

VERHANDLUNGEN
DER
PHYSIK.-MED. GESELLSCHAFT
ZU
WÜRZBURG.

HERAUSGEGEBEN
VON DER
REDAKTIONS-KOMMISSION DER GESELLSCHAFT:

PROF. DR. O. SCHULTZE.
PROF. DR. F. HARMS. PROF. DR. O. POLANO.

NEUE FOLGE. XL. BAND.

MIT 17 TAFELN.



WÜRZBURG.
CURT KABITZSCH (A. STUBER'S VERLAG).

1910.

17270



Alle Rechte vorbehalten.

Inhalt des XL. Bandes

	Seite
<i>Beckenkamp, J.</i> , Demonstration einiger neuer Strukturmodelle (Nr. 1.) . . .	1
<i>Borst, M.</i> , Gedächtnisrede auf Georg Eduard von Rindfleisch (Nr. 5.) Mit 1 Porträt	103
<i>Breidenbach, Heinz</i> , Der Zustand des Mainwassers und der Mainufer ober- halb, unterhalb und innerhalb Würzburgs unter Verwendung chemischer, bakteriologischer und biologischer Methoden. Mit 2 lith. Tafeln. (Nr. 3.)	35
<i>Kraus, Gregor</i> , Erfahrungen über Boden und Klima auf dem Wellenkalk. (Nr. 2.)	19
— — Die Fels- und Gerölllehne. (Nr. 6.)	131
— — Wellenkalkwälder. (Nr. 6.)	140
— — <i>Lactuca quercina</i> L. (<i>L. stricta</i> Wald et Kit.). (Nr. 6.)	148
— — Ambrosius Rau und sein Rosenherbar. (Nr. 6.)	152
<i>Lang H. K.</i> , Der Sauerstoffgehalt der natürlichen Wässer in Würzburg und Umgebung. Mit 1 Tafel. (Nr. 8.)	160
<i>Riedinger, F.</i> , Über die Wirkung moderner Projektile. Festrede zur Feier des 59. Stiftungsfestes. Mit 12 Tafeln. (Nr. 4.)	73
<i>Schultze, Prof. Oskar</i> , Neue Methoden der histologischen, aufhellenden und korrodierenden Technik mit Besprechung der Ergebnisse und De- monstrationen. (Nr. 7.)	157

Demonstration einiger neuer Strukturmodelle.

Von

J. Beckenkamp.

Zur Erklärung der Eigenschaften der Kristalle hat man schon seit *Haüy* sog. Strukturtheorien aufgestellt. Bei den „Raumgittern“ von *Bravais* und den „regelmässigen Punktsystemen“, wie sie von *Sohncke*, *Fedorow* und *Schoenflies* entwickelt wurden, werden die Massenteile als Punkte dargestellt, und man kann natürlich alle möglichen regelmässigen Punktsysteme nach ihrer Symmetrie ebenso in 32 Klassen ordnen wie die Kristalle. Die älteren Elastizitätstheorien von *Navier*, *Poisson* und *Cauchy* gingen von der Annahme aus, dass die Moleküle nach allen Richtungen hin mit gleicher Stärke wirkten, sie führten aber zu Resultaten, welche mit der Beobachtung nicht übereinstimmten.

Die neuere Theorie setzt deshalb voraus, dass das homogene kristallinische Medium aus einem System von Molekülen besteht, deren gegenseitige Wirkung aufeinander mit der Richtung wechselt¹⁾. Bei der Ableitung von Strukturformen für die verschiedenen Modifikationen von SiO_2 ersetzte ich dementsprechend, von der Voraussetzung ausgehend, dass die elementaren Raumgitter sich mit grosser Annäherung aus rektangulären Parallelepipeden aufbauten, die punktförmigen Repräsentanten (kleine Kugeln) der Massenteile durch Ellipsoide, für welche in dem genannten Falle Rotationsellipsoide verwendet werden konnten. Diese Ellipsoide bilden bei den verschiedenen

¹⁾ Vgl. Zeitschr. f. Krist. und Min. 15, 298.

Modifikationen von SiO_2 verschiedenartige Gruppen; die Schwerpunkte dieser Gruppen bilden die Knotenpunkte von *Bravais'schen* Raumgittern, während die Schwerpunkte der einzelnen Ellipsoide regelmässige Punktsysteme darstellen. Jedes dieser Punktsysteme setzt sich zusammen aus einer Anzahl sich durchdringender elementarer Raumgitter und die zum gleichen elementaren Raumgitter gehörenden Ellipsoide sind bei den Modellen mit gleicher Farbe versehen. Dabei ergab sich, dass das elementare Raumgitter der verschiedenen Modifikationen von SiO_2 das gleiche ist, und dass dasselbe mit dem elementaren Raumgitter der tetragonalen Dioxide der vierten Gruppe des periodischen Systems bis auf geringe Differenzen übereinstimmt. Noch viel weiter gehende Aufschlüsse gestatten diese letzteren Strukturmodelle, wenn wir die Ellipsoide durch Achsenkreuze ersetzen, deren Richtungen die Hauptrichtungen der elementaren Raumgitter, also auch die Hauptrichtungen der molekularen Fernwirkung andeuten, und deren Längen sich wie die Kanten des zugehörigen Elementarparallelepipedons verhalten. Namentlich geben diese Strukturmodelle dann Aufschluss über die sog. „anormalen“ Erscheinungen und lassen auch die Ursachen der Polymorphie bezüglich Morphotropie besser übersehen als die früheren Modelle. Ich möchte diese beiden Fälle an je einem Beispiele erläutern.

Die Anomalien des Topases.

1. Der Topas gilt allgemein nach seiner äusseren Form als rhombisch holoëdrisch, indessen zerfallen Platten, welche senkrecht zur Längsrichtung hergestellt sind, in bezug auf ihr optisches Verhalten meist in mehrere Felder, welche nicht gleichzeitig auslöschen. In der Regel sieht man längs des Randes einen Saum, dessen Auslöschung beträchtlich von der normalen Lage abweicht, und ausserdem zerfällt auch das Mittelfeld häufig nach den beiden Diagonalen wieder in vier Felder. Dieselbe Felderteilung zeigt die Topasplatte auch bei pyroelektrischer Untersuchung. Die vier Mittelfelder sind hierbei auf der oberen und unteren Seite der Platte entgegengesetzt, auf der einen Seite positiv, auf der anderen negativ elektrisch, ausserdem sind sowohl auf der oberen als auf der unteren Seite der Platte die Grenzen der optischen Felder beim Abkühlen negativ; genauere Untersuchungen haben ergeben, dass jedes der vier Zentralfelder elektrisch azentrisch ist in bezug auf die Achse c , ausserdem bei einigen Kristallen nach der Achse a , bei anderen nach der Achse b .

Die neuen Modelle geben über dieses Verhalten Aufschluss.

Über Zwillinge und Molekülgruppen.

Zwillinge sind gesetzmässige Verwachsungen zweier gleicher oder zweier spiegelbildlicher (enantiomorpher) Individuen, welche entweder eine Grade oder eine Ebene gemeinsam haben. In bezug auf die gemeinsame Grade, die Zwillingsachse, erscheinen die beiden Individuen um 180° gedreht, in bezug auf die gemeinsame Ebene, die Zwillingsebene, spiegelbildlich. Im allgemeinsten Falle lagern sich um eine Zwillingsachse zwei gleiche Individuen, um eine Zwillingsebene zwei enantiomorphe. Besitzen die einfachen Individuen schon an sich gewisse Symmetrieachsen oder Symmetrieebenen, dann können beide Arten von Zwillingsbildungen zum gleichen Resultat führen.

1. Die Zwillingsachse ist in den meisten Fällen entweder a) eine mögliche Kristallkante oder b) sie liegt in der von zwei möglichen Kanten gebildeten Ebene, also in einer möglichen Kristallfläche, zu einer möglichen Kante senkrecht.

2. Die Zwillingsebene ist in der Regel entweder a) eine mögliche Kristallfläche, oder b) die Normalebene zu einer möglichen Kante.

Verschiedene Tatsachen sprechen dafür, dass die verschiedenen Anordnungen nach den Zwillingsgesetzen Gleichgewichtslagen der einfachen Moleküle entsprechen, und dass nach denselben Gesetzen, nach welchen die Kristallmassen Zwillinge bilden, auch einzelne Moleküle sich zu Molekülgruppen, auch Kristallmoleküle oder physikalische Moleküle genannt, vereinigen. Ordnen sich eine sehr grosse Anzahl derartiger Gruppen im Raume parallel, so entsteht eine homogene Kristallmasse; den Zwillingselementen der Gruppe entsprechen bei der Kristallmasse die sog. Symmetrieelemente.

Ableitung der Anomalien des Topases aus der Molekülgruppe.

Setzen wir voraus, das elementare Achsenkreuz habe azentrisch triklone Symmetrie, d. h. alle drei Achsen a , b , c seien ungleich lang und azentrisch, d. h. die beiden Richtungen einer jeden der drei Achsen seien nicht gleichwertig, so dass man bei jeder Achse eine positive und eine negative Seite unterscheiden muss, und die Neigungen α , β , γ der drei Achsen gegen einander seien ungleich und von 90° verschieden. Durch Zwillingsbildung nach der Achse a (oder durch Zwillingsbildung nach der Achse b) entstehe zunächst eine zweigliederige Molekülgruppe; aus der zweigliederigen Gruppe durch nochmalige Zwillingsbildung nach der Achse c des einen Moleküls der zweigliederigen Gruppe eine viergliederige. Die Achse c zweier Moleküle ist bei dieser

viergliederigen Gruppe parallel und auch dem Sinne nach gleichgerichtet, während die Achsen c der beiden anderen Moleküle infolge der Zwillingsbildung gegeneinander und gegen die beiden vorigen geneigt sind. Die beiden schief stehenden Achsen sind annähernd umgekehrt gerichtet im Vergleich zu den beiden parallelen, können aber infolge der schiefen Stellung die Polarität der beiden anderen nicht völlig kompensieren. Die viergliederige Gruppe, also auch die homogene Masse, ist infolgedessen azentrisch polar in bezug auf die zweizählige Deckachse c , welche den beiden parallelen Molekülachsen c entspricht. Dagegen kompensieren sich sowohl die vier azentrischen Richtungen a als auch die vier azentrischen Richtungen b in der zur Achse c senkrechten Ebene. Die Achsen a und b der Kristallmasse stellen Richtungen dar, welche aus den vier Einzelrichtungen a und den vier Einzelrichtungen b resultieren; diese resultierenden Achsen a und b der Kristallmasse besitzen demnach keine azentrische Polarität, solange die jedesmal einander entsprechenden vier azentrischen Richtungen in gleicher Weise begünstigt sind.

Bei vielen Mineralien ist schon mit blossem Auge zu erkennen, dass gewisse Richtungen durch die Ausbildungsart des Kristalls bevorzugt sind. Grössere Alaunkristalle zeigen z. B. regelmässig parallel zu den Würfelflächen drei sich rechtwinklig durchkreuzende, durch den Mittelpunkt des Kristalls gehende solide Wände, deren acht Winkelräume von Lamellen nach den Oktaëderflächen ausgefüllt werden. Die einzelnen Alaunlamellen sind durch parallele Luftschichten voneinander getrennt, so dass jeder der acht Kristallteile nach der anstossenden Oktaëderfläche blättrig erscheint. Hier tritt ohne Frage eine sehr auffallende Bevorzugung der der anliegenden Oktaëderfläche parallelen Richtungen gegenüber denjenigen zutage, welche zwar an sich mit diesen gleichwertig, aber zur betreffenden Lamellierung nicht parallel sind. Letztere werden von unzähligen Lücken unterbrochen, die ersteren nicht. Einen derartigen, wenn auch weniger auffallenden, sondern völlig oder teilweise versteckten lamellaren Bau nach den Umgrenzungsflächen wird man noch bei vielen anderen Mineralien annehmen müssen. Ähnlich wie die Lamellen nach den Umgrenzungsflächen verhalten sich auch Zwillingslamellen, die ebenfalls in versteckter Weise das Kristallinnere nach verschiedenen Richtungen durchsetzen. Bevorzugt sind ferner auch solche Molekülachsen, welche auf einer dem äusseren Medium zugekehrten Seite einer sich tangential vergrössernden Schicht liegend, ihren dem elektrischen Charakter des umgebenden Mediums entgegen-

gesetzten Pol nach der Richtung des tangentialen Wachstums wenden. Sind nun gewisse Linien des Kristalls infolge der Umgrenzung oder durch sonstige Umstände gegenüber anderen bevorzugt, dann erhalten diese Linien durch gleichmässiger Orientierung, durch lückenlosere Verteilung und infolgedessen auch durch einen höheren Grad der Selbstinfluenz eine stärkere elektrische Polarität als die anderen. Infolgedessen wird die bei gleichmässiger Begünstigung vorausgesetzte Kompensation gestört. Verstehen wir unter Netzlinien einer homogenen Masse nur diejenigen Verbindungslinien der entsprechenden Einzelmoleküle benachbarter Gruppen, welche den Kanten der Elementarparallelepipede der einzelnen Raungitter parallel gehen, so fallen die drei von einem Molekül ausgehenden azentrischen Achsen annähernd, aber nicht genau mit den Netzlinien zusammen, da die letzteren die resultierenden Richtungen von je vier gegeneinander geneigten Achsenrichtungen darstellen. Die Netzlinien der homogenen Kristallmasse des Topases bilden somit drei Scharen von annähernd senkrecht zueinander stehenden polaren Fäden, welche sich von der einen Grenze der Homogenität bis zur anderen erstrecken. Je zwei nächst benachbarte parallele Fäden sind bezüglich ihrer Polarität umgekehrt \rightleftharpoons (enantiopolar). Bei allseitig gleicher Begünstigung kompensieren sich die zur vertikalen Achse senkrechten entgegengesetzt gerichteten Polaritäten, nicht aber die zur vertikalen Achse parallelen Polaritäten.

Die vier von einer Gruppe ausgehenden entsprechenden Netzlinien sind bei der in Frage stehenden viergliederigen Gruppe parallel, aber der Sinn der Polarität zu je zweien entgegengesetzt. Es kann deshalb in diesem Falle eine solche Bevorzugung wie beim Alaun, wo entsprechende Netzlinien um den Oktaëderwinkel voneinander divergieren, nicht eintreten. Aber die Divergenz der zu den entsprechenden Netzlinien gehörenden Molekülachsen vermag auch hier bei Bevorzugung gewisser Ebenen eine ungleiche Begünstigung paralleler Netzlinien hervorzurufen. Ausserdem kommt natürlich auch bei der viergliederigen Gruppe die Ungleichheit infolge der Wachstumsrichtung in Frage. Hat nun jede der beiden zweigliederigen Teilgruppen eine azentrische Molekülachse a als Zwillingsachse, und liegt eine dieser beiden Zwillingsachsen einer bevorzugten Richtung näher parallel als die andere, dann überwiegt deren azentrische Polarität, und die unter diesen Umständen aus den vier entsprechenden Achsen resultierende azentrische Polarität fällt nicht mehr mit

der normalen mittleren Richtung zusammen. War die b-Achse die Zwillingsachse der zweigliederigen Gruppe, dann ist diese Richtung innerhalb der Masse azentrisch polar. Ausser nach der Achse c erhalten wir also in beiden Fällen infolge ungleicher Begünstigung noch eine entweder annähernd mit der kristallographischen Achse a oder annähernd mit der kristallographischen Achse b zusammenfallende azentrische Polarität. Durch Zwillings(Spiegel)bildung der Massen nach den drei Pinakoiden (001), (010) und (100) kommen dann im ganzen acht sich elektrisch spiegelbildlich verhaltende Teile zustande. Bei den Randfeldern des Topases kommen die Prismenflächen als Umgrenzungsflächen in Betracht, bei den Mittelfeldern die Basis oder Pyramidenflächen. Die Art der Bevorzugung ist deshalb in den Rand- und Mittelfeldern nicht die gleiche.

Das optisch anomale Verhalten des Topases ist eine unmittelbare Folge von dessen elektrischer Polarität. Das optisch anomale Verhalten des Alauns kann auch unmittelbar auf die ungleiche Verteilung der Moleküle innerhalb der ungleich bevorzugten Schichten zurückgeführt werden.

Die Dioxyde der Elemente der vierten Gruppe des periodischen Systems.

Ausser zur Erklärung der sog. anomalen¹⁾ Erscheinungen erweist sich die Gruppentheorie ausserordentlich leistungsfähig zur Veranschaulichung der Beziehungen zwischen solchen Mineralien, welche chemisch entweder gleich sind, oder sich doch sehr nahe stehen.

Die Dioxyde der Elemente der vierten Gruppe des periodischen

1) Durch Redewendungen, wie: die anomalen Erscheinungen sind die Folge „lokaler Störungen“, oder dergleichen erfahren die Anomalien zwar eine viel ungezwungenere und sogar unanfechtbare Erledigung; aber die hiermit zum Ausdruck gebrachte Konstatierung der wohl von Niemanden angezweifelten Tatsache, dass hier besondere Umstände die gewöhnliche Erscheinungsart verhindert haben, enthält keine Erklärung der durchaus gesetzmässig auftretenden Ausnahmeerscheinung, sondern das Gegenteil, das Geständnis, auf eine Untersuchung nach der Ursache und der Art jener Störungen verzichten zu wollen. Zerfällt ein gewöhnlich höher symmetrisch erscheinendes Mineral zuweilen, wenn auch nur selten, aber dann in gesetzmässiger Weise in Teile von geringerer Symmetrie, so kann es (von dem genannten Verzicht natürlich abgesehen) keine ungezwungenere Erklärung geben als die Annahme, dass der höher symmetrische Körper sich aus Teilen von geringerer Symmetrie aufbaue, sei es nun in Form von Zwillingsbildung von Kristallmassen, sei es in Form von Molekülgruppen.

Systems kristallisieren, wie nachstehende Tabelle zeigt, in recht verschiedener Weise:

I. Tabelle der Dioxyde der Elemente der 4. Gruppe.

1. SiO_2 Tridymit und Christobalit α ($t < 130^\circ \text{ca.}$) deformiert trigonal " Tridymit β ($t > 130^\circ$) trigonal " Quarz α ($t < 1000^\circ \text{ca.}$) trigonal " " β ($t > 1000^\circ$) deformiert trigonal	2. TiO_2 Rutil tetragonal $c = 0,6441$ " Brookit deformiert trigonal " Anatas " "
3. GeO_2 ?	4. ZrO_2 (künstlich) tetragonal $c = 1,006$
5. SnO_2 Cassiterit tetragonal $c = 0,6723$	6. CeO_2 ?
7. ErO_2 ?	8. —
9. PbO_2 Plattnerit tetragonal $c = 0,6764$	10. ThO_2 ?
$\frac{1+4}{2} \text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2$ Zirkon tetragonal $c = 0,6404$	$\frac{1+10}{2} \text{SiO}_2 + \text{ThO}_2$ Thorit tetragonal $c = 0,6402$

Bei allen tetragonalen Körpern der vorstehenden Tabelle wächst c mit steigender Temperatur.

II. Tabelle der Atomgewichte A_n und des Wertes

$$L_a = \frac{nA_0}{A_n}$$

n		A_n	L_a	n		A_n	L_a
—	—	—	—	?	C	12	?
1	Si	28,4	0,563	2	Ti	48,2	0,644
3	Ge	72,5	0,662	4	Zr	90,4	0,700
5	Sn	119,1	0,672	6	Ce	140,2	0,685
7	Er	166	0,675	8	—	—	—
9	Pb	206,9	0,696	10	Th	232,6	0,688
$\frac{1+4}{2}$	$\frac{\text{Si} + \text{Zr}}{2}$	$\frac{28,4 + 90,4}{2}$	0,672	$\frac{1+10}{2}$	$\frac{\text{Si} + \text{Th}}{2}$	$\frac{28,4 + 232,6}{2}$	0,674

$$\text{tg } 30^\circ = 0,57735.$$

Aus der tabellarischen Übersicht I der Kristallverhältnisse und der Tabelle II der Atomgewichte ergeben sich folgende Tatsachen:

1. Der Wert L_a entspricht ungefähr dem Wert der Achse c der betreffenden tetragonalen Form. Nur bei dem künstlich dargestellten ZrO_2 , dessen Molekularvolum aber ebenfalls aus der Reihe herausfällt, besteht eine grössere Differenz zwischen c und L_a .

2. Bei SiO_2 ist L_a kleiner als $\text{tg } 30^\circ$ und diesem Werte näher als bei allen anderen Mineralien der Gruppe; bei SiO_2 sind nur trigonale oder deformiert trigonale Kristalle bekannt (die reguläre Form des

Christobalits ist dabei den trigonalen Kristallen eingereiht, da sie ja vier trigonale Achsen besitzt; dementsprechend gehört die tetragonale Form des Christobalits zu den deformiert trigonalen Kristallen). Die Deformation des Tridymits unter 130° ist offenbar dadurch bedingt, dass hier der Wert der supponierten tetragonalen Form von SiO_2 zu weit unter $\text{tg } 30^{\circ}$ liegt, die Deformation der Quarzgruppe über 1000° dadurch, dass hier dieser Wert zu weit über $\text{tg } 30^{\circ}$ liegt.

3. Bei TiO_2 ist L_a grösser als $\text{tg } 30^{\circ}$; mit steigender Temperatur entfernt sich dementsprechend der Wert c noch mehr von $\text{tg } 30^{\circ}$. Brookit und Anatas sind deformiert trigonal, verwandeln sich aber bei hoher Temperatur in die stabile Form der TiO_2 , in den tetragonalen Rutil. Diese Umwandlung ist irreversibel.

4. Bei den Dioxyden der Elemente mit höherem Atomgewicht entfernt sich c und L_a noch weiter von $\text{tg } 30^{\circ}$ als bei TiO_2 ; es gibt dementsprechend bei ihnen weder trigonale noch deformiert trigonale Formen.

Zur Erklärung der annähernden Übereinstimmung von c und L_a stellte ich¹⁾ eine kinetische Hypothese auf, nach welcher eine genaue Übereinstimmung zwischen den beiden Werten im allgemeinen allerdings nicht zu erwarten ist. Die Durchmesser des Molekularvolumens setzen sich hiernach aus zwei verschiedenartigen Teilen zusammen: 1. aus den Durchmessern der in Frage kommenden Atombahnen und 2. aus den von der Peripherie der letzteren aus gemessenen Wellenlängen eines Systems stehender Wellen. (Der erste Teil wächst mit steigender Temperatur und mit steigendem Atomgewicht, der zweite Teil entspricht bei der in Frage stehenden Gruppe dem Werte L_a für die Achse c , wenn derselbe für die beiden anderen Achsen gleich 1 gesetzt wird.)

Über die genannten Tatsachen geben uns wieder die Strukturmodelle Rechenschaft.

