum Ende des 7. Monats die Schleimhaut bilden. Die Faserlage besteht bis zum 2. Monat nur aus Zellen, die aber von der 7. Woche an beginnen, sich zu verändern. Ein guter Theil wandelt sich in spindelförmige Zellen um und verschmilzt mit ähnlichen Zellen zur Bildung der Bindegewebslage der Serosa, Nervea und der Schleimhaut selbst, in welch' letzterer eine Fibrillenbildung nicht zu Stande kommt. Andere Zellen bilden das elastische Gewebe, welches immer in Form von Sternfasern auftritt.

Die Epithelzellen sind anfänglich rundlich, später cylindrisch; von mehrfachen Lagen ist im eigentlichen Darm nichts Bestimmtes zu sehen. Unbekannt ist die Art der Vermehrung der Epithelzellen, bei späterem Wachsthum des Darms. Will man nicht annehmen, dass beständig zwischen den vorhandenen Zellen neue sich bilden, was fast unmöglich ist, so bleibt nichts übrig, als einen Vermehrungsprocess durch Längstheilung der Zellen zu statuiren, der zwar noch nicht beobachtet ist, aber in Analogie mit vielen ähnlichen Vorgängen behauptet werden darf.

Bei den Zellen und Drüsen sieht man auch später im 5. bis 7. Monat neben den grössern immer noch kleinere, daher eine von den vorhandenen Theilen unabhängige Nachbildung anzunehmen ist.

Nach den Untersuchungen von *Laskowsky* (Ueber die Entwicklung der Magenwand, Wiener Sitzungsberichte VIII. Bd. II. Abth. Juni 1868) besteht bei 2 cm. langen Schweinsembryonen die Auskleidung des Magens aus einer einschichtigen Lage von Epithelzellen, die cylindrisch und mit einem ovalen Stern versehen sind, der immer im mittleren Drittel der Zelle liegt. Die erste Anlage der Drüsen zeigt sich bei einem Schweinsembryo von 8 cm. als vom Epithel ausgekleidete Erhebungen und Vertiefungen des Darmfaserblatts. In den weiteren Stadien wachsen dieselben heran, bestehen aber noch aus embryonalem Bindegewebe und sind noch mit einer einzelligen Lage von Cylinder-epithel bedeckt. Verfasser glaubt nicht, dass die Drüsen von oben nach unten wachsen, sondern dass die Vertiefungen sich durch ungleiches Wachsthum der unter dem Epithel liegenden Schichten bilden. Die Pepsindrüsen verändern sich dann derart, dass die in der Tiefe zwischen den Erhebungen liegenden Zellen erst polygonal, dann rundlich werden, während die oberflächlichen ihre cylindrische Gestalt beibehalten.

Die mittlere Schicht des Magens (Darmplatte nach Schenk) zeigt zuerst die Ringmuskelschicht viel später ausbildet und am spätesten die muscularis mucosae zur Entwicklung gelangt.

Das Bindegewebe entwickelt sich dadurch, dass die runden embryonalen Zellen 2 oder mehr Fortsätze aussenden, die sich kreuzen und zu Bindegewebsfasern werden. Die Drüsenbildung hält nicht überall gleichen Schritt. In der grossen Curvatur finden sich immer mehr entwickelte Drüsen, als in den andern Theilen des Magens.

*Barth* (Wiener Sitzungsbericht VIII. Bd. II. Abth. 1868. „Beitrag zur Entwicklung der Darmwand“) findet bei Schafsembryonen 3 cm. das Darmdrüsenblatt aus Cylinderzellen mit grossen Sternen bestehen, während die Darmplatte (Schenk) aus vollkommen embryonalen Zellen und das Darmfaserblatt aus Zellen besteht, die ähnlich den Durchschnitten von Spindeln sind. Bei Schweinsembryonen von 3 cm. findet man Ringmuskeln in der Anlage als spindelförmige Zellen, die erste Veränderung

der Darmplatte. Mit den ersten Anlagen der Zotten folgt eine weitere Entwicklung der Muskulatur und zugleich die erste Anlage der Lieberkühnschen Crypten „die als Räume betrachtet werden müssen, nicht als Ausstülpung des Epithels in hohlen Säckchen nach aussen, sondern vielmehr in der Weise, dass die unter dem Epithel liegende Schichte von noch embryonalen Zellen in gleicher Weise, wie bei der Bildung der Zotten nach innen wuchert und das Darmdrüsenblatt aufhebt. Die Wucherungen aus der Darmplatte gehen also derart vor sich, dass die Wülste, welche der Darmplatte angehören und des Epithels vor sich her-treiben netzförmig unter einander verbunden sind, so dass Schnitte die senkrecht auf diese Wucherung gelegt sind, ein netzförmiges Gebilde darstellen, dessen Lücken von Epithel ausgefüllt sind. Bei Beginn der Entwicklung liegt das Darmdrüsenblatt (späteres Cylinderepithel) der Darmfaserplatte (späteres Peritonealepithel) parallel. Die ganze Darmwand wächst in die Dicke, aber nicht allerorten gleich viel. Nach beendigter Entwicklung sind die Zottenspitzen die Punkte, welche sich am weitesten, die tiefsten Punkte der Crypten diejenigen, welche sich am wenigsten von der Darmfaserplatte entfernt haben; zwischen beiden, an der Basis der Zotten und an der Mündung der Crypten liegt das Niveau des fertigen Darms.“

Am *Dickdarm* erhält man an Querschnitten im frühesten Stadium dieselben Bilder, wie beim *Dünndarm*. Auf Flächen-schnitten erscheinen die Ausstülpungen, die das Darmblatt erzeugte und dadurch das Darmdrüsenblatt vor sich herdrängte, netzförmig und in den grubigen Zwischenräumen von Epithel ausgekleidet.

Die Brunner'schen Drüsen sind in ihren ersten Anlagen, denen der Lieberkühn'schen Krypten im Allgemeinen ähnlich, unterscheiden sich aber dadurch, dass der Fundus in 2 Schenkel ausgebuchtet ist. Diese Ausbuchtungen vermehren sich, verzweigen sich weiter und die blinden Enden bilden schliesslich die Aimi der Drüsen.

Der Raum für die Drüsen wird nicht durch Verdrängung, sondern, wie bei den Krypten durch Zurückbleiben eines Theils der Darmplatte gegen die nächste Umgebung geschaffen, andern Theils ist es wahrscheinlich, dass das ganze Enchym der Drüse durch Vermehrung der Zellen des in die Drüse hineingezogenen

Theils des Darmdrüsenblattes entsteht und in diesem Sinne kann man von einer Wucherung desselben reden.

Meine Untersuchungen beziehen sich auf eine Reihe von Schweinsembryonen und menschlichen Embryonen, die theils in Alkohol, theils in verdünnter Chromsäure erhärtet waren.

Im *Magen* von Schweinsembryonen von 3,4 cm. Länge findet sich die Darmfaserplatte aus embryonalem Bindegewebe bestehend mit Ausnahme der Ringmuskulatur, die sich als spindelförmige Zellen bereits differenziert hat. Die Innenseite des Magens zeigt 10—12 leistenförmige Erhabenheiten, die der Länge nach verlaufen. Das den Magen auskleidende *Cylinderepithel ist ein mehrschichtiges* 0,054 mm. dick und besteht aus oberflächlichen cylindrischen, in die Tiefe mehr polygonal geformten Zellen mit runden Kernen.

Bei Embryonen von 5,0 cm. zeigt die bisher ziemlich glatte Oberfläche des Magens an einzelnen Stellen warzenförmige Erhabenheiten, die von der Darmfaserplatte ausgehend des Epithel vor sich hertreiben, welches, entsprechend der grösseren Flächenausdehnung auf diesen Papillen einschichtig und 0,0216 mm. dick wird, während die übrige Magenoberfläche mit mehrschichtigem 0,054 mm. dickem Epithel ausgekleidet ist.

Lebhafter ist diese Zottenwucherung und Hervortreibung des Epithels, die erste Anlage der Magendrüsen, in der Pylorusgegend. Hier sehen wir bei denselben Embryonen von 5 cm. Länge die Papillen im Mittel schon eine Länge von 0,27 mm. und eine Breite von 0,081 an der Basis erreichen, während die vorhin erwähnten Papillen nur bis zu 0,108 mm. Höhe erreichen. Dieselben stehen auf Querschnitten dicht neben einander, wodurch das Epithel in Falten aufgehoben wird und die zwischen den Zotten befindlichen Räume auskleidet.

Auf Flächenschnitten, parallel zur Oberfläche des Magens sieht man die einzelnen Papillen von einem Kranze von Epithel umgeben, während die späteren Drüsenräume noch unregelmässige Falten vorstellen.

Bei Embryonen von 7,2 cm. ist der ganze Magen dicht mit Zöttchen besetzt, die noch aus Keimgewebe bestehen, das von einer einschichtigen Epithellage bedeckt ist. Das Epithel bildet jetzt im ganzen Magen eine einfache Lage von Cylinderzellen

von 0,0216 mm. Dicke, löst sich sehr leicht ab und bildet dann zahlreiche Falten, die den Erhebungen der Darmfaserplatte entsprechen. Am Pylorustheil sind die Papillen höher und zahlreicher, als im übrigen Magen und die Faltungen des Darmdrüsenblattes entsprechend natürlich tiefer.

Die Muskelschicht, die bei Embryonen von 5,0 cm. schon 0,19 mm. dick war, hat sich nicht viel verbreitert, wogegen die einzelnen Zellen ausgebildeter erscheinen.

Bei Schweinsembryonen von 13,9 cm. beginnt die eigentliche Drüsenbildung, indem die einzelnen Papillen von ihrer Basis aus mit einander verwachsen, wodurch die Furchen zwischen den Papillen, welche bis jetzt nur längliche Falten des Darmdrüsenblattes enthielten, eine mehr rundliche Gestalt bekommen und sich ein Netzwerk von Keimgewebe herstellt, welches später mit den Drüsen die eigentliche Schleimhaut bildet.

Der *Dünndarm* zeigt bei Embryonen 2,5 cm. das Darmdrüsenblatt als eine 0,027 mm. dicke Schicht, die aus Rundzellen mit grossen Kernen gebildet ist. Die übrige Schicht, die aus Keimgewebe besteht und im Ganzen 0,108 mm. dick ist, zeigt eine bei Carminfärbung deutlicher hervortretende 0,054 mm. dicke Zone.

Embryonen von 3,4 cm. zeigen in einem Abstand von 0,054 mm. vom äussern Stand des Epithels die aus spindelförmigen Zellen bestehende Anlage der Muskulatur in einer Dicke von 0,0108, während die Darmfaserplatte 0,0216 mm. Dicke besitzt.

Das *Epithel* ist ein *mehrschichtiges* und zeigt Zellen von verschiedener Form. Während die oberflächlicheren eine mehr cylindrische Gestalt besitzen, finden sich in der Mitte spindelförmige vor und die tiefsten und äussersten erscheinen polygonal. Hieraus lässt sich vielleicht die Entwicklung zu einschichtigem Epithel dahin erklären, dass man annimmt, die tiefern Zellen würden bei weiterer Ausdehnung des Flächenraums allmählich spindelförmig, schieben sich zwischen die oberflächlichen Zellen hinein und würden schliesslich cylindrisch.

Bei denselben Embryonen von 3,4 cm. zeigen sich auch die ersten Anlagen der Zotten in Gestalt von Erhebungen des Darmfaserblattes, die mit geschichtetem Epithel bedeckt sind. Das Darmfaserblatt scheint in einer schmalen Zone am innern Rande verdichtet zu sein. An weiter im Wachsthum vorgeschrittenen Stellen des

Darmes von demselben Embryo sieht man die weitere Entwicklung der Zotten, welche an manchen Stellen schon eine Höhe von 0,27 mm. erreicht haben, während kleinere Zotten fortwährend nachschieben.

Das Epithel ist jetzt überall einfaches Cyliinderepithel und misst an der Seitenwand der Zotten 0,032 mm. Die schon ziemlich entwickelte Ringmuskulatur besitzt eine Dicke von 0,027 mm.

Der Dünndarm von Schweinsembryonen von 7,2 cm. zeigt keine wesentlichen Veränderungen. Die Zotten haben sich bedeutend vermehrt und zeigen die verschiedensten Modificationen in Bezug auf Form und Höhe; während die grössten eine Höhe von 0,324 mm. besitzen, haben sich die niedrigsten kaum über das Niveau erhoben.

Die Ringmuskelschicht ist schön entwickelt und die immer dünner werdende Schicht ausserhalb der Muskulatur ist mit einer einschichtigen Lage von Platten-Epithel bedeckt, die sich auf Querschnitten spindelförmig mit schönen längsovalen Kernen darstellen, übrigens aber bei Embryonen von 5,0 cm. ebenso erscheinen. Bei Embryonen von 13 cm., die ausserdem, abgesehen von dem bedeutenden Wachsthum und der Vermehrung der Zotten keine besondere Veränderung wahrnehmen lassen, tritt zuerst die Längsmuskelschicht auf und zwar in einer Breite von 0,0162 mm., während die Ringmuskelschicht 0,027 mm. misst.

Während bei Embryonen von 16 cm. die untern Theile des Dünndarms noch keine wesentliche Veränderung zeigen, beginnt in den obern Theilen bereits die eigentliche Bildung der Lieberkühn'schen Crypten und zwar in der Art, dass sowohl die grösseren als die kleinern Zotten sich von ihrer Basis bis zu einem gewissen Niveau zu verbreiten beginnen, wodurch die zwischen den grössern und kleinern Zotten befindlichen Räume kleiner und die Epithelzellen von je 2 gegenüberliegenden Wänden einander näher gerückt werden. Nun beginnen an je 2 sich gegenüberliegenden Zotten sich Scheidewände auszubilden, dadurch, dass sowohl von den Zotten aus, als von unten nach oben dünne Lamellen sich entgegenwachsen, die das Darmdrüsenblatt mit aufhebend allmählich nach oben weiter wachsen, bis sie das Niveau der spätern Schleimhautoberfläche erreicht haben. Dadurch bilden sich Säckchen für die Drüsen und indem das Epithel den Wucherungen des Keimgewebes nachgibt, entstehen die Drüsenschläuche. Die

untersten Enden der neugebildeten Drüsen befinden sich noch ebensoweit von der Muscularis entfernt, als der äussern Epithelrand an den untern Theilen des Dünndarms, wo eine Drüsenbildung bis jetzt nicht stattfand (0,048 mm.), so dass an ein in die Tiefe wachsen des Epithels nicht wohl gedacht werden kann.

Die nun sich bildende Schleimhaut zeichnet sich vor dem darunter liegenden Gewebe besonders an Hämatoxylinpräparaten durch die dunklere Färbung der ovalen Kerne, deren Längsaxe nach verschiedenen Richtungen gestellt ist, vor dem darunter liegenden Gewebe aus, dessen Kerne blasser und mehr nach einer Richtung verlaufend sich darstellen.

Das *Duodenum* zeichnet sich in früheren Stadien der Entwicklung nur durch die dichter stehenden Zotten aus. Die erste Entwicklung der Brunner'schen Drüsen beobachtete ich bei Embryonen von 13 cm. Dieselbe geht auf ähnliche Weise vor sich, wie die der Lieberküh'n'schen Krypten und zwar dadurch, dass an der Seite der Zotten, eine kurze Strecke von der Basis entfernt sich Vorsprünge bilden, die das Darmdrüsenblatt einschnüren und während zu gleicher Zeit die Zotten sich an der Basis verbreitern und zwischen je 2 gegenüberliegenden Scheidewände emporwachsen, bilden sich Hohlräume aus, die die betreffenden Theile des Darmdrüsenblattes als beerenförmige Gebilde umschliessen. Auf Querschnitten sieht man oft am Ende eines Drüsenschlauches oder der sich dazu umwandelnden Darmdrüsenblattfalte zwei derartige Bildungen.

Das jetzt neu sich bildende Gewebe wuchert rasch heran und erscheint als ein verworrenes Maschenwerk, welches, die Acini der Brunner'schen Drüsen und die Lieberküh'n'schen Crypten umschliessend, die Schleimhaut bildet und bei Embryonen von 16,0 cm. Länge bereits eine Dicke von 0,427 mm. besitzt.

Meine Untersuchungen über den *Dickdarm* beziehen sich hauptsächlich auf Schnitte aus der Gegend der *Curvatura sigmoidea* und des *Rectums*.

Im früheren Stadien der Entwicklung zeigt sich keine Differenz zwischen Dickdarm und Dünndarm. Es entwickeln sich nämlich Zotten, die anfänglich keine Unterscheidung von denen des Dünndarms zulassen. Später scheinen sie regelmässiger geformt und zeigen keine so bedeutenden Differenzen in der Höhe und Dicke. Die eigentliche Drüsenbildung durch Bildung eines

Netzwerkes zwischen den Zotten hatte bei Schweinsembryonen von 16 cm. noch nicht begonnen.

Bei *menschlichen Embryonen* im Alter von  $1\frac{1}{2}$  Monaten zeigen Schnitte durch die Mitte des *Magens* die Innenseite glatt und ohne Spur von Drüsenanlagen; das Keimgewebe des Darmfaserblattes bildet 12—15 der Länge nach verlaufende Erhebungen. An der Stelle, wo sich später die Ringmuskulatur ausgebildet, findet sich auf dem Querschnitt ein schmaler, dunkler gefärbter Streif, jedoch ohne deutliche Differenzirung. Die Beschaffenheit des Epithels liess sich an meinen Präparaten nicht mehr deutlich erkennen, jedoch findet sich an noch jüngern menschlichen Embryonen, wie ich an Präparaten des Herrn Geheimrath v. Kölliker sah, in allen Theilen des Darms geschichtetes Epithel; ebenso an Präparaten von Schafembryonen.

Bei Embryonen von 2 Monaten ist die Innenfläche des Magens nicht mehr glatt, sondern mit zahlreichen Zöttchen besetzt, die in der Pylorusgegend eine Höhe von 0,108 mm. erreichen und wie die übrige Oberfläche des Magens mit einschichtigem 0,021 mm. dicken Cylinderepithel bedeckt sind. Das Darmfaserblatt erreicht eine Dicke von fast 0,324 mm. und zeigt die Muskelschicht in der Pylorusgegend bereits deutlich differenzirt.