Das Achsenkreuz der Elementarform von SiO_2 und der übrigen Dioxyde der Gruppe muss im vorliegenden Falle gewisse Bedingungen erfüllen. Da die beiden O-Atome die gleiche Stellung zum Si-Atom einnehmen, so kann das zugehörige molekulare Achsenkreuz nicht, wie beim Topas angenommen wurde, triklinen Charakter haben; es müssen vielmehr zwei Achsen, etwa a und b , einander gleich lang und zu der dritten Achse c gleich geneigt sein. Dadurch erhält das Achsenkreuz eine Spiegelebene und die Symmetrie der monoklin-

1) Zeitschr. f. Krist. und Min. **42**, 466. Vgl. auch ebenda **44**, 241.

domatischen (monoklin-hemiedrischen) Klasse. Die gegenseitige Neigung der Achsen scheint das Resultat zweier verschiedener Kräfte zu sein, einer Kraft, welche dieselben senkrecht zu stellen sucht, und der elektrischen Polarität der Axen, welche die gleichartigen Pole voneinander abstösst, so dass jeder positive Pol von der senkrechten Stelle aus etwas mehr nach den negativen Polen der beiden anderen Achsen gedreht wird und umgekehrt. Diese Annahme gibt eine genügende Erklärung dafür, dass das Achsenkreuz des elementaren Raumbitters wenigstens bei einer grossen Zahl von Mineralien annähernd rektangulär ist¹⁾.

Stellen wir aus diesem Achsenkreuz eine analoge Gruppe her, wie vorhin für den Topas, dann kann dieselbe wegen der Gleichheit der Achsen a und b die Veranlassung zu einer Gruppenbildung höherer Ordnung von tetragonalem Charakter bieten. Die Verteilung der Schwerpunkte der 4gliedrigen Gruppe erfolgt in diesem Falle genau nach der rhombischen Symmetrie und nähert sich der Symmetrie der skalenoëdrischen Klasse des tetragonalen Systems um so mehr, je weniger die Winkel α, β, γ zwischen den drei Achsen a, b, c von 90° abweichen. Durch nochmalige Zwillingsbildung nach der Achse a oder der Achse b , wobei die Basis die Verwachsungsebene bildet, entsteht eine 8gliedrige Gruppe mit genau tetragonalem Charakter. Durch Zwillingsbildung der 4gliedrigen Gruppe nach den Prismenflächen entsteht dagegen eine pseudotetragonale, nach der vertikalen Achse hemimorphe Masse. Annähernde Gleichheit von a und b ermöglicht auch noch eine zweite viergliedrige Gruppierung, indem zwei benachbarte Moleküle in Zwillingsstellung gebracht werden in bezug auf die Normale zur Verbindungslinie der Achsenenden a und b . Auch diese Gruppe kann durch nochmalige Gruppierung eine 16gliedrige Gruppe von tetragonalem Charakter liefern. Eine ausführliche Diskussion dieser 16gliedrige Gruppe habe ich an einer anderen Stelle gegeben.

Bei der 8gliedrigen Gruppe genügen ebenso wie bei der 4gliedrigen die Netzlinien vollständig dem Prinzip, dass je zwei nächst benachbarte Linien entgegengesetzte Polarität haben, welches bei der 16gliedrigen Gruppe nur annähernd erfüllt ist. Unter sonst gleichen Umständen ist demnach die erstere Gruppierung die wahrscheinlichere. Bezüglich der anomalen Erscheinungen verhalten sich beide Gruppierungen ganz analog.

Die tetragonalen Mineralien der genannten Dioxyde verdanken ohne Frage einer dieser beiden Gruppierungen ihre Entstehung, und

1) Zeitschr. f. Krist. und Min. 36, 481.

sind also eine Folge der völligen oder der annähernden Gleichheit der beiden Achsen a und b des elementaren Achsenkreuzes.

Die Annäherung des Verhältnisses $c:a$ an $\text{tg } 30^\circ$, ermöglicht aber noch eine weitere, eine trigonale Gruppierung. Vereinigen wir nicht vier, wie im vorigen Falle, sondern sechs Moleküle zu einer Gruppe, und verteilen die Schwerpunkte derselben auf die Mittelpunkte der horizontalen Kombinationskanten eines hexagonalen Prismas mit der Basis. Das Längenverhältnis dieser Kombinationskanten zu den vertikalen Kanten sei wieder durch die Hauptwirkungsweiten der Moleküle, also auch durch die Molekülachsen bestimmt. Drei Molekülschwerpunkte sollen auf den Mittelpunkten dreier abwechselnder oberer Kombinationskanten liegen, die drei anderen auf den mit den oberen alternierenden unteren Kanten. Bezüglich der Orientierung der Moleküle sind zwei Zwillingsgesetze möglich:

1. Sei ein Molekül I so orientiert, dass die positive Richtung der zur Basis senkrecht gestellten Achse a nach oben gerichtet, die Achse b der anliegenden Prismenfläche parallel gehe, und die positive Richtung von c nach aussen stehe. Zwillingsachse für je ein Paar benachbarter Moleküle, von welchen das eine an einer oberen, das andere an einer unteren Kante liegt, sei die in der Ebene bc liegende Normale zur Verbindungsgraden der Enden von b und c .

2. Sei die Achse a eines Moleküls I so orientiert wie bei 1. die Achsen b und c jedoch vertauscht. Zwillingsachse zweier benachbarter Moleküle sei die Verbindungsgrade der Enden b und c .

Sind die Winkel zwischen den drei Achsen a, b, c genau rechte, und ist das Verhältnis $a:b:c$ genau gleich $1:1:\text{tg } 30^\circ$, dann steht in beiden Fällen ein Molekül IV genau in Zwillingsstellung zu I in bezug auf die der anliegenden Prismenfläche parallele Achse und die Gruppe besitzt eine genau dreizählige vertikale Achse, d. h. wird dieselbe um die Vertikale aus einer Stellung um $\frac{360}{3}$ Grad gedreht, dann kommt sie wieder in eine mit der vorigen kongruente Stellung. Sind diese Bedingungen aber nur annähernd erfüllt, dann muss eine Ausgleichung eintreten, so dass I:IV, II:V und III:VI genau in diese Zwillingsstellung kommen, und dass etwa eine zur Achse a_1 parallele Gerade genau dreizählige Deckachse wird. Die Gruppe besitzt dann folgende Eigenschaften:

a) eine genau dreizählige Deckachse; b) annähernd zweizählige Nebenachsen parallel zu den horizontalen Kombinationskanten.

Ich habe schon wiederholt darauf hingewiesen, dass die Gruppe 1

die geometrischen und physikalischen Verhältnisse des Quarzes wiedergibt, die Gruppe 2 die des Tridymits.

ad 1. Wird an Stelle der Achse b die Achse a als Zwillingsachse der zweigliedrigen Teilgruppe gewählt und an Stelle der Achse a_1 die Achse b_1 die dreigliedrige Gruppenachse, dann entsteht eine sechsgliedrige Gruppe, welche zu der ersteren enantiomorph ist. Ermöglicht die eine Gruppe die Ableitung der Eigenschaften des rechten Quarzes, so gestattet dies die andere in bezug auf den linken Quarz.

Werden die azentrischen Achsen der einfachen Moleküle, etwa durch Annahme entsprechend verteilter „Polarisationselektronen“ als elektrisch polare Graden behandelt, dann ergeben die beiden Modelle die bekannten pyroelektrischen Erscheinungen des rechten und des linken Quarzes. Die Polarisationselektronen müssen dann natürlich nach denselben sich gegenseitig durchdringenden Raumgittern verteilt sein, wie die Moleküle. Innerhalb einer homogenen Masse folgen auf allen Netzlinien, welche den Kanten der Elementarparallelepipeda der sich durchdringenden Raumgitter parallel gehen, die Elektronenpaare nach dem Schema $+ - + - + -$. Jede horizontale Netzlinie wird durch die beiden, in der gleichen horizontalen Ebene benachbarten, aber unter 60° gegen jene geneigten Linien kompensiert. Die zwei nächst benachbarten vertikalen Netzlinien sind umgekehrt orientiert aber sie kompensieren sich nicht vollständig, weil die drei unteren Netzlinien zu einander schief gestellt sind, wenn die drei oberen parallel stehen.

Werden dieselben azentrisch polaren Achsen, etwa durch Annahme entsprechend rotierender „Magnetisierungselektronen“ als magnetisch polare Graden behandelt, dann ergeben dieselben beiden Modelle, wie ich bereits früher (1899) nachgewiesen habe, die rechte, bezüglich linke Drehung der Polarisationsebene des Lichtes.

Das trigonale System liefert somit eine homogene optisch aktive Masse, bei welcher das Prinzip der umgekehrten Polarität der nächst benachbarten Netzlinien streng erfüllt ist. Für das tetragonale System lässt sich eine derartige Anordnung nur annähernd erreichen¹⁾. Soll dieses Prinzip bei jeder homogenen Kristallmasse streng erfüllt werden, dann können hiernach die optisch aktiven tetragonalen Kristalle keine homogene Körper sein, sondern nur ein Aggregat von rhombischen

1) Vgl. Zeitschr. f. Kryst. u. Min. 45, 237, Fig. 6.

Massen, welche nach Art des Reuschschen Glimmersatzes um die vertikale Axe spiralg angeordnet sind.

ad 2. Auch diese beiden Modelle enthalten enantiomorphe Formen, welche jedoch nicht wie die vorigen eine Drehung des Lichtes bedingen; zudem kommen beim Tridymit die entsprechenden meroëdrischen Formen stets innig miteinander verwachsen vor.

War die Bedingung für des Zustandekommen der tetragonalen Körper annähernde Senkrechtstellung der drei Achsen und völlige oder annähernde Gleichheit der Achsen b und a , so ist die Bedingung für das Zustandekommen der beiden trigonalen Formen annähernde Senkrechtstellung der drei Molekülachsen und annäherndes Verhältnis $c:a = \text{tg } 30^\circ$.

Bei SiO_2 ist L_a und dementsprechend auch c dem Werte $\text{tg } 30^\circ$ am nächsten; dementsprechend baut das Molekül SiO_2 nur trigonale Gruppen auf, die bei niederen und bei sehr hohen Temperaturen jedoch deformiert sein können.

TiO_2 baut zwar trigonale Gruppen auf, die aber deformiert sind, Brookit und Anatas, in der Regel aber die stabile tetragonale Gruppe des Rutil.

Bei den Dioxyden mit höherem Atomgewicht kommt weder eine trigonale Gruppe zustande, noch eine deformiert trigonale Gruppe, weil hier L_a , bezüglich c zu weit von $\text{tg } 30^\circ$ entfernt ist.

Eine derartige Zurückführung der wesentlichen physikalischen Eigenschaften auf die Atomgewichte war bisher bei keinem Mineral möglich.

Der Rutil besitzt eine doppelte Teilbarkeit: 1. Die Spaltbarkeit nach dem Prisma 1. Art läßt sich zurückführen auf lamellare Zwillingsbildung nach den Flächen dieser Form, welche lediglich eine Umkehrung der Polarität der Netzlinsen an der Zwillingsgrenze zur Folge hat. 2. Die Absonderung nach dem Prisma 2. Art kann in gleicher Weise auf lamellare Zwillingsbildung nach den Flächen dieses letzteren Prismas zurückgeführt werden, bei welchem die Zwillingsgrenze zugleich Homogenitätsgrenze für das System der Schwerpunkte der Moleküle ist.

Der Quarz besitzt im Allgemeinen keine Teilbarkeit, weil er keine Zwillingslamellen hat. Zuweilen aber vorkommende Lamellenbildung von rechten und linken Massen nach dem Rhomboëder bewirkt auch eine entsprechende Teilbarkeit.

Über das Verhältnis der Mineralogie zur Kristallographie.

In meinem Vortrage: „Über neuere Aufgaben der Mineralogie“ (Sitzungsber. d. phys. med. Ges. z. Würzburg 1906) definierte ich die „Mineralogie“ als die Lehre von den Eigenschaften und dem Vorkommen der Mineralien. Als Mineral bezeichnet man „jeden festen, einheitlichen, ohne Mitwirkung von Pflanzen, Tieren oder Menschen entstandenen Körper.“ Bezüglich der Erforschung der geometrischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften der Mineralien kam ich dabei zu folgendem Schlusse:

„Soll die Mineralogie eine rein beschreibende Naturwissenschaft sein, die sich mit der Feststellung von Tatsachen begnügt, dann mag die mathematische Formulierung der Beobachtungen, wie sie in den auf den Symmetrieklassen beruhenden geometrischen und physikalischen Konstanten zum Ausdruck kommt, das Endziel¹⁾ darstellen; erhebt die Mineralogie aber den Anspruch, die Beobachtungen nicht nur zu beschreiben, sondern auch den kausalen Zusammenhang der verschiedenen Eigenschaften eines und desselben Minerals sowie die Ursache der Verschiedenheit entsprechender Eigenschaften bei einander nahestehenden Mineralien zu erforschen, dann bilden jene Konstanten nur das Material zur Erforschung der Kristallstruktur; die Ermittlung der Konstanten der elementaren Raumgitter, sowie der Art der Durchdringung der letzteren bei den einzelnen Mineralien stellt dann eine wesentliche Aufgabe der Mineralogie dar.“

M. Bauer bemerkt in einem Referate²⁾ über diesen Vortrag: „Verf. behandelt nicht Aufgaben der Mineralogie, sondern der Kristallographie, die doch nicht ein Teil der Mineralogie, sondern eine Hilfswissenschaft für sie ist, wie Chemie, Physik etc.“ Da hiermit eine Frage von allgemeinem Interesse berührt wird, so möchte ich an dieser Stelle noch kurz das Verhältnis der Mineralogie zur Kristallographie besprechen.

Gegen die an der Spitze dieser Bemerkung stehende Definition der Begriffe „Mineralogie“ und „Mineral“ ist ein wesentlicher Widerspruch nicht denkbar. Statt wie gewöhnlich den Begriff Mineral auf „homogene“ Körper zu beschränken, würde man ihn vielleicht richtiger mit Rücksicht auf das Vorhergehende auf „homogene Körper und gesetzmässige Aggregate von homogenen Körpern“ ausdehnen. Ob man

¹⁾ In dem Referate des N. Jahrbuches für Min. etc. steht an dieser Stelle „Ende“, während es im Original, wie oben, „Endziel“ heisst.

²⁾ N. Jahrb. f. Min. etc. 1908. I. S. 1.

auch flüssige Körper, wie z. B. das Wasser unter die Mineralien aufnehmen soll, ist im Grunde genommen von sehr untergeordneter Bedeutung.

Wenn es auch keine Instanz gibt, welche den Umfang des Begriffes „Mineralogie“ autoritativ festzulegen berechtigt wäre, so möchte ich doch hervorheben, dass die in obiger Bemerkung *Bauers* enthaltene Ansicht über die Beziehung zwischen Mineralogie und Kristallographie mit den Definitionen mehrerer hervorragender Mineralogen in Widerspruch steht.

So schreibt *G. Tschermak* in seinem Lehrbuche der Mineralogie 1905: „Die Wissenschaft von den Mineralen wird Mineralogie genannt.“ „Die allgemeine Mineralogie umfasst die Lehre von jenen Erscheinungen, welche an allen, oder an einer grösseren Zahl von Mineralen auftreten.“ In der allgemeinen Mineralogie bezieht sich ein Teil auf die Form der Minerale, ist also Morphologie, welche in Kristallographie, oder Lehre von den regelmässigen Formen und in Strukturlehre zerfällt.“ „Ein zweiter Teil ist die Mineralphysik“ etc.

Ähnlich schreibt *F. Zirkel* in seinen Elementen der Mineralogie 1907: „Mineralogie im engeren Sinne aber ist die Physiographie der Mineralien, oder die wissenschaftliche Kenntnis der Mineralien nach ihren Eigenschaften und nach ihrem gegenwärtigen Sein. Sie würde eigentlich richtiger Minerognosie zu nennen sein.“ „Da nun diese Eigenschaften teils morphologische, teils physikalische, teils chemische sind, so beruht auch die Mineralogie wesentlich auf Geometrie, Physik und Chemie.“ „Die Mineralogie in der weitesten Bedeutung des Wortes zerfällt in mehrere verschiedene Doktrinen, von welchen die Minerognosie unstreitig die wichtigste und erste Doktrin bildet.“ Im „ersten Abschnitt: Von den morphologischen Eigenschaften der Mineralien“, wird bemerkt: „demgemäss zerfällt dieser Abschnitt in Kristallographie oder Morphologie der Kristalle und in Morphologie der kristallinen Aggregate und der nicht kristallinen Mineralien.“ „Die Gesteine oder Felsarten bilden als solche keinen Gegenstand der Mineralogie, sondern gehören der Petrographie an.“

Im gleichen Sinne äussert sich auch *C. Klein* in seiner Festrede 1886 S. 3): „Ich habe mir es heute zur Aufgabe gestellt, eine Vorstellung von dem zu bieten, was man zurzeit in der Wissenschaft der Mineralogie erstrebt.“ „Da machen wir denn bei sorgfältiger Musterung des Beobachtungsmateriales die Bemerkung,

dass die Mineralien sich in zwei Zuständen darbieten, dem kristallinen und dem amorphen. Jener Zustand ist der der Gesetzmässigkeit, dieser wird der gestaltlose genannt; es möchte aber noch die Frage sein, ob er aller Gesetzmässigkeit bar sei, oder dieselbe nur sehr versteckt liege. Jedenfalls interessiert zunächst der Zustand der Gesetzmässigkeit am meisten und innerhalb desselben die von ebenen Flächen wohl umgrenzten Einzelindividuen, die Kristalle. Bei dem Studium derselben wird es unsere Aufgabe sein zu erkennen, wie ihre Gestaltungsweise in geometrischer und physikalischer Hinsicht zu ihrer chemischen Konstitution in Beziehung steht“ (S. 5).

Es wird also hier überall hervorgehoben, dass ein Teil der Mineralogie Kristallographie sei.

Mineralogie und Kristallographie, die Lehre von den Mineralien und die Lehre von den Kristallen, sind weder sich gegenseitig ausschliessende Begriffe, wie man nach der Bemerkung von *M. Bauer* denken könnte, noch schliesst einer der beiden Begriffe den anderen vollständig ein, sondern ihre Umfänge schliessen sich zum Teil aus, zum Teil ein, und nach einem bekannten Bilde wird ihr Verhältnis durch zwei sich durchkreuzende Kreise darstellt.

Ist der Umfang des Begriffes „Kristallographie“ durch einen Kreis K , der der „Mineralogie“ durch einen Kreis M dargestellt, so besteht der Gesamtumfang der beiden Begriffe aus drei Teilen: einem Teil κ , welcher nur der Kristallographie, einem Teil μ , welcher nur der Mineralogie angehört, und einem Teil γ , welcher beiden gemeinsam ist. Zum Teil κ gehört im vorliegenden Falle das Gebiet der sog. künstlichen Kristalle, zu μ vor allem die Lehre von dem Vorkommen, von der Bildung und der Verwendung der Mineralien, weil in dieser Hinsicht die Mineralien sich sehr wesentlich von den sog. künstlichen Kristallen unterscheiden. Dagegen bildet die Lehre von den geometrischen und physikalischen Eigenschaften der kristallisierten Körper sowohl einen Teil der Lehre von den in der Natur vorkommenden Körpern als auch der Lehre von dem sog. künstlichen Kristalle. Die Behauptung, dieser Teil gehöre nicht zur Mineralogie, sondern zur Kristallographie ist deshalb ebensowenig berechtigt, wie etwa die Behauptung, er gehöre nicht zur Kristallographie, sondern zur Mineralogie, denn tatsächlich gehört er sowohl der einen, wie der anderen Disziplin an. Sieht man von μ ab, so

ergibt sich γ als einen Teil von K; sieht man von α ab, dann ist γ ein Teil von M.

Die Tatsache, daß das für die Mineralogie und Kristallographie gleich wichtige Gebiet γ beiden Disziplinen gemeinsam ist, hat bekanntlich zu dem Vorschlage geführt unter dem Namen „Anorganographie“ einen neuen Lehrgegenstand aufzustellen, bei welchem die Beschränkung auf die in der Natur vorkommenden Objekte fortfallen sollte. Hätte ich in meinem Vortrage die Bedeutung des Wortes „Mineralogie“ in dem Sinne von „Anorganographie“ aufgefasst, dann wäre der Einwurf, die Mineralogie greife hier über ihr Gebiet hinaus, berechtigt gewesen. Da aber die Zweckmässigkeit jenes Vorschlages nicht allgemein anerkannt wurde, und mir nicht daran gelegen war, diese alte Streitfrage nochmals anzuregen, so habe ich mich in meinem Vortrage streng innerhalb der Grenzen der Mineralogie gehalten und einen Vergleich gezogen zwischen den älteren und den neueren Aufgaben der Mineralogie mit völligem Ausschluss der sog. künstlichen Körper, und deshalb behandelt mein Vortrag, genau wie der von C. Klein, nur „Aufgaben der Mineralogie“.

Sowie die Zoologie ($\tauὸ ζῷον$ das Tier) und die Botanik ($ἡ βότανη$ die Pflanze), so hat auch die Mineralogie ihren Namen von den in der betreffenden Wissenschaft behandelten Objekten. Sind nun etwa die in der Natur vorkommenden kristallisierten Körper keine Mineralien? Wie auch C. Klein angedeutet, gäbe es dann vielleicht überhaupt keine Objekte, auf welche der Begriff Mineral noch anwendbar wäre. Oder sollen vielleicht nicht alle Eigenschaften der Mineralien zur Mineralogie gehören? Von welcher Autorität und nach welchen Gesichtspunkten soll dann entschieden werden, welche Eigenschaften der Mineralien zur Mineralogie gehören, und welche ausgeschlossen sein sollen?

Die Untersuchungsmethoden sind teils geometrischer, teils physikalischer, teils chemischer Natur; zum Teil schliessen sich dieselben an die Geologie an. Geometrie, Physik, Chemie und Geologie sind demnach Hilfswissenschaften der Mineralogie. Da kaum jemand diese Hilfswissenschaften in gleicher Weise beherrscht, so wird jeder Mineraloge bei seinen Forschungen¹⁾ sich vorwiegend derjenigen Methoden bedienen, welche seiner Neigung und seinen Vorstudien am

¹⁾ Ich brauche wohl kaum zu bemerken, dass bei den Vorlesungen und Übungen andere Gesichtspunkte massgebend sein können, und dass der Dozent hierbei namentlich auf die Vorbildung und die Bedürfnisse seiner Zuhörer Rücksicht nehmen muss.

meisten entsprechen, und recht gerne bereit sein, den ihm weniger zusagenden Teil einem anderen zu überlassen. So werden namentlich diejenigen Mineralogen, welche von der Geologie aus zur Mineralogie übergetreten sind, weniger geneigt sein, sich mit der Erforschung der geometrischen und physikalischen Eigenschaften der Mineralien zu befassen, welche der geologischen Methode und dem geologischen Interesse ferner liegen. Eine derartige Arbeitsteilung ist durchaus verständlich, aber sie verleitet zu einem Irrtum, sobald sie die Meinung veranlasst, der dem andern überlassene Teil gehöre nun nicht mehr zur Mineralogie.

Soll die kristallographische Untersuchung der Mineralien deshalb keine Aufgabe der Mineralogie sein, weil die Untersuchungsmethode eine geometrische oder eine physikalische ist? Dann wäre die notwendige Konsequenz, auch die Bestimmung der Härte, Farbe, Dichte usw. von den Aufgaben der Mineralogie auszuschliessen, denn diese Untersuchungen gehören nach ihrer Methode der Physik an. Auch die chemische Untersuchung eines Minerals ist dann keine Aufgabe der Mineralogie, sondern der Chemie, und die Frage nach dem Vorkommen der Mineralien gehört dann zur Geologie.

Der Versuch, die Untersuchung der morphologischen und physikalischen Eigenschaften, welche von den genannten hervorragenden Vertretern des Faches als die wichtigste Aufgabe der Mineralogie erklärt wurde, aus deren Bereich auszuschliessen, führt zu der absurden Folgerung, dass dann der Mineralogie weder ein Objekt, noch eine Methode übrig bleiben würde. Soll die Mineralogie als Lehre von den Mineralien eine selbständige Wissenschaft bilden und nicht zu einer blossen Anleitung im Bestimmen von Mineralien etwa zu geologischen oder technischen Zwecken, herabsinken, dann muss die Untersuchung der geometrischen und physikalischen Eigenschaften, und vor allem auch die Erforschung des kausalen Zusammenhanges der verschiedenen Eigenschaften eines Minerals, nicht nur eine, sondern die Hauptaufgabe der Mineralogie bleiben. Geschieht dies nicht, dann bleibt für sie kein Platz mehr unter den Wissenschaften. Der Umstand, dass die Ziele und Methoden der Mineralogie im Verlauf von 100 Jahren nicht dieselben geblieben sind, kann kein hinreichender Grund sein für eine willkürliche Beschränkung des Begriffes der Mineralogie. Auch die beiden anderen Naturwissenschaften haben inzwischen ihr Arbeitsfeld erweitert und vertieft. Wer möchte denn heute noch Zoologie oder Botanik auf Kennzeichenlehre und auf Tier- oder Pflanzengeographie beschränken?

Erfahrungen über Boden und Klima auf dem Wellenkalk.

Auszügliche Mitteilung

von

Gregor Kraus.

1. Der Kalk (das Calciumcarbonat).

Als ich mir vor Jahren die Frage vorlegte, wie sich die einzelnen Wellenkalkpflanzen zu dem Boden, auf dem sie wachsen, insbesondere zu dem voraussichtlich verschiedenen Kalkgehalte desselben verhalten, da merkte ich erst, dass für die Beantwortung dieser Frage jede Vorarbeit fehlt.

Kalkbestimmungen von Wildböden, planmässig und ausreichend durchgeführt, die hier vorausgesetzt werden, gibt es nicht. Die wissenschaftliche Bodenkunde hat es zumeist mit den Kulturböden zu tun und streift höchstens in der forstlichen Bodenkunde das Gebiet, welches sich hier öffnet.

Analysen von Kulturböden, auch wenn sie wirklich in grösserer Zahl vorlägen, können nichts nützen. Denn der Kulturboden ist ein absichtlich und künstlich hergestelltes gleichmässiges Gemenge von all den vorhandenen Einzelböden eines Feldes und lässt keinen Schluss mehr zu auf seine Komponenten, die wir brauchen.

Nicht nur Analysen der Verwitterungsböden der einzelnen zutage tretenden Schichten des Wellenkalks, sondern möglichst zahlreiche Untersuchungen über den Kalkgehalt der Wurzelerde der Charakterpflanzen des Gebiets, — das ist es was not tut.

Da hier die Kalkbestimmung ohne wesentlichen Fehler als Karbonatsbestimmung gemacht werden kann, liess sich an die Frage wohl herantreten. —

Ich habe mir im Laufe der Jahre zu diesem Behufe zunächst

eine Vorstellung gemacht von dem Kalkgehalt aller der Gesteine, die auf meinem Gebiete Böden liefern.

Der Fuss des Krainbergs setzt bekanntlich auf dem Röt auf (Roterberg). Dies ist für uns insofern von Interesse, als der Röt im allgemeinen kalkfrei ist, aber auch karbonathaltige Stellen (ich fand 2—3% und mehr) besitzt, die Anlass geben zum heterotopischen Auftreten von Kalkpflanzen mitten in der kalkfeindlichen Flora des Buntsandsteins.

Den Anfang des Wellenkalks darf der Botaniker wohl wie *Sandberger* — ohne mit den Geologen rechten zu wollen — in den Wellendolomit setzen. Denn dieser trägt keine Buntsandsteinpflanzen, sondern eine mit der des eigentlichen Wellenkalks absolut identische Flora. Gleich in den untersten Lagen des Wellendolomits kommt zwar ein schwarzer Schiefer vor, der absolut kalkfrei ist. Aber bei seiner geringen Mächtigkeit (1,20 m) spielt derselbe keine Rolle und bringt keine Störung in der Kontinuität der Kalkpflanzen hervor.

Vom eigentlichen gelben Wellendolomit an sind die Gesteine durch alle Etagen des Wellenkalks bis zu den Mergeln über den Schaumkalken bekanntlich ausserordentlich an Kalk hochprozentig.

Ich fand rund:

1. Wellendolomit	2. Wellenkalk s. str.	3. Schaumkalk
69,0 %	81 — 87 %	86 — 87 %
	4. Mergelschiefer	
	71 %	

Aus diesen hochprozentigen Kalksteinen entstehen durch Verwitterung unsere Pflanzenböden. Der Verwitterungsvorgang, der im wesentlichen eine Auslaugung des kohlensauren Kalkes darstellt, und damit zugleich den Verfall der Gesteine hervorruft, liefert je nach dem Grade, bis zu dem der Prozess gediehen, Böden des aller- verschiedensten Kalkgehaltes. Der Vorgang der Verwitterung selbst des kalkreichsten Steines könnte sogar, wenn er ungestört von aussen sich weiter spielen könnte, zur Bildung völlig kalkfreier Erde führen.

Im gewöhnlichen Verlauf der Dinge wird aber das Gestein, sobald es zu verfallen beginnt, auch besiedelt; denn unsere Kalkpflanzen vertragen jede Menge Kalk. Ich fand *Teucrium montanum* auf Boden von 71%, *Melica ciliata* auf 60prozentigem.

So hochprozentige Böden sind aber gerade nicht die Regel. Gewöhnlich ist die Auslaugung der dauernd besiedelten Böden weiter gediehen und die häufigst vorkommenden Böden enthalten 25—50%

Karbonat. Um ein Beispiel anzuführen: Im typischen Wellenkalk, am Fusse des Maingestells, wo als Flora *Teucrium montanum*, *Helianthemum canum* und *polifolium*, *Pulsatilla*, *Lactuca perennis*, *Libanotis*, *Hippocrepis*, *Linum tenuifolium*, *Potentilla cinerea*, *Viburnum Lantana*, *Cornus*, *Berberis* usw. stehen, fand ich 36,02 %/o. — Am Neuberg mit einer Zwergflora ähnlichen Gepräges 33,18 %/o.

Böden von wesentlich geringerem Kalkgehalt kommen vor, doch sind sie seltener und lokal beschränkt. Besonders aus den Mergeln bilden sich durch ihre gelbliche Farbe auffallende Krumen, die nur 15, ja sogar nur 9 und 5 %/o Kalk führen. —

Es wäre aber eine falsche Vorstellung, wenn man glaubte, diese verschiedenen Böden treten etwa nach der Lage ihrer Muttergesteine voneinander getrennt und mehr weniger gesondert auf. Wohl kann, besonders auf dem Plateau, ein grösseres gleichmässiges Stück auftreten. Nirgends aber ist das Regel. Durch die verschiedenen Arten von „Verfrachtungen“, die bei der natürlichen Unebenheit des Terrains unausgesetzt stattfinden, werden teils auf trockenem Wege, ganz besonders aber durch die Tätigkeit des Wassers in der mannigfaltigsten Weise die Böden gemischt; es entstehen bis auf handgrosse Räume sprungweise die allerverschiedensten Bodenzusammensetzungen. Man kann wohl sagen: gewiss soviel verschiedene Böden als es Pflanzenformen gibt.

Zur Bildung so überaus mannigfaltiger Böden, die in unberechenbarer Regellosigkeit auftreten, trägt das Vorkommen eines — im Sinne der Bodenkunde, nicht der Geologie — „angeschwemmten“ Bodens bei: der Löss. — Über dem „gewachsenen“ Boden, den wir eben besprochen, liegt in unserem ganzen Gebiet, eine dünne, gewöhnlich nur 10—20 cm starke Lössschicht auf dem Plateau ausgebreitet. Die ursprünglich gleichmässige Decke ist jetzt zerrissen und zerfetzt, tritt insel- und landkartenartig in allen möglichen Umgrenzungen auf. Erkentlich an seiner tiefbraunen Farbe ist dieser Boden dadurch höchst interessant, dass er durch Auslaugung absolut kalkfrei geworden ist. Frappierenderweise treten die Kalkpflanzen ohne die geringste Störung auf ihn über. Leider ist dies auffallende Vorkommnis nicht so lehrreich, als es auf den ersten Blick aussieht. Denn stellenweise ist der kalklose Löss von kleinen Kalkbröckchen, die nachträglich hinzugekommen, durchsetzt; überall aber können die Pflanzen, die oberflächlich auf dem Löss sitzen, in aller nächster Tiefe mit ihren Wurzeln in den kalkreichen Untergrund eindringen, der nirgends schöner als hier geradezu klassische „Wurzelabdrücke“ aufweist. —

Machen nun die Wellenkalkpflanzen überhaupt oder wenigstens ein Teil derselben von diesen Bodenverhältnissen wirklich Gebrauch und bewohnen bestimmte Pflanzen ganz bestimmte Kalkgehalte? — Streng genommen: Nein.

So wenig ich eine Pflanze kennen gelernt habe, die ein bestimmtes geologisches Niveau festhält, so wenig gibt es nach meinen Erfahrungen Pflanzen, die nur Böden von bestimmtem Kalkgehalt einnehmen. Man kann beinahe jede Pflanze auf jedem Kalkgehalt finden. Doch lässt sich nicht verkennen, dass eine Anzahl Pflanzen einen typischen Boden verraten. So fand ich als Regel z. B.

	bei <i>Festuca glauca</i>	28,41 — 64,77
	„ <i>Teucrium montanum</i>	35,70 — 71,81
Dagegen	„ <i>Koeleria</i>	1,37 — 27,50
	„ <i>Pilosella</i>	15,91 — 28,81

Die „chemische Bodentheorie“ hat bisher die Bedeutung des Kalkes immer nur in einer direkten Beziehung desselben zum Pflanzenkörper gesucht und spricht seit Jahrzehnten immer nur von „bedürfen“ oder „vertragen“ des Kalkes durch die Pflanzen, ohne damit in der Erkenntnis des Problems um Fingerbreite weiter zu kommen.

Ich möchte aber an die Erfahrungen der wissenschaftlichen Bodenkunde erinnern, und empfehlen eine indirekte Beziehung des Kalkes zur Pflanze ins Auge zu fassen.

Die Vorgänge im Boden sind, wie man täglich mehr erfährt, nicht einfache Umsetzungen toter chemischer Körper. Das „Leben“ des Bodens, die Rolle der Mikroorganismen wie der Wurzel bewohnenden Pilze gewinnt von Tag zu Tag bei den Bodenumsetzungen höhere Bedeutung.

Die verwickelten Vorgänge, die im Boden obwalten, werden durch Salze, gerade Kalksalze, gewiss nicht unbeeinflusst bleiben; für die sog. „Bodentätigkeit“ ist dieser Einfluss sogar bekannt.

Unter diesen Verhältnissen darf man daran denken, dass das Vorhandensein des Kalkes im Boden, dass ein Plus oder Minus desselben den Verlauf des Chemismus, die ganze chemische Bodenkonstitution beeinflussen und auf diesem Wege die Bewohnbarkeit eines Bodens für gewisse Pflanzen bestimmen kann.

So gewiss es ist, dass der Kalkgehalt des Bodens unter den angegebenen Verhältnissen bedeutungsvoll werden kann, verschwiegen

darf doch nicht werden, dass die mir vorliegenden Fälle zu der Annahme einer chemischen Bedeutung des verschiedenen Kalkgehaltes keineswegs zwingen. Denn wir werden sehen, dass mit dem verschiedenen Kalkgehalte auch eine sehr verschiedene Bodenstruktur verbunden ist, in Folge deren Wassergehalt und Temperatur des Bodens verschieden sind.

In unseren Fällen haben die Böden mit hohem Kalkgehalt zugleich nachweislich geringe Wasserkapazität und hohe Temperatur, die des niederen Kalkgehaltes sind feuchter und kühler. Damit verfügen diese Böden über verschiedene hochwichtige physiologische Lebensfaktoren, die ihre Eigenheiten ohne Zuhilfenahme einer hypothetischen chemischen Wirkung verständlich machen könnten.

2. Bodenstruktur.

Die Struktur des Bodens, die von der wissenschaftlichen Bodenkunde mit Sieb und Schlämmapparat ermittelt wird, ist durch die Art, wie die Gesteine zerfallen, und diese durch das natürliche, ursprüngliche Gefüge des Steins vorgezeichnet.

Indem wir zunächst nur den Obergrund (Krume) ins Auge fassen und von demselben im allgemeinen die überaus grosse Flachgründigkeit (meist 10—25 cm) feststellen, können wir in unserem Gebiete, dem Gefüge der Gesteine nach, zwei extreme Typen des Zerfalles unterscheiden.

Der Wellenkalk s. str., der unter allen Schichten die grösste Mächtigkeit (16 m unter der Dentalienbank, 35 m unter den Terebratelbänken und 15 m darüber) und auch die grösste horizontale Verbreitung hat — also die Hauptmasse unseres Bodens liefert, zerfällt bekanntlich bei seiner Verwitterung in einen ganz groben Geröll- (Schotter-)Boden, dessen Komponenten erbsen- bis nussgrosse Stücke, oft auch flache, zentimeterdicke und bis handgrosse Scherben darstellen. Dies massenhafte Skelett hat nur geringe Mengen Feinerde zwischen sich.

So bestimmte ich z. B. auf einer Felslehne am Hammersteig		
	Skelett 65,65	Feinerde 34,38
an einer anderen Stelle Melicaboden	70,80	„ 29,20
	Festuca glauca-Boden 42—77 ⁰ / ₀	Skelett.

Das reine Gegenteil davon, einen oft völlig skelettlosen, fast reinen Feinboden sieht man aus den Mergelschiefeln in der Nähe

der Schaumkalkbänke entstehen, wie wir schon sahen, kalkarm zugleich und von geringer Ausdehnung, aber hochinteressant deshalb, weil er es ist, welcher das Auftreten von Mesophyten (*Brunella*, *Brachypodium*, *Koeleria*, *Pilosella*) mitten unter den Xerophyten des Wellenkalks begünstigt¹⁾.

	Skelett	Feinerde
Ein solcher Boden mit <i>Brachypodium</i> zeigt	13,8	86,2
Ein <i>Pilosella</i> -Boden	5,4	94,6

Man sieht, es herrscht ein gewisser Parallelismus zwischen Körnung und Kalkgehalt. Grobkörnige Böden sind kalkreicher, als feinkörnige. Das ist leicht verständlich. Der Feinboden ist in der Auslaugung am weitesten vorgeschritten und am meisten zerfallen; der Geröllboden enthält im Schotter unzersetzte Stücke und ein stetes Reservoir von Kalk, das eine Entkalkung unmöglich macht.

Dieser Parallelismus erschwert die Entscheidung, ob die chemische oder die mechanische Konstitution dieser Böden für gewisse Erscheinungen massgebend ist.

Auch hier, wie bei der chemischen Zusammensetzung des Bodens liegt zwischen diesen beiden Extremen der Körnung eine unberechenbare Menge von Zwischenstufen, nach der Art des Zerfalles, aber auch durch Mischungen entstanden, die im trockenen Abtrag entstehen können, am mannigfaltigsten auf kleinem Raum aber durch das Wasser hergestellt werden. Die nie rastende Tätigkeit desselben erzeugt am Hang und auf dem Plateau auf kleinen und kleinsten Erdflecken Böden verschiedener Körnung, auf ein paar Schritte geviert Dutzende verschieden strukturierter Bodenstellen.

Auch hier kann man sagen: Es gibt gewiss so viele Bodenstrukturen, als da Pflanzenformen wohnen.

Das Vorhandensein einer so grossen Mannigfaltigkeit und Verschiedenheit von Bodenstrukturen auf kleinem Raum kann nicht genug betont werden. Das ist der helle Gegensatz des Wildbodens zum Kulturboden mit seiner möglichsten Gleichartigkeit. Von diesem haben wir auch unbewusst die Vorstellung einer mehr oder weniger grossen Gleichmässigkeit der sonstigen Qualitäten.

Hier gilt es sich an eine andere Vorstellung zu gewöhnen: Im wilden Kalkboden erzeugen diese verschiedenen Bodenstrukturen selbständig und selbstätig jede für sich andere physikalische Eigenschaften, unver-

¹⁾ Noch extremer ist natürlich der Lössboden, der oft restlos durch das 0,5 mm Sieb geht.

bunden nebeneinander: verschiedenen Wassergehalt und verschiedene Temperatur.

Die Bodenstrukturen sind es, welche die dem Felde zukommenden gleiche äussere Potenzen differenzieren, den Regen und die Sonnenstrahlen verschieden verwerten, quantitativ zerlegen.

Insofern erscheint wenigstens auf unserem Gebiete die Verschiedenheit der Bodenstruktur von ungleich grösserer Wirksamkeit, als die Verschiedenheit des Kalkgehaltes.

3. Wassergehalt des Bodens (Bodenfeuchtigkeit).

Die augenfälligste physikalische Eigenschaft unseres Bodens, welche den herrschenden Xerophytismus und Nanismus der Pflanzenwelt erzeugt, ist die allgemeine hochgradige Trockenheit (Dürre).

Die entscheidenden Faktoren für diese Dürre sind:

1. Die geringe Mächtigkeit und der gewöhnlich grosse Skelettreichtum des Obergrundes;
2. die Durchlässigkeit des Untergrundes, dessen unzählige Sprünge und Spalten die dorthin gelangenden Wasser ohne Aufenthalt bis in den Röt laufen lassen, wo unser Quellenhorizont ist;
3. das dichte Gefüge des Kalksteins, der nicht porös wie der Sandstein, nur aussen benetzt wird und kein zäh festhaltendes Reservoir ist;
4. die freie Exposition des Gebietes, nach Süd- und Südwesten, für die Sonnenstrahlung;
5. und endlich der ungebrochen herrschende Südwestwind.

Um eine allgemeine Vorstellung von dem Wassergehalte zu geben, ein paar Beispiele.

Die Felslehne mit *Teucrium montanum* enthält

bei feuchtem Wetter (21. 3. 07)	16,50%
bei trockenem Wetter (7. 4. 07)	7,0 %
zur gleichen (nassen) Zeit der Waldboden auf der Leite	26,45%

Am Waldrand der Leite zeigte der Boden von *Orchis mascula*:

Am 18. April 1907	13,28%
Am 28. Sept. (äusserst trocken)	3,47%
Am 10. Oktober (nach mässigem Regen)	9,33%

Eine Geröllehne mit *Helianthemum canum*

(5. 2. 05. Am Steilweg)	13,54%
Pulsatilla-Boden 8. 3. 08	11,30%

Weitere Beispiele in Tabelle 1 u. 2.

In diesem ariden Terrain wird die Differenzierung in Gebiete von verschiedenem Wassergehalt durch die Skulptur und die Struktur des Bodens hervorgebracht.

1. Die Skulptur, worunter Neigung und Exposition verstanden sein soll, schafft öfter grössere Stücke, die Struktur dagegen kleine und kleinste Flecken verschiedener Feuchtigkeit, selbst Wohnstätten nur für einzelne Pflanzen.

Beispiele für Exposition:

Am Maingestellgraben, 2. 11. 0.7 10^{am}, bedeckter Boden. 5 cm unter der Oberfläche.

	Nordhang	Südhang
	12,57 %	3,91 %
Ebenda, offener Boden 11 ^{30a}		Felslehne.
	5,51 %	2,00 %
	Skelett 77,66 %	Skelett 75,61 %

2. Viel wichtiger ist die Herstellung von verschiedenem Wassergehalt auf kleinem Raum und hier ist der wichtigste und überall wirkende Faktor die verschiedene Körnung des Bodens, an welcher sich die Wasserkapazität besonders misst.

Im allgemeinen steht der Wassergehalt des Bodens in umgekehrtem Verhältnis zur Korngrösse; je mehr Skelett, um so weniger Wasser, Boden aus Feinerde ist am wasserreichsten:

z. B. Schotterboden mit 43,87 % Skelett	enthält	11,22 %
unmittelbar daneben befindlicher Schwemmboden		
mit 0 % Skelett		24,08 %
		Wasser.

Am Maingestell 5. 4. 07

grauer Zwergboden	Skelett 43,36	—	Wassergehalt 6,39 %
Lössboden	Skelett 0		Wasser 12,92 %

3. Ein leicht verständlicher Unterschied im Wassergehalt wird durch offenen und geschlossenen Pflanzenwuchs erzeugt.

Plateau des Maingestells 1. 3. 05.

offener Boden mit Teucrium mont.	14,9 %
geschlossener Boden, mit Potentilla cinerea, Thymus, Helianthemum canum usw. bedeckt	24,4 %

oder am Maingestellgraben 2. 11. 07

Gras- und Kraut- bedeckter Felsboden	12,57 %	Wasser
offener Felsboden	5,51 %	„

Es ist nicht überraschend, dass man gewöhnlich bei Mesophytenboden (z. B. Pilosella-Erde) höheren Wassergehalt als bei den Xerophyten findet.

Z. B.

3. 3. 05	Regentag.	Pilosella	27,02	Teucr. mo.	11,8
25. 2. 05	Trocken-Tag	„	14,74	Hel. can.	9,8
18. 4. 07	Brachypodium	21,01%	davon nur 1 m entfernt		
	Helianthem	polif.	14,48.		

Der Wassergehalt des Bodens hat nicht bloss direkte Beziehung zur Pflanze, derselbe ist ebenso wichtig, als Regulator der Bodentemperatur.