Bei Embryonen von  $2\frac{1}{2}$  Monaten zeigt sich ausser bedeutender Vermehrung der Zotten keine Veränderung, dagegen zeigen Embryonen von 3 Monaten auf Querschnitten durch die Mitte des Magens die Zotten schon sehr zahlreich entwickelt und dicht stehend; dieselben haben eine Höhe von 0,108 und sind von 0,042 mm. dickem Epithel bedeckt.

Im Magen von Embryonen von 3 Monaten hat die Drüsenbildung bereits begonnen, indem von der Basis der einzelnen Papillen aus sich Scheidewände von Bindegewebe zu bilden beginnen, die ein netzförmiges Maschenwerk herstellen, jedoch noch nicht die Höhe der Papillen erreichen. Letztere sind auch hier wieder in der Pylorusgegend am stärksten entwickelt und erreichen bei Embryonen von  $4\frac{1}{2}$  Monaten hier theilweise eine Höhe von 0,324 mm. In der Mitte des Magens löst sich die Epithelschicht sehr leicht von dem mittleren Keimblatt ab und man kann dann die Enden der Drüsenschläuche sehr deutlich als bis zum Grunde hohl erkennen. Die gebildeten Drüsen haben eine Breite von bis zu 0,108 mm.

Bei Embryonen von 6 Monaten haben die wuchernden Scheidewände das Niveau der Zottenspitzen erreicht und die Drüsenbildung ist zum grössten Theil vollendet.

Der *Dünndarm* menschlicher Embryonen von  $1\frac{1}{2}$  Monaten zeigt schon Zotten von ziemlicher Länge, die jedoch sehr einzelt stehen. Bei Embryonen von 2 Monaten fanden sich dagegen dieselben sehr dicht stehend und haben bei Embryonen von 3 Monaten, bei denen die Faserschicht eine Dicke von 0,324 mm. besitzt, bereits eine Höhe von 0,54 mm. erreicht. Von Drüsen ist in diesem Alter noch keine Spur zu bemerken.

Der Beginn der Drüsenbildung zeigte sich zuerst bei Embryonen von  $3\frac{1}{2}$  Monaten und zwar zunächst in den obern Theilen des Dünndarms, indem die Basis der Zotten sich verbreitert und gleichzeitig sich Scheidewände zwischen den Zotten ausbilden, wodurch sich die Anfänge der Drüsen als von Epithel ausgekleidete Hohlräume bilden, die bei einer Länge von 0,084 mm. eine Breite von 0,53 mm. besitzen und bis zum Grunde ein deutliches Lumen zeigen.

Während bei Embryonen von  $4\frac{1}{2}$  Monaten noch keine wesentliche Aenderung in diesem Verhalten sich vorfand, zeigten Embryonen von 6 Monaten die Drüsen zahlreich und schön ausgebildet in einer Länge von 0,216 mm.

Beim *Duodenum* findet sich anfänglich kein Unterschied von den übrigen Theilen des Dünndarms. Die Zotten stehen nur dichter und die Drüsenbildung beginnt etwas eher, als im übrigen Dünndarm, anfänglich ganz auf dieselbe Weise.

Bei Embryonen von  $3\frac{1}{2}$  Monaten sieht man die erste Entwicklung der Brunner'schen Drüsen. Es bilden sich nämlich an einem Drüsenschlauche seitliche Auswüchse, die von Anfang an hohl sind und ein deutliches Lumen zeigen, die spätern Drüsencacini. An der abgebildeten Drüse von einem Embryo vor  $3\frac{1}{2}$  Monaten entstand bei einer Länge der gesammten Drüse von 0,24 mm. und einer Breite von 0,054 mm. der eine Fortsatz 0,054 mm. oberhalb des Grundes der Drüse und besass eine Länge von 0,032 mm., der zweite noch weiter gegen die Mündung zu entspringende eine solche von 0,0432 mm.

Bei Embryonen von 6 Monaten sind die Brunner'schen Drüsen theilweise schon vollständig entwickelt, theilweise noch in der Bildung begriffen, welche keine Verschiedenheit von der bisher beschriebenen erkennen lässt.

Im *Dickdarm* und *Rectum* beginnt die Drüsenbildung ebenfalls mit der Bildung von Zotten, die sich von denen des Dünndarms nur durch grössere Regelmässigkeit in der Form sowohl, als in der Breite und Höhe auszeichnen. Die Drüsenbildung geht dann grade so weiter, wie im Magen, indem sich Scheidewände zwischen den Zotten ausbilden, die von unten an allmählich in die Höhe wachsen und die zwischen den Zotten befindlichen Theile des Darmdrüsenblattes zu Drüsen umformen. Bis zum 6. Monat ist das Niveau der Zottenspitzen erreicht und die Drüsenbildung vollendet und besitzen dann die Drüsen eine Länge von 0,315 mm. und eine Breite von 0,045—0,063 mm., während die übrigen Theile der Darmwand eine Dicke von 0,225 mm. besitzen.

Sehr schön lässt sich die Drüsenbildung am *processus vermiformis* beobachten. Während bei Embryonen von  $3\frac{1}{2}$  Monaten dieser Theil des Darms einfach mit Zotten besetzt ist, welche im Durchschnitt eine Höhe von 0,2 mm. besitzen, zeigen sich bei Embryonen von  $4\frac{1}{2}$  Monaten die Drüsen am Grunde schon ausgebildet, indem sich ungefähr 0,108 mm. von der Basis der Zotten entfernt eine ganz neue Oberfläche gebildet hat und zwar dadurch, dass die Zotten an der Basis sich verbreitert haben und gleichzeitig eine Wucherung von unten aus stattgefunden hat, worauf sich durch gegenseitige Verwachsung ein neues Bindegewebsstratum von der oben angegebenen Dicke von 0,108 mm. herstellte, das nach oben scharf abgegrenzt ist und die Drüsenenden eingebettet enthält. Aus diesem Stratum ragen die Zotten in einer Länge von 0,18 cm. hervor, während die eingebetteten Drüsenenden eine Länge und Breite von 0,108 mm. besitzen. An einigen Stellen waren seitliche Ausbuchtungen der Drüsen sichtbar, welche eine Länge von 0,081 besaßen und vielleicht mit der späteren Vermehrung der Drüsen bei weitergehendem Grössenwachsthum des Darms in Zusammenhang stehen.

Embryonen von 6 Monaten zeigten an einzelnen Stellen des *processus vermiformis* ähnliche Bilder, wie die soeben beschriebenen, doch waren an den meisten Orten die Drüsen vollständig oder fast vollständig ausgebildet und zeigten sich nicht von denen des übrigen Dickdarms verschieden.

Nach dem Vorausgehenden lassen sich also die Resultate meiner Untersuchungen in Folgendem kurz zusammenfassen.

Während anfänglich der embryonale Darm vollständig glatte Wandungen besitzt und mit mehrschichtigem Cylinderepithel ausgekleidet ist, beginnt zu einer gewissen Zeit die ganze Innenwand von Magen und Darm sich mit Zöttchen zu bedecken, deren Wachsthum im Magen um ca. 1 Monat eher beginnt, als im übrigen Darm (beim Menschen im 2. Monat) wobei hier wieder in der Pylorusgegend die Entwicklung eher vor sich geht.

Das Epithel wird auf den Zotten einschichtig, während es anfänglich auf der übrigen Fläche noch mehrschichtig bleibt, dann aber beim späteren Wachsthum und grösserer Ausdehnung der wachsenden Fläche auch hier einschichtig wird.

In der nun folgenden Periode sind die einzelnen Darmabschnitte einander ziemlich ähnlich, das heisst alle gleichmässig mit Zotten besetzt und unterscheiden sich hauptsächlich nur durch die Form, Höhe und Anzahl der Zotten. Im Magen sind dieselben in der Gegend des Pylorus viel höher und regelmässiger, als in den übrigen Theilen. Auch im Duodenum stehen die Zotten viel dichter, als im übrigen Dünndarm, wo sich dieselben durch grosse Verschiedenheit in der Höhe und Form auszeichnen. Im Dickdarm und Rectum stehen die Zotten wieder regelmässiger und haben alle ziemlich gleiche Höhe und regelmässige Form.

Von jetzt an beginnt die eigentliche Drüsenbildung (beim Menschen im 3. Monat), im Magen und Rectum durch Bildung einer Art Maschenwerks, indem sich Scheidewände zwischen den einzelnen Papillen und vom Grund aus heranbilden, wodurch allmählich aus den Falten des Darmdrüsenblattes zwischen den Papillen Drüsen formirt werden. Im Dünndarm geschieht die Drüsenbildung auf ähnliche Art durch Verdickung der Zotten von der Basis aus und Bildung von Scheidewänden; doch schreiten diese Veränderungen nur bis zur einer gewissen Höhe vorwärts um dann im Niveau der späteren Schleimhautoberfläche stehen zu bleiben. Im 6. Monat ist beim Menschen die Drüsenbildung überall vollendet.

Wenn es auch bei der Bildung der Drüsen des Magens und Dickdarms den Anschein hat, als ob das Keimgewebe des mittleren Keimblattes das alleinige formbildende Element wäre, so scheint doch das Epithel nicht ganz ohne Antheil an der Gestaltung der Drüsen zu sein und wenn auch sein Antheil bei der Bildung der Magen-Dickdarm und Lieberkühn'schen Drüsen auf

einfache Vermehrung der Zellen, also Lieferung des Materials zu beruhen scheint, so ist doch besonders bei der Bildung der Brunner'schen Drüsen ein activer Antheil des Darmdrüsenblatts kaum zu leugnen, da hier aus einfachen Schläuchen, die den Lieberkühn'schen Drüsen ganz ähnlich sind, seitliche Fortsätze entspringen, die von Anfang an hohl sind und die späteren Drüsenacini vorstellen. Ebenso sind hier die seitlichen Fortsätze bei den Drüsen des Processus vermiformis zu erwähnen, die vielleicht für die spätere Drüsenbildung von Bedeutung sind.

Natürlich hat auch hier das Bindegewebe des mittleren Keimblattes einen wesentlichen Antheil und ist z. B. bei den Brunner'schen Drüsen die Abschnürung und Darmgestaltung der Drüsenacini seine Aufgabe, so dass im Wesentlichen ein gemeinschaftliches Zusammenwirken beider Factoren, des Darmdrüsenblatts und mittleren Keimblattes bei der Entwicklung und Gestaltung der Darmdrüsen stattfindet.

Zum Schluss erlaube ich mir, Herrn Geheimrath *v. Kölliker* für die bereitwillige Ueberlassung des Materials, sowie für die freundliche Unterstützung bei meiner Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

---

### Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. a. Oberfläche des Magens bei einem Schweinsembryo von 5 cm., die Papillen zeigend, die die erste Anlage der Drüsen darstellen.  
 b. Eine derartige Papille von demselben Embryo; das Epithel ist an der Basis abgerissen und bildet eine haubenartige Bedeckung der Papille.
- Fig. 2. Flächenschnitt parallel zur Oberfläche aus der Pylorusgegend von einem Schweinsembryo von 13 cm. Man sieht einige Papillen quer durchschnitten.
- Fig. 3. Epithel des Magens eines Schweinsembryo von 13 cm. von oben gesehen; die dunkel gehaltenen Parthien sind die Furchen zwischen den Papillen, die sich später zu den Drüsen ausbilden.
- Fig. 4. Darm eines Schweinsembryo von 2,5 cm. im Querschnitt; das Epithel hat sich theilweise losgelöst und aufgerollt.
- Fig. 5. a. Querschnitt durch den Dünndarm eines Embryo von 3,4 cm. Entwicklung einer Zotte gegenüber dem Mesenterium.  
 b. Mehrschichtiges Epithel aus dem Dünndarm desselben Embryo.
- Fig. 6. Entwicklung einer Lieberkühn'schen Drüse bei einem Schweinsembryo von 16,0 cm.
- Fig. 7. Erste Anlage von Brunner'schen Drüsen bei einem Schweinsembryo von 16,0 cm.
- Fig. 8. a. Querschnitt durch den Processus vermiformis eines menschlichen Embryo 4½ Monaten.  
 b. Eine Drüse von demselben Schnitte bei starker Vergrößerung, welche seitliche Fortsätze besitzt.
- Fig. 9. Brunner'sche Drüse bei einem menschlichen Embryo von 3½ Monaten.
- Fig. 10. Brunner'sche Drüse bei einem menschlichen Embryo von 6 Monaten.
-

# Anatomisch-mechanische Studie über die Schultermuskeln.

Von

A. EUGEN FICK,

Assistent am physiologischen Institut

und

E. WEBER,

stud. med.

---

## II. Theil.

(Mit 3 Xylographien.)

---

In der ersten Hälfte dieser Arbeit ist ein Versuchsmaterial mitgetheilt worden, das zur Beurtheilung der statischen Verhältnisse der Muskeln für zwei bestimmte Stellungen des Humerus ausreicht. In der zweiten Hälfte sollen die Ergebnisse im einzelnen besprochen und mit den Angaben verglichen werden, welche einige anatomische und physiologische Schriftsteller auf Grund von Experimenten am Lebenden oder nur auf die größtliche Anschauung hin über die hier behandelten Muskeln gemacht haben. Ehe wir aber beginnen, soll eine möglichst kurze Darstellung von Versuchen vorausgeschickt werden, die von einem andern Gesichtspunkt aus über dieselben Muskeln angestellt sind und später öfters erwähnt werden müssen. Der Gedankengang, der diesen Versuchen zu Grunde lag, war folgender: Man stelle sich in dem Drehpunkt eines Schultergelenkes drei auf einander senkrecht stehende Axen  $x$ ,  $y$  und  $z$  vor und zwar in einer Lage zum Körper, wie dies eingangs der Arbeit genauer definirt ist; um jede dieser drei Axen führe man mit dem Humerus Drehungen aus, so ausgiebig als dies die Einrichtung des Gelenkes erlaubt; wenn man nun mit Hülfe von geeigneten Vorrichtungen die Verkürzungen misst, die einem Muskel während der maximalen Drehung um eine der Axen widerfährt, so hat man ein

Maass der Gesamtarbeit, welche jener Muskel bei Drehung des Knochens um die betreffende Axe möglicherweise zu leisten vermag. Freilich ist dies nur unter einer gewissen Voraussetzung richtig. Ein Maass der Gesamtarbeit oder der Arbeit direct proportional ist die Verkürzung eines Muskels nur dann, wenn seine Spannung während des ganzen Bewegungsvorganges unverändert geblieben ist. Nun tritt aber naturgemäss mit jeder noch so kleinen Verkürzung eine Entspannung des Muskels ein; es nimmt also seine Spannung continuirlich ab. Wenn demnach die gemessenen Verkürzungen den Arbeitsgrössen proportional sein sollen, so muss der Spannungszustand durch eine immer stärker werdende Innervationsenergie constant erhalten, also die von der Verkürzung herrührende Entspannung durch neue Anstösse vom Nervensysteme her ausgeglichen werden. Offenbar ist das aber nur möglich, wenn beim Beginne des Bewegungsvorganges nicht schon die ganze Energie der Erregung in Anspruch genommen war. In diesem speciellen Fall ist natürlich die Verkürzung nicht mehr der Arbeit direct proportional, wohl aber lässt sich aus ihr die mögliche Arbeit berechnen, wenn man einen Werth  $P$  (für die Spannung des Muskels) in die Rechnung einführt, der ein Mittelwerth aus der Spannung des Muskels bei seiner grössten Länge und aus der Spannung bei seiner stärksten Verkürzung ist. Dieser Mittelwerth wird kleiner ausfallen, wenn die Verkürzung sehr beträchtlich war, denn es hat ja dann auch die maximale Anfangsspannung  $P'$  eine sehr starke Abnahme erlitten; und er wird grösser sein, wenn die Verkürzung geringer war, da wegen der unbedeutenderen Verkürzung die Anfangsspannung  $P'$  um einen geringeren Theil ihres Werthes gesunken ist. Immerhin wird man durch derartige Zahlangaben ein, wenn auch nicht ganz erschöpfendes, Bild der dynamischen Wirkungen eines Muskels erhalten können.

Angenommen, es wäre nun für einen bestimmten Muskel ermittelt worden, dass er sich um  $a^{mm}$  bei maximaler Drehung des Humerus um die  $x$ -Axe, um  $b^{mm}$  bei Drehung um die  $y$ -Axe und endlich um  $c^{mm}$  bei Drehung um die  $z$ -Axe verkürzen kann, so ist damit noch nicht die Summe von Arbeit gefunden, die er bei einer einmaligen Contraction überhaupt an dem Gelenk zu leisten vermag, wenn der Knochen dem Muskelzuge frei folgt, also weder durch andere Muskeln noch durch besondere Gelenkeinrichtungen an bestimmte Bahnen gebunden ist. Um eine

dieser ganzen Arbeitsgrösse (in jenem oben beschränkten Sinne) proportionale Zahl zu finden, muss man den Unterschied messen zwischen der grösstmöglichen Länge des Muskels und seiner Ausdehnung im verkürztesten Zustand, ohne alle Rücksicht auf die Bahn, welche der Humerus hierbei beschreibt. Auch solche Messungen sind an einigen der ersten Präparate ausgeführt und sollen in der Folge zu Tabellen geordnet mitgetheilt werden. Im Anschluss hieran ist dann noch die Wirkung des langen Biceps- und Triceps-kopfes auf das Ellenbogengelenk in Betracht gezogen worden. Es wird sich also Gelegenheit finden, die Frage zu erörtern, an welchem von ihren beiden Gelenken diese zweigelenkigen Muskeln die meiste Arbeit zu leisten im Stande sind, eine Frage, die sicherlich einiges Interesse hat, da viele Anatomen merkwürdigerweise von einer Wirkung des langen Triceps und des Biceps auf das Schultergelenk gar nichts erwähnen, geschweige denn jene Frage aufgeworfen und beantwortet haben.

Wie bereits gesagt ist, waren die besonderen Axen, um welche die Drehungen des Humerus ausgeführt wurden, ganz dieselben, wie die im ersten Theil zur Bestimmung der Momente ausführlich definirten. Ebenso war für beide Reihen von Untersuchungen die Aufstellung des Präparates ganz dieselbe, soweit es überhaupt möglich ist, eine obere Extremität nach blossem Augenmaass das einemal wie das anderemal aufzustellen und zu fixiren. Auch die den einzeln Muskeltheilen entsprechenden Fäden liefen hier wie dort vom Ansatz zum Ursprung durch kleine Ringe, die fest im Knochen steckten und von da über Rollen zu den Maassstäben, an denen die jeweilige Verkürzung abgelesen werden konnte. Kurz es war Alles ziemlich ebenso, wie wir es oben ausführlich beschrieben haben mit Ausnahme von nur zwei Vorrichtungen. Da es sich nemlich bei den jetzt mitzutheilenden Messungen nicht darum handelte, den Knochen eine Bewegung von bestimmtem Winkelausschlag machen zu lassen; da vielmehr die Bewegung so weit geführt wurde, als es die Gelenkeinrichtung erlaubte, so hatten wir erstens jenes in Grade eingetheilte Stück eines Kreisbogens nicht nöthig, mit dessen Hülfe bei den Momentbestimmungen die Drehungen um  $10^{\circ}$  bzw.  $15^{\circ}$  ausgeführt wurden. Und dann fehlte uns zweitens jene Einrichtung mit dem Flammenbild, die es allein möglich gemacht hat, die Drehungen des Humerus um bestimmte Axen hinlänglich rein

auszuführen, um die Momente mit der nöthigen Genauigkeit bestimmen zu können. Es muss eben berücksichtigt werden, dass die uns im Augenblick beschäftigenden Versuche eigentlich nur Vorübungen zur Erlangung der nöthigen Fertigkeit waren und eine gute Methode erst schaffen sollten. Es ist desshalb auch gar nicht zu verwundern, dass die Resultate nicht entfernt so gut unter einander übereinstimmen wie die Moment-Zahlen, um so weniger, da die Aufgabe selbst, den Knochen soweit um eine gewisse Axe zu drehen, *als die Gelenkeinrichtung zugibt*, eine ziemlich unbestimmte ist. Denn bei dem Schultergelenk findet bekanntlich die Hemmung nicht wie z. B. beim Ellenbogengelenk durch Aneinanderstossen zweier Knochen, sondern durch Anspannung der Gelenkkapsel statt, muss also das einmal früher, das anderemal später eintreten, je nachdem man grössere oder geringere Kraft auf die Drehung des Humerus verwendet hat; die Aufgabe dagegen, den Humerus um  $10^0$  oder um  $15^0$  zu flectiren ist von jener Fehlerquelle frei und wird sich darum mit einer grösseren Genauigkeit lösen lassen. Uebrigens hatte sich doch, selbst bei dieser weniger subtilen Voruntersuchung das Bedürfniss, die Knochenstellung an äusseren Vorrichtungen beurtheilen zu können, geltend gemacht und war dadurch, wenn nicht befriedigt doch wenigstens gemildert worden, dass zur Bezeichnung der Flexions-Extensions- und der Abductions-Adductionsebene kleine Bretchen an den Humerus festgenagelt waren. Wir suchten nun den Knochen immer so zu bewegen, dass diese Bretchen sich in ihrer eignen Ebene verschoben, was mit Hülfe einiger auf dem Tische gezogener Kreidestriche, die zum Visiren dienten, im Grossen und Ganzen auch gelang. Um reine Rotationsbewegungen zu erzielen, war ein Stahlstift in der Richtung der Rotationsaxe so befestigt, dass der Humerus mit einem Punkt seines condylus internus auf dem Stift aufruhte; wurde eine Rotation des Humerus ausgeführt, so trug der Experimentirende dafür Sorge, dass dieser Punkt immer mit dem Stift in Berührung blieb.

Viel einfacher war es natürlich, die Verkürzungen zu messen, die der Biceps und der lange Triceps-Kopf bei Bewegungen im Ellenbogengelenk erleiden. Hier brauchte nur der Humerus mit der Scapula unbeweglich verbunden und die Vorderarmknochen ohne weitere Vorsichtsmassregeln gebeugt und gestreckt

zu werden, um sofort aus einigen wenigen Bestimmungen einen genügend zuverlässigen Werth erhalten zu können.

Um endlich die mögliche Verkürzung des Biceps bei Pro- und Supinationsbewegungen kennen zu lernen, wurde ausser dem Humerus auch noch die Ulna unbeweglich gemacht und zwar in verschiedenen Lagen zum Humerus. Die beiden folgenden Tabellen Nr. X und Nr. XII enthalten die Ergebnisse dieser Versuchsreihen in Mittelzahlen und dürften ohne weiteres verständlich sein.

*Tabelle Nr. X.*  
Bewegungen im Schultergelenk.

| Muskelname                    | Drehung um die Flexions- (z-) Axe. | Drehung um die Ad- u. Abductions- (x-) Axe | Drehung um die Rotations- (y-) Axe |                   |
|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| 1. Coracobrachialis . . .     | 39                                 | 52                                         | 3                                  | Drittes Präparat. |
| 2. . . . . I.                 | 11                                 | 19                                         | 44                                 |                   |
| 3. Infraspinatus . . . . II.  | 14                                 | 11                                         | 47                                 |                   |
| 4. . . . . III.               | 16                                 | 5                                          | 35                                 |                   |
| 5. Teres major . . . . I.     | 100                                | 61                                         | 25                                 |                   |
| 6. . . . . II.                | 102                                | 71                                         | 22                                 |                   |
| 7. Supraspinatus . . . . I.   | 29                                 | 35                                         | 14                                 |                   |
| 8. . . . . II.                | 34                                 | 32                                         | 8                                  |                   |
| 9. . . . . I.                 | 10                                 | 2                                          | 50                                 |                   |
| 10. Subscapularis . . . . II. | 9                                  | 4                                          | 51                                 |                   |
| 11. . . . . III.              | 4                                  | 6                                          | 49                                 |                   |
| 12. . . . . IV.               | 24                                 | 6                                          | 39                                 |                   |
| 13. Cap. long. bicipitis . .  | 30                                 | 12                                         | 21                                 |                   |
| 14. Cap. breve bicipitis . .  | 39                                 | 23                                         | 3                                  |                   |
| 15. Cap. long. tricipitis . . | 65                                 | 45                                         | 2                                  |                   |
| 1. Cap. breve bicipitis . .   | 57                                 | 16                                         |                                    | Zweites Präparat. |
| 2. Cap. long. tricipitis . .  | 51                                 | 38                                         |                                    |                   |

*Tabelle Nr. XI.*  
Bewegungen im Schultergelenk.

| Name des Muskels.            | Lage des Humerus, wenn der Muskel maximal verkürzt ist. | Lage des Humerus, wenn der Muskel möglichst gedehnt ist. | Unterschied zwischen der grössten und kleinsten Länge des Muskels. |
|------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1. Coracobrachialis . . .    | flex., add., rot. n. innen                              | ext. abd. rot. n. aussen (spur.)                         | 76mm.                                                              |
| 2.                           | I. flex. (wenig) abd. (max.) rot. aus                   | ext. (wenig) abd. (wenig) rot. in.                       | 61                                                                 |
| 3. Infraspinatus . . .       | II. flex. (wenig) abd. (viel) rot. aus.                 | ext. abd. rot. in.                                       | 65                                                                 |
| 4.                           | III. flex. u. abd. (etwa 350) rot. aus.                 | — abd. rot. in.                                          | 64                                                                 |
| 5. Teres major . . .         | I. ext. (wenig) add. (spur) rot. in.                    | flex. (max.) abd. (etwas) rot. aus.                      | 112                                                                |
| 6.                           | II. rot. in.                                            | —                                                        | 116                                                                |
| 7. Supraspinatus . . .       | I. flex. (max.) abd. (wenig) rot. in.                   | ext. (max.) add. rot. in. (aber weniger)                 | 54                                                                 |
| 8.                           | II. rot. in.                                            | rot. aus.                                                | 55                                                                 |
| 9.                           | I. rot. in.                                             | rot. aus. (wenig)                                        | 58                                                                 |
| 10. Subscapularis . . .      | II. rot. in.                                            | ext. abd. (wenig)                                        | 57                                                                 |
| 11.                          | III. rot. in.                                           | rot. aus.                                                | 52                                                                 |
| 12.                          | IV. ext. abd. (etwa 300) rot. in.                       | flex. abd. (900) rot. aus.                               | 73                                                                 |
| 13. Cap. long. bicip. . .    | flex. rot. in.                                          | ext. add. rot. aus.                                      | 40                                                                 |
| 14. Cap. brev. bicip. . . .  | flex. add. rot. in.                                     | ext. abd. rot. aus.                                      | 64                                                                 |
| 15. Cap. long. tricip. . . . | ext.                                                    | flex. abd. (s. wenig) rot. aus. (wenig.)                 | 68                                                                 |

*Tabelle Nr. XII.*  
Bewegungen im Ellenbogengelenk.

| Muskelname.           | Beugung u. Streckung  |                        | Pro- und Supination bei |                         |                          |                 |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------|
|                       | bei pronirtem Radius. | bei supinirtem Radius. | gestrecktem.            | rechtwinkelig gebeugtem | ganz gebeugtem Unterarm. |                 |
| 1. Cap. breve bicip.  | 77                    | 81                     | 2                       | 13                      | 8                        | Präparat Nr. 3. |
| 2. Cap. long. bicip.  | 77                    | 82                     | 3.5                     | 16.5                    | 11                       |                 |
| 3. Cap. long. tricip. | 43                    |                        | —                       | —                       | —                        |                 |
| 1. Cap. breve bicip.  | 85                    |                        | 8                       | 25                      | 14                       | Präparat Nr. 2. |
| 2. Cap. long. tricip. | 51                    |                        | —                       | —                       | —                        |                 |

Um die Mittheilung von Versuchsmaterial endgültig abschliessen zu können, mögen hier noch einige Tabellen ihren Platz finden, die ausschliesslich den beiden zweige-

lenkigen Muskeln, Biceps und langem Triceps gelten und geeignet sind, deren Wirkungen auf das Ellenbogengelenk noch heller zu beleuchten. Natürlich war, während die hierauf bezüglichen Versuche angestellt wurden, der Humerus vollkommen unbeweglich mit der Scapula verbunden und zwar in einer Lage, wie sie als I. Ausgangsstellung oben bereits ausführlich definirt worden ist. Bekanntlich steht nun die Axe, um welche der Vorderarm Beuge- und Streckbewegungen ausführt, nicht senkrecht auf der Richtung des Humerus, sondern ist so zu ihr geneigt, dass sie für diese besondere Lage des Humerus (Stell. I) von oben aussen nach unten innen zu liegen kommt. Es bewegen sich demnach die beiden Vorderarmknochen bei Beugung und Streckung in einer Ebene, die nicht senkrecht auf der das Präparat tragenden Tischplatte steht, sondern dieselbe unter einem spitzen Winkel schneidet. Es ist daher nicht ganz leicht und gelingt erst nach einigen vergeblichen Versuchen, ein mit Papier bespanntes Reissbret so auf dem Tisch fest aufzustellen, dass es der Flexions-Extensionsebene des Vorderarmes ziemlich genau parallel steht. Ist dies aber gelungen, so wird ein mit dem untern Ende der Ulna fest verbundener Bleistift, dessen Spitze mit dem Papier des Reissbretes in Berührung ist, auf dem Reissbret ein Kreisbogenstück beschreiben müssen, wenn die Ulna aus der Extensionsstellung gebeugt oder aus der Flexionsstellung gestreckt wird. Ohne dass die Vorrichtung auseinander genommen würde, bestimmt man dann den Mittelpunkt des Kreisbogens durch geometrische Construction und verbindet die beiden Endpunkte des Bogenstückes mit dem so gefundenen Mittelpunkt. Es werden dann diese Verbindungslinien einen Centriwinkel einschliessen, der mit einem Transportator gemessen in Bogengraden ausdrückt, um wie viel man den Vorderarm aus der vollkommen gestreckten Stellung beugen kann. Dieser meist zu  $140^{\circ}$ — $150^{\circ}$  gefundene Winkel wird in lauter gleiche Theile von je  $10^{\circ}$  eingetheilt und nun mit Hülfe der weiter oben beschriebenen Vorrichtungen gemessen, um wie viele Millimeter sich der Ansatz des Muskels seinem Ursprungspunkt nähert, bzw. sich von ihm entfernt, wenn der Vorderarm von  $0^{\circ}$  zu  $10^{\circ}$ , von  $10^{\circ}$  zu  $20^{\circ}$  u. s. w. von der maximal gestreckten Stellung ausgehend gebeugt wird. Eine im Princip ganz gleiche Einrichtung ermöglichte es, den Einfluss des Biceps auf die Supination in den verschiedenen Pro- und Supinationsstellungen zu untersuchen. Zu dem Ende

wurde auch noch die Ulna unbeweglich gemacht und zwar, indem man einen Nagel durch das Humeroulnar-Gelenk schlug. Der Bleistift war diesmal mit dem untern Ende des Radius verbunden und zwar möglichst parallel der Pro- und Supinationsaxe, also im groben etwa der Längsrichtung des Radius entsprechend. Das Reissbret mit dem Papier lag auf dem Tisch, jedoch etwas gegen die Tischebene geneigt, so dass die Reissbretenebene von der Pro- und Supinationsaxe, also auch von dem Bleistift senkrecht geschnitten wurde.

Die Construction des Kreisbogenmittelpunktes, die Eintheilung des Bogenstückes und endlich die Messungen wurden ganz in derselben Weise wie bisher vorgenommen. Aus den so gewonnenen Zahlen haben wir dann die Momente der einzelnen Muskeln für die jeweilige Lage in der Art berechnet, wie dies im ersten Theil unserer Arbeit für die Berechnung der Tabellen IV und VIII auseinander gesetzt ist.

*Tabelle Nr. XIII.*

Cap. longum tricipitis. Bewegungen im Ellenbogengelenk.

| Flexion von |             | Verkürzung | Moment |
|-------------|-------------|------------|--------|
|             | 0° — 10°    | 3,43 mm.   | 22     |
| "           | 10° — 20°   | 4,26       | 24,2   |
| "           | 20° — 30°   | 4,21       | 24,1   |
| "           | 30° — 40°   | 4,20       | 23,3   |
| "           | 40° — 50°   | 3,95       | 23     |
| "           | 50° — 60°   | 4,07       | 22,5   |
| "           | 60° — 70°   | 3,80       | 20,5   |
| "           | 70° — 80°   | 3,33       | 19     |
| "           | 80° — 90°   | 3,25       | 18     |
| "           | 90° — 100°  | 3,07       | 17     |
| "           | 100° — 110° | 2,81       | 16,2   |
| "           | 110° — 120° | 2,86       | 16,1   |
| "           | 120° — 130° | 2,75       | 16,6   |
| "           | 130° — 140° | 3,04       | 18     |
| "           | 140° — 150° | 3,25       |        |

*Tabelle Nr. XIV.*  
Beugung und Streckung im Ellenbogengelenk.

| Gebeugt |             | Cap. breve bicipitis |        | Cap. longum bicipitis |        |
|---------|-------------|----------------------|--------|-----------------------|--------|
|         |             | Verkürzung           | Moment | Verkürzung            | Moment |
| von     | 0° — 10°    | 4,39                 | 28,1   | 4,58                  | 28,3   |
| "       | 10° — 20°   | 5,41                 | 32,8   | 5,3                   | 32,4   |
| "       | 20° — 30°   | 6,03                 | 36,7   | 6,02                  | 37,4   |
| "       | 30° — 40°   | 6,79                 | 41,0   | 7,03                  | 42,1   |
| "       | 40° — 50°   | 7,52                 | 43,5   | 7,65                  | 43,5   |
| "       | 50° — 60°   | 7,65                 | 44,1   | 7,52                  | 44,3   |
| "       | 60° — 70°   | 7,74                 | 43,5   | 7,93                  | 43,8   |
| "       | 70° — 80°   | 7,45                 | 40,4   | 7,34                  | 39,7   |
| "       | 80° — 90°   | 6,64                 | 35,8   | 6,53                  | 33,4   |
| "       | 90° — 100°  | 5,86                 | 30,9   | 5,14                  | 27,8   |
| "       | 100° — 110° | 4,93                 | 25,6   | 4,56                  | 23,2   |
| "       | 110° — 120° | 4,02                 | 19,0   | 3,54                  | 15,8   |
| "       | 120° — 130° | 2,61                 | —      | 1,98                  | —      |

Pro- und Supinationsbewegungen wurden bei diesen Messungen dadurch ausgeschlossen, dass Radius und Ulna unbeweglich mit einander verbunden waren.

*Tabelle Nr. XV.*

Cap. breve bicipitis Pro- und Supination bei fixirter Ulna

|     |             |         |
|-----|-------------|---------|
| von | 0° — 5°     | 0,1 mm. |
| "   | 5° — 10°    | 0,1     |
| "   | 10° — 20°   | 0,5     |
| "   | 20° — 30°   | 0,6     |
| "   | 30° — 40°   | 0,6     |
| "   | 40° — 50°   | 0,4     |
| "   | 50° — 60°   | 0,4     |
| "   | 60° — 70°   | 0,4     |
| "   | 70° — 80°   | 0,3     |
| "   | 80° — 90°   | 0,3     |
| "   | 90° — 100°  | 0,2     |
| "   | 100° — 110° | 0,1     |
| "   | 110° — 120° | 0,1     |
| "   | 120° — 130° | 0,1     |

0° entspricht dem Maximum der Pronation,  
130° entspricht dem Maximum der Supination.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, wenn wir hier zum Schlusse des allgemeinen Theiles unserer Arbeit noch einmal die mechanischen Principien auf welche alle Betrachtungen über die Wirkung der Muskeln auf ein arthrodisches Gelenk fussen, in etwas anderer Form aussprechen als es zu Anfang des ersten Abschnittes geschehen ist. Vor Allem mag noch einmal möglichst anschaulich der Begriff des Momentes definirt werden. Der Satz, dem Muskel  $M$  kommen bei der Spannung 1 bezüglich der drei willkürlich gewählten Hauptaxen die Momente  $m_{fl}$ ,  $m_{ad}$ ,  $m_{ri}$  zu, heisst mit andern Worten: der Zug des Muskels bei der Spannung 1 könnte im Gleichgewicht gehalten werden, wenn man in den drei durch den Drehpunkt senkrecht zu den drei Hauptaxen gelegten Ebenen drei an dem beweglich gedachten Knochen ziehende Kräfte anbrächte von den Grössen  $m_{fl}$ ,  $m_{ad}$ ,  $m_{ri}$  und zwar so, dass die Perpendikel vom Drehpunkt auf die Richtungen der Kräfte sämmtlich der Längeneinheit gleich und dass der Sinn jeder Kraft in ihrer Richtung der entgegengesetzte vom Sinne des betreffenden Momentes wäre. Wie schon durch die unterscheidenden Indices angedeutet ist, denken wir uns das Moment bezüglich der Flexionsaxe als flexorisch, müssten uns also den Sinn der entsprechenden Kraft in der auf der Flexionsaxe senkrechten Ebene, dessen Grösse  $= m_{fl}$  zu nehmen ist, so denken, dass sie extensorisch wirkt u. s. f.