4. Bodentemperatur.

Der Erdboden hat in den oberflächlichen, für die niederen Pflanzen allein in Betracht kommenden Schichten während der Wintermonate (November bis März) gewöhnlich eine tiefere Temperatur als die Luft. Das ist bekannt. Doch kann auch in dieser Zeit die Bodentemperatur zeitweise wesentlich höher sein, als die Luftwärme, was bei der Beurteilung einzelner Frühlingsblüher, die scheinbar bei sehr niederen Graden vegetieren, ins Gewicht fällt.

Während der Vegetationszeit — von April bis September und Oktober — ist den Tag über, besonders bei Sonnenschein, die Temperatur des Bodens ganz beträchtlich höher als die der Luft, wenn sie auch während der Nacht bedeutend sinkt. Diese Bodentemperatur erreicht ganz gewöhnlich die sogenannten Optima — 30 und 35° C täglich stundenlang; ja an normalen Sommertagen sind Temperaturen von 40—45° in den obersten Schichten und 25—30° in 10 cm Tiefe gar nichts auffallendes. Die Optima der Vegetationsprozesse, wie sie die Experimentalphysiologie festgestellt hat, existieren also nicht bloss im Laboratorium oder etwa in den Tropen, sondern auch in unseren Breiten geniessen die Pflanzen ihre Optima. — Man vergl. Tabelle III.

Diese hohen Temperaturen sind den Klimatologen nicht unbekannt, in unserer Wissenschaft aber nur an einzelnen Beispielen und bisher immer für Ausnahmen gehalten worden. Sie müssen aber als eine allgemeine Erscheinung von massgebender hoher Bedeutung für die Pflanzenwelt angesehen werden.

Bekanntlich werden diese Bodentemperaturen so gut wie ausschliesslich durch die Sonnenstrahlung erzeugt. Sie treten natürlich

im direkten Sonnenschein am stärksten hervor, bleiben aber auch im diffusen Licht tagsüber nicht aus.

Selbständige Differenzierung der Sonnenwärme durch den Erdboden.

Der beschienene Boden nimmt die gelieferten Strahlen nicht gleichmässig auf, er sondert sie quantitativ nach seiner Befähigung, d. i. nach Skulptur und noch mehr und feiner nach seiner Struktur.

1. Die Wirkung der Bodenskulptur, der Bodenerhebung, ist ja allbekannt. Bei uns kommt ihre Bedeutung bei der Betrachtung von Plateau und Hang, an den Halden, an den Böschungen, den „Gräben“ in Frage. — Die temperaturerhöhende Wirkung hängt von dem Neigungswinkel und noch mehr von der Neigungsrichtung ab; Süd- und Südwestexposition sind die wirksamsten.

Zur Veranschaulichung dieser längst bekannten Tatsachen ein paar Zahlen:

Plateau und Hang.	Am Maingestell.			
	Zeit	Luft t ⁰	Plateau	Hang
24. 3. 04	11 ⁴⁵	4,6 ⁰	7,0 ⁰	9 ⁰
4. 5. 06	11 ^a	19,5 ⁰	24 ⁰	32 ⁰
Mitte Juli	11 ^a	19,6 ⁰	21 ⁰	31 ⁰

Böschung eines Grabens, der von Ost nach Westen läuft und also Nord- und Südexposition hat, ungefähr 2,5 m tief ist und einen Winkel von 40⁰ hat; die Temperatureigentümlichkeiten sind in Tabelle 4 verzeichnet.

Dass auch die kleinsten Bodenunebenheiten und die geringsten Expositionsveränderungen Einfluss auf die Bodenerwärmung haben, und welche Mannigfaltigkeit der Temperatur dadurch auf kleinstem Raum entsteht, zeigt sich nirgends schöner als im Winter bei Reif mit Sonnenschein.

2. Die Struktur, insbesondere die Körnung des Bodens, wirkt hauptsächlich indirekt, dadurch, dass sie den Wassergehalt des Bodens reguliert. Es ist ein in der Bodenkunde wohlbekannter Satz, dass die Bodentemperatur in erster Linie von der Feuchtigkeit des Bodens abhängt. Je trockener der Boden, umso höher kann im Sonnenschein die Temperatur desselben steigen. Beispiel:

Am Fusse des Kalbensteins erzeugt eine Quelle in größerem Schotterboden nasse Stellen, in hinreichender Entfernung von ihrem Ursprung. Der sonst gleichmässige Boden zeigte:

30. Juli 11^{50a} bei Luft 25,0⁰ trocken 32⁰ nass 23⁰
 15. Aug. 11^a 23⁰ 25⁰ 19,5⁰.

So ist der verschiedene Wassergehalt des Bodens ein Mittel, auf kleinem Raum verschiedene Temperaturen zu schaffen.

3. Im Zusammenhang mit Wassergehalt, wenn auch nicht ausschließlich durch ihm reguliert, steht es, daß offener Boden stets wärmer ist, als geschlossener.

Zur Veranschaulichung Beobachtungen am Maingestell

Datum	Stunde	Luft t ⁰	nackter	geschlossener Boden
22. 3. 03.	3 ³⁰	22,0 ⁰	16 ⁰	13 ⁰ 1)
11. 4. 02.	11 ^a	16,5 ⁰	16 ⁰	10,5 ⁰ 2)
25. 7. 07.	11 ^a	20 ⁰	26,5 ⁰	21,0 ⁰ 3)
28. 9. 07.	10 ⁴⁵	21 ⁰	23 ⁰	21 ⁰ 4)

4. Ein Faktor, der sonst eine sehr grosse Rolle spielt, kommt auf unserm Gebiete weniger zur Geltung; ich meine die Wirkung der direkten Besonnung und des diffusen Tageslichts, wie sie sich am deutlichsten auf freiem Felde und im Walde ausspricht.

Es genügt hier ein Beispiel anzuführen, das die überaus grosse Differenz der Bodentemperatur in Sonne und Schatten als Gesamtwirkung zeigt. Es handelt sich um die Temperatur des frei besonnten Bodens und des Bodens unter mächtigen Büschen von *Aspidium filix mas*, die im Schatten einer Linde stehen. Die Massstellen liegen nur 1,5 m auseinander!

1. Juni. Sonne, heisser Tag:

Zeit	Luft t ⁰	besonnter Boden	Schattenboden
6 ^a	15,0	15,2	14,3
12 ^m	28,3	38,0	19,0
2 ^p	31,3	43,8	20,0
4 ^p	29,8	42,0	19,0

5. Lufttemperatur.

Es ist bis auf den heutigen Tag in der Wissenschaft allgemeiner Brauch, die allgemeine Lufttemperatur, als die Temperatur anzusehen, welche die Pflanze geniesst. Nicht bloss die phänologischen Bemühungen, auch alle Angaben in der Pflanzengeographie usw. sind auf diese „Lufttemperatur“ basiert.

1) *Festuca ovina*.

2) *Pulsatilla* und *Sesleria*.

3) *Potentilla cinerea*, *Helianthemum polifolium*, *Teucrium*.

4) *Carex humilis*, *Brunella* usw.

Die normale Lufttemperatur wird meteorologisch bekanntlich „mindestens 2—3 m über dem Boden“ ermittelt.

In dieser Höhe befinden sich zwar Teile grosser Pflanzen, besonders der Bäume, aber weitaus die Mehrzahl unserer Pflanzen — alle Kräuter und Stauden — reicht gar nicht bis dahin, sondern lebt tiefer, dem Boden ganz nahe.

Dies hätte nichts zu bedeuten, wenn die Luft in verschiedener Höhe gleiche Temperatur hätte. Das ist aber bekanntlich nicht der Fall und die Meteorologie hat schon längst eine „Luftschichtungs-“ Regel nachgewiesen. Die Luft ist am Tage am Boden am wärmsten und ihre Temperatur nimmt noch oben ab; in der Nacht ist es umgekehrt. Die Unterschiede der höheren und tieferen Luftschichten sind selbst auf geringe Distanz nicht unbeträchtlich.

Daraus erfolgt ohne weiteres, dass man bisher die wirkliche Pflanzentemperatur genau noch gar nicht gemessen hat. —

Da die Meteorologen für ihre Bedürfnisse nur in grösseren Abständen — höchstens von m zu m — gemessen haben, galt es für uns, die Temperatur in den untersten Luftschichten, ganz besonders aber unmittelbar über und auf dem Boden, wo die Pflanzenorgane sitzen, näher kennen zu lernen und es hat sich gezeigt, dass hier sehr ins Gewicht fallende höhere Temperaturen herrschen.

a) Die ansehnlichste Differenz ist, wie zu erwarten war, natürlich in der Sonne, unmittelbar am Boden selbst zu erhalten, wenn man die Thermometer unter den nötigen Kautelen auf den Boden legt. Da finden sich gegen die allgemeine Lufttemperatur höhere Zahlen bis zu 10° , z. B. zeigt Tabelle III am 12. Juli 11° . Luft $t^{\circ} = 29,5$, auf dem Boden = $37,0^{\circ}$.

In einem anderen Versuch fand ich (26. Juli) 11 Uhr Luft $t = 24,0$; über dem Boden $31,5^{\circ}$, also $7,5^{\circ}$ Differenz. Am gleichen Tag zu gleicher Stunde bei derselben Lufttemperatur $32,5$, an anderer 3. Stelle sogar $34,8$, also eine Differenz von $10,5^{\circ}$.

Selbstverständlich sind diese Differenzen variabel und können auch beträchtlich kleiner ausfallen, worüber z. B. die Tabelle III zu vergleichen ist.

b) Aber nicht nur unmittelbar am Boden, auch höher hinauf in Abständen von 5—10 ja, 20—40 cm lassen sich höhere Zahlen, der „Lufttemperatur“ gegenüber, leicht feststellen. Bei der Herstellung solcher eigener Pflanzentemperatur hilft auch häufig die Pflanze selbst mit; bei Dichtstand, bei buschigem Wuchs, reicher Verzweigung oder reicher Beblätterung.

So fand ich in einem Sorghumsatz 0,4 m über dem Boden eine höhere Temperatur von $2,5^{\circ}$, in Büschen von *Carlina acaulis*, bei 0,2 Abstand vom Boden, 3° Erhöhung der Lufttemperatur gegenüber.

Für die Erwirkung besonderer Temperatur im Frühling seien Pulsatilla-Beobachtungen, die Lufttemperatur neben einem sich entwickelnden Busch und in demselben genannt:

Zeit		Luft t°	t° im Busch
10. Februar 1905	1 ^{15h}	3°	$6,5^{\circ}$
20. März 1906	2 ⁴⁵	$8,80^{\circ}$	$13,5^{\circ}$
30. März 1907	11 ^a	$15,2^{\circ}$	$24,0^{\circ}$

Dass die höhere Temperatur der unteren Luftschichten durch Leitung der Wärme aus den oberen Bodenschichten erzeugt wird, ist bekannt. Darauf hin ist es ohne weiteres verständlich, dass die untere Lufttemperatur je nach der Temperatur des unterliegenden Bodens verschieden ist, also durch die Bodenverhältnisse differenziert wird. —

In dem oben angeführten Falle vom Farnboden fand ich:

Luft t° 24°	besonnener Boden 35°	Luft darüber 29°
„ 24°	Farnboden $18,5^{\circ}$	„ „ 19°

Über die Beteiligung des Hygrometers und Anemometers an der Herstellung kleiner Klimate werde in der ausführlichen Mitteilung berichten.

Die Existenz — das Entstehen und Bestehen — all der verschiedenen Pflanzenformen wäre unbegreiflich, wenn nicht für jede auch besondere Existenzbedingungen vorhanden wären — die Mannigfaltigkeit der Formen erfordert logisch die gleiche Mannigfaltigkeit der äusseren Bedingungen.

Das Vorstehende skizziert Studien zur Ermittlung von Boden und Klima der einzelnen Pflanzenform.

Ich habe gezeigt, dass es auf dem Wellenkalk wirklich eine unendliche Mannigfaltigkeit chemisch und physikalisch verschiedener Böden gibt.

Die Existenz verschiedenster kleinster Klimate war vom Moment an verständlich, wo ich fand, dass auch im kleinen, wie in der Klimatologie im grossen, die Bodenbeschaffenheit, insbesondere die Skulptur und Struktur des Bodens, eine differenzierende Rolle für die Lebensfaktoren spielt.

Würzburg, den 27. Juli 1908.

Einige Belege.

Tabelle I.

Wassergehalt des typischen Wellenkalkbodens. 19. November 1907 in einer Tiefe zwischen 5—10 cm unter der Oberfläche. — Boden aus den Pfl.-Wurzeln.

	Wassergehalt	Skelett
1. Felslehne am Maingestell I, am Fusse des Steilwegs. Vegetation: Cervaria, Libanotis, Helianthema, Teucrium Chamaedrys und montanum, wenig Sesleria	2,65 ⁰ / ₀	66,62 ⁰ / ₀
2. Ebenda, unterster Absatz, besonders mit Teucrium montanum und Rosa pimpinellifolia bewachsen	1,76 ⁰ / ₀	88,30 ⁰ / ₀
3. Geröllehne unter einer 2 m hohen Felsmauer, mit Helianthemum canum	5,01 ⁰ / ₀	82,80 ⁰ / ₀
4. Eine kleine Seslerialhalde, ebenda, $\frac{1}{3}$ der Höhe	5,76 ⁰ / ₀	73,06 ⁰ / ₀
5. Ebenda in $\frac{1}{3}$ der Höhe, in einer Senkung mit schirmförmig gewachsenem Cornus, ferner Libanotis, Teucrium Chamaedrys, Pilosella etc. — Etwas Moosdecke	7,19 ⁰ / ₀	69,04 ⁰ / ₀
6. Ebenda, ein Brachypodium-Bestand mit . .	8,59 ⁰ / ₀	

Tabelle II.

Wellenkalkboden an einem Regentag, 14. Dezember 1907.

	Wassergehalt
1. Echter Haldeboden im unteren Wellenkalk . . .	13,18 ⁰ / ₀
2. Brachypodium-Bestand im Schuttboden, ebenda . .	18,19 ⁰ / ₀
3. Etwas humoser Boden von Lactuca quercina . .	25,78 ⁰ / ₀

Tabelle III.

Verlauf der Luft- und Bodentemperatur an einem Sonnen- und einem Regentage.

12. Juli: Völlig klarer Tag. Im besonnten Boden die Temperatur bei 2 cm und 10 cm Tiefe gemessen.

Zeit	Luft t ⁰	Luft über dem Boden	Boden 2 cm	10 cm
9 ^{30a}	24 ⁰	26,0	33,0	20,6
11 ^a	29,5	37,0	43,0	31,0
1 ^{15p}	31,2	39,0	50,0	34,0
18. Juli. Nach regnerischen Tagen, bedeckter Tag und leichter Regen.				
8 ^a	14,1	14,1	14,8	15,0
12 ^m	14,9	15,1	17,2	16,0
2 ^p	16,5	19,5	19,5	17,0
4 ^p	17,2	17,5	19,0	18,0
5 ^{45p}	17,0	17,2	18,0	17,5
8 ^p	15,4	15,5	16,2	17,0

Während dieses Tages war der Gang der Bodentemperatur unter einigen grossen Büschen von *Aspidium filix mas* (1,5 Meter entfernt, unter einer kräftigen Linde im Schatten stehend)

8 ^a	14,1		14,8	15,0	
12 ^m	14,9		14,0	14,0	
2 ^p	16,5		14,8	14,8	
4 ^p	17,8		15,2	15,0	
19. Juli. Dem 18. gleich; doch der Himmel etwas lichter.					
8 ^{30a}	15,5	16,2	16,6	15,5	
11 ^{30a}	18,2	19,0	19,0	17,0	
6 ^p	19,0	19,0	20,0	19,2	
18. Mai. Stunde					
6 ^a	11,2	11,2	11,0		bedeckt
8 ³⁰	16,0	16,0	13,2		„
11 ³⁰	19,2	30,0	18,2		Sonne seit 1 Stunde
1 ^p	22,0	35,5	25,0		Sonne
2 ^p	24,0	39,0	29,0		„
3 ²⁰	24,3	37,0	29,0		„
4 ²⁰	24,0	35,0	28,0		„
5 ²⁰	24,0	29,2	25,0		„
6 ²⁰	23,5	26,4	24,0		„
8 ²⁰	18 ⁰	20,8	21,0		—

Tabelle IV.

Nord-Süd-Exposition¹⁾ am Maingestellgraben.
Entfernung der beiden Antiklinen 4 m.

	Zeit	Luft ⁰	Boden	
			N	S
14. 1. 03.	10 ²⁰	— 1,5	— 2,0	0 ⁰
22. 2. 03.	10 ⁰	+ 12 ⁰	+ 5	+ 9
5. 3. 03.	4 ¹¹	13	11,5	12,5
21. 3. 03.	3 ¹⁵	19	7 ⁰	22 ⁰
27. 5. 06.	10 ¹⁵	21	14	24
25. 7. 07.	10 ³⁰	20	15,2	27
16. 7. 05.	10 ²⁰	19,3	19,5	26
17. 9. 05.	10 ³⁰	12,5	13,5	14
28. 10. 05.	10 ⁴⁵	7,0	5,6	6,2
7. 11. 05.	11	9	8,5	8,5
21. 12. 05.	2 ¹¹	2 ⁰	2	2

Tabelle V.

Zur Veranschaulichung, wie verschiedene Temperaturen auf einem kleinen Raum nebeneinander existieren können.

Am Kraimberg, auf Röt. 11. Mai. Verschleierte Sonne.

1. 12^{30p} Luft⁰ 18,2 — freier Boden mit Pulsatilla 25,5⁰ — 10 m entfernt unter Kiefernboden mit Orchis mascula 16,0⁰ —.

2. 1^p auf freiem Rötboden:

Luft⁰ 19,0, nackter Röt 28,5⁰, die Luft über dem Boden 23⁰ — mit Trifolium repens bewachsener Boden 21,2, die Luft über dem Boden 22,5.

3. 1^{20p}, andere Stelle im Röt:

Luft⁰ 19,5, freier Boden 30⁰, unmittelbar daneben mit Trifolium rubens bewachsener Boden 20⁰, die Luft in den Blättern 22⁰.

¹⁾ Gibt zugleich eine kleine Übersicht über Luft- und Bodentemperaturgang im Jahre.

Der Zustand des Mainwassers und der Mainufer
oberhalb, unterhalb und innerhalb Würzburgs
unter Verwendung chemischer, bakteriologischer und
biologischer Methoden.

Von

Heinz Breidenbach.

(Von der mediz. Fakultät zu Würzburg preisgekrönte Arbeit.)

Motto:

Irrtum verlässt uns nie; doch zieht ein höher Bedürfnis
Immer den strebenden Geist leise zur Wahrheit hinan.

Goethe.

Der Zustand des Mainwassers und der Mainufer oberhalb, unterhalb und innerhalb Würzburgs soll unter Verwendung chemischer, bakteriologischer und womöglich biologischer Methoden untersucht werden. Es kann aber auch eine Arbeit mit dem Preise ausgezeichnet werden, welche nur eine Methode, diese aber in besonders gründlicher Weise anwendet.

Vorliegendes Thema wurde im Auftrage der medizinischen Fakultät durch Herrn Prof. Dr. *K. B. Lehmann* als Preisaufgabe für das Jahr 1906 gestellt. Da zugleich eine eingehende Untersuchung in chemischer, bakteriologischer und womöglich biologischer Hinsicht verlangt wurde, tat ich mich mit einem Freunde und einem anderen Kollegen zur Lösung der Aufgabe zusammen.

Mit Zustimmung des Herrn Prof. *Lehmann* wurde dann ein Plan gemacht, demzufolge mein Freund den bakteriologischen Teil, der Herr Kollege den biologischen Teil der Arbeit übernehmen sollte, während mir der rein chemische Teil zufiel. Nach einigen Tagen jedoch, in denen uns Herr Prof. *Lehmann* und der I. Assistent des hygienischen Instituts, Herr *H. K. Lang*, in die Methoden der Untersuchung einweihten, gab der Herr Kollege die Arbeit auf und nach einigen weiteren Tagen folgte ihm mein Freund nach. Damit war auch für mich in Frage gestellt, ob ich nun allein im Hinblick

auf die Grösse der vorzunehmenden Untersuchungen mit Aussicht auf Erfolg weiter arbeiten konnte.

Auf Anraten des Herrn Prof. *Lehmann* liess ich den Mut nicht sinken. Konnte ja auch nach den Bestimmungen der Preis einer Arbeit zugesprochen werden, die nur den chemischen Teil berücksichtigte. Mit der jedesmaligen Bestimmung der Keimzahl glaubte ich jedoch der chemischen Untersuchung Notwendiges und Interessantes hinzuzufügen. Deshalb suchte ich mich mit der Methodik, die mir noch neu war, vertraut zu machen, was mir auch bald gelang. Leider musste die biologische Untersuchung gänzlich unberücksichtigt bleiben bis auf die Angabe einiger Fakta, die ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. *Lehmann* gelegentlich einer Untersuchungsfahrt auf dem Main verdanke.

Die letzte und wohl auch einzige Arbeit, die über die Leitung der Abwässer der Stadt Würzburg in den Main und die dadurch verursachte Verunreinigung des Maines herausgegeben wurde, erschien im Jahre 1893 unter dem Titel: „Der Einfluss der Würzburger Kanalisation auf den Main von Dr. *Hermann Fitzau*.“

Bevor ich auf die Verhältnisse zur Zeit *Fitzaus* und deren Veränderung bis zum heutigen Tage eingehe, dürfte wohl ein kurzer historischer Abriss über die Würzburger Kanalisation, den ich dem Entgegenkommen des städtischen Tiefbauingenieurs Herrn *Hauck* verdanke, sehr interessant sein.

Die ersten Anfänge der Kanalisation in Würzburg reichen sehr wahrscheinlich bis in das 18. Jahrhundert zurück.

Zuerst entstanden jene unterirdischen Kanäle, welche die Klöster zur Entwässerung ihrer Keller ausführen liessen.

Bei Verschüttung der alten Stadtbefestigung, die längs der Hofpromenade, Theaterstrasse und Juliuspromenade sich erstreckt hatte, wurde dann um das Jahr 1783 in der Sohle des Wallgrabens ein grosser Entwässerungskanal von 2,90 m lichter Höhe und 1,50 m Weite gebaut, der noch heute in den genannten Strassen besteht und wohl als der erste öffentliche Kanal betrachtet werden kann.

Bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts waren jedoch nur vereinzelte Kanäle vorhanden, welche zur Entwässerung von Strassen und Gebäuden (Kellern) dienten. Das Abwasser aus den Häusern wie das Regenwasser lief damals in der Regel auf der Oberfläche der Strassen in besonderen Rinnen ab. Die Fäkalien wurden in Versitzgruben gesammelt.