Natürlich lassen sich ausser dem soeben beschriebenen noch unzählige andere Kräftesysteme denken, welche an dem beweglich gedachten Knochen angebracht den Zug des betrachteten Muskels bei der Spannung 1 im Gleichgewicht halten würden, immer muss nur die folgende Bedingung erfüllt sein. Wenn wir nach den im Eingange zu Grunde gelegten Principien für jede Kraft des Systems das Moment um die Flexionsaxe berechnen und die Ergebnisse algebraisch summiren, so muss die Summe gleich und entgegengesetzt  $m_{fl}$  sein und ebenso müssen die entsprechend gebildeten algebraischen Summen bezüglich der beiden anderen Axen gleich und entgegengesetzt den Grössen  $m_{ad}$  und  $m_{ri}$  sein.

Wir wollen nun noch folgende in der Mechanik der Momente übliche Feststellungen machen. Man denke sich eine die Grösse des Momentes durch seine Länge darstellende Strecke vom Drehpunkte aus auf der Axenrichtung, auf welche sich das Moment bezieht, abgetragen und zwar nach derjenigen Seite, dass ein auf

derselben Seite mit den Füßen im Drehpunkt stehender Beobachter die durch das Moment bewirkte Drehung im Sinne des Uhrzeigers stattfinden sähe. Diese Seite der Richtung wollen wir die Halbaxe des Momentes nennen. Das lineäre Maass eines *flexorischen* Momentes des rechten Armes wäre also nach innen vom Drehpunkt abzutragen, das Maass eines extensorischen Momentes nach aussen und entsprechend in andern Fällen. Mit andern Worten, die Halbaxe aller flexorischen Momente wäre in der Richtung vom Drehpunkt nach *innen*, die Halbaxe der extensorischen Momente in der Richtung vom Drehpunkt nach aussen zu nehmen. Auf diese Weise lineär dargestellte Momente kann man nun behandeln wie Kräfte nach dem Satze des Parallelepipedes, d. h. wenn drei Momente an einem arthrodisch beweglichen Knochen wirksam sind und man dieselben solchergestalt lineär darstellt, so bringen sie zusammengenommen ein Drehungsbestreben hervor genau wie ein einziges Moment, dessen Axe die Richtung der Diagonale desjenigen Parallelepipedes ist, dessen drei anliegende Seiten die gegebenen lineär dargestellten Momente sind, und dessen Grösse durch die Länge der Diagonale gemessen ist. Es ist gut ausdrücklich hervorzuheben, dass dieser Satz sich nicht etwa auf Momente beschränkt, die sich auf drei zueinander senkrechte Axen beziehen, vielmehr dürfen sich die Axen unter ganz beliebigen Winkeln schneiden.

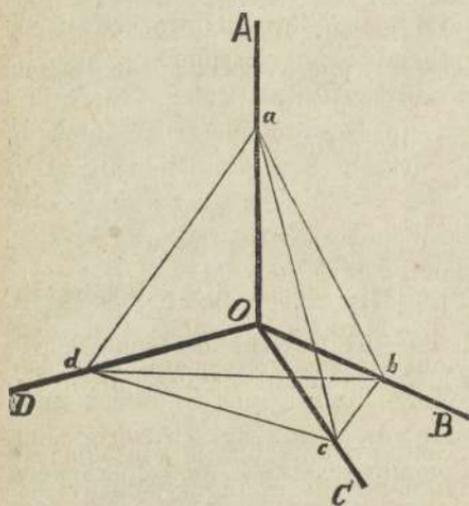
Der soeben ausgesprochene Lehrsatz macht am einfachsten ersichtlich, dass am Schultergelenk mehr als genügend dafür gesorgt ist, dass durch geeignete Combination der Spannungswerthe verschiedener Muskeln um *jede beliebige* durch den Drehpunkt gelegte Linie als Axe ein Drehungsbestreben, Moment, also auch mindestens eine erste unendlich kleine Drehung aus der Anfangslage heraus hervorgebracht werden kann. Es werden schon 4 Muskeln genügen, welche folgende Bedingung erfüllen. Man denke sich die Halbaxen der resultirenden Momente der 4 Muskeln vom Drehpunkt aus gezogen d. h. die Perpendikel auf die Ebenen welche die Zugrichtung der Muskeln und den Drehpunkt enthalten in dem durch die Verabredung gegebenen Sinne und man denke sich nun auf jeder Halbaxe in irgend welcher Entfernung vom Drehpunkt einen Punkt; wenn nun das Tetraëder dessen Ecken diese 4 Punkte sind den Drehpunkt einschliesst, so genügen die 4 Muskeln für alle Drehungen, wenn dagegen das Tetraëder den Drehpunkt ausschliesst, so

genügen die 4 Muskeln nicht. In der That, es seien in der Figur OA, OB, OC, OD die Halbaxen der 4 Muskelmomente und a b c d die darauf willkürlich gewählten Punkte; wenn nun das Tetraëder a b c d den Punkt O einschliesst, so kann durch geeignete Combination der Spannungswerthe der 4 Muskeln jede beliebige Drehung hervorgebracht werden. Handelt es sich um Drehung um eine Halbaxe die in der hohlen körperlichen Ecke a b c liegt, so wird man den Muskel d ungespannt lassen und den drei Muskeln a b c solche positive Spannungen ertheilen, dass die auf den Linien OA, OB, OC abzuschneidenden den Momenten proportionalen Stücke Seitenkanten

eines Parallelepipedes sind, dessen Diagonale die verlangte Halbaxe ist, was immer ausführbar ist. Ebenso kann man es machen wenn die verlangte Halbaxe in eine der drei andern hohlen körperlichen Ecken ACD, ADB, BCD fällt; die 4 hohlen Ecken füllen aber sofern O innerhalb des Tetraëders liegt den ganzen Raum aus, so dass die verlangte Halbaxe jede Lage im Raume haben kann.

Es liegt nun nahe, die Frage aufzuwerfen, ob unter

den Muskeln des Schultergelenkes sich viere so gelagert finden, dass sie der eben aufgestellten Bedingung genügen. Die Antwort auf diese Frage kann man dadurch finden, dass man an einem Modell die Halbaxen der Schultermuskeln andeutet und dann prüft, ob sich eine Zusammenstellung so machen lässt, dass von beliebigen Punkten der zusammengestellten vier Halbaxen aus ein Tetraëder construirt werden kann, das den Drehpunkt des Gelenkes in sich schliesst. Diese Arbeit kann man sich wesentlich durch folgende Betrachtung erleichtern. Durch die drei, im Drehpunkt eines Schultergelenkes unter rechten Winkeln sich schneidenden Hauptaxen wird offenbar der ganze Raum in acht Oktanten getheilt und zwar werden viere dieser Oktanten medialwärts von der Flexions-Extensionsebene des Humerus, die vier andern auswärts oder lateral von derselben zu liegen kommen.



Man kann sich nun je vier dieser Oktanten zusammengehörig denken, die nirgends miteinander in Flächenberührung sind, sondern nur die Durchschnittslinien je zweier Seitenflächen gemein haben. So beschaffen wäre z. B. für das rechte Schultergelenk folgende Gruppe: auf der medialen Seite der Flexions-Extensionsebene der nach hinten unten und der nach vorne oben gelegene, auf der lateralen Seite der nach vorne unten und der nach hinten oben gelegene Oktant. Man sieht nun ohne Weiteres, dass vier Halbaxen, die auf eine so gelegene Gruppe von Oktanten vertheilt sind, unter allen Umständen jener Bedingung genügen, also den Drehpunkt in dasjenige Tetraëder einschliessen müssen, welches von beliebigen Punkten dieser Halbaxen aus construit wird. In einer derartigen Gruppe von Oktanten liegen z. B. die Halbaxen

des cap. breve bicipitis  
 des Infraspinatus I  
 des Subscapularis III  
 des Deltoides VII

und zwar in derselben Reihenfolge wie soeben die zugehörigen Oktanten aufgezählt worden sind. Man kann sich von der Richtigkeit dieser Behauptung leicht überzeugen, wenn man die Angaben der Tabelle V über die Lage dieser vier Halbaxen entweder durch eine Zeichnung, oder, da dies sehr schwierig sein dürfte, an einem aus Drähten zusammengesetzten Modell körperlich darstellt. Nur darf dabei nicht vergessen werden, dass den früheren Bestimmungen gemäss für das rechte Schultergelenk die positive x-Richtung vom Drehpunkt nach hinten, die positive y-Richtung nach unten und die positive z-Richtung nach innen geht und dass also die in Tabelle V angegebenen Winkel von diesen Linien aus gezählt werden müssen.

Es würden also diese vier Muskeln bzw. Muskeltheile genügen, um den Humerus aus seiner ersten Stellung um jede beliebige Axe etwas zu drehen. Dem entsprechend sieht man aus Tabelle IV, dass es durch richtiges Zusammenwirken dieser vier Muskeln auch möglich ist, um jede unserer drei Axen x, y und z eine Drehung sowohl im positiven wie negativen Sinne auszuführen. Ausser dieser Beobachtung macht man aber noch eine zweite. Soll eine gewisse Bewegung z. B. eine reine Extension also Drehung um die z-Axe ausgeführt werden, so muss zur

Verhinderung von Abweichungen des Humerus aus der Flexions-Extensionsebene auch der Infraspinatus, also ein Muskel in Wirksamkeit treten, der ein flexorisches Moment hat. Es würde demnach wenn nur vier Muskeln an dem Schultergelenk angebracht wären sehr häufig der Fall eintreten, dass ein Theil der Kraft eines gewissen Muskels auf Dehnung seines Antagonisten im Interesse einer ganz bestimmten Bewegung des Knochens verwendet werden müsste und also für eine zu leistende Arbeit verloren ginge. Dieser Nachtheil braucht nun dank der beträchtlichen Anzahl von Schultermuskeln niemals einzutreten, wie man aus der Tabelle IV deutlich sehen kann und dass er auch physiologisch wirklich nicht eintritt (wenigstens soweit unsere Erfahrungen reichen), das wird aus der nun zu beginnenden Einzelbesprechung hervorgehen.

In den heutzutage gebräuchlichen Lehrbüchern der Anatomie findet sich über die Function der Skelettmuskeln nicht viel aufgezeichnet. Die Mehrzahl der Anatomen scheint eigne Untersuchungen über diesen wohl für abgeschlossen gehaltenen Gegenstand nicht gemacht und in den Lehrbüchern mit wenig Worten das wiedergegeben zu haben, was etwa die herrschende Meinung über die Function eines Muskels aussagt. Wir können uns deshalb darauf beschränken, die Angaben dreier Schriftsteller *Winslow's*, *Bichat's* und *Duchenne's* zu prüfen. Die beiden ersten haben in ihren Lehrbüchern der Anatomie den Functionen der Muskeln eigene Kapitel gewidmet und damit doch mindestens eine eingehendere Beschäftigung mit jenen Fragen bewiesen, als jetzt an der Tagesordnung ist; der letztere hat bekanntlich ein grösseres Werk, „Physiologie des Mouvemens“ verfasst, in dem er zahlreiche Experimente an Gesunden und an Leuten mit partiellen Muskel lähmungen beschrieben hat. Die Methode seiner Untersuchungen bestand darin, einen Muskel, bezw. einen Theil eines Muskels isolirt durch Inductionsschläge in Erregung zu versetzen, Diejenige neue Stellung, welche in Folge der hierdurch hervorgegerufenen Muskelverkürzung der Knochen annahm, betrachtete dann *Duchenne* als der physiologischen Wirkung des betreffenden Muskels entsprechend. Wir werden in der Folge sehen, dass diese Methode doch nicht unbedingt zuverlässig ist, so glänzend auch im Ganzen die Ergebnisse jener Arbeit sein mögen.

Beginnen wir nunmehr mit dem

*Coracobrachialis.*

*Winslow* und *Bichat* behaupten übereinstimmend, dass dieser Muskel Flexor, Adductor und Rotator nach *aussen* sei, das letztere allerdings nur für den nach innen gedrehten Humerus; beide fügen dann noch hinzu, diese Wirkungsweise des *Coracobrachialis* sei antagonistisch der des *teres major*. *Duchenne* dagegen sagt, der Muskel sei Flexor, Adductor und Rotator nach *innen*. Vergleicht man hiermit, was sich aus der ersten Zahlenreihe von Tabelle IV und VIII herauslesen lässt, so zeigt sich, dass in der Stellung I (Humerus senkrecht herabhängend) der *Coracobr.* ein Flexor und Adductor, aber kein oder wenigstens kein merklicher Rotator ist. In der zweiten Ausgangsstellung dagegen (Humerus um  $60^\circ$  abducirt) ist ein wenn auch geringes rotatorisches Moment nach aussen vorhanden; gleichzeitig ist das adductorische Moment für diese neue Lage des Humerus so erheblich vermindert, dass der Muskel fast zum reinen Flexor geworden ist. Wie unbedeutend, ja völlig verschwindend übrigens sein rotatorisches Moment sein muss, lässt sich aus der Tabelle Nr. X schliessen. Die Zahl 3 in der dritten Spalte derselben sagt nemlich aus, dass der Unterschied in der Länge des *Coracobrachialis* nur 3 mm. betrug, wenn man den möglichst weit nach aussen rotirten Humerus maximal einwärts drehte. Es dürfte sich desshalb empfehlen, von dieser allzugeringsfügigen Nebenwirkung ganz abzu- sehen und ihn einfach als Flexor-Adductor anzusprechen.

Was den Antagonismus zwischen *Coracobrachialis* und

*Teres major*

angeht, so kann man nach unsern Erfahrungen mit viel mehr Recht vom Gegentheil, von Einsinnigkeit der Wirkung reden. Denn die Zahlen der Nr. 5 in Tabelle IV thuen dar, dass die Werthe  $m_{fl}$ ,  $m_{ad}$  und  $m_{ri}$  des *teres major* sich zu einander verhalten wie 3 : 4 : 1, dass er also in erster Linie Adductor, d. h. Genosse des *Coracobrachialis* ist. In der zweiten Ausgangsstellung des Humerus (siehe Tabelle VIII, Nr. 5) ist gar das adductorische Moment des *Teres* doppelt so gross, als sein extensorisches und rotatorisches zusammengenommen. Was *Duchenne* über den *teres major* sagt, ist mit diesen unsern Angaben leicht in Einklang zu bringen. Denn dass er das extensorische Moment ziemlich unbedeutend findet, kann uns nicht in

Erstaunen setzen; arbeitet ja doch die Schwere des ganzen Armes bei seiner Art zu experimentiren einer Extension des Humerus entgegen, während die Adduction durch diese dem Muskel völlig fremde Kraft beträchtlich unterstützt wird. Es zeigt sich eben hier recht deutlich der für den Werth der *Duchenne'schen* Experimente ungünstige Umstand, dass die Schwere der Glieder nicht mit in Rechnung gebracht und desshalb sehr häufig das Resultat zweier Kräfte, der Muskelcontraction und der Schwere, statt der ersteren allein beobachtet worden ist. In diesem speciellen Fall muss man also erwarten, dass *Duchenne* die Wirkung des *Teres* auf Adduction des Humerus überschätzt. Ob dies wirklich der Fall gewesen ist, lässt sich freilich aus seinen Angaben nicht nachweisen, weil quantitative Bestimmungen überhaupt nicht darin enthalten sind. Dagegen geht unzweifelhaft aus seiner Beschreibung hervor, dass er die extensorische Wirkung des *teres major* weit unterschätzt hat.

Treten wir nun der oben bereits aufgeworfenen Frage näher, ob unter gewissen Umständen der *teres major* sich contrahirt, wenn eine reine Adductionsbewegung beabsichtigt ist, ein Vorgang, dessen mechanische Möglichkeit hinlänglich bewiesen wurde. Offenbar lässt sich die Antwort auf diese Frage nur durch das Experiment am Lebenden gewinnen. Wir fordern desshalb einen Menschen, der eine gut entwickelte und durch die Haut leicht erkennbare Muskulatur besitzt, auf, seinen um etwa 20° aus der Stellung I abducirten Arm möglichst rein zu adduciren, während ein anderer ihm dies durch Festhalten des Ellenbogens erschwert oder unmöglich macht. Untersucht man während dessen durch Betasten oder bei besonders muskulösen und fettarmen Personen auch bloß mit Hilfe des Auges den Zustand des *teres major*, so kann man keinen Augenblick im Zweifel sein, dass derselbe straff gespannt ist und dass er augenblicklich erschlaft, sobald die Bemühung, den Arm zu adduciren, ausgesetzt wird. Es wird also offenbar bei reinen Adductionsbewegungen der *teres major* energisch mit contrahirt und folglich auch vermöge seines Adductionmomentes die gewollte Bewegung des Knochens unterstützen. Natürlich würde er auch ganz allein eine reine Adductionsbewegung des Humerus zu Stande bringen, wenn sein  $m_{ri}$  und sein  $m_{ext}$ , nicht wie in Wirklichkeit durch Span-

nung anderer Muskeln, sondern durch irgend welche fremde Kräfte, etwa Widerstände eines Bandapparates ausgeglichen würden.

Es wäre nun weiterhin zu prüfen, ob sich ausser dem *teres major* zur Herbeiführung einer Adduction noch die Muskeln contrahiren, welche wir nach der Tabelle IV hierzu für geeignet halten müssen, d. h. solche, die  $m_{\text{ext}}$  und  $m_{\text{ri}}$  des *teres major* aufheben, ohne zu gleicher Zeit ein  $m_{\text{ab}}$  zu besitzen oder aber solche, die nach stattgefundenener Adduction länger geworden also gedehnt sind. Wir wiederholen daher den Versuch am Lebenden und suchen uns durch ausgiebiges Tasten von dem Zustand der übrigen Muskeln eine Vorstellung zu verschaffen. Wirklich zeigen sich hierbei ausser dem *teres major* unzweifelhaft contrahirt die mediane Hälfte der Bicepsmasse, also das *cap. breve bicipitis* und der *Coracobrachialis*, ferner das *caput longum bicipitis*, die spinale Portion des *Deltoideus* und vielleicht noch der *teres minor* mit einem Theil des *Infraspinatus*. Von dem *Pectoralis* und *latissimus dorsi* sehen wir ab, weil diese Muskeln nicht in die Untersuchung einbezogen sind. Es ist also wohl kaum zu bezweifeln, dass das extensorische Moment des *teres major* und *cap. long. tricipitis* und spinalen *Deltoideus* durch das flexorische der übrigen Muskeln aufgewogen und dadurch für die beabsichtigte Bewegung unschädlich gemacht wird.

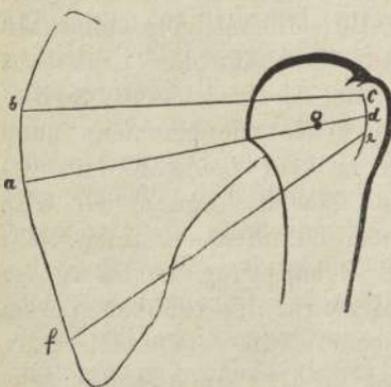
Damit aber eine Adductionsbewegung ganz rein zu Stande kommen kann, muss auch das  $m_{\text{ri}}$  des *teres major* aufgewogen werden. Auch hier zeigt die Uebereinstimmung zwischen den wirklich contrahirten Muskeln und den Angaben der dritten Spalte in Tabelle IV, dass die oben aufgestellte Bedingung sich physiologisch auch erfüllen lässt. Es wäre nun auf ähnlichem Wege nachzuweisen, dass auch zur Ausführung einer reinen Streckbewegung der *teres major* sich, natürlich in Gesellschaft anderer Muskeln, contrahirt. Es ist durchaus nicht schwer, an sich selbst oder an einem geeigneten andern Menschen das hierzu nöthige Experiment anzustellen. Man braucht nur mit dem Ellenbogen gerade nach hinten, etwa gegen einen Tisch oder sonst einen feststehenden Gegenstand zu drücken, d. h. also eine Streckbewegung mit einiger Kraft anzustreben und man wird sofort fühlen können, dass sich der *teres major* mit einigen andern später zu besprechenden Muskeltheilen energisch contrahirt. Endlich gelingt es nicht weniger leicht, die Mitwirkung des *teres major* auf Rotation nach innen am lebenden Menschen nachzu-

weisen. Es kann also der *teres major* in der allerverschiedensten und mannigfachsten Weise den Humerus in Bewegung setzen, je nachdem eines oder zwei seiner berechneten Momente ganz oder theilweise durch andere Kräfte aufgewogen werden.

Ein Vergleich der Tabellen Nr. X und XI lehrt ausserdem noch, dass dieser Muskel sich bei Drehungen des Humerus in der Flexions-Extensionsebene fast eben so stark verkürzen kann, als wenn der Humerus seinem Zuge frei folgt, während sich in der Ab-Adductionsebene nur etwa  $\frac{2}{3}$  jener Verkürzung erreichen lassen, obgleich gerade in dieser Ebene der *teres major* sein stärkstes Moment hat (siehe Tabelle Nr. IV und VIII).

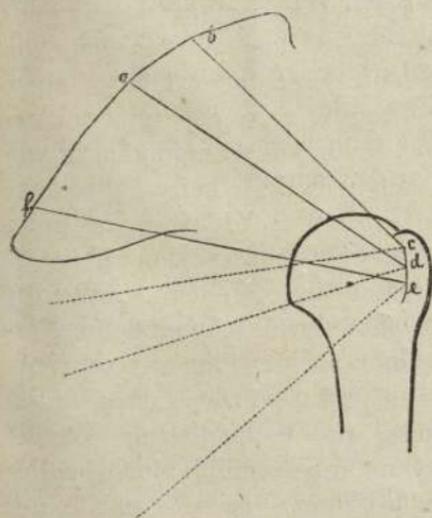
### *Infraspinatus.*

Ueber die Wirkungsweise dieses Muskels sind die Ansichten der Gelehrten sehr getheilt. *Duchenne* erklärt ihn für einen reinen Rotator um  $90^\circ$  nach aussen und zwar in jeder beliebigen Lage des Oberarmes. *Bichat* hält ihn nebenbei für einen Adductor des erhobenen (abducirten) Armes. *Winslow* nennt ihn endlich einen Rotator bei senkrecht herabhängendem und einen Extensor bei abducirtem Arme. Alle stimmen also nur in dem einen Punkte überein, dass der *Infraspinatus* bei der ersten Stellung des Humerus Rotator nach aussen sei, was natürlich auch von Niemandem bezweifelt werden wird. Eine zweite Uebereinstimmung liegt bei diesen drei Forschern in der stillschweigenden Annahme, dass der *Infraspinatus* in allen seinen Theilen von gleicher Wirkung sei. Diese Voraussetzung ist aber sicherlich unrichtig, wie man aus der nebenstehenden schematischen Zeichnung ersehen kann. Sie soll eine Projection des *Infraspinatus* auf die Abductionsebene des Humerus vorstellen; die Abductionsaxe muss also senkrecht auf der Ebene des Papiers im Punkte O gedacht werden.



Es ist jetzt ohne weiteres ersichtlich, dass der oberhalb a o d gelegene Theil des *Infraspinatus*, nemlich a d e b abductorisch und der unterhalb gelegenen a d e f adductorisch wirken muss, wenn anders die Zeichnung richtig ist, d. h. wenn die Abductionsaxe die breite Ansatzsehne des Muskels wirklich schneidet.

Die Ergebnisse unserer Versuche stimmen mit dieser theoretischen Forderung vollkommen überein. In der Stellung I des Humerus hat sich nämlich für beide Fälle ein rotatorisches Moment nach aussen und ein schwächeres flexorisches Moment gefunden; dagegen zeigt sich für Drehungen um die Abductionsaxe der obere Faden als der Antagonist des untern adductorischen. Dass dies *Duchenne* übersehen musste, hat also hier einen doppelten Grund; einmal weil Abductionsbewegungen durch die Schwere des Armes behindert werden und dann zweitens, weil bei einer Faradisation des ganzen Infraspinatus die abductorische Componente der oberen Hälfte durch die adductorische der untern aufgehoben oder doch vermindert werden muss. Gehen wir zur zweiten Stellung des Humerus (um  $60^{\circ}$  abducirt) über, so finden wir, dass die Angabe *Winslow's*, jetzt sei der Muskel Extensor, mit unsern Zahlen in offenem Widerspruch steht, die beide Theile des Muskels für, wenn auch schwache, Flexoren erklären. Die Behauptung *Bichat's*, der erhobene Arm würde durch den Infraspinatus niedergezogen, ist ebenso wenig richtig; im Gegentheil auch die untere Partie ist jetzt zu einem Abductor und zwar



zu einem recht kräftigen geworden. Ein Blick auf die nebenstehende kleine Zeichnung lehrt, dass dies ganz natürlich ist, da durch die Abduction des Humerus jetzt alle Muskelfäden oberhalb der auf dem Papier senkrecht stehenden Abductionsaxe verlaufen. Ein Rotationsmoment nach aussen ist für beide Fäden geblieben; soweit können wir also *Duchenne* beipflichten; auch dass er die Behauptung *Bichat's*, der Muskel sei für den erhobenen Arm „abaisseur“, in Abrede stellt,

stimmt völlig zu unsern Zahlen. Dass er aber die abductorische Wirkung übersehen hat, ist um so merkwürdiger, da dieselbe fast doppelt so gross ist als die rotatorische. Wenn man also den Infraspinatus nach seinen grössten Leistungen bezeichnen will, so muss man sagen, dass er bei hängendem Arm Rotator und bei erhobenem Abductor ist. Man bemerkt, dass dieser Wech-

sel seiner Funktion von Wichtigkeit sein kann, wenn es gilt, eine sehr ausgiebige Abduction mit grosser Kraft auszuführen. Denn wenn der Humerus um  $60^\circ$  abducirt ist, so müssen diejenigen Muskeln, welche diese Stellung herbeigeführt haben, schon merklich entspannt und jedenfalls nicht mehr im Stande sein, ihre maximale Anfangsspannung zu erzeugen. Ist nun aber der von ihnen zu überwindende Widerstand noch derselbe, wie in der Ausgangsstellung, so kann eine weitere Bewegung in demselben Sinne nur dann eintreten, wenn noch ein neuer Muskel in Wirksamkeit tritt, der sich — im vorliegenden Falle wenigstens — im Maximum seiner Dehnung und damit in der möglichst günstigen Lage für die zu leistende Arbeit befindet.

Ehe wir zu einem andern Muskel übergelien können, wäre hier eine sich aufdrängende Zwischenfrage zu erledigen: Contrahirt sich ein Muskel stets in toto, oder wird in einem Falle wie dem eben besprochenen sich immer derjenige Theil des Infraspinatus contrahiren, der vermöge der jeweiligen Lage des Humerus ein abductorisches Moment hat, und wird der unter dem Drehpunkt gelegene in Ruhe sein? Durch ein Experiment am Lebenden lässt sich diese Frage für den Infraspinatus aus naheliegenden Gründen nicht wohl beantworten. Dagegen werden wir später am Deltoideus sehen, dass die einzelnen Theile einer Muskelmasse, die der anatomische Sprachgebrauch mit einem Namen als einen Muskel bezeichnet, sich völlig unabhängig von einander contrahiren können und auch wirklich, beim Deltoideus wenigstens, nachweisbar isolirt contrahiren. Wie weit dies geht, der wie viele Theil eines Muskels für sich contractionsfähig ist, liess sich freilich nicht in Zahlen feststellen. Jedoch dürfte die Vermuthung etwas für sich haben, dass durch jede einzelne Nervenfasern ein isolirter Erregungsimpuls zu den ihr zugehörigen Muskelprimitivbündeln fliessen kann. Es würden dann noch die kleinsten mit blossem Auge unterscheidbaren Bündel für sich allein actionsfähig sein, wenn dies freilich auch bei der Mehrzahl der Muskeln, namentlich bei denen, welche mit einer Sehne punktförmig entspringen und punktförmig endigen, nicht wirklich benutzt werden sollte. Gleichwohl wäre selbst für diese Muskeln die Annahme nicht widersinnig. Es lässt sich doch recht wohl denken, dass bei Beschäftigungen, die sehr kleine Winkelexcursionen eines Knochens bei ganz geringem Widerstand verlangen, der betreffende Muskel nur theilweise in Erregung

versetzt wird, dass die Geschicklichkeit physiologisch betrachtet die Fähigkeit ist, nach Bedürfniss grössere oder geringere Bruchtheile eines Muskel in Thätigkeit zu setzen. Jedenfalls scheint es nach dem, was die Beobachtung am Deltoideus zeigt, erlaubt, anzunehmen, dass auch die übrigen flächenartigen Muskeln sich in ihren verschieden verlaufenden und darum verschieden wirkenden Theilen unabhängig von einander contrahiren.

Der *teres minor* gilt allgemein für physiologisch gleichwerthig mit dem vorigen. Dies ist in sofern richtig, als er qualitativ ganz der untern Partie des Infraspinatus, wenigstens für die Ausgangsstellung I entspricht; er ist Flexor, Adductor und Rotator nach aussen. Ein Unterschied besteht aber insofern, als sein adductorischer Moment grösser und sein rotatorisches kleiner ist, als die entsprechenden Momente der benachbarten Infraspinatuspartie. Dies ist ganz natürlich, da der Hebelarm des *teres minor* für Adduction grösser ist als der des untersten Infraspinatustheiles; hingegen ist der *Teres* für Rotationen ungünstiger gelagert, weil er an einem kleineren Rotationshebelarm wirkt, und ausserdem seine Zugrichtung mit der y-Axe einen spitzeren Winkel macht, wie die höher gelegenen Muskeltheile.

Wie sich aus den Zahlen der Tabelle IV ergibt, ist der Unterschied so gross, dass der *teres minor* ein stärkerer Adductor als Rotator ist, während, wie wir oben sahen, beim Infraspinatus II das umgekehrte der Fall ist. Werden Scapula und Humerus von einander abducirt, so muss das adductorische Moment des *Teres* ab- und das rotatorische zunehmen. Wirklich bestätigen auch die Zahlen der Tabelle VIII jene Erwartung vollständig. Das Abductionsmoment hat nicht, wie beim benachbarten Infraspinatusheil, bis ins negative abgenommen, sondern nur bis Null; es liegt mithin jetzt die Abductionsaxe in der Ebene, welche den Ursprungs- und Ansatzpunkt des *teres minor* mit dem Drehpunkt enthält. Dafür ist aber nunmehr das rotatorische Moment bis beinahe auf das doppelte seiner vorigen Grösse gestiegen. Es ist gewiss nicht ohne Interesse, dass die Summe der rotatorischen Momente der beiden Infraspinatusfäden und des *teres minor* für beide Stellungen des Humerus ziemlich gleich gross ist; dies heisst mit anderen Worten: die statische Kraft der aus Infraspinatus und *teres minor* bestehenden Muskelmasse für Drehung des Humerus nach aussen verändert sich nicht, wenn der Humerus seine Lage in der Ad-Abductionsebene

ändert. Man kann also ebenso gut den Infraspinatus und teres minor als einen Muskel zusammenfassen, wie man die physiologisch verschiedenen Theile des Infraspinatus als einen einzigen Muskel betrachtet. Ein solcher Flächenmuskel wirkt eben nicht immer mit allen seinen Fasern gleichzeitig; ist eine reine Rotation des Humerus beabsichtigt, so treten offenbar alle Bündel in Thätigkeit; ist dagegen eine reine Abduction des Humerus auszuführen, so contrahiren sich mit jedem Grad Erhebung mehr und mehr Theile, bis schliesslich (bei Abduction über 60°) der ganze Muskel in Mitwirkung gesetzt ist.

Nach dem oben Gesagten ist vorauszusehen, dass der

### *Supraspinatus*

sich als Fortsetzung des Infraspinatus nach oben in seinem Verhalten dicht an die vorigen anschliessen muss. In der That zeigen auch unsere Tabellen, dass der Supraspinatus etwas wenig Flexor, ein recht ansehnlicher Abductor und mässiger Rotator nach aussen ist. In der zweiten Ausgangsstellung hat, wie nicht anders zu erwarten, das Abductionsmoment auf Kosten der übrigen Componenten gewonnen. Die Angaben der Autoren stimmen hiermit in sofern überein, als alle die Abduction für eine durch den Supraspinatus ausführbare Bewegung erklären. *Winslow* sieht freilich den hauptsächlichsten Zweck dieses Muskels in einer Fixirung des Gelenkes. Da aber unzweifelhaft alle Muskeln zur Befestigung des Gelenkes beitragen und wir ausserdem hier die Muskeln nur hinsichtlich ihrer Fähigkeit, am Gelenk Arbeit zu leisten, untersuchen wollen, so darf füglich die Frage, ob ein Muskel mehr oder weniger zur Befestigung des Gelenkes beiträgt, unerörtert bleiben. Von *Duchenne* wird diesem Muskel ausser einer flexorischen Nebenwirkung auch ein Moment für Rotation nach innen zugeschrieben. Dass diese letztere Angabe falsch ist, dass der Muskel vielmehr etwas den Humerus nach aussen rotirt, davon kann man sich an jedem anatomischen Präparat überzeugen. Wenn man an einem solchen den Humerus einwärts rollt, so spannt sich der Infraspinatus straff an, d. h. doch, er wird durch Einwärtsrotation verlängert, kann also niemals durch Uebergang in den verkürzten Zustand, durch eine Contraction, diese Lage des Knochens herbei führen.

*Der Subscapularis*

wird von den Autoren übereinstimmend als Rotator nach innen aufgefasst, nur *Bichat* findet, dass er bei seitwärts erhobenem Arme ein „abaisseur“ sei. Da die breite Ansatzsehne des Muskels von der Flexionsaxe durchschnitten wird, so zerfällt der Muskel, ebenso wie der Infraspinatus, in zwei Theile die sich für Bewegungen um die Flexionsaxe antagonistisch verhalten müssen. Demgemäss ist laut Tabelle IV der oberste Faden Flexor, der zweite und dritte sind Extensoren. Dadurch dass die Scapula um  $60^{\circ}$  abducirt wird (Stellung II), bekommen die Verbindungslinien zwischen Ursprung und Ansatz der Muskelbündel eine andere Lage zum Drehpunkt und es tritt nun bei allen eine für Flexion günstige Veränderung der Wirkungsweise ein. Während also das flexorische Moment des ersten Fadens von 5 bis zu 25 gewachsen ist, hat sich das extensorische (9) des zweiten über Null hinaus zu einem flexorischen (18) umgewandelt und ganz ähnlich das des dritten Fadens  $m_{\text{ext}} = 17$  bis zu  $m_{\text{fl}} = 5$ .

Aehnlich verwandelt sich das in der ersten Stellung bestehende abductorische Moment (Tabelle Nr. IV) durch die neue Lage in ein adductorisches von ziemlich der gleichen Grösse, so dass wir also die Angabe *Bichat's*, der Subscapularis sei „abaisseur“, bestätigen können. Dass der ganze Muskel für beide Ausgangsstellungen ein Rotator nach innen ist, bedarf kaum der Erwähnung; nur darauf mag aufmerksam gemacht werden, dass in der zweiten Ausgangsstellung der obere Theil des Muskels mehr als dreimal so sehr Flexor wie Rotator ist.