Erst vom Jahre 1820 ab hat die städtische Verwaltung eine grössere Tätigkeit in der Ausführung von Kanälen entwickelt. Diese

Kanäle dienten jedoch anfangs nur für die Reinhaltung der Strasse, indem sie die aus den Häusern kommenden Abwässer und Regenwasser unterirdisch dem Main zuführten. Abortgruben wurden nicht angeschlossen. Es besaßen die Kanäle daher keine feste Sohle, sondern waren lediglich Dohlen mit rechteckigem Querschnitt. Mit der Zeit sind jedoch auch Abortgruben mit den Kanälen in Verbindung gesetzt worden.

Wegen der grossen Bequemlichkeit, die damit durch Beseitigung der Grubenreinigung eintrat, wurde die Stadtverwaltung seitens der Hausbesitzer mehrfach um Erlaubnis zur Einleitung der Fäkalien angegangen und wurde diese Einleitung gegen Zahlung eines Betrages an die Stadtkasse in der Regel auch gestattet.

Seit dem Ende der 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts datiert eine neue Periode des Kanalbaues. Die alten mangelhaften seichtliegenden Kanäle ohne feste Sohle wurden zum grössten Teil umgebaut und durch tieferliegende wasserdichte Kanäle von entsprechender Grösse mit ausreichenden Gefällen ersetzt und eine periodische Spülung der Kanäle aus den Stadtbächen eingerichtet.

Als Rezipient und Vorfluter dient der die Stadt durchfliessende Mainstrom. Die Hauptkanäle wurden in den zum Main senkrechten Strassen erbaut. Doch fasste man schon damals ins Auge, in das entstandene Perpendikularsystem einen längs des Flusses hinziehenden Abfangkanal einzufügen, um den durch Wehre angestauten Fluss auf die Ausdehnung der Stadt von Abwässern reinzuhalten. Die Erbauung dieses Abfangkanals wurde dringlich, als die infolge des starken Wachstums der Stadt um mehr als das Doppelte angewachsenen Kanalschmutzwässer nicht mehr so unbemerkt in den Main verschwanden, als dies früher der Fall gewesen zu sein scheint.

Mit der Erbauung des Kanals geschah der erste Schritt zur Umwandlung des bisherigen Perpendikularsystems in das Abfangsystem. Denn die Ausarbeitung des Detailprojektes für den Abfang führte gleichzeitig zur Aufstellung eines neuen, das gesamte Stadtgebiet umfassenden generellen Kanalisationsprojektes.

Das Projekt sieht in Berücksichtigung der Höhenverhältnisse des Geländes zum Wasserspiegel die Trennung der Kanalisation in ein oberes und unteres System — Hoch- und Tiefzone — vor.

Damit wird bezweckt, dass die Abwässer der den grössten Teil der Stadt umfassenden Hochzone bei Hochwasserzeiten des Maines noch freie Vorflut haben, während die Abwässer der Tiefzone zu solchen Hochwasserzeiten künstlich tiefgehalten und mittelst

eines Pumpwerkes in den hochgehenden Fluss übergepumpt werden sollen.

Letzteres ist besonders dann von Bedeutung, wenn die bereits teilweise ausgeführte Eindeichung der Stadt vollständig durchgeführt sein wird.

Das ganze eigentliche Entwässerungsgebiet hat eine Gesamtfläche von 2500 ha; hiervon entfallen 2000 ha auf das obere System und 500 ha auf das untere System.

Die Gesamtlänge des Kanalnetzes beträgt jetzt 68557 m.

Eine Klärung der Abwässer vor ihrer Einmündung in den Fluss findet zurzeit noch nicht statt und ist auch dermalen noch nicht beabsichtigt.

Das Tonnen- und Grubensystem ist durch die Staukanalisation fast vollständig beseitigt.

Als die Arbeit von *Fitzau* im Jahre 1893 erschien, besass Würzburg noch keinen Sammelkanal, wohl aber jene Schwemmkanalisation, die allen schwemmbaren Unrat einschliesslich der Fäkalien aufnahm und direkt dem Main zuführte. Die Kanäle mündeten einzeln in den Fluss während seines Laufes durch die Stadt. Schon gleich beim Eintritt des Maines mündete am Ende der Sonnenstrasse der erste Kanal auf der rechten Seite. Der nächste mündete am Ende der Schiesshausstrasse, und die folgenden drei Kanäle hatten ihre Mündung gegenüber der alten Kaserne. Unterhalb der alten Brücke mündeten zwei weitere Kanäle, dann folgte oberhalb der Luitpoldbrücke die Mündung des bedeutendsten, der zugleich das Wasser der beiden Stadtbäche Kürnach und Pleichach mit sich führte. Der letzte rechtsseitige Kanal mündete direkt unterhalb der Luitpoldbrücke. Auf dem linken Ufer ergossen sich die Abwässer des Mainviertels durch fünf Kanäle in den Main, zwei oberhalb der alten Brücke, drei zwischen dieser und der Luitpoldbrücke.

Diese Einleitung der Kanalwässer innerhalb der Stadt war nicht ohne hygienische Bedenken. Denn das Wasser muss an jeder Kanaleinmündung stets eine Strecke weit verunreinigt sein, bis eine genügende Verdünnung eingetreten ist. Die Grösse dieser Strecke ist nun abhängig von der Geschwindigkeit des Flusses. Ist diese gross, so wird die Mischung schnell eintreten, ist sie jedoch klein, so wird man einen am Ufer hinziehenden Schmutzwasserstreifen eine grössere Strecke weit verfolgen können. Letzteres kann man bei niedrigem Wasser an den meisten hiesigen Kanaleinmündungen beobachten.

Infolge dieser Beobachtungen kamen Prof. *Lehmann* und Dr. *Fitzau*

zu dem Schlusse, dass ein Sammelkanal wünschenswert sei, und dass dann die Verunreinigung an den Ufern aufhöre.

Seit einigen Jahren hat Würzburg unter grossem Kostenaufwand den von Prof. *Lehmann* und Dr. *Fitzau* gewünschten Sammelkanal, wie die beigegebene Skizze zeigt. Dieser Sammelkanal nimmt seinen Anfang an der Frühlingstrasse, läuft dann längs der rechten Mainseite durch das Mainkai, die Büttnergasse, Karmelitengasse, Gerberstrasse, Pleicherhof, Pleichertorstrasse am Viehof entlang, dann unterhalb der Luitpoldbrücke unter dem Main durch, dann durch Talavera und die Steinachstrasse an Himmelsporten vorbei zum Main und mündet dort 25 m vom linken Ufer entfernt am Grunde des Mains. Bei seinem Laufe gibt der Kanal unter anderen auch einen sogenannten Regenauslass unterhalb der Luitpoldbrücke ab. Dieser Regenauslass dient auch als Abwässerkanal, z. B. wenn der Sammelkanal gespült wird. Man kann dann eine grosse Strecke weit einen Schmutzwasserstreifen beobachten, der sich am rechten Flussufer entlang hinzieht. Dies war zur Zeit meiner Untersuchungen zweimal und zwar am 12. IX. 1906 und am 10. X. 1906 zu beobachten.

Der Sammelkanal nimmt zurzeit bereits einen grossen Teil der Abwässer der Altstadt auf und führt sie bei Himmelsporten in den Main. Schon der blosse Augenschein lehrt, dass sich die Annahmen des Herrn Prof. *Lehmann* und Dr. *Fitzau* als richtig erwiesen haben und bei Himmelsporten von einer bedeutenden Verunreinigung der Ufer und überhaupt des ganzen Flusses keine Rede sein kann.

Leider haben aber mit der Fertigstellung des Sammelkanals nicht alle alten Kanäle ihr Bestehen eingestellt. Auf der linken Mainseite, wo ja noch kein Abfangkanal besteht, laufen noch alle alten Kanäle innerhalb der Stadt in den Main (siehe beiliegende Skizze). Infolge einiger auffallenden Resultate meiner chemischen und bakteriologischen Untersuchungen wurde ich schliesslich darauf aufmerksam gemacht, dass am Holztor sowohl links wie rechts je ein Kanal in Betrieb war. Der eine dieser Kanäle in der Skizze mit 4 bezeichnet mündet links ca. 30 m oberhalb der dort im Sommer liegenden Maximilian-Badeanstalt. Der andere ca. 50 m — in der Skizze mit 9 bezeichnet — oberhalb des Fährehalteplatzes. Auch führen am rechten Mainufer der sogenannte Mühlorkanal (8) und die vereinigte Pleichach und Kürnach (10) immer noch Abfallstoffe dem Main zu, so dass das von *Fitzau* geschilderte Bild der Flussuferverunreinigung durch die sich am Ufer bei niedrigem Wasserstand dahinziehenden suspendierten Bestandteile noch heute zu sehen ist.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, in dieser Angelegenheit ein kritisches Urteil abzugeben, zumal mir scheint, dass eine vollständige Aufhebung der alten Zustände mit ganz ungeheuren Schwierigkeiten verknüpft ist und nur im Laufe von mehreren Jahren vor sich gehen kann. Die Kritik muss ich daher berufeneren Leuten überlassen; dagegen bin ich in der Lage, aus dem obigen zu konstatieren, dass der Wunsch des Herrn Prof. Dr. *Lehmann*, der sich in Himmelsporten, wie aus meiner ganzen Arbeit hervorgeht, so glänzend bewährt hat, noch immer seiner vollständigen Erfüllung trotz des vorhandenen Sammelkanals harrt.

Zur Lösung der gegebenen Aufgabe stellte ich von Ende Juli bis Februar 1907 eine Reihe von Wasseruntersuchungen an und zwar dem Sinne der Aufgabe und den vorhergehenden Überlegungen entsprechend oberhalb, innerhalb und unterhalb der Stadt Würzburg. Innerhalb der Stadt wurden regelmässig die Kanäle (4 und 9) am Holztor, ebenso die vereinigte Pleichach und Kürnach und in zwei Fällen der Regenauslass (11) unterhalb der Luitpoldbrücke berücksichtigt. An all diesen Kanälen wurden auch in einer bestimmten Entfernung schwankend von 30—300 Meter nach ihrem Einlauf in den Main Proben entnommen. Selbstverständlich ist, dass dem Sinne der Aufgabe entsprechend fast immer Proben an beiden Ufern und aus der Flussmitte entnommen wurden.

Die Entnahme der Proben fand stets zur selben Tageszeit statt und zwar in den Nachmittagsstunden von einem Kahne aus. Diese Zeit wurde gewählt, weil aus selbstverständlichen Gründen anzunehmen ist, dass gerade um diese Zeit die Abwässer am reichsten dem Main zugeführt werden.

Die Entnahmestellen sind folgende:

I. In den Tabellen mit der Bezeichnung:

„Heidingsfeld“

Darunter ist die Fähre unterhalb des Städtchens Heidingsfeld resp. oberhalb der ersten Häuser von Würzburg gemeint.

II. In den Tabellen mit der Bezeichnung:

„Kanal am Holztor“

a) Kanal am Holztor rechts. Dieser befindet sich ca. 50 m oberhalb des in der Skizze bezeichneten Fährhalteplatzes. In der Skizze mit No. 9 bezeichnet.

b) Kanal am Holztor links (Skizze No. 8). Er mündet direkt neben der Fährhalteplatztreppe und ca. 30 m oberhalb des im Sommer dort liegenden Maximiliansbades.

III. In den Tabellen mit der Bezeichnung:

„Holztor-Fluss-Mitte“.

Diese Stelle liegt auf der Höhe der beiden Kanäle.

IV. 30 resp. 300 m unterhalb der beiden Kanäle:

- a) Linkes Ufer,
- b) Rechtes Ufer.

V. In den Tabellen mit der Bezeichnung:

„Pleichach“

Dies ist die Vereinigung der Pleichach und Kürnach, die ebenfalls Schmutzwasser der Stadt Würzburg in den Main entleert.

VI. ca. 300 m unterhalb dieses Schmutzwassereinlaufes, etwa 10 m oberhalb der Luitpoldbrücke:

- a) am rechten Ufer,
- b) Flussmitte.

VII. Regenauslass des Sammelkanals ca. 30 m unterhalb der Luitpoldbrücke. Eine Entnahme fand nur zweimal statt, weil er sonst nicht in Betrieb war.

VIII. ca. 300—320 m unterhalb des Regenauslasses;

- a) rechtes Ufer,
- b) Flussmitte.

Diese Proben wurden nur entnommen, wenn Probe VII entnommen wurde.

IX. In den Tabellen mit der Bezeichnung:

„Himmelspforten“.

Damit ist der Kanalausfluss gemeint. Hier wurden Proben entnommen oberhalb des Kanalausflusses und unterhalb desselben in Abständen von 5 resp. 30 m, dann 200—250 m, dann 300—350 m, dann 600 m und 800 m und einige Male noch 1000 bis 1200 m.

Die Entnahmen fanden so statt, dass ich mit dem Rade nach der Heidingsfelder Fähre fuhr und dann die Proben sofort ins hygienische Institut brachte, wo ich sofort den freien Sauerstoff bestimmte. Zur Entnahme der Proben innerhalb und unterhalb der Stadt fuhr mir ein Diener des hygienischen Instituts, den mit Herr Prof. *Lehmann* in freundlicher Weise zur Verfügung stellte, die zur Entnahme nötigen Gläser und Instrumente zum Holztor, wo ein von mir bestellter Kahn auf uns wartete.

Der Entnahme selbst folgte die Analyse auf organische Substanz, wenn es möglich war, noch an demselben Tage; ebenso wurden auch die Platten zur Bestimmung der Keimzahl am selben Abend gegossen. Auch die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffs wurde am Entnahmetage gemacht und zwar stets zuerst.

Bisher sind meines Wissens noch nicht sehr viele Bestimmungen des im Flusswasser gelösten Sauerstoffs gemacht worden; auf jeden Fall aber mangelt es sehr an geeigneten und zugleich praktischen Entnahmeapparaten. Dr. *Oskar Spitta* verwandte dazu in seiner 1900 in dem Archiv für Hygiene erschienenen Arbeit über „die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse“ einen mit einem Bleiboden beschwerten Eimer, in welchen genau eine mit einem Glasstöpsel versehene, ca. 300 ccm fassende geeichte Flasche passte. Bei der Probeentnahme wurde der Glasstopfen mit einem doppelt durchbohrten Gummistöpsel vertauscht. Die eine Bohrung trug ein kurzes rechtwinklig gebogenes Rohr, das einige Zentimeter in die Flasche eintauchte, die andere Bohrung ein kurzes, am unteren Stöpselende abgeschnittenes Rohr, an welchem ein 2—3 m langer Schlauch befestigt war. Die Flasche wurde mit dem Eimer bis in die gewünschte Tiefe heruntergelassen, der vorher mit einem Quetschhahn geschlossene Schlauch geöffnet, so dass das Wasser einströmend die Luft verdrängte, und nun oben an den Schlauch eine Zweiwegehahnpumpe angesetzt und mittelst derselben $\frac{3}{4}$ —1 l Wasser heraufgepumpt, sodass man sicher sein konnte, Wasser aus der gewünschten Tiefe in der Flasche zu haben, das mit der vorher darin befindlichen Luft nicht in Berührung gekommen war. Der Eimer wurde sodann schnell emporgezogen und die Flasche mit dem gut eingefetteten Glasstopfen unter sorgfältiger Vermeidung jeder Blasenbildung verschlossen.

Dieser Apparat war für meine Untersuchungen zu umständlich, da ich im Gegensatz zu Dr. *Spitta* auch noch Proben zur chemischen Untersuchung zu nehmen hatte und überhaupt Dr. *Spitta* unter viel grösserer Assistenz arbeitete.

Daher liess Herr Assistent *Lang* nach eigenen Überlegungen folgenden Entnahmeapparat für Sauerstoffproben herstellen: Siehe Fig. 1. Der Apparat besteht aus einer kräftigen Handhabe, an der zur grösseren Greifsicherheit noch ein Kettchen befestigt ist. Die Handhabe steckt in einem kräftigen eisernen Stabe von beliebiger Länge. Am Ende des Stabes sind zur gleichzeitigen Entnahme von zwei Proben auf entgegengesetzten Seiten der eisernen Stange zwei grosse Ringe und in entsprechender Entfernung von diesen zwei kleinere

Ringe angebracht. Die Entfernung der Ringe richtet sich nach der Länge der Entnahmeflaschen, die Weite der grossen Ringe nach dem Flaschenbauch und der kleinen Ringe nach dem Flaschenhals. Ausserdem sind noch am oberen Drittel der eisernen Stange zwei Ringe angebracht. Die Mittelpunkte der drei Ringe, die an derselben Seite der eisernen Stange angebracht sind, stehen übereinander. Durch den oberen Ring geht jederseits eine Messingröhre. Diese Röhre trägt am oberen Ende eine Erweiterung, in die ein gut schliessender Gummistöpsel passt, der am besten mit einem Kettchen an der Röhre befestigt ist. Am unteren Ende der Röhre befindet sich ein durchbohrter Gummistöpsel. An dem untersten Ringe ist ebenfalls jederseits an einem Kettchen ein durchbohrter Gummistöpsel befestigt, in dem ein Glasröhrchen von nicht zu weitem Durchmesser steckt (siehe Fig. 1).

Zu diesem Apparat gehört nun eine geeichte Flasche von ca. 300 ccm Inhalt mit zwei Öffnungen, in die zwei gut eingeschliffene Stöpsel passen (Fig. 2).

Zur Wasserentnahme stellt man die Flasche in die beiden unteren Ringe und steckt den durchbohrten Stöpsel der Messingröhre und damit diese selbst in die obere Öffnung der Entnahmeflasche, dann den durchbohrten und mit dem kleinkalibrigen Glasröhrchen durchsetzten Stöpsel, der unten an dem Apparate hängt, in die untere Öffnung der Flasche. Die Messingröhre ist oben durch den Gummistöpsel gut verschlossen.

Man kann nun den Apparat ins Wasser senken, ohne dass Wasser in die Flasche gelangt. Hat man den Apparat in der gewünschten Tiefe, so öffnet man die Messingröhre oben und nun geht das Wasser langsam in die Flasche, ohne sich mit der vorhin darin befindlichen Luft zu mischen. Ist die Flasche und auch ein Teil der Messingröhre gefüllt, so verschliesst man die Messingröhre wieder, und nun kann man den Apparat aus dem Wasser herausziehen, ohne



Fig. 2.

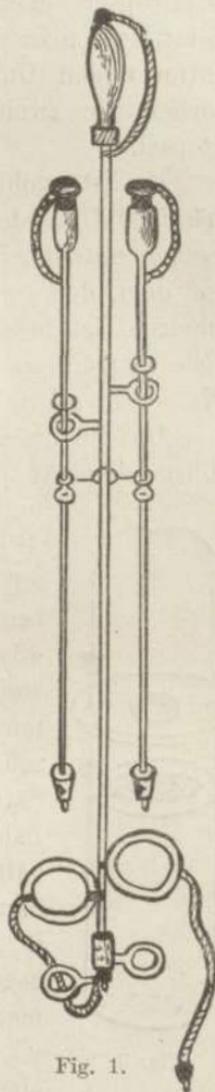


Fig. 1.

dass ein Tropfen Wasser aus der Flasche wieder herausfliesst. Nun verschliesst man mit dem Finger die Öffnung des Glasröhrchens und zieht die Messingröhre mit dem Gummistöpsel aus der Flasche heraus, die man unter Vermeidung jeder Blasenbildung mit dem eingeschliffenen Glasstöpsel verschliesst. Ebenso behandelt man die andere Flasche. Jetzt hebt man die erste Flasche aus dem Apparat, dreht sie um, entfernt den Gummistöpsel und verschliesst ebenso vorsichtig wie vorher die zweite Öffnung der Flasche mit dem eingeschliffenen Stöpsel.

Es ist wohl ohne weiteres ersichtlich, dass man bei zweckmässiger Umänderung dieses Apparates zu gleicher Zeit drei und vier Proben entnehmen kann. Die bedeutenden Vorzüge dieses Apparates vor dem, den *Spitta* angewandt hat, liegen auf der Hand. Ausser anderem ist besonders hervorzuheben, dass man mit Leichtigkeit so viele Proben zu gleicher Zeit entnehmen, also sozusagen dasselbe Wasser in allen Flaschen auffangen kann.

Die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffs fand unter vollständiger Ausschliessung der Methoden von *Mohr*, *Levy*, *Max Müller* und *L. Chalanay*, *Mutschler* nach dem Verfahren von *Winkler* statt. Stets wurde der Gehalt des Wassers an gelöstem Sauerstoff sofort und nach 24 Stunden bestimmt; einige Male wurde auch ausserdem nach 48 Stunden untersucht. Die zweiten resp. dritten Proben wurden (mit Ausnahme von Nr. 7 und Nr. 8) bei Zimmertemperatur (18—20°) und vor direktem Tageslicht geschützt aufbewahrt. Dem in den Tabellen angegebenen Sättigungswert liegen die von *Winkler* angegebenen Zahlen zugrunde, nach denen auch der Sauerstoffgehalt auf ein Plus oder Minus zu berechnen ist. Der Sauerstoffgehalt des Wassers wurde jedesmal nach der in „*Lehmanns Methoden der praktischen Hygiene*“ angegebenen Formel unter Berücksichtigung des Thermometer- und Barometerstandes berechnet.



Fig. 3.

Die Entnahme der bakteriologischen Proben fand ebenfalls in eigens von Herrn Assistent *Lang* konstruierten Gläsern und Apparaten statt (siehe Fig. 3). Als Entnahmeapparate wurden jedesmal mehrere (zur getrennten Entnahme von stark und minder stark verunreinigten Wässern) schwere Bleizylinder (Fig. 3) benutzt, die anstatt eines Bodens nur eine schmale Metallleiste hatten. In dem Deckel, der verschieblich in einem Bügel an-

gebracht war, war ein Loch angebracht, in das der Hals des Entnahmegläschens passte. Der Deckel selbst war durch eine Schraube fixierbar.

Die Konstruktion des Entnahmeglases beruhte auf der Überlegung, ein im Gegensatz zu der von *Flügge* empfohlenen Glaskugel mit zugeschmolzenem Rohre und zu anderen Einrichtungen auch für den Laien gut zu handhabendes Bakterientnahmegläschen zu schaffen, das auch bei etwaigen Stößen beim Fahren auf dem Rad, auf der Bahn etc. nicht das zu untersuchende Wasser mit dem doch immer durch Anfassen etc. infizierten Stopfen in Berührung bringen kann.

Das Gläschen (Figur 4) war ca. 12 cm lang; der Boden hatte einen Durchmesser von ca. $2\frac{1}{2}$ cm. Der Hals der Gläschen, dessen Durchmesser nicht ganz 1 cm betrug, setzte sich nach innen in das Glas bis zu einer Länge von $4\frac{1}{2}$ cm fort. Der Flaschenhals war mit einem Wattebausch verschlossen. Wider Erwarten ertrugen die Gläser das Sterilisieren überraschend gut. Der verlängerte Flaschenhals verhinderte wirksam, dass das Untersuchungswasser mit dem Wattepfropfen in Berührung kommen konnte, selbst wenn das Glas gelegt oder nicht zu schnell umgedreht wurde. Einige angestellte Vergleichsversuche mit der von *Flügge* empfohlenen Glaskugel fielen glänzend aus.