Auch diesen Rest seines für die erste Stellung so kräftigen rotatorischen Moments verdankt der oberste Theil des Subscapularis nur einem besondern Umstand. Es bildet nemlich in der Ausgangsstellung II der processus coracoideus eine Art Rolle, um die sich der obere Theil der Subscapularis-Sehne herum biegt, so dass die Zugrichtung des Muskels sich bei weitem nicht so sehr geändert hat, als dies ohne jenen Knochenvorsprung der Fall sein müsste.

Auf eine Controle der Angaben in Tabelle IV und VIII am lebenden Menschen muss natürlich in Anbetracht der versteckten Lage des Muskels von vornherein verzichtet werden.

*Cap. longum tricipitis.*

Betrachten wir zunächst die Wirkung dieses Muskels auf das Schultergelenk. Nach den Angaben *Winslow's* und *Bichat's* besteht dieselbe vorzugsweise in Extension des Humerus; ausserdem (B.) soll er das Gelenk fixiren und einer Luxation des Oberarmbeines während einer Contraction des Deltoideus vorbeugen. Nur nebenbei findet sich bei *Bichat* die Bemerkung, dass er den Axillarrand der Scapula dem Oberarmbein zu nähern vermöge, wenn der Unterarm fixirt und der Oberarm gebeugt sei. Erst *Duchenne* hat deutlich erkannt, dass dieser Muskel hauptsächlich bei Adductionsbewegungen des Humerus mitzuwirken habe.

Freilich dürfte aber doch noch die Ansicht *Duchenne's* in etwas zu prüfen sein. Er sagt nämlich ausdrücklich, dass dieser Muskel sich bei der Abduction des Humerus contrahire, *nicht um diese Bewegung hervorzubringen, sondern als fixateur des Schultergelenkes*. Laut unseren Tabellen hat nun der Triceps in beiden Lagen des Humerus (senkrecht herabhängend und um  $60^{\circ}$  abducirt) ein extensorisches und ein etwa dreimal grösseres adductorisches Moment. Unzweifelhaft wird er also mit dem ungleich grösseren Erfolg bei Adductionsbewegungen des Oberarmes in Erregung versetzt werden. Dass aber der Erfolg seiner Contraction nicht bloß Fixation des Schultergelenks, sondern auch eine wirkliche Bewegung des Humerus ist, dafür bürgt eben der Umstand, dass der Muskel bei einer Adductionsbewegung des Knochens seine Länge verkürzen kann. Es dürfte überhaupt vielleicht nicht ganz richtig sein, nach Muskeln zu suchen, die ausschliesslich der Gelenkbefestigung zu lieb vorhanden sind, da ja alle Muskeln je nach der Lage und Bewegungsrichtung des Oberarmes diesen Dienst zu leisten vermögen. Um unsere Angabe, dass der Triceps auch ein extensorisches Moment auf das Schultergelenk besitzt, durch den Versuch am Lebenden bestätigen zu können, braucht man sich nur mit dem Rücken an eine Wand zu stellen und mit dem Ellenbogen gegen dieselbe anzudrücken. Man hat dann eine reine Extension des Humerus beabsichtigt und findet auf diese Weise Gelegenheit, eine deutliche Contraction des Triceps zu fühlen. Um sicher zu sein, dass die Contraction nicht etwa einer Streckung des Vorderarmes gegolten habe, wiederhole man denselben Versuch noch einmal bei rechtwinklig gebeugtem Vorderarm. Man fühlt auch jetzt wieder

den langen Tricepskopf sich lebhaft spannen, während die beiden kurzen Köpfe wie bisher in Ruhe bleiben. Wir können desshalb und namentlich auch wegen der Zahlen für das  $m_{\text{ext}}$  des langen Triceps (in der I. Stellung ist  $m_{\text{ext}} = 8$  und in der II. gleich 12) *Duchenne* auch darin nicht beipflichten, wenn er den Humerus durch die Wirkung des triceps *schief nach innen und ein wenig nach hinten* gestellt werden lässt. Denn ein merkliches rotatorisches Moment hat sich bei unserer Untersuchung überhaupt nicht ergeben; jedenfalls ist es ungleich geringer wie das extensorische, was ja auch bei der Lage des Muskels, die der Rotations(y)-axe fast parallel ist, gar nicht anders erwartet werden kann.

Was die Wirkung des langen Triceps auf den Vorderarm angeht, so kann natürlich nur das quantitative derselben fraglich sein.

Ein hinlänglich anschauliches Bild davon giebt die Tabelle Nr. XIII. Man ersieht aus derselben ohne weiteres, dass das Moment für alle Lagen des Vorderarmes ziemlich gleich gross ist, da die Zahlen nur zwischen 24 und 16 schwanken. Ausserdem ergibt sich durch Vergleich dieser Zahlen mit den Tabellen IV und VIII, dass der Humerus vom langen Triceps mit ebensoviel oder mehr Kraft adducirt wird, als der Vorderarm extendirt. Berücksichtigt man ausserdem noch die in Tabelle Nr. XI verzeichnete Angabe, dass das *cap. long. tricip.* sich durch eine gewisse Bewegung des Humerus im Schultergelenk um 68 mm. verkürzen liess, während am Ellenbogen desselben Präparates nur 43 mm. (siehe Tabelle Nr. XII) Verkürzung möglich waren, so ist der Schluss gewiss nicht voreilig, dass der Muskel am Schultergelenk mehr Arbeit zu leisten vermag, als am Ellenbogengelenk. *Duchenne* ist auf seinem Weg des Experimentirens zu demselben Resultat gekommen. Wir betrachten dies als eine sehr wesentliche Stütze unserer Ansicht, wenn wir auch den *Duchenne'schen* Argumenten nicht die Beweiskraft einräumen möchten, die sie in den Augen jenes Anatomen hatten. *Duchenne* fand nemlich beim Tetanisiren des langen Tricepskopfes, dass derselbe die Streckung des Unterarmes viel schwächer ausführe als jeder der beiden kurzen Köpfe und zog hieraus den Schluss, dass der lange Kopf für das Ellenbogengelenk keine besonders wichtige Bedeutung hätte. Es scheint nun aber doch ungereimt, anzunehmen, dass der lange Kopf, abgesehen von einem etwa geringeren Querschnitt, mit weniger Kraft auf den Vorderarm

wirken solle, wie jeder der ganz gleich gerichteten kurzen Köpfe, vorausgesetzt natürlich, dass bei dem Tetanisiren des ersteren nicht der grösste Theil der Spannung durch eine Verschiebung der Scapula am Humerus aufgebraucht wird. Wie aus der Schilderung *Duchenne's* hervorzugehen scheint, hat er für Fixirung des Schulterblattes bei seinen diesbezüglichen Versuchen keinerlei Sorge getragen, so dass also in der That seine Angabe, um beweisend zu sein, eines Controlversuches dringend bedürftig ist. Der Schluss, den er aus seinem Experiment zog, dass der lange Tricepskopf am Schultergelenk mehr Arbeit leisten könne als am Ellenbogengelenk, braucht aber desshalb doch nicht falsch zu sein und ist es nach unsern Versuchen auch wirklich nicht.

Es wäre nun noch die Frage zu erledigen, wie sich der lange Tricepskopf benimmt, wenn gleichzeitig eine Beugung des Humerus und Streckung des Unterarmes ausgeführt, also der Muskel am einen Gelenk verkürzt und gleichzeitig am andern verlängert werden soll. Eine derartige Bewegung kann man etwa auf folgende Weise ausführen. Man stellt sich mit dem Gesicht gerade vor eine Wand, beugt den einen Vorderarm so stark, dass er mit seinem Oberarm etwa einen Winkel von  $70^\circ$  bildet. Nun legt man die Hand dieses Armes flach gegen die Wand und sucht die Masse seines eigenen Körpers von der Wand abzu drängen. Man erreicht dies durch Verlängern des zusammengebo genen Armes, also durch Extension des Unterarmes und gleichzeitige Flexion des Oberarmes. Betastet man während dieser Bewegung mit der andern, freien Hand den langen Tricepskopf, so wird man sich bald überzeugen, dass derselbe schlaff bleibt, während die beiden kurzen Köpfe sich fest contrahiren. Drückt man andererseits mit dem Ulnarrand der Faust gerade nach unten auf einen Tisch, so ziehen sich alle drei Köpfe zusammen; jetzt hat man nemlich gleichzeitig den Humerus und Unterarm zu extendiren gesucht. Endlich contrahirt sich, wie wir oben sahen, bei einer Adductionsbewegung des Oberarmes der lange Kopf allein und die beiden kurzen bleiben in Ruhe, vorausgesetzt natürlich, dass mit dem Vorderarm keine Bewegung beabsichtigt ist. Es geht hieraus mit voller Sicherheit hervor, dass der lange Tricepskopf sich völlig unabhängig von den beiden kurzen contrahiren kann, und ebenso die beiden kurzen Köpfe ohne jenen. Ferner deuten diese leicht ausführbaren Versuche darauf hin, dass der lange Triceps sich nur con-

trahirt, wenn es gilt, an einem Gelenk eine Bewegung zu erzielen, oder aber wenn solche Bewegungen in beiden Gelenken gleichzeitig ausgeführt werden, die sowohl am einen wie am andern Gelenk eine Verkürzung des Muskels herbeiführen müssen. Noch verwickelter wie die Wirkung des langen Triceps ist diejenige des

### *Biceps.*

Beginnen wir mit der Besprechung seines langen Kopfes und zwar zunächst mit dessen Fähigkeit, am Schultergelenk Arbeit zu leisten. Diese Fähigkeit wird von *Duchenne* und *Bichat*, wenn nicht ausdrücklich in Abrede gestellt, doch wenigstens nicht angeführt. *Bichat* sagt nemlich nur, es könne der (ganze) Biceps das Schulterblatt nach vorne führen [le biceps porte l'omoplate en devant]; was dies für eine Bewegung in Hinsicht auf die von uns gewählten Drehungsaxen sein würde, ist uns nicht recht klar geworden. *Duchenne* gibt an, bei der isolirten Reizung des Biceps zeige sich nicht die geringste Bewegung des Schulterblattes. *Winslow* dagegen, der offenbar manches beobachtet hat, was wieder ganz in Vergessenheit gerathen ist, erwähnt eine Wirkung des Biceps auf das Schultergelenk ausdrücklich und zwar erklärt er ihn für einen etwa im gleichen Sinne wirkenden Muskel wie der Coracobrachialis. Unseren Versuchen nach ist das nun freilich nicht ganz richtig. Vor allen Dingen ist der lange Kopf des Biceps von dem kurzen gesondert zu betrachten, da diese beiden Portionen am Schultergelenk nicht völlig gleichsinnig wirken, wie von jenen Autoren stillschweigend vorausgesetzt wird. Wie uns nämlich die Zahlen unserer Tabellen zeigen, besitzen zwar beide Köpfe des Biceps sowohl wie der Coracobr. ein flexorisches Moment auf den Humerus, und können insofern einsinnig wirken; aber während der Coracobr. und der kurze Bicepskopf ausserdem als Adductoren fungiren, ist der lange Bicepskopf ein Abductor und zwar ganz vorzugsweise ein Abductor; endlich ist er ein recht kräftiger Rotator nach innen, wenigstens ist dies letztere, das rotatorische Moment, stärker als das flexorische. Es besteht also ein sehr wesentlicher Unterschied in der Wirkungsweise der beiden Köpfe auf das Schultergelenk. Denn wie man in Tab. IV Nr. 2 und Nr. 20 sieht, ist der kurze Kopf vorzugsweise Flexor, ausserdem Adductor und wenig oder gar kein Rotator. Der auffallende Un-

terschied in den sich entsprechenden Zahlen der zweiten und der zwanzigsten Reihe von Tabelle IV wurde oben schon besprochen. Der Leser, der diese Angaben vielleicht mit einigem Misstrauen aufnimmt, kann sich von ihrer Richtigkeit wenigstens theilweise an seinem eignen Körper überzeugen.

Er führe bei gestrecktem Unterarm eine möglichst reine Beugebewegung des Humerus gegen einigen Widerstand aus, so wird er durch Betasten der beiden Bicepsköpfe und des Coracobrachialis mit der andern Hand ihre lebhafteste Thätigkeit bemerken. Nun mache er in der oben angegebenen Weise eine Anstrengung, möglichst rein zu adduciren, und er wird sofort gewahr werden, dass der lange Bicepskopf schlaff, die beiden anderen Muskeln dagegen gespannt sind. Endlich versuche er auch eine Abductionsbewegung und er wird nicht umhin können einzustehen, dass jetzt die äussere Hälfte der Bicepsmasse gespannt und die innere in Ruhe ist.

Wer sich von diesen Thatsachen einmal überzeugt hat, der wird es nun auch ganz natürlich finden, dass durch Abduction des Humerus das adductorische Moment des kurzen Biceps mehr und mehr abnehmen und sich schliesslich, nachdem die Verbindungslinie zwischen Ursprung und Ansatz oberhalb des Drehpunktes zu liegen gekommen ist, in ein abductorisches verwandeln muss. Wie aus Tabelle VIII ersichtlich ist, genügt schon eine Abduction von  $60^{\circ}$  ja von  $50^{\circ}$ , um diese Veränderung der Wirkungsweise herbeizuführen.

Am lebenden Menschen sich von der Richtigkeit der Zahlangaben über das Rotationsmoment des langen Biceps zu überzeugen, ist nicht gerade leicht, gelingt aber auch, wenn man nur die Vorsicht braucht, Flexionsbewegungen des Vorderarmes dadurch auszuschliessen, dass man ihn unterstützt und etwa zum Ueberfluss noch ein wenig gegen die unterstützende Tischplatte andrückt, also eine Extension des Vorderarmes hervorzubringen sucht. Uebrigens findet sich in Tabelle Nr. X die Angabe, dass bei maximalen Rotationen des Humerus das *cap. long. bicipitis* sich um 21 mm. verkürzen kann. Diese Zahl ist doch sicherlich zu gross, um aus einem Beobachtungsfehler erklärbar zu sein. Um so leichter aber kann man sich davon überzeugen, dass der in Stellung I adductorisch wirkende kurze Bicepskopf durch hinfällige Erhebung des Armes zum Abductor wird und als solcher auch wirklich in Thätigkeit tritt. Es ist hierzu aller-

dings vortheilhaft, den Arm etwa um  $45^{\circ}$  über die horizontale Abductionsstellung zu erheben, da man bei einer geringeren Erhebung den Humerus nicht genügend von der *Scapula* abducirt, sondern diese letztere unwillkürlich mitbewegt. Es ist eben allzuhäufig vergessen worden, dass man selbst kleine Bewegungen des Oberarmes selten rein im Schultergelenk ausführt, sondern fast immer mit Drehungen der *Scapula* verbindet. Es waltet hier ganz dasselbe Verhältniss ob, wie zwischen den Bewegungen des Auges und denen des Kopfes. Niemals wird Jemand, der einen seitwärts gelegenen Gegenstand in's Auge fassen will, erst die Augäpfel so weit seitwärts drehen als dies möglich ist und dann das fehlende Stück durch eine Drehung des Kopfes ersetzen; sondern stets combinirt man auf eine höchst zweckmässige Weise die Bewegung des Auges und die des Kopfes, gerade so wie hier die des Schulterblattes und die des Humerus. Hat man nun den Arm genügend erhoben und drückt, etwa in einer hinlänglich niedrigen Thüre stehend mit dem Unterarm gegen den oberen Querbalken der Thüre, als ob man die Abduction noch weiter treiben wollte, so fühlt man deutlich, dass jetzt beide Bicepsköpfe straff gespannt sind und dass sie erschlaffen, sowie man in seinen fruchtlosen Bemühungen nachlässt.

Gehen wir zur Betrachtung des Biceps hinsichtlich seiner Wirkungen auf die Vorderarmknochen über, so springt vor allen Dingen in die Augen, dass er ein mächtiger Beuger des Radius und also mittelbar des ganzen Vorderarmes ist. Um ein Bild davon zu bekommen, ob und wie sich das flexorische Moment der beiden Muskelköpfe durch Unterschiede in der Stellung der Knochen verändert, brauchen wir nur die Tab. XIV anzusehen.

Zu ihrem Verständniss braucht wohl nach dem oben auseinandergesetzten nichts mehr hinzugefügt zu werden. Die flüchtigste Betrachtung dieser Tabelle zeigt schon, dass die beiden Muskelköpfe, die auf das Schultergelenk in ganz verschiedener Weise wirken, bezüglich des Ellenbogengelenks sich gleich oder wenigstens fast ganz gleich verhalten; denn bis zur Winkelstellung von  $80^{\circ}$  stimmen die Verkürzungen für je  $10^{\circ}$  Beugung für beide Köpfe fast genau überein und weichen auch bei noch weiterer Beugung nicht viel von einander ab. Es ist nur ein unbedeutender Unterschied zu Gunsten des kurzen Kopfes wahrzunehmen. Ferner wird durch diese Tabelle ersichtlich, dass das flexorische Moment des langen Kopfes auf den Unterarm

für jede beliebige Winkelstellung grösser ist, als sein Moment für Beugung des Humerus. Für das *cap. breve* ist dieser Unterschied nicht so gross, fällt aber doch im ganzen noch merklich zu Gunsten des Ellenbogengelenkes aus. Man darf hieraus wohl schliessen, dass beide Muskeln ihre Hauptaufgaben am Ellenbogengelenk zu lösen finden, jedoch keineswegs in dem Maasse, wie dies nach der gröblichen Anschauung der Fall ist, die eine Wirkung am Schultergelenk völlig übersieht. Diese Ansicht wird bestätigt durch die Messungen der möglichen Gesamtverkürzungen am einen und am andern Gelenk. Unsere Versuche ergaben nämlich, (siehe Tabelle XII) dass sich das *cap. long.* um 82 mm., das *cap. breve* um 81 mm. verkürzen kann, wenn der Unterarm aus der maximalen Streckung in die grösstmögliche Beugung übergeht; am Schultergelenk dagegen liess sich (Tabelle Nr. XI) für das *cap. breve* eine Verkürzung von 64 mm. und für das *cap. longum* nur von 40 mm. erzielen, wenn man Bewegungen um die möglichst günstig gelegene Axe ausführte; es kann demnach der lange Kopf am Schultergelenk  $\frac{3}{4}$  und der kurze wenigstens  $\frac{1}{2}$  der Arbeit leisten, deren sie bezüglich am Ellenbogengelenk fähig sind.

Es erübrigt nun noch, den Einfluss dieser beiden Muskeln auf die Supination zu untersuchen. Schon *Winlow*, später *Bichat* und in neuerer Zeit *Duchenne* haben die supinirende Wirkung des Biceps gekannt und des ausführlichsten (*Winlow* u. *Duchenne*) beschrieben. Es bedarf desshalb fast einer Entschuldigung, hierüber noch Worte zu verlieren und man findet sie wohl in dem Umstand, dass in der vorliegenden Arbeit ausschliesslich quantitative Messungen bereits grossentheils gekannter Vorgänge beabsichtigt waren.

Auf Seite 9 findet sich eine Tabelle, welche das hierüber vorhandene Versuchsmaterial darstellt. Freilich bekommen wir durch dieselbe leider nur ein Bild von der supinirenden Wirkung des *cap. breve*, da nur dieser Kopf und zwar an einem der ersten Präparate den Messungen unterworfen wurde. Bei dem letzten Präparate, das zur Untersuchung der Bicipswirkungen auf Schulter und Ellenbogen benützt ist, hatten wir nämlich versäumt, dafür Sorge zu tragen, dass das untere Gelenk zwischen Radius und Ulna frisch und beweglich bleibe; es liessen sich daher schliesslich die Pro- und Supinationsbewegungen nicht leicht und rein genug ausführen, um zuverlässige Messungen

machen zu können. An dieser Tabelle fällt nun vor allem anderen auf, dass die Verkürzungen für je  $10^{\circ}$  Drehung so ausserordentlich klein sind im Vergleich zu denen, die sich in der Flexionstabelle finden. Es könnte daraus der Schluss gezogen werden, dass die Supinationswirkung des Biceps doch nicht viel zu bedeuten habe. Dem ist entgegenzuhalten, dass man zur Beurtheilung dieser Frage nicht das Supinationsmoment des Biceps mit seinem Flexionsmoment, sondern mit dem Supinationsmoment anderer Supinatoren zu vergleichen hat. Der wirksamste von diesen ist ohne Zweifel der *supinator brevis* mit einer zu diesem Zweck unstreitig günstigeren Lagerung. Aber wenn auch sein Moment zehn Mal grösser ist, als das des Biceps, so kann deshalb der letztere doch immer noch mehr Kraft entwickeln, da der Querschnitt des Biceps sicherlich mehr als zehn Mal so gross ist als der seines Rivalen. Obendrein ist das Moment des *supinator brevis* in dieser Rechnung wohl noch zu hoch angeschlagen; denn auch er arbeitet an einem ganz kurzen Hebelarm. Uebrigens findet sich schon in dem vorzüglichen Lehrbuch von *Winslow* die Angabe, dass jeder am eignen Arm sich von der Supinationsfähigkeit des Biceps überzeugen könne. Besonders dürfte sich hierzu das Bohren eignen, eine Bewegung, bei der das abwechselnde An- und Abswellen des Biceps jeden Zweifel unmöglich macht.

Endlich wäre noch darauf aufmerksam zu machen, dass bei rechtwinklig auf den Humerus gebeugtem Vorderarm das supinirende Moment beider Bicepsköpfe bedeutend grösser ist als bei gestreckter Lage des Vorderarmes. Ja selbst bei maximal gebeugtem Unterarm ist die durch Supination mögliche Totalverkürzung (siehe Tabelle XII) noch beträchtlich grösser als bei gestrecktem. Man dürfte daher wohl erwarten, dass sich bei rechtwinklig gebeugtem Unterarm am kräftigsten bohren liesse. Dieser Vermuthung tritt aber das Bedenken entgegen, dass durch die Beugung eine Entspannung des Biceps stattfinden muss, so dass bei aller Anstrengung sich nicht mehr eine so grosse Spannung erzielen lässt, als dies bei gestrecktem Unterarm, also bei gedehntem Biceps möglich ist. Man müsste die durch Beugung des Vorderarmes entstandene Verkürzung des Biceps dadurch wieder ausgleichen, dass man den Humerus im Schultergelenk extendirte und abducirte. Jetzt liesse sich eine sehr grosse Anfangsspannung mit der statisch möglichst günstigen Lage des uns deshalb hier darauf, eine interessante wenn auch vielleicht

Muskels für Supination vereinigen. Wirklich sieht man auch, dass Leute, die mit grosser Anstrengung bohren, unwillkürlich ihren Oberarm abduciren und etwas extendiren.

Ueberblickt man die Versuche am Lebenden, so bemerkt man, dass die einzelnen Köpfe des Biceps physiologisch verschiedene Individuen sind, die ganz unabhängig von einander in Thätigkeit gesetzt werden können und zwar eben sowohl, wenn es gilt, am Schultergelenk Arbeit zu leisten, als wenn der Vorderarm bezw. Radius bewegt werden soll. Man könnte nun noch die Frage aufwerfen, wie verhält sich der Biceps oder richtiger, wie verhalten sich die Bicepsköpfe, wenn gleichzeitig Bewegungen im Schulter- und Ellenbogengelenk ausgeführt werden.

Die Antwort hierauf liefern einige wenige Versuche. Führt man gleichzeitig eine Beugung des Vorderarmes mit einer Beugung des Humerus aus, so contrahiren sich, wie nicht anders zu erwarten, beide Bicepsköpfe, da sie sich ja an beiden Gelenken verkürzen können. Handelt es sich aber um eine Beugung des Unterarmes mit Streckung des Humerus, so liegt die Sache viel weniger einfach. Wird z. B. der ganze Arm horizontal gerade nach vorne gestreckt, so befindet sich, der Vorderarm maximal gestreckt, der Humerus maximal gebeugt. Nähert man jetzt zwanglos die ausgestreckte Hand dem Schultergelenk derselben Seite, so führt man offenbar die eben genannte Bewegung aus, verkürzt also den Biceps am Ellenbogen und verlängert ihn am Schultergelenk. Trotzdem zeigt sich der Biceps während dieser Bewegung unzweifelhaft contrahirt. Die eben geschilderte Bewegung ist aber bei weitem nicht die einzige, bei welcher der Biceps sich gleichzeitig am einen Gelenk verkürzt und am andern verlängert. Man braucht nur daran zu denken, dass das *cap. long. bicipitis* Supinator des Radius und Rotator nach innen des Humerus ist, dass aber stets die Supination des Radius mit einer Rotation des Humerus nach aussen verbunden wird. Man braucht ferner nur daran zu denken, dass sehr energische Supinationen z. B. kräftige Bohrbewegungen immer mit Abduction des Humerus verbunden werden, dass also auch der kurze Bicepskopf, der bekanntlich adductorisch wirkt, im Ellbogengelenk verkürzt und am Schultergelenk gedehnt wird.

Es würde uns zu weit führen und von unserer eigentlichen Aufgabe ganz abbringen, wenn wir diese Erscheinungen einer ausführlichen Analyse unterwerfen wollten. Wir beschränken

nicht ganz neue Thatsache berührt zu haben und gehen nunmehr zum letzten der untersuchten Muskeln über.

### *Deltoides.*

Auch an diesem Muskel hat *Winslow* wieder einen Beweis seines Scharfblickes gegeben, indem er ihn vermöge seiner anatomischen Lage für einen Abductor (mittleres Stück) und für Adductor (vorderer und hinterer Randtheil) erklärt. Ausserdem sollen die vorderen Theile flexorisch, die hintern extensorisch wirken und *Bichat*, der offenbar den Angaben *Winslow's* nicht allzuviel Beachtung geschenkt hat, sagt in einer Beziehung, nemlich hinsichtlich der adductorischen Wirkung der clavicularen und spinalen Portion so ziemlich das Gegentheil. Nach seiner Auffassung sind nemlich diese beiden Grenzgebiete des Muskels Abductoren des herabhängenden und Adductoren des seitwärts erhobenen (abducirten) Armes. Dieser, wie sich bald zeigen wird, völlig unrichtigen Auffassung schliesst sich theilweise auch *Duchenne* an, indem er zwar die claviculare Portion für einen Abductor überhaupt erklärt, die spinale dagegen ganz wie *Bichat* beurtheilt. Natürlich kann hier nicht das höchst gründliche und ausführliche Capitel in allen Einzelheiten besprochen werden, das *Duchenne* dem Deltoides gewidmet hat. Wir beschränken uns deshalb darauf, einige Angaben zu besprechen, die mit unsern Versuchsergebnissen im Widerspruch stehen.

Auf Seite 116 seines Werkes sagt dieser Forscher, dass alle Theile unseres Muskel sich gleichzeitig zusammenziehen können, um eine Abductionsstellung des Humerus herbeizuführen. Uns ist es niemals gelungen, am Lebenden dies bestätigt zu sehen. Im Gegentheil, wir durften Bewegungen machen, wie wir wollten, immer blieb der eine oder andere Theil des Muskels in Ruhe. Wahrscheinlich hat *Duchenne* seinen Schluss gezogen aus einer gleichzeitigen Faradisation des Deltoides, die natürlich eine Abduction des Humerus zur Folge haben musste. Dieser Schluss ist aber offenbar ungerechtfertigt, denn die Erhebung des Armes wird auch eintreten, wenn die spinale Portion nicht abductorisch oder gar etwas adductorisch wirkt.

Ferner schliesst *Duchenne* auf eine adductorische Wirkung der spinalen Deltoidesportion für den zur Waghalte erhobenen Arm aus dem Umstand, dass isolirte Reizung jener Portion den

wagrecht erhobenen Arm um  $45^{\circ}$  nach unten und ausserdem nach hinten führt. Auch dieser Schluss ist voreilig. Denn wenn das abductorische Moment (für jene Lage des Knochens) gleich Null oder wenigstens zu gering ist, um der Schwere des Armes das Gleichgewicht halten zu können, so tritt die Verkürzung der Muskelfasern durch Extension des herabsinkenden Humerus ein, auch wenn die dabei stattfindende Adduction für sich allein den Muskel etwas dehnen würde. Geht hieraus zur Genüge hervor, dass die Schlüsse *Duchenne's* nicht hinlänglich gestützt sind, so beweisen andererseits die Zahlen der Tabellen IV und VIII, dass jener Forscher auch zu einem falschen Resultat durch seine Schlüsse geführt worden ist. Stellen wir uns zunächst die Lage I, also den Oberarm senkrecht herabhängend vor. Die drei aufeinander senkrechten durch den Drehpunkt des Gelenkes gehenden Axen, um welche die Bewegungen des Humerus ausgeführt werden, müssen sämmtlich den Muskel schneiden, es müssen also unter allen Umständen flexorische, extensorische, abductorische und adductorische, rotatorisch nach innen und nach aussen wirkende Fasern vorhanden sein; denn es können doch nicht zwei Muskelfäden gleiche Wirkung haben, die auf verschiedenen Seiten der Drehaxe liegen. Da der Deltoideus mehr als die Hälfte der Gelenkkugel umhüllt, so ist überhaupt gar keine Axe denkbar, für die nicht einzelne Portionen des Deltoideus Antagonisten der andern wären. Dem entsprechend zeigte Tabelle IV, dass die claviculare Portion des Muskels Flexor ist, während die acromiale extensorisch wirkt und zwar mit anfangs zunehmender und hierauf wieder abnehmender Kraft, je nachdem der Ursprungspunkt des betreffenden Muskeltheiles der Flexionsebene näher oder entfernter gelegen ist. Noch mannigfaltiger gestaltet sich die Sache für Bewegungen um die Abductionsaxe. Diese schneidet den Muskel zweimal, vorn und hinten und demgemäss finden wir, dass die spinale Portion, sowie die am meisten medianwärts von der clavicula kommenden Fasern adductorisch und nur die übrigen abductorisch wirken. Wir finden also hierin die treffende Bestätigung dessen, was *Winslow* vor mehr als 150 Jahren schon gesehen und gesagt hat. Endlich ergibt sich aus der dritten Spalte, dass die claviculare Portion des Deltoideus nach innen und die acromiale nebst der spinalen nach aussen rotiren können. Lässt man jetzt den Humerus in die Stellung II (um  $50^{\circ}$  abducirt) übergehen, so beschreiben die Ansatzpunkte aller

Fasern um ihre Ursprünge Kreisbögen, dergestalt dass ein Theil der Fasern oder gar alle, die bisher medianwärts vom Drehpunkt gelegen haben, nunmehr jenseits (lateralwärts) desselben zu liegen kommen. Es muss also allgemein das abductorische Moment der Fasern zugenommen, beziehungsweise das adductorische abgenommen haben; damit ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass diese Abnahme bis zu Null oder noch weiter, bis zu einem abductorischen Moment gegangen sein kann. Wirklich zeigt auch die zweite Spalte der Tabelle VIII von dem bisher ausserordentlich grossen adductorischen Moment nur noch einen kleinen Rest im letzten Faden; an der clavicularen Portion ist es völlig in ein abductorisches übergegangen. Diese Reihenfolge von Momenten ist etwa durch eine Curve darstellbar, deren Ordinaten bei Faden Nr. I mit 14 beginnen, bis zu 24 und 34 steigen, hierauf wieder abnehmen, bei dem VI. Faden den Nullpunkt erreichen und beim VII. auf die andere Seite der Abscissenaxe, also in das negative gehen, mit andern Worten, das abductorische Moment ist hier noch ein adductorisches. Die Zahlen der ersten Spalte haben sich, wie nicht anders zu erwarten war, nur wenig geändert; dagegen sind die rotatorischen Momente, die ja ohnehin nicht sehr beträchtlich waren, bis auf ganz unbedeutende Spuren geschwunden, was gleichfalls un schwer verständlich ist; laufen doch in der neuen Lage alle Muskelfäden dem Humerus nahezu parallel oder schneiden wenigstens unter viel kleineren Winkeln die Rotationsaxe als in der ersten Stellung.

Es wäre nun zu ermitteln, ob jene Zahlangaben sich, wenigstens qualitativ, am lebenden Menschen bewahrheiten lassen. Unzweifelhaft ist es und von *Duchenne* auch schon ausdrücklich erwähnt, dass bei einer Flexion des Humerus die claviculare Deltoideusportion eine wichtige Rolle spielt und dass gleichzeitig alle übrigen Theile des Muskels in völliger Ruhe sind. Analog contrahirt sich die spinale Portion bei Streckung des Humerus und die vordere verharrt in Ruhe. Endlich bei kräftiger Abduction, und hierin weichen unsere Angaben von denen *Duchenne's* und *Bichat's* ab, wird nur die acromiale Portion gespannt und die spinale sowohl wie claviculare bleiben schlaff. Wer sich davon überzeugen will, braucht nur mit dem senkrecht herabhängenden Arm abducirend gegen eine Wand oder sonst einem fest-

stehenden Gegenstand zu drücken und gleichzeitig mit der freien Hand zuzufühlen; für die hintere Portion wird der Experimentator sofort ausser Zweifel sein, während er bei der vorderen vielleicht doch eine Contraction zu finden glauben wird. Sollte dies der Fall sein, so braucht er nur den Oberarm etwas einwärts zu rotiren und dann den Versuch noch einmal anzustellen; der erwartete Erfolg wird dann nicht mehr ausbleiben. Es darf eben niemals aus dem Auge gelassen werden, dass die Messungen in einer ganz bestimmten Lage des Humerus zur Scapula vorgenommen, also auch nur für diese giltig sind. Da es nun schwer sein wird, genau dieselbe Stellung im lebenden Menschen nachzuahmen, so darf man auch nicht erwarten, so ohne weiteres bis in die geringsten Einzelheiten jene Angaben am lebenden Menschen demonstrieren zu können; man wird sich eben mit einer annähernden Uebereinstimmung zufrieden geben müssen. Viel leichter als von dem eben Gesagten kann man sich nun davon überzeugen, dass in abducirter Stellung des Oberarmes die claviculare Portion und ein Theil der spinalen zur Abduction mitwirken; man braucht eben nur mit hoch erhobenen Arm eine Abductionsbewegung gegen einen beträchtlichen Widerstand auszuführen. Ebenso schnell kommt man über die Adductionsfähigkeit der spinalen Portion ins Reine, dagegen hat es uns niemals gelingen wollen, bei der Bemühung, den hängenden Arm noch weiter zu adduciren, eine Contraction des clavicularen Deltoideus wahrzunehmen; auch bei Rotationen nach innen ist nicht immer eine Contraction des clavicularen Deltoideus zu fühlen. Um so deutlicher bemerkt man aber die Thätigkeit der spinalen Portion bei Rotationen nach aussen. Im Ganzen betrachtet ist also der Deltoideus ein Complex von Muskeln, die sich in verschiedenen Zusammensetzungen in ihrer Action unterstützen und ausserdem je nach der Lage der Knochen zu einander functionell verschiedene Bedeutung haben.

Ein Blick in die vergleichende Anatomie bestätigt die von *Duchenne* zuerst ausgesprochene Auffassung des Deltoideus als Summe dreier verschiedener Muskeln vollkommen. Während die Mehrzahl der menschlichen Muskeln sich bei den Säugethieren, Reptilien und sogar bei den Amphibien ohne weiteres wieder erkennen lassen, hat die Frage nach dem Homologon des menschlichen Deltoideus stets zu sehr verschiedenen Antworten geführt, weil der eine Anatom zwei, ein anderer drei, wieder ein anderer

zwei andere Muskeln als dem menschlichen Deltoideus entsprechend aufgefasst wissen wollte. Die herrschende Meinung scheint nun im Ganzen die zu sein, dass bei den Säugethieren der menschliche Deltoideus durch drei verschiedene Muskeln vertreten wird, und zwar geht der hinterste der drei Individuen von der *spina scapulae* zum Oberarm; der zweite entspringt vom *Acromion* und der dritte, der menschlichen *Clavicularportion* homolog, von einigen Halswirbeln, also ganz so, wie *Duchenne* den Deltoideus beim Menschen zerlegt wissen will. Nach unseren Untersuchungen müssen wir nun noch einen Schritt weiter gehen wie *Duchenne*; denn es lässt sich sehr leicht zeigen, dass auch innerhalb dieser drei Abtheilungen noch Muskeltheile unabhängig von einander contrahirt werden können. Sehr schön kann man sich dies am Lebenden demonstriren, wenn man den Deltoideus eines Menschen unter den Fingern hat, der eben im Begriff ist, einen Stein zu schleudern. Er führt zunächst seinen Arm in eine Stellung, die aus *Extension*, *Adduction* und *Rotation* nach aussen zusammengesetzt ist; dann beginnt er zu *abduciren*, zu *flectiren* und nach innen zu *rotiren* und setzt diese Bewegungen fort, bis die Erregungswelle von den zuerst contrahirten hintersten Bündeln über den *acromialen* Theil continuirlich bis zum vordersten verlaufen ist.