Fig. 4.

Das Kistchen, in dem die Gläser aufbewahrt wurden (Fig. 5), war innen mit Filz ausgekleidet; darin stand ein Bleikasten, der entsprechend den darin aufzunehmenden Gläsern mit Röhren durchsetzt war. In die grosse Öffnung wurde Eis gebracht, das auch zwischen die nicht zu eng aneinanderliegenden Röhren drang und das im Hochsommer erst nach ca. 12 Stunden geschmolzen war.

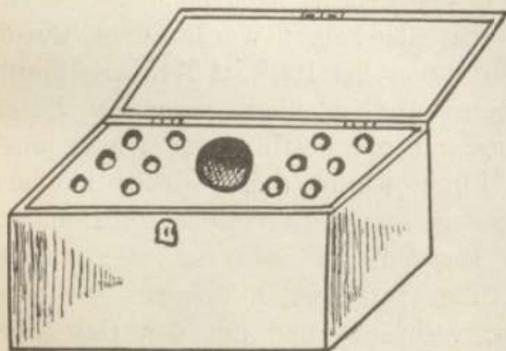


Fig. 5.

Die Platten zur Bestimmung der Keimzahl wurden, wie schon erwähnt, mindestens an demselben Tage gegossen. Als Nährboden wurde *Kochs*che Bouillon-

Pepton-Gelatine verwendet. Das Kanalwasser wurde dabei im Verhältnis von 1:200 mit sterilisiertem Wasser verdünnt und davon der ersten Platte 1 ccm, der zweiten 0,5 ccm und der

dritten 0,1 ccm zugesetzt. Die Proben der anderen Wässer erfuhren eine Verdünnung von 1:100; davon wurde ebenfalls mit 1 ccm, mit 0,5 ccm und mit 0,1 ccm je eine Platte gegossen. Die Zählung erfolgte, wenn nicht die Verflüssigung der Platten anders verlangte, gewöhnlich so, dass am dritten und vierten Tage und, wenn es möglich war, am fünften Tage gezählt wurde, nachdem die Platten stets bei einer Temperatur von 17—18° aufbewahrt wurden. Meist fand eine direkte Zählung sämtlicher Keime mittelst des *Wolffhügelschen* Zählapparates statt. War dies nicht möglich, so wurden wenigstens 8—10 qcm gezählt und dann die Anzahl der Keime aus dem Mittel der 8—10 qcm berechnet.

Zur Bestimmung der organischen Substanz fand die Methode von *Kubel-Tiemann* Anwendung, wobei stets fünf Minuten lang gekocht und das Kanalwasser im Verhältnis von 1:2 verdünnt wurde. Die Zahlen, in den Tabellen unter der Rubrik Sauerstoffverbrauch aufgeführt, bedeuten die für 1 l zur Oxydation notwendigen Milligramme Sauerstoff.

Das Chlor wurde nach der *Mohrschen* Methode bestimmt, Ammoniak qualitativ und quantitativ durch die kolorimetrische Bestimmung mit *Nesslers* Reagens. Salpetrigsäure und Salpetersäure wurde mit Diphenylamin und konzentrierter Schwefelsäure nachgewiesen. Auch der Nachweis mit *Brucin* wurde angewendet.

Die suspendierten Bestandteile wurden so bestimmt, dass das Wasser in der Flasche nach längerem Stehen bis auf ca. 150 ccm abgehebert wurde; dann wurde der Rest durch ein vorher bei 100° im Trockenschrank zweimal getrocknetes und nachher gewogenes Filter filtriert und dieses gut mit destilliertem Wasser ausgewaschen. Das Filter wurde dann wieder zweimal getrocknet und gewogen und die Gewichtszunahme in die Tabellen als suspendierte Substanz eingetragen. Dann wurde das Filter in einem Platinkonus, der vorher gewogen war, verbrannt und aus der Gewichtszunahme die Asche der suspendierten Bestandteile bestimmt. Der Glühverlust wurde durch einfache Subtraktion der Asche von der suspendierten Substanz gefunden.

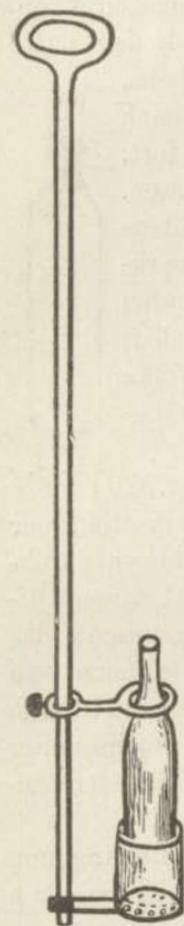


Fig. 6.

Durch Eindampfen von 250 ccm filtrierten Wassers in einer vorher gewogenen Platinschale und Trocknen des Rückstandes bei

100° wurde der Rückstand durch zweimalige Wägung gefunden. Dann wurde die Schale leicht geglüht, die Asche gewogen und der Glühverlust durch Rechnung bestimmt.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass die Entnahme der Proben für die chemische Untersuchung in Literflaschen erfolgte, die ins Wasser gesenkt wurden mittelst einer festen eisernen Stange (siehe Fig. 6), an deren Ende eine unten durchlöchernte Blechbüchse angebracht war. Ein verschiebbarer eiserner Ring hielt die Flasche in ihrer Stellung fest.

Die Resultate aus meinen Untersuchungen der an den erwähnten Stellen entnommenen Wasserproben teile ich mit in Form von acht grossen Tabellen und vier graphischen Skizzen. Ebenfalls liegt meinen Untersuchungen eine Skizze des Mains mit Bezeichnung der einzelnen Entnahmestellen bei. Auch habe ich eine Wassermengenkurve beigefügt, die ich dem Entgegenkommen des Herrn Fluss-Bauamtmann *Frauenholz* verdanke.

Betrachtet man unter Zugrundelegung der Tabellen und namentlich der nach ihnen angefertigten graphischen Skizzen zunächst im allgemeinen die Ergebnisse, welche durch die Analysen an den einzelnen Entnahmestellen erhalten wurden, so ergibt sich, dass die Zahlen in den Kanalwässern zwar eine bedeutende Zunahme der einzelnen Bestandteile und namentlich der Sauerstoffzehrung und der Keimzahl zeigen; auch der Sauerstoffgehalt hat natürlich abgenommen. Aber schon sofort, wenn das Kanalwasser sich mit Mainwasser gemischt hat, ist die Zunahme der einzelnen Bestandteile, bezüglich die Sauerstoffmengenverringerung bedeutend kleiner; nur Sauerstoffzehrung und Bakterienzahl, die nach den Untersuchungen zusammenzugehen scheinen, halten ihre Höhe noch bei, allerdings ebenfalls mit der Durchmischung des Kanalwassers mit Flusswasser abnehmend.

Die Kurven für die einzelnen Flussmitten oberhalb Würzburgs bei Heidingsfeld, innerhalb der Stadt am Holztor und oft auch 300 m unterhalb der Pleichach — diese mit Ausnahme der Keimzahl — ferner für die Mitten unterhalb der Stadt ca. 30 m oberhalb des Kanals bei Himmelsporten und 800—1000 m unterhalb des Kanals zeigen kaum eine Abweichung in allen Bestandteilen. Nur bei ein-

zelen Sauerstoffzehrungen und Keimzahlen ist eine Abweichung zu konstatieren. So am 22. August sowohl für Holztormitte als auch für ca. 1000 m unterhalb des Kanals bei Himmelsporten und am 5. November für die letztere Entnahmestelle gegenüber Holztormitte. Aber auch diese Abweichungen gehen nicht über 1500—1700 Keime im ccm für Holztor und 4000 Keime im ccm für Himmelsporten.

Die Flussufer zeigen nicht dieselbe Gleichmässigkeit wie die Mitten. Gegenüber diesen ist schon bei Heidingsfeld jedesmal eine Vermehrung sämtlicher Bestandteile vorhanden, jedoch bewegt sie sich meist in Grenzen, die eine weitere Erklärung, als dass wohl jedes Flussufer mehr als die Flussmitte verunreinigt ist, unnötig erscheinen lässt. Nur einmal, am 22. August zeigen beide Ufer bei Heidingsfeld eine grössere Abweichung in der Bakterienzahl, die für das linke Ufer besonders stark ist. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich diese Abweichung auf die Witterungsverhältnisse zurückführe.

Grösser sind die Unterschiede natürlich an den Flussufern am Holztor, weil diese von den beiderseitigen Kanälen beeinflusst sind. Die Proben wurden hier zuerst stets 30 m unterhalb der Kanäle, deren Existenz mir unbekannt war, genommen; erst die auffallenden Resultate liessen mich nachforschen. Später wurden dann Proben aus resp. am Kanal entnommen und ausserdem 350 m unterhalb der Kanäle sowohl links wie rechts. Vergleicht man die später erhaltenen Kanalzahlen mit den Zahlen, die bei den ersten Untersuchungen 30 m unterhalb der Kanäle erhalten wurden, so sieht man sofort, welch bedeutende Verdünnung schon nach so verhältnismässig kurzem Verlaufe stattgefunden hat. Die Proben aber, die später 350 m unterhalb an beiden Flussufern genommen wurden, unterscheiden sich nur wenig von der Flussmitte mehr. Allerdings ist die Sauerstoffzehrung und die Bakterienzahl stets grösser, letztere meist um 1500 bis 4000 im ccm. Der Unterschied der Keimzahlen an den Entnahmestellen 30 m unterhalb der Kanäle mit der jeweiligen Keimzahl der Mitte beträgt dagegen 6000—12000 im ccm.

Auch die Untersuchungen der Pleichach und dem von ihr beherrschten Verunreinigungsbezirk ergaben fast stets für die Flussmitte eine kaum nennenswerte Erhöhung der einzelnen Bestandteile mit Ausnahme der Sauerstoffzehrung und der Bakterienzahl. Die Flussufer zeigten zwar ausserdem noch eine etwas grössere Zunahme aller Bestandteile. Während die Keimzahl im ccm in der Mitte nur um 1000—4000 gegenüber der Mitte bei Heidingsfeld vermehrt war, betrug der Unterschied des Ufers ca. 20—30000.

Am 12. September wurde der Sammelkanal gespült, und der Regenauslass unterhalb der Luitpoldbrücke führte die Abwässer in den Main. An diesem Tage finden wir ähnliche Verhältnisse nur in stärkerer Masse wie sonst bei der Pleichach. Dass an diesem Tage trotzdem bei Himmelsporten verhältnismässig hohe Zahlen gefunden wurden, erklärt sich wohl aus der stattgehabten Spülung des Kanals.

Bei Himmelsporten zeigen alle Tabellen ein für die Menge der Abwässer geradezu glänzendes Bild. Die Durchmischung des Kanalwassers mit dem Flusswasser ist, ehe das Kanalwasser in die höheren Schichten des Flusswassers — die Proben wurden auch hier aus einer Tiefe von $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ m entnommen — gelangt, bereits eine so gute, dass es nur einmal und zwar am 5. November gelang, ein im Verhältnis zu den sonstigen Entnahmen stärker verunreinigtes Wasser zu erlangen. Während der Entnahme war ein stürmisches Regengewetter. Die Kurve für Keimzahl steigt am Kanalauslass zwar immer stark in die Höhe, fällt aber schon nach 300 m und noch mehr nach 600 m. Nach 1000 m zeigen die Tabellen, wie schon vorher erwähnt, nicht nur in der allgemeinen Zusammensetzung, sondern auch in der Keimzahl resp. Sauerstoffzehrung dieselbe Zusammensetzung wie am Holztor und bei Heidingsfeld.

Die Flussufer sind bei Himmelsporten verhältnismässig wenig durch das Kanalwasser in Mitleidenschaft gezogen und zwar das rechte noch weniger wie das linke. Bis zu einer Entfernung von 500 bis 600 m zeigt fast immer die Flussmitte die grösste Verunreinigung. Erst nachher ändert sich das Verhältnis und das linke Ufer zeigt höhere Zahlen wie die Flussmitte. Ob dieses Verhältnis so bleiben wird, wenn einmal das ganze Abwasser der Stadt Würzburg bei Himmelsporten in den Main gelangt, ist zu bezweifeln. Bei meinen Untersuchungen habe ich nur einmal am 22. August grössere Zahlen für die Flussmitte als für die Ufer gefunden. Diese ganzen Verhältnisse hängen wohl mit der starken Strömung, die in der Flussmitte herrscht, zusammen.

Auf jeden Fall geht aus diesen Untersuchungen hervor, dass ein erheblicher Unterschied zwischen dem Mainwasser oberhalb und 1200 m unterhalb des Kanals bei Himmelsporten nicht besteht. Es liegt also kein Grund vor, der gegen die direkte Einleitung der einer grob mechanischen Reinigung unterworfenen Würzburger Sielwässer sprechen könnte, zumal das Mainwasser stromabwärts von Würzburg weiter wie Lohr nicht zum Trinken gebraucht wird. Wenn allerdings diese mechanische Reinigung unterbleibt, wie dies am 5. Nov.

der Fall gewesen ist, so ist das Bild der sich darbietenden Verunreinigung durch Gemüse- und Holzabfälle (Streichhölzer, Zahnstocher) und namentlich durch viele Papierfetzen ein unästhetisches. Auch dürfte diese Verunreinigung noch auf viele km hin sichtbar sein.

Die Veränderung der einzelnen Bestandteile, namentlich im reinen Wasser, war während der Untersuchungsperiode keine sehr grosse. Trotzdem aber traten mancherlei Erscheinungen zutage.

So änderten sich namentlich die einzelnen Abdampfrückstände im Laufe der Untersuchungen, dass man zu dem Schluss gelangen kann, dass der Abdampfrückstand dem Pegelstande umgekehrt proportional zu sein scheint. Auch *Fitzau* fand ähnliche Verhältnisse im Main und *Emmerich* und *Brunner* konnten dieses Verhalten auch in der Isar konstatieren. Auch *L. Pfeifer* und *Eisenlohr* kommen infolge ihrer Untersuchungen zu dem Schluss, dass in der Isar mit sinkendem Wasserstande die Menge des Abdampfrückstandes steigt, bei hohem sinkt. Auch die Elbe bei Königgrätz, die Donau bei Wien und die Mosel bei Trier verhalten sich so. Eine Ausnahme macht der Rhein; hier nehmen die gelösten Stoffe bei Hochwasser zu. *Kisskalt* kommt bei seinen Untersuchungen über die Verunreinigung der Lahn und der Wieseck durch die Abwässer der Stadt Giessen zu dem Resultat, dass der Gesamtrückstand weniger wie die suspendierten Bestandteile schwankt; die Menge ist dem Pegelstand weder direkt noch umgekehrt genau proportional, sondern sie fällt im Herbst, während jener fast keine Veränderung zeigt, und sinkt nur gering bei Hochwasser.

Das Verhalten der Glührückstände ist nach meinen Untersuchungen dem Verhalten der Abdampfrückstände gleich, der Glühverlust zeigt dagegen Schwankungen.

Die suspendierten Bestandteile zeigen zwar eine Schwankung in sich von 12 mg. Jedoch lassen sich für die in Betracht kommenden Pegelstände von 66—140, die immer noch als mittlere gelten können, keine genaueren Gründe angeben.

Der Gehalt an Chlor scheint ebenfalls um so höher zu sein, je geringer der Wasserstand ist. Auch dieses Verhältnis für den Main stimmt mit den Angaben *Fitzaus* überein. *Frank* fand für die Spree, *L. Pfeiffer* und *Eisenlohr* für die Isar das Gleiche. Die gefundenen Chlorzahlen schwanken in Grenzen von 9—16 mg pro 1 Liter Mainwasser. *Fitzau* fand eine Schwankung von 8—15,5. Vergleicht man diesen Chlorgehalt mit anderen Flüssen, so erscheint er verhältnis-

mässig hoch, ist aber nicht wunderbar, wenn man bedenkt, dass das Wasser der hiesigen Quellwasserleitung 16—17 mg Chlor enthält.

Salpetersäure und salpetrige Säure wurden nie gefunden, nicht einmal im Kanalwasser. Dagegen war die Reaktion auf NH_3 stets positiv, wenn auch manchmal sehr minimal. Je unreiner das Wasser war, desto stärker war die Reaktion. *Mehltretter* fand in seiner Arbeit über die stickstoffhaltigen Substanzen des Mainwassers bei Würzburg ebenfalls NH_3 , salpetrige Säure dagegen nur bei Zell, einem 5 km unterhalb Würzburg gelegenen Orte. Mit den Angaben *Fitzaus*, der stets Salpetersäure und salpetrige Säure fand, dagegen NH_3 nicht einmal im Kanalwasser, stehen diese Befunde in Widerspruch. Auch *Kisskalt* fand in der Lahn ähnliches wie ich in Würzburg für den Main; *Frank* fand ebenfalls für die Spree stets Ammoniak, nur dreimal salpetrige Säure, dagegen Salpetersäure niemals. Den Widerspruch der *Mehltretterschen* Befunde und meiner eigenen mit denen *Fitzaus* glaube ich nicht anders erklären zu können, als dass ein Irrtum von der Seite *Fitzaus* vorliegt; denn salpetrige Säure und auch Salpetersäure werden wohl nur ganz ausnahmsweise in Flüssen gefunden, die nur exkrementelle Verunreinigung, dagegen keine Fabrikabwasser enthalten, wie das wohl bei Würzburg für den Main der Fall sein dürfte.

Die Zahlen der Bestimmungen des freien Sauerstoffs zeigen, dass vor allen Dingen im Main selbst zu keiner Jahreszeit und an keiner Stelle ein Wasser geschöpft wurde, welches frei von Sauerstoff war. Meistens war sogar im reinen Wasser ein Plus gegenüber der theoretisch möglichen Zahl zu verzeichnen.

Im Sommer war das Plus in den reinen Wässern stets vorhanden und zwar war es bei höherer Temperatur am grössten. Im Oktober war schon in den reinen Wässern ein Defizit. Im Januar bei einer Lufttemperatur von $4,3^0$ und einer Wassertemperatur von 0^0 war das Defizit am grössten. Daraus ist zu schliessen, dass die reinen Wässer im Sommer bei steigender Temperatur an Sauerstoffgehalt zunehmen.

Bei den unreinen Wässern am Holztor, Pleichacher Kanal scheint ein umgekehrtes Verhältnis stattzufinden. Dort haben wir im Winter verhältnismässig mehr Sauerstoff als im Sommer. Im Sommer fand ich am 12. IX. am linken Ufer des Holztores an der Kanaleinmündung im Liter Wasser 5,07 mg gelösten Sauerstoff, an der Kanaleinmündung am rechten Ufer 0,13, ca. 5 m unterhalb der Pleichach 3,42;

am 29. Januar am Holztor an der Kanaleinmündung links einen Sauerstoffgehalt von 8,68, in der Pleichach von 7,49.

Auch *Kisskalt* kam für seine Untersuchungen zu diesem Schluss, dass in reinen Gewässern der Sauerstoffgehalt bei steigender Temperatur zunimmt, in unreinem aber abnimmt.

Mit den Zahlen, die *Spitta* für die Spree gefunden hat, stimmen die von mir gefundenen nicht überein. *Spitta* fand meist ein Sauerstoffdefizit. Aber auch er bemerkte, dass der Sauerstoffgehalt in der Spree meist stärker im Sommer abnahm als im Winter.

Den merkwürdigen Befund, dass ich bei Himmelspforten unterhalb des Kanals immer einen hohen Sauerstoffgehalt gefunden habe, kann ich mir so erklären, dass sich bei Himmelspforten kräftiger Rasen und Schlinggewächse am Flussgrund befinden. Herr Assistent *Lang* vom hygienischen Institut fand in Laboratoriumsversuchen durch solche Gewächse eine riesenhafte Vermehrung des freien Sauerstoffgehaltes.

Betrachtet man die Sauerstoffzehrung in den Tabellen und zugleich die Menge der vorhandenen Bakterien, so genügt ein Blick, um zu zeigen, dass Bakterienzahl und Sauerstoffzehrung offenbar meist miteinander gehen. Wenigstens ist dies in der warmen Jahreszeit der Fall.

Am 29. Januar habe ich für die Zehrung so geringe Werte gefunden, weil die Proben in ungeheiztem Zimmer aufbewahrt waren. Die Untersuchung am 5. Februar soll den Unterschied zeigen, der sowohl in der Sauerstoffzehrung als der Vermehrung der Bakterien auftritt, wenn man den einen Teil der Proben bei einer Temperatur von 20° — 22° aufbewahrt, den anderen bei der kalten Zimmertemperatur. Die Temperatur hatte im Zimmer eine Höhe von 2° — 3° . Daher dürfte wohl auch die Vermehrung der Keimzahl in den am zweiten Tage gegossenen Platten herkommen.

Die von mir für die Sauerstoffzehrung gefundenen Werte stimmen mit denen von *Spitta* für den Rhein gefundenen ziemlich überein, soweit man eine Übereinstimmung überhaupt verlangen kann. Im allgemeinen ist die Sauerstoffzehrung nicht sehr gross für den Main.

Die Zahlen für die Oxydierbarkeit des Mainwassers ergeben fast keinen Unterschied mit den von *Fitzau* gefundenen und stehen damit auch mit den Angaben *Mosers* in seiner Arbeit: „Über die organischen Substanzen des Mainwassers“, die leider in die Literatur übergegangen sind, in Widerspruch. Prof. *Lehmann* erklärt dies in der Festschrift zur 18. Versammlung des deutschen Vereins für öffent-

liche Gesundheitspflege dadurch, dass das Komma an der verkehrten Stelle steht. *Moser* fand nämlich eine zur Oxydation notwendige Menge unter anderen von 22,2 mg oberhalb Würzburg. Setzt man das Komma eine Stelle vor, so sieht man in der Tat, dass die von *Fitzau* und mir gefundenen Zahlen vollkommen mit den so korrigierten Zahlen *Mosers* übereinstimmen.

Auch die Keimzahlen, die von mir gefunden wurden, stimmen mit den von *Fitzau* gefundenen überein. Dagegen stehen sie mit den Befunden *Rosenbergs* im Jahre 1886 in Widerspruch. *Fitzau* sucht eine Erklärung zu finden, indem er die Schuld den verschiedenartigen Entnahmekquellen zuspricht.

Sehen wir nun, ob aus theoretischen Erwägungen ein anderes Resultat der Untersuchungen zu erwarten war und ob der Main hinsichtlich seiner Wassermenge geeignet ist, das Würzburger Kanalwasser aufzunehmen. Dem Herrn Flussbauamtman *Frauenholz* verdanke ich die beiliegende sehr interessante Wassermengenkurve des Maines bei Würzburg nach dem Massstab:

$$\begin{aligned} \text{Längen} &= 1 : 500, \quad 2 \text{ mm} = 10 \text{ cbm} \\ \text{Höhen} &= 1 : 50 \quad 2 \text{ mm} = 10 \text{ cm.} \end{aligned}$$

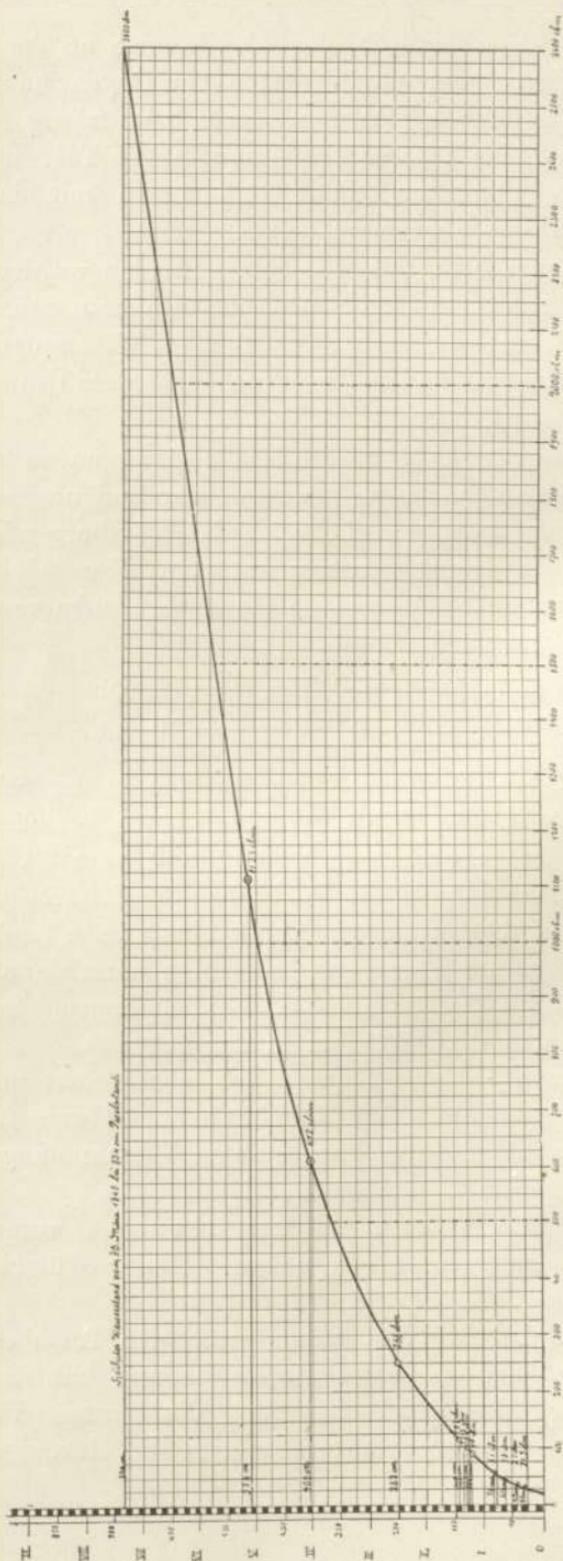
Um aus dieser Kurve die Wassermenge in cbm in der Sekunde z. B. bei einem Pegelstande von 408 cm zu bestimmen, errichtet man auf der von 0—734 cm (= höchster Wasserstand vom 30. März 1845) eingeteilten Koordinatentachse in Punkt 408 die Senkrechte und fällt vom Schnittpunkte dieser mit der Kurve eine zweite Senkrechte auf die ebenfalls eingeteilte Abszissenachse. Man kann dann auf dieser sofort die Sekundenkubikmeter ablesen. Bei dem angenommenen Pegelstand von 408 wären dies 612 cbm in der Sekunde.

Die gefundenen Zahlen stimmen scheinbar nicht mit den von *Fitzau* verwendeten überein, die Bauamtman *Wehrle* in der Festschrift zu der im Jahre 1893 stattgehabten Versammlung für öffentliche Gesundheitspflege angegeben hat.

Dies kommt daher, weil bei der inzwischen vorgenommenen Flussregulierung das Flussbett gesunken ist, der Würzburger Pegel aber an seiner alten Stelle steht.

Nachfolgende Tabelle, die *Fitzau* nach den Angaben des Bauamtman *Wehrle* 1893 in seiner Arbeit benutzt hat, zeigt sowohl diese Verschiebung des Pegels als auch die geringe Verschiebung der Wassermenge, die bei umgerechnetem Pegelstand stattgefunden hat.

Wassermengekurve des Maines bei Würzburg.



Masstab der Längen: 1 = 500, 2 mm = 10 cbm
 Höhen: 1 = 50, 2 mm = 10 cbm

Pegelstand in cm		cbm in 1 Sekunde	
früher	jetzt	früher	jetzt
—	33 (niedrigster Stand)	—	27,5
77	45	29,5	31,0
82	60	34,5	38,0
100	78	51,5	51,0
144	122	99,0	90,0
156	134	109,0	104,0
162	140	113,1	112,0
170	148	123,1	122,0
274	252	—	255,0
—	408	—	612,0
514	492	939,2	1123,0
	734 höchster Hochwasserstand vom 30. März 1845	—	2600,0

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass der Würzburger Pegel durch die Mainregulation um 22 cm gegen früher zu hoch steht. Die Wassermengen selbst haben sich kaum geändert.

Über die Menge des Kanalwassers habe ich keine genauen Messungen erlangen können. Auch dürften solche bei der verzettelten Einleitung schwer anzustellen sein. Auch eine Berechnung aus dem Wasserverbrauch und aus der im Kanalitationsgebiet niedergehenden Regenmenge ist nicht ausführbar, weil es nicht möglich ist zu bestimmen, wieviel von diesem Wasser verloren geht; dann müsste auch das zur Spülung der Kanäle verwendete Wasser der Stadtbäche in Betracht gezogen werden.

Wenn wir die bekannte *Pettenkofersche* Rechnung für München, das damals 280 000 Einwohner hatte, einem Vergleich mit Würzburg unterwerfen, so erhalten wir für Würzburg ein durchaus günstiges Ergebnis.

v. Pettenkofer hat berechnet, dass die Isar bei niedrigstem Wasserstand (Wassermenge von 40 Sekundenkubikmetern) noch imstande ist, die sämtlichen Fäkalien der 280 000 Münchener noch so zu verdünnen, dass auf 1 l Isarwasser nur 102 mg Harn und 10,6 mg Kot kommen.

Führt man für Würzburg die gleiche Rechnung aus, so sind hier nach der letzten Volkszählung von 1906 81 000 Einwohner in Rechnung zu ziehen. Nehmen wir mit *v. Pettenkofer* an, dass die 81 000

Einwohner alle erwachsene Männer wären und täglich 150 g Kot und 1500 g Harn produzieren. Unter diesen sehr ungünstigen Zuständen kommen auf 1 l Mainwasser immer erst 4,7 mg Kot und 47 mg Harn bei einer Wassermenge von 30 Sekundenkubikmetern.

Bei mittlerem Wasserstand 122 resp. bei einer Wassermenge von 90 Sekundenkubikmeter erniedrigt sich die Zahl auf 1,5 mg Kot und 15 mg Harn. Ausser den Fäkalien nimmt aber der Main noch die Küchenabwässer und mannigfachen von der Strasse weggeschwemmten Unrat, dagegen bisher fast keine Fabrikabwässer auf. Es ist also in der Tat auch theoretisch nur eine geringe Verunreinigung durch den Sielinhalt zu erwarten.

Bei Lösung der gestellten Aufgabe habe ich das Hauptaugenmerk auf möglichst grosse und viele Untersuchungen, die ich übrigens fortzusetzen entschlossen bin, gerichtet. Das ganze gewaltige Gebiet der Litteratur über Flussverunreinigung etc. erschöpfend zu behandeln, war mir als Neuling auf diesem Gebiete und bei der verhältnismässigen Kürze der gegebenen Frist leider nicht möglich.

Eine hohe medizinische Fakultät bitte ich, dies bei der Prüfung und Würdigung der Arbeit berücksichtigen zu wollen.

Zum Schlusse sei mir gestattet, meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. *K. B. Lehmann* für die Anregung zu dieser Arbeit und die vielfache Unterstützung, sowie Herrn Assistent *H. K. Lang* für die gütigen Anleitungen, die er mir gab, meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Mainwasseruntersuchung

Die Zahlen in den Tabellen gelten alle für 1 l
Wasser mit Ausnahme der Keimzahlen, die
für 1 cem Wasser angegeben sind.

Sonniges, heiteres Wetter
Niederschläge am 6. August in mm: 0,0

„ „ 5. „ „ „ 0,0
„ „ 4. „ „ „ 0,1
„ „ 3. „ „ „ 0,1

Tabelle I.

Laufende Nr.	Entnahme		°C	Aussehen und Geruch		NH ₃	N ₂ O ₅
	Datum	Stelle		sofort	nach 24 Stunden		
1	6.VIII. 06. 1 ¹ / ₄ Uhr	Heidingsfeld: linkes Ufer	21	klar, minimaler, bräunlicher, feingrieseliger Bodensatz. Geruch normal	unverändert	sehr minimale Spuren	0
2	„	Heidingsfeld: Fluss-Mitte	„	Bodensatz noch geringer, sonst wie Nr. 1	„	„	0
3	„	Heidingsfeld: rechtes Ufer	„	wie Nr. 1	„	„	0
4	3 ¹ / ₄ 2 Uhr	Holztor: ca. 30 m unterhalb des erst später bemerkten Kanals. Linkes Ufer	„	klar, wenig opak, etwas stärkerer Bodensatz. Geruch normal	„	etwas stärker	0
5	„	Holztor: ca. 30 m unterhalb des erst später bemerkten Kanals. Fluss-Mitte	„	wie Nr. 2	„	sehr minimale Spuren	0
6	„	Holztor: ca. 30 m unterhalb des erst später bemerkten Kanals. Rechtes Ufer	„	wie Nr. 4	„	etwas stärker	0
7	3 ¹ / ₄ Uhr	ca. 50 m unterhalb des Kanals bei Himmelsporten. Linkes Ufer	20	fast klar, wenig opak, Bodensatz etwas stärker. Geruch normal	„	„	0
8	„	ca. 50 m unterhalb des Kanals bei Himmelsporten. Fluss-Mitte	„	„	„	„	0
9	„	ca. 50 m unterhalb des Kanals bei Himmelsporten. Rechtes Ufer	„	„	„	„	0
10	3 ³ / ₄ Uhr	ca. 300 m unterhalb des Kanals bei Himmelsporten. Linkes Ufer	„	klar, ohne Opaleszenz, geringer bräunlicher Bodensatz	„	sehr minimal	0
11	„	ca. 300 m unterhalb des Kanals bei Himmelsporten. Fluss-Mitte	„	„	„	etwas stärker	0
12	„	ca. 300 m unterhalb des Kanals bei Himmelsporten. Rechtes Ufer	„	„	„	„	0

am 6. August 1906.

ohne Wolken.

Pegelstand 148 cm, Luftdruck in mm: 752,3

" 104 " Höchste Temperatur: 22,8° C

" 105 " Niedrigste " 13,0° "

" 120 "

N ₂ O ₃	Chlor	Sauerstoff- verbrauch	Suspend. Bestandteile			Rückstand	Asche	Glühverlust	Theoretisch höchst möglicher Sauerstoffgehalt	Sauerstoff- gehalt		Sauerstoff- zehrung in 24 Std.	Sauerstoff- zehrung in % in 24 Std.	Keime im ccm
			bei 100°	Asche	Glüh- ver- lust					sofort	nach 24 Std.			
0	13	2,6	15,9	—	—	296	244	52	6,233	6,79	—	—	—	4100
0	10	2,2	13,6	—	—	286	237	49	6,233	7,29	—	—	—	2500
0	12	2,3	15,3	—	—	290	239	51	6,233	7,44	—	—	—	3800
0	16	3,1	26,4	—	—	314	258	56	6,233	6,54	—	—	—	9600
0	11	2,0	12,9	—	—	285	239	46	6,233	6,85	—	—	—	2300
0	16	3,3	28,4	—	—	317	260	57	6,233	6,94	—	—	—	12 900
0	16	3,7	35,0	—	—	326	267	59	6,356	7,29	—	—	—	13 200
0	17	3,9	40,9	—	—	332	269	63	6,356	7,48	—	—	—	15 300
0	16	3,3	33,5	—	—	318	262	56	6,356	7,40	—	—	—	10 500
0	15	3,4	24,8	—	—	313	257	56	6,356	7,74	—	—	—	9200
0	15	3,7	26,9	—	—	317	259	58	6,356	7,92	—	—	—	12 100
0	14	3,2	22,5	—	—	308	254	54	6,356	8,08	—	—	—	7600

Mainwasseruntersuchung

Trockenes, warmes, zeitweilig bewölkt
 Niederschläge am 22. August in mm: 0,0
 " " 21. " " " 0,1
 " " 20. " " " 0,0
 " " 19. " " " 2,5

Tabelle II.

Laufende Nr.	Entnahme		°C	Aussehen und Geruch		NH ₃	N ₂ O ₅
	Datum	Stelle		sofort	nach 24 Stunden		
1	22.VIII. 06. 1 Uhr	Heidingsfeld: linkes Ufer	18	klar, gering opak, minimaler bräunlicher, grieselig. Bodensatz. Normaler Geruch	unverändert	Spuren	0
2	"	Heidingsfeld: Fluss-Mitte	"	Opaleszens noch geringer	"	"	0
3	"	Heidingsfeld: rechtes Ufer	"	Opaleszens wie Nr. 1	"	"	0
4	³ / ₄ 2 Uhr	Holztor: ca. 30 m unterhalb des erst später bemerkten Kanals. Linkes Ufer	"	"	"	stärker	0
5	"	Holztor: Fluss-Mitte	"	"	"	Spuren	0
6	"	Holztor: ca. 30 m unterhalb des erst später bemerkten Kanals. Rechtes Ufer	"	"	"	stärker	0
7	¹ / ₂ 4 Uhr	Himmelsporten: ca. 10 m unterhalb des Kanals. Linkes Ufer	"	fast klar, ziemlich opak, bräunl. Bodensatz	Veränderung nicht wahrzunehmen	"	0
8	"	Himmelsporten: ca. 10 m unterhalb des Kanals. Fluss-Mitte	"	"	"	"	0
9	"	Himmelsporten: ca. 10 m unterhalb des Kanals. Rechtes Ufer	"	"	"	"	0
10	³ / ₄ 4 Uhr	Himmelsporten: ca. 200 bis 250 m unterhalb d. Kanals. Linkes Ufer	"	"	"	schwächer	0
11	"	Himmelsporten: ca. 200 bis 250 m unterhalb des Kanals. Fluss-Mitte	"	klar, wenig opak, bräunlicher, grieseliger Bodensatz. Normaler Geruch	unverändert	"	0
12	"	Himmelsporten: ca. 200 bis 250 m unterhalb d. Kanals. Rechtes Ufer	"	"	"	"	0
13	4 Uhr	Himmelsporten: ca. 800 bis 1000 m unterhalb des Kanals. Fluss-Mitte	"	klar, gering opak, minimaler, bräunlicher Bodensatz. Geruch normal	"	Spuren	0

am 22. August 1906.

Wetter, zugleich stark windig.

Pegelstand: 99 cm, Luftdruck in mm: 749,4

„ 90 „ Höchste Temperatur: 26,3° C

„ 91 „ Niedrigste „ 13,5° „

„ 86 „

N ₂ O ₃	Chlor	Sauerstoff- verbrauch	Suspend. Bestandteile			Rückstand	Asche	Glühverlust	Theoretisch höchst möglicher Sauerstoffgehalt	Sauerstoff- gehalt		Sauerstoff- zehrung in 24 Std.	Sauerstoff- zehrung in %o	Keime im ccm
			bei 100°	Asche	Glüh- ver- lust					sofort	nach 24 Std.			
0	18	3,0	14,3	—	—	364	298	66	6,614	6,68	5,91	0,77	11,69	11 300
0	16	2,8	13,5	—	—	358	299	59	6,614	6,63	6,13	0,50	7,56	5400
0	18	2,9	14,3	—	—	362	298	65	6,614	6,88	6,24	0,64	9,71	8900
0	19	3,4	19,4	—	—	373	303	70	6,614	6,52	5,48	1,04	15,77	17 900
0	16	2,8	14,0	—	—	359	297	62	6,614	6,61	6,07	0,54	8,10	6890
0	19	3,2	18,9	—	—	370	301	69	6,614	6,63	5,74	0,89	13,5	16 300
0	22	3,8	28,9	—	—	391	310	81	6,614	6,65	5,26	1,39	21,0	29 500
0	23	4,1	34,3	—	—	398	310	98	6,614	6,62	4,53	2,09	31,9	42 200
0	20	3,6	26,4	—	—	388	310	76	6,614	6,79	5,52	1,27	19,2	25 900
0	19	3,4	26,2	—	—	388	312	75	6,614	6,73	5,34	1,38	20,1	27 500
0	18	3,2	24,7	—	—	376	306	70	6,614	6,86	5,89	0,98	14,1	20 000
0	18	3,3	25,8	—	—	380	308	72	6,614	6,50	5,29	1,30	19,7	26 000
0	17	2,9	15,3	—	—	360	298	62	6,614	—	—	—	—	8600

Mainwasseruntersuchung

Trockenes, heiteres

Niederschläge am 29. August in mm: 0,0

" " 28. " " " 0,0

" " 27. " " " 0,6

Tabelle III.

Laufende Nr.	Entnahme		°C	Aussehen und Geruch		NH ₃	N ₂ O ₅
	Datum	Stelle		sofort	nach 24 Stunden		
1	29. VIII. 06. 11 ^{1/2} Uhr	Heidingsfeld: linkes Ufer	17	klar, minimaler, bräunlicher, fein grieseliger Bodensatz. Normaler Geruch	unverändert	minimale Spuren	0
2	"	Heidingsfeld: Fluss-Mitte	"	"	"	"	0
3	"	Heidingsfeld: rechtes Ufer	"	"	"	"	0
4	12 ^{1/4} Uhr	Holztor: ca. 30 m unterhalb des Kanals. Linkes Ufer	"	fast klar, gering opak, geringer, bräunlicher, grieselig. Bodensatz. Normaler Geruch	"	"	0
5	"	Holztor: ca. 30 m unterhalb des Kanals. Fluss-Mitte	"	klar, minimaler, bräunlicher, fein grieseliger Bodensatz. Normaler Geruch	"	"	0
6	"	Holztor: ca. 30 m unterhalb des Kanals. Rechtes Ufer	"	fast klar, gering opak, wie Nr. 4	"	etwas stärker	0
7	2 ^{3/4} Uhr	Himmelspforten: ca. 15 bis 20 m unterhalb des Kanals. Linkes Ufer	17,5	"	"	"	0
8	"	Himmelspforten: ca. 15 bis 20 m unterhalb des Kanals. Fluss-Mitte	"	"	"	"	0
9	"	Himmelspforten: ca. 15 bis 20 m unterhalb des Kanals. Rechtes Ufer	"	"	"	"	0
10	3 Uhr	Himmelspforten: ca. 350 bis 400 m unterhalb des Kanals. Linkes Ufer	"	klar, minimaler, bräunlicher, grieseliger Bodensatz. Normaler Geruch	"	geringe Spuren	0
11	"	Himmelspforten: ca. 350 bis 400 m unterhalb des Kanals. Fluss-Mitte	"	"	"	minimale Spuren	0
12	3 ^{1/2} Uhr	Himmelspforten: ca. 1000 m unterhalb des Kanals, 4 m vom Ufer entfernt. Linkes Ufer	"	"	"	"	0

Mainwasseruntersuchung

Klares, heiteres

Niederschläge am 12. September in mm: 0,1

" " 11. " " " 0,0

" " 10. " " " 9,1

Tabelle IV.

Laufende Nr.	Entnahme		°C	Aussehen und Geruch		NH ₃	N ₂ O ₅
	Datum	Stelle		sofort	nach 24 Stunden		
1	12. IX. 06. 1/2 3 Uhr	Holztor: Kanaleinmündung. Linkes Ufer	16	trüb, opalesz., grauer wenig reichlicher, flockiger Bodensatz. Schwacher Kanalgeruch	Trübung kaum stärker, ebenso Bodensatz, geringe Schimmelbildung. Geruch stärker	2,6	0
2	"	Holztor: ca. 20—25 m unterhalb Nr. 1 (oberhalb resp. an der Badeanstalt). Linkes Ufer	"	klar, gering opak, geringer, grieseliger, bräunlich. Bodensatz. Normaler Geruch	Veränderung ist nicht wahrzunehmen	0,2	0
3	"	Holztor: Fluss-Mitte. (Mit Nr. 1 und 4 auf gleicher Höhe)	"	klar, minimaler, feingrieseliger, bräunlicher Bodensatz. Normaler Geruch	"	Spuren	0
4	"	Holztor: Kanaleinmündung. Rechtes Ufer	"	stark trüb, opalesz.; dunkelgrauer, ziemlich reichlicher, flockiger Bodensatz. Ziemilicher Kanalgeruch	Trübung hat zugenommen, ebenso Bodensatz und Geruch. Geringe Schimmelbildung	9,4	0
5	4 Uhr	Holztor: ca. 40 m unterhalb Nr. 4. Rechtes Ufer	"	klar, gering opak, minimaler, grieseliger, brauner Bodensatz. Normaler Geruch	Veränderung ist nicht wahrzunehmen	0,7	0
6	"	Pleichacher Kanal: ca. 5 m unterhalb	"	trüb, opalesz., wenig reichlicher, brauner, flockiger Bodensatz. Geringer Kanalgeruch	Geruch und Bodensatz haben kaum zugenommen. Minimale Schimmelbildung	5,1	0
7	"	Regenwasserabfluss unterhalb der Lutpoldbrücke	"	sehr stark trüb, graugrüne Opaleszenz, reichlicher, grossflockiger, grauschwarzer Bodensatz. Sehr starker Kanalgeruch	Reichliche Schimmelbildung. Bodensatz beinahe schwarz. Geruch noch stärker	11,9	0
8	"	ca. 100—120 m unterhalb des Regenwasserabflusses. Rechtes (gleiches) Ufer	"	nicht ganz klar, wenig reichlicher, brauner, grieseliger Bodensatz. Normaler Geruch	Veränderung ist nicht wahrzunehmen	1,5	0
9	"	ca. 100—120 m unterhalb d. Regenwasserabflusses. Fluss-Mitte	"	klar, geringer, bräunlicher. feingrieseliger Bodensatz. Normaler Geruch	"	Spuren	0
10	4 ³ / ₄ Uhr	ca. 5—10 m unterhalb der Kanaleinmündung bei Himmelspforten. Linkes Ufer	"	"	"	"	0
11	"	ca. 5—10 m unterhalb der Kanaleinmündung bei Himmelspforten. Fluss-Mitte	"	Bodensatz kaum stärker wie bei Nr. 10, ebenso ist minimale Opaleszenz vorhanden. Sonst wie Nr. 10	"	0,2	0
12	"	ca. 5—10 m unterhalb der Kanaleinmündung b. Himmelspforten. Rechtes Ufer	"	klar, geringer, bräunlicher feingrieseliger Bodensatz. Normaler Geruch	"	Spuren	0

am 12. September 1906.