Der Leser wird sich noch daran erinnern, dass bei der Besprechung des *Infraspinatus* auf den Deltoideus verwiesen wurde, weil jener Muskel zu ungünstig gelagert ist, um ihn vollkommen sicher am Lebenden beobachten zu können. Es kann nun nach dem eben Gesagten kein Zweifel mehr sein, dass die dort einstweilen aufgestellten Behauptungen von der verschiedenen Wirkungsweise verschiedener Theile eines Flächenmuskels hinlänglich bewiesen worden ist.

Zum Schluss dieser Arbeit mag es verstattet sein, einige allgemeine Sätze auszusprechen, die sich besonders bei den gelegentlichen Versuchen am Lebenden aufgedrängt haben und unseres Wissens bis jetzt noch nirgends mit aller Deutlichkeit und Bestimmtheit ausgesprochen, sondern vielmehr von einem Forscher stillschweigend vorausgesetzt und von anderen stillschweigend in Abrede gestellt worden sind.

1. Was die Anatomie als einen Muskel zu bezeichnen und demgemäss mit einem individuellen Namen zu bedenken pflegt, kann im *physiologischen* Sinne nicht als Einheit betrachtet werden. Denn

die Fasern eines solchen Gebildes werden keineswegs stets gleichzeitig und gleich stark in Erregung versetzt. Vielmehr werden die einzelnen Theile eines Muskels unabhängig von einander contrahirt, was bei der grossen Anzahl von Nervenfasern, mit denen jeder Muskel versehen ist, durchaus im Bereich der Möglichkeit liegt.

2. Es scheinen zur Ausführung einer Drehung um eine bestimmte Axe alle diejenigen Muskeln, welche ein positives Moment für die Drehung des Knochens in diesem Sinne haben, immer zusammenzuwirken, ohne Rücksicht darauf, ob sie ihren Hauptmomenten nach Antagonisten oder Genossen sind. Diese Einrichtung führt mehrere wichtige Vortheile mit sich. Einmal ist es nämlich dadurch ermöglicht, eine jede Bewegung mit ungleich grösserer Kraft auszuführen, als wenn (was nebenbei practisch unmöglich) für jede Bewegung ein Muskel ausschliesslich wirksam wäre. Und dann ist hierdurch den Gelenken eine Festigkeit gegeben, die mit der wachsenden Gefahr, d. h. mit der wachsenden Spannung der Muskeln selbst zunimmt. Im andern, bloss gedachten Falle müsste das Gelenk durch Bänder geschützt sein, die schon von vorneherein für die maximalsten Muskelzüge berechnet wären. Natürlich wäre dies ohne sehr grosse Bandmassen gar nicht herzustellen und würde obendrein die feineren Bewegungen des Gliedes durch den grossen Widerstand sehr beeinträchtigen.

Der Zweck dieser Arbeit mag es verstaten sein, einige allgemeine Sätze auszusprechen, die sich besonders bei den physikalischen Versuchen am Leberden aufgedrängt haben und unseres Wissens bis jetzt noch nirgends mit aller Deutlichkeit und Bestimmtheit ausgesprochen, sondern vielmehr von einem Forscher stillschweigend vorausgesetzt und von andern still-

Zum Schluss dieser Arbeit mag es verstaten sein, einige allgemeine Sätze auszusprechen, die sich besonders bei den physikalischen Versuchen am Leberden aufgedrängt haben und unseres Wissens bis jetzt noch nirgends mit aller Deutlichkeit und Bestimmtheit ausgesprochen, sondern vielmehr von einem Forscher stillschweigend vorausgesetzt und von andern still-

Anmerkung: Sinnentstellende Druckfehler im ersten Theil dieser Arbeit Seite 135 Zeile 26 und 32 „Flexionsaxe“ muss es heissen „Ab-Adductionsaxe“.

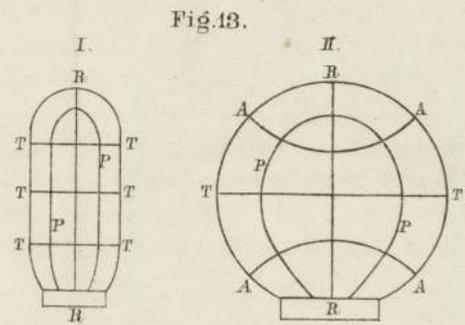
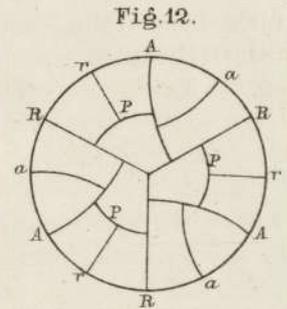
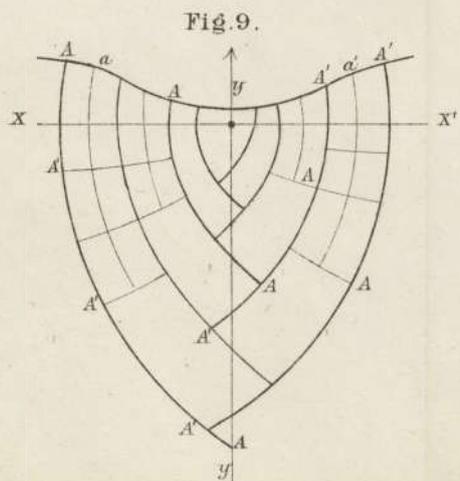
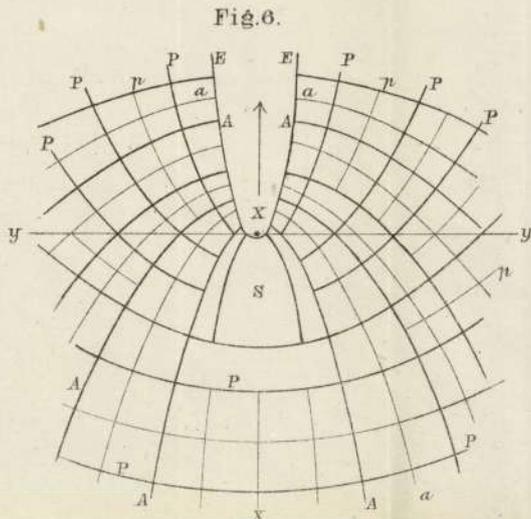
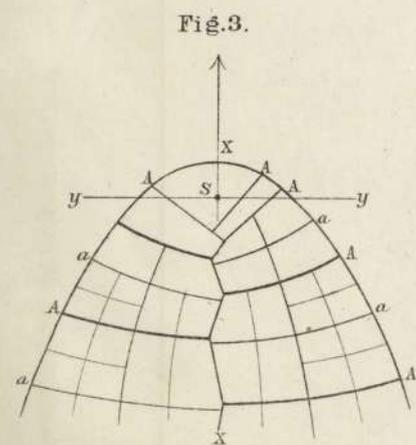
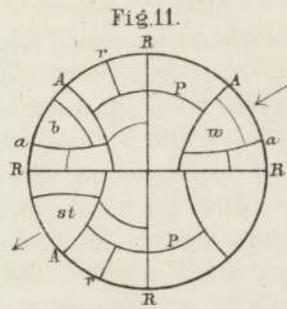
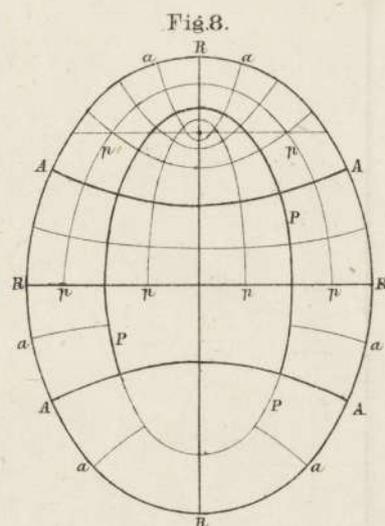
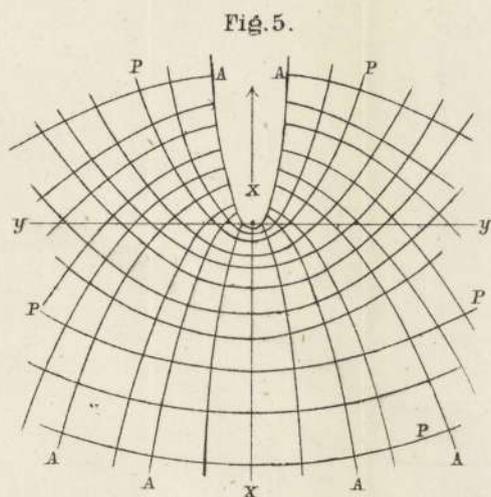
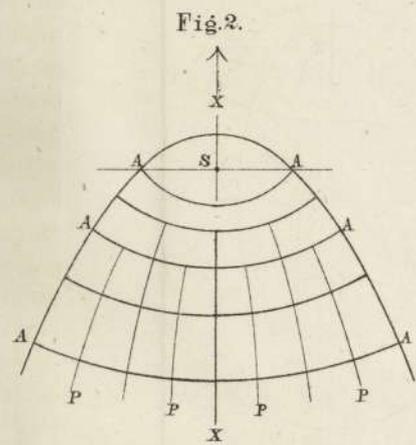
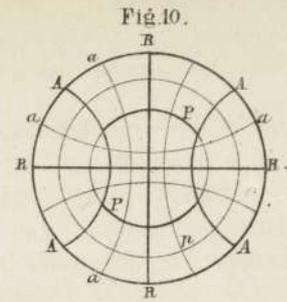
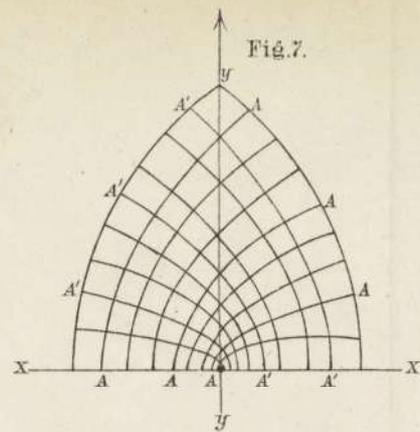
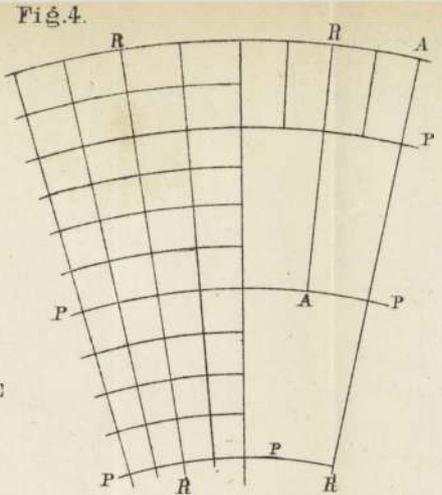
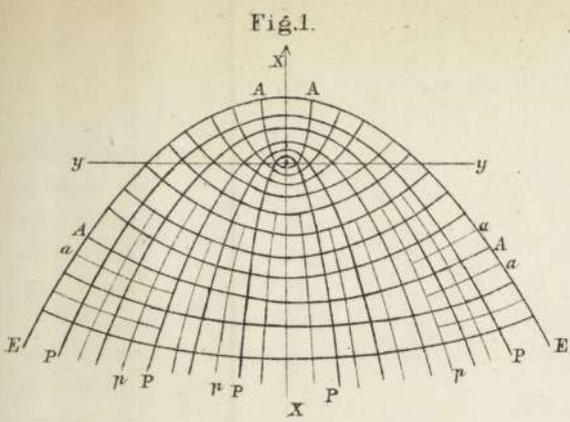




Fig. 1<sup>a</sup>

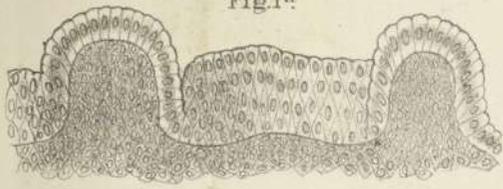


Fig. 1<sup>b</sup>

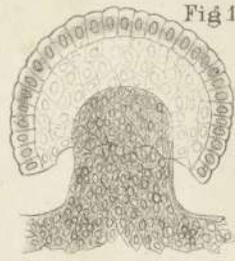


Fig. 4.



Fig. 5<sup>b</sup>



Fig. 5<sup>a</sup>

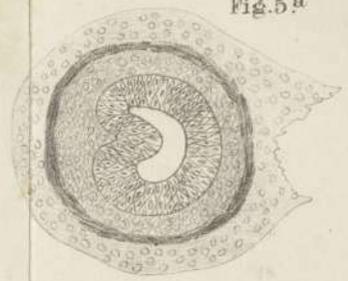


Fig. 7.

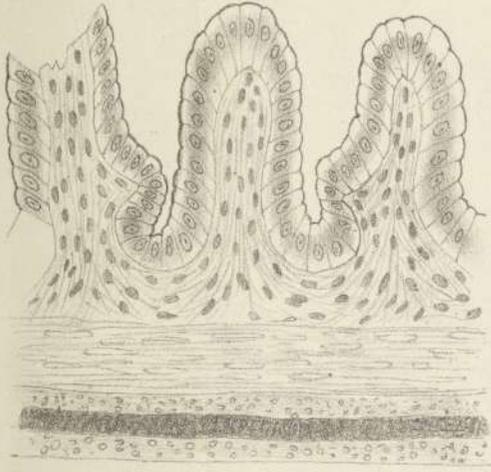


Fig. 2.

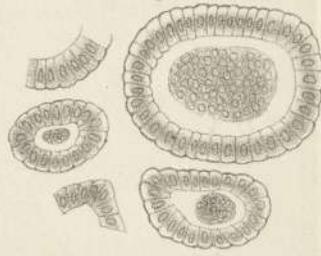


Fig. 6.

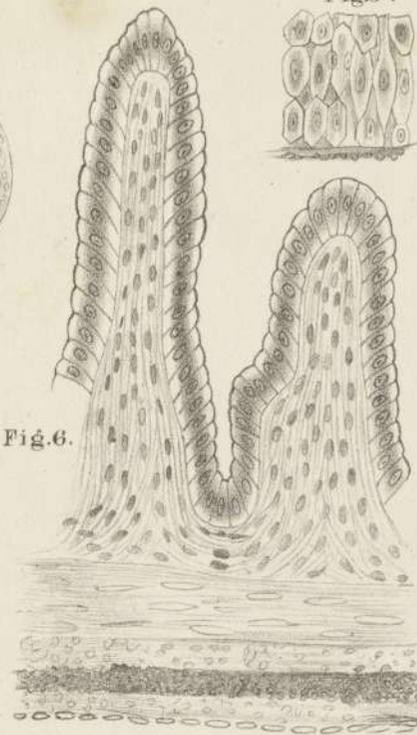


Fig. 3.

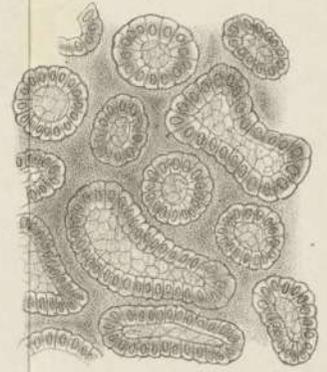


Fig. 8<sup>a</sup>

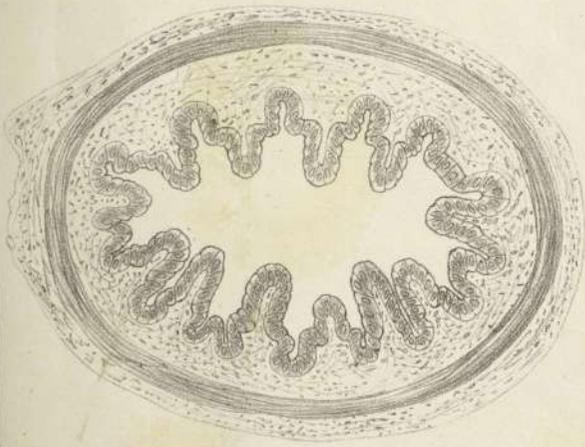


Fig. 8<sup>b</sup>

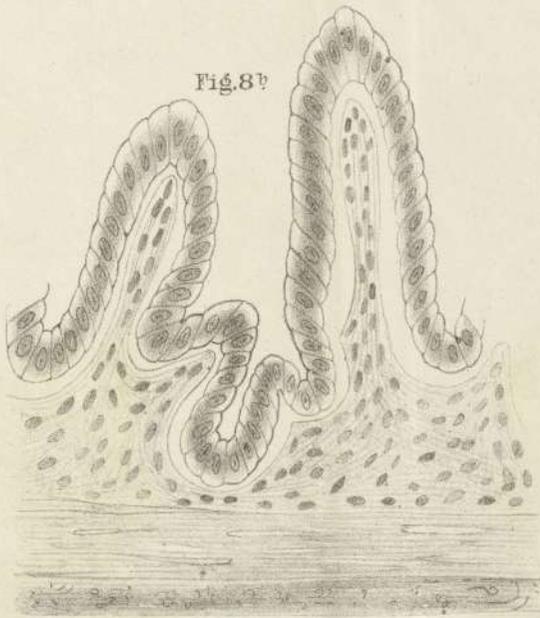


Fig. 9.



Fig. 10.