Wetter.

Pegelstand: 64 cm, Luftdruck in mm: 751
 „ 65 „ Höchste Temperatur: 18,1° C
 „ 56 „ Niedrigste „ 6,4° „

N ₂ O ₂	Chlor	Sauerstoff- verbrauch	Suspend. Bestandteile			Rückstand	Asche	Glühverlust	Theoretisch höchst möglicher Sauerstoffgehalt	Sauerstoff- gehalt		Sauerstoff- zehrung in 24 Std.	Sauerstoff- zehrung in % in 24 Std.	Keime im ccm
			bei 100°	Asche	Glüh- ver- lust					sofort	nach 24 Std.			
0	34	15,1	69,7	45,3	24,4	507	408	99	6,891	5,07	0	unbestimmt	unbestimmt	190 000
0	18	2,9	36,9	22,1	14,8	421	356	65	6,891	6,56	5,42	1,14	16,52	18200
0	16	2,2	23,4	17,5	5,9	399	346	53	6,891	6,94	6,33	0,61	8,85	8100
0	55	17,9	98,7	60,2	38,5	650	529	121	6,891	0,13	0	unbestimmt	—	370000
0	22	3,5	48,6	30,9	17,7	424	355	69	6,891	6,46	3,54	2,92	42,41	50100
0	31	8,4	63,75	30,55	32,5	582	479	103	6,891	3,42	0	unbestimmt	unbestimmt	119 000
0	112	52,1	132,3	74,4	57,9	882	756	126	6,891	2,19	0	„	„	791 000
0	25	4,6	43,3	23,9	19,4	460	383	77	6,891	6,41	0,17	6,25	91,06	118000
0	17	2,5	26,1	20,5	5,6	404	349	55	6,891	7,48	6,80	0,68	10,01	11300
0	17	2,6	26,5	18,2	8,3	403	341	52	6,891	7,15	6,40	0,74	11,02	—
0	20	2,9	30,9	20,6	10,3	408	343	55	6,891	7,34	6,38	0,96	14,24	13200
0	17	2,5	26,5	18,2	8,3	400	350	50	6,891	7,16	6,44	0,72	10,67	—

Mainwasseruntersuchung

Klares, heiteres

Niederschläge am 10. Oktober in mm: 0,0

" " 9. " " " 0,0

" " 8. " " " 0,0

Tabelle V.

Laufende Nr.	Entnahme		°C	Aussehen und Geruch		NH ₃	N ₂ O
	Datum	Stelle		sofort	nach 24 Stunden		
1	10. X. 06. 1/2 2 Uhr	Heidingsfeld: Linkes Ufer	14	klar, minimaler, bräunlicher, grieseliger Bodensatz. Geruch normal	keine Veränderung	sehr minimale Spuren	0
2	"	Heidingsfeld: Fluss-Mitte	"	"	"	"	0
3	1/2 3 Uhr	Holztor: 3 m unterhalb des Kanals (läuft nicht). Linkes Ufer	"	"	"	"	0
4	"	Holztor: 350 m unterhalb des Kanals. Linkes Ufer	"	"	"	"	0
5	"	Holztor: 350 m unterhalb des Kanals. Fluss-Mitte	"	"	"	"	0
6	"	Holztor: Kanaleinmündung. Rechtes Ufer	"	<i>milchig, trüb, flockiger, reichlicher, grauschwarzer Niederschlag. Sehr starker Kanalgeruch</i>	<i>Niederschlag voluminöser, ebenso ist der Geruch noch stärker geworden</i>	<i>stark</i>	0
7	"	Holztor: 350 m unterhalb der Kanaleinmündung (Krahnen). Rechtes Ufer	"	klar, minimaler, bräunlicher, grieseliger Bodensatz	keine Veränderung	sehr minimale Spuren	0
8	1/2 4 Uhr	Pleischach: Entnahme aus dem Kanal	"	<i>stark, weiss-grünlich opalesc. Bodensatz grau-schwarz, nicht sehr reichlich. Starker Kanalgeruch</i>	<i>Bodensatz hat zugenommen, ebenso Geruch</i>	<i>ziemlich stark</i>	0
9	"	ca. 300 m unterhalb der Pleischach oberhalb d. Luitpoldbrücke. Rechtes Ufer	"	wenig opak, nicht gut durchsichtig. Sonst wie 1, 2, 3, 4, 5	kaum merkliche Veränderung. Geruch normal	Spuren	0
10	"	ca. 300 m unterhalb der Pleischach oberhalb der Luitpoldbrücke. Fluss-Mitte	"	klar, minimaler, bräunlicher, grieseliger Bodensatz. Geruch normal	keine Veränderung	minimale Spuren	0
11	3/4 5 Uhr	ca. 3-5 m unterhalb der Kanaleinmündung b. Himmelsporten. Linkes Ufer	"	fast klar, geringer, bräunlicher, grieseliger Bodensatz. Geruch normal	"	"	0
12	"	ca. 3-5 m unterhalb der Kanaleinmündung bei Himmelsporten. Fluss-Mitte	"	gering opak, geringer, bräunlicher, feinflockiger Bodensatz. Geruch normal	"	Spuren	0
13	"	ca. 300 m unterhalb der Kanaleinmündung bei Himmelsporten. Fluss-Mitte	"	gering opak, bräunlicher, grieseliger Bodensatz. Normaler Geruch	"	"	0
14	5/4 Uhr	ca. 1000 m unterhalb d. Kanaleinmündung bei Himmelsporten. Linkes Ufer	"	klar, minimaler, bräunlicher, grieseliger Bodensatz. Geruch normal	"	"	0
15	"	ca. 1000 m unterhalb der Kanaleinmündung bei Himmelsporten. Fluss-Mitte	"	klar, minimaler, bräunlicher, feingrieseliger Bodensatz. Geruch normal	"	Sehr minimale Spuren	0

am 10. Oktober 1906.

Wetter.

Pegelstand: 130 cm, Luftdruck in mm: 748,2
 „ 142 „ Höchste Temperatur: 17,9° C
 „ 158 „ Niedrigste „ 3,2° „

N ₂ O ₃	Chlor	Sauerstoff- verband	Suspend. Bestandteile			Rückstand	Asche	Glühverlust	Theoretisch höchst möglicher Sauerstoffgehalt	Sauerstoff- gehalt		Sauerstoff- zehrung in 24 Std.	Sauerstoff- zehrung in 0/0 in 24 Std.	Keime im cm
			bei 100°	Asche	Glüh- verlust					sofort	nach 24 Std.			
0	12	2,6	10,8	—	—	286	235	51	7,192	6,97	—	—	—	4800
0	11	2,4	9,3	—	—	286	235	51	7,192	7,04	—	—	—	4400
0	13	2,9	12,5	—	—	289	237	52	7,192	—	—	—	—	12300
0	14	2,7	11,2	—	—	282	232	50	7,192	6,95	6,34	0,61	8,49	8000
0	12	2,5	10,9	—	—	280	242	48	7,192	7,14	6,68	0,46	6,41	4500
0	108	38,3	172,0	—	—	983	822	160	7,192	—	—	—	—	860000
0	13	2,6	11,0	—	—	285	234	51	7,192	6,97	6,46	0,51	7,05	6400
0	35	10,0	51,0	—	—	546	452	94	7,192	—	—	—	—	384000
0	14	2,8	20,2	—	—	300	243	57	7,192	6,75	5,08	1,67	23,24	50400
0	12	2,4	14,7	—	—	295	242	53	7,192	7,15	6,68	0,49	6,80	5300
0	17	3,2	18,9	—	—	299	247	52	7,192	6,94	6,23	0,71	9,85	8900
0	20	3,9	31,7	—	—	316	253	63	7,192	6,84	5,19	1,64	22,84	28100
0	19	3,2	20,3	—	—	302	245	57	7,192	6,87	5,81	1,06	14,79	13800
0	15	3,1	14,2	—	—	290	239	51	7,192	6,95	6,33	0,62	8,64	6900
0	14	2,8	11,3	—	—	288	236	52	7,192	6,89	6,38	0,51	6,97	5300

Mainwasseruntersuchung

Kühles, regnerisches Wetter, zugleich windig.

Niederschläge am 5. November in mm: 6,9

" " 4. " " " 0,0

" " 3. " " " —

" " 2. " " " 16,1

Tabelle VI.

Laufende Nr.	Entnahme		Biologischer Befund und sonstiges	°C
	Datum	Stelle		
1	5. XI. 06. 3 Uhr	ca. 2—3 m oberhalb der Pleichach. Rechtes Ufer	am Ufer überall Ranunculus fluitans	7
2	"	ca. 20—30 m unterhalb der Pleichach. Rechtes Ufer	am Ufer deutliche Rasen von Sphaerotilus und Leptomitus im seichten Wasser	"
3	"	ca. 300 m unterhalb der Pleichach (oberhalb der Luitpoldbrücke). Rechtes Ufer	Sphaerotilus unterhalb und auch schon etwas oberhalb der Luitpoldbrücke, spärlicher aber doch noch deutlich	"
4	"	ca. 300 m unterhalb der Pleichach (oberhalb der Luitpoldbrücke). Fluss-Mitte		"
5	"	direkt oberhalb der Einmündung des Kanals bei Himmelspforten. Fluss-Mitte		"
6	"	ca. 5 m unterhalb der Einmündung des Kanals bei Himmelspforten. Fluss-Mitte		"
7	"	ca. 250 m unterhalb der Einmündung des Kanals bei Himmelspforten. Fluss-Mitte	Wasser erscheint durchmischt von Gemüse- und Holzabfällen (Streichhölzer, Zahnstocher) und namentlich viel Papierstückchen, die wohl mechanisch entfernt werden müssten	"
8	"	ca. 800 m unterhalb der Kanaleinmündung bei Himmelspforten (Examinatorhaus). Linkes Ufer		"
9	"	ca. 800 m unterhalb der Kanaleinmündung bei Himmelspforten (Examinatorhaus). Fluss-Mitte		"

am 5. November 1906.

Während der Entnahme starker Regen.

Pegelstand: 81 cm, Luftdruck in mm: 744,2

" 80 " höchste Temperatur: 12,6° C

" 80 " niedrigste " 5,2° "

" 79 "

Aussehen und Geruch		NH ₃	N ₂ O ₅	N ₂ O ₃	Chlor	Sauerstoff- verbrauch	Suspend. Bestandteile			Rückstand	Keime im ccm
sofort	nach 24 Stunden						bei 100°	Asehe	Glüh- ver- lust		
klarer, geringer, feiner, grieseliger Bodensatz. Normaler Geruch	unverändert	minimal	0	0	15	3,0	18,2	—	—	395	10 000
<i>trüb, opak, wenig reichlicher, brauner Bodensatz. Mini- maler Kanalgeruch</i>	<i>Geruch etwas stärker</i>	<i>ziemlich stark</i>	0	0	26	8,2	42,7	—	—	451	140 000
fast klar, geringer, feiner, grieseliger Bodensatz. Normaler Geruch	unverändert	schwach	0	0	16	5,2	29,3	—	—	404	31 000
klar, minimaler, feiner, grieseliger, bräun- licher Bodensatz. Ge- ruch normal	"	mini- male Spuren	0	0	14	2,9	19,4	—	—	396	9100
"	"	"	0	0	15	3,5	17,9	—	—	393	8200
wenig opak, nicht sehr reichlicher, bräun- licher Bodensatz. Normaler Geruch	"	schwach	0	0	20	7,1	37,6	—	—	422	89 400
gering opak, sonst aber klar, Bodensatz schwächer. Geruch normal	"	schwä- cher	0	0	18	5,0	28,4	—	—	408	30 300
gering opak, sonst aber klar. Geringer, fein grieseliger Bodensatz. Normaler Geruch	"	"	0	0	16	3,6	20,2	—	—	399	15 200
klar, geringer, fein grie- seliger Bodensatz. Geruch normal	"	mini- male Spuren	0	0	15	3,1	18,4	—	—	396	11 100

Mainwasseruntersuchung

Kaltes Wetter

Niederschläge am 29. Januar in mm: 5,3

" " 28. " " " 5,2

" " 27. " " " 0,4

Tabelle VII.

Laufende Nr.	Entnahme		°C	Aussehen und Geruch		NH ₃	N ₂ O ₅
	Datum	Stelle		sofort	nach 24 Stunden		
1	29. I. 07. 3/42 Uhr	Heidingsfeld: Rechtes Ufer	0	klar, sehr minimaler, feiner Bodensatz. Geruch normal	unverändert	minimale Spuren	0
2	1/23 Uhr	Holztor: 1/2 m über dem Kanalausfluss. Linkes Ufer	"	trüb, opak, ziemlich starker Bodensatz. Schwacher Kanalgeruch	ebenfalls Veränderung nicht wahrzunehmen, wohl infolge der Kälte	stärker	0
3	"	Holztor: ca. 200 m unterhalb des Kanals. Linkes Ufer	"	klar, minimaler, feiner Bodensatz. Geruch normal	unverändert	minimale Spuren	0
4	"	Holztor: Fluss-Mitte	"	klar, Bodensatz sehr minimal. Normaler Geruch	"	"	0
5	"	Holztor: Kanalausfluss. Rechtes Ufer	"	stark trüb, opak, starker, grauer, flockiger Bodensatz. Kanalgeruch	wohl infolge der Kälte unverändert. Bodensatz stärker	stärker	0
6	"	Holztor: ca. 200 m unterhalb des Kanals. Rechtes Ufer	"	"	wie Nr. 3	"	0
7	3 Uhr	Pleichach: Entnahme an der Einstflussstelle des Kanals	"	trüb, opak, Bodensatz ziemlich stark. Schwacher Kanalgeruch	Veränderung nicht wahrzunehmen	stark	0
8	"	300 m unterhalb der Pleichach. Rechtes Ufer	"	klar, Bodensatz gering. Geruch normal	unverändert	schwach	0
9	"	300 m unterhalb der Pleichach. Fluss-Mitte	"	klar, sehr minimaler Bodensatz. Normaler Geruch	"	minimale Spuren	0
10	"	Himmelspforten: ca. 30 m oberhalb des Kanals. Fluss-Mitte	"	"	"	"	0
11	"	Himmelspforten: ca. 40 m unterhalb des Kanals. Fluss-Mitte	"	fast klar, wenig opak, Bodensatz flockig und reichlich. Geruch normal	"	schwach	0
12	"	Himmelspforten: ca. 40 m unterhalb des Kanals. Linkes Ufer	"	fast klar, ohne Opaleszenz, Bodensatz nicht sehr reichlich. Geruch normal	"	"	0
13	4 1/4 Uhr	Himmelspforten: ca. 300 m unterhalb des Kanals. Fluss-Mitte	"	klar, sehr geringe Opaleszenz. Bodensatz nicht sehr reichlich. Geruch normal	"	sehr schwache Spuren	0
14	"	Himmelspforten: ca. 300 m unterhalb des Kanals. Linkes Ufer	"	"	"	minimale Spuren	0
15	"	Himmelspforten: ca. 600 m unterhalb des Kanals. Fluss-Mitte	"	klar, ohne Opaleszenz, Bodensatz geringer wie bei Nr. 13. Geruch normal	"	"	0
16	"	Himmelspforten: ca. 600 m unterhalb des Kanals. Linkes Ufer	"	"	"	"	0
17	4 3/4 Uhr	Himmelspforten: ca. 800–1000 m unterhalb des Kanals. Fluss-Mitte	"	klar, minimaler, feiner Bodensatz. Normaler Geruch	"	"	0
18	"	Himmelspforten: ca. 800–1000 m unterhalb des Kanals. Linkes Ufer	"	"	"	"	0

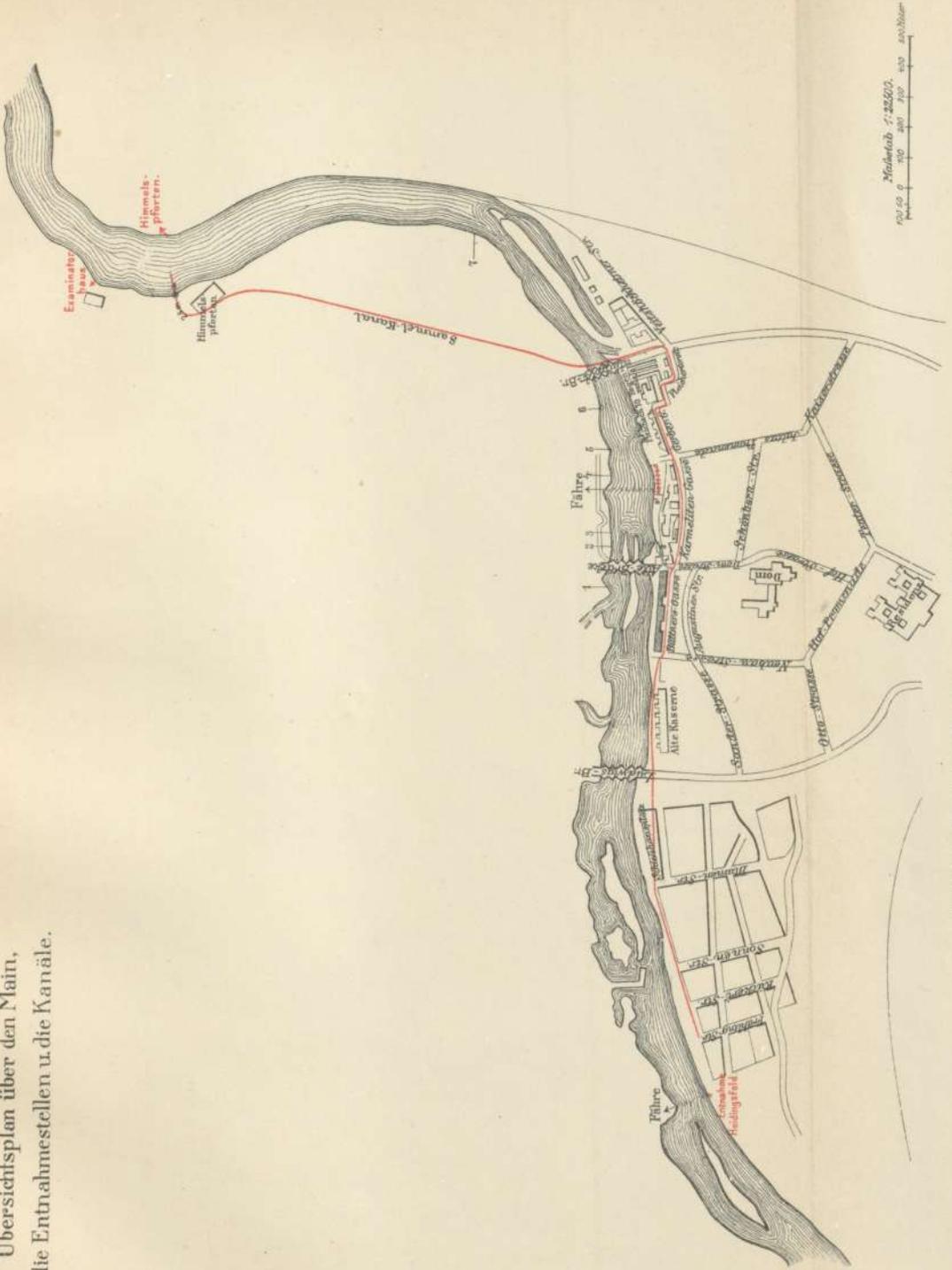
am 29. Januar 1907.

mit Schneestürmen.

Pegelstand: 130 cm, Luftdruck in mm: 734,5 Lufttemperatur während der Entnahme: 2,3° C
 „ 134 „ Höchste Temperatur: 4,3° C
 „ 135 „ Niedrigste „ 1,3° „

N ₂ O ₃	Chlor	Sauerstoff- verband	Suspend. Bestandteile			Rückstand	Asche	Glühverlust	Theoretisch höchst möglicher Sauerstoffgehalt	Sauerstoff- gehalt		Sauerstoff- zehrung in 24 Std.	Sauerstoff- zehrung in % in 24 Std.	Keime im ccm
			bei 100°	Asche	Glüh- verlust					sofort	nach 24 Std			
0	10	1,8	5,1	—	—	322	274	48	10,187	8,755	8,752	0,003	0,03	2800
0	34	27,1	60,7	—	—	582	461	121	10,187	8,684	7,413	1,271	12,5	222000
0	12	2,3	10,4	—	—	335	277	58	10,187	—	—	—	—	6600
0	11	1,7	6,0	—	—	323	272	49	10,187	9,167	9,163	0,004	0,04	3200
0	40	36,2	140,3	—	—	772	629	143	10,187	—	—	—	—	409600
0	10	2,0	12,7	—	—	338	279	59	10,187	—	—	—	—	8100
0	28	11,7	73,8	—	—	490	397	99	10,187	7,495	6,747	0,748	7,34	142000
0	11	2,7	15,3	—	—	330	275	55	10,187	8,869	8,612	0,157	1,51	16300
0	10	1,7	7,1	—	—	327	276	51	10,187	9,213	9,206	0,008	0,08	8700
0	10	2,0	5,3	—	—	323	274	49	10,187	8,909	8,907	0,002	0,02	2700
0	13	3,3	30,0	—	—	335	274	61	10,187	7,989	7,805	0,184	1,81	27300
0	11	2,1	15,6	—	—	326	274	52	10,187	9,060	9,046	0,014	0,14	8900
0	12	3,0	23,4	—	—	331	278	53	10,187	8,847	8,719	0,128	0,25	11500
0	10	2,3	16,0	—	—	—	—	—	10,187	—	—	—	—	6100
0	11	2,7	13,5	—	—	327	276	51	10,187	—	—	—	—	5200
0	10	2,2	14,2	—	—	—	—	—	10,187	—	—	—	—	6200
0	10	2,0	6,3	—	—	323	274	49	10,187	9,173	9,168	0,005	0,05	3100
0	10	2,3	8,5	—	—	—	—	—	10,187	9,120	9,112	0,008	0,08	3250

Übersichtsplan über den Main, die Entnahmestellen u. die Kanäle.



Braidenbach, Der Zustand des Mainwesens und der Mainufer Würzburgs.

Über die Wirkung moderner Projektile.

Festsrede zur Feier des 59. Stiftungstages
der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg
von dem derzeitigen I. Vorsitzenden

F. Riedinger.

In einer Zeit, in der so viel von Krieg und Streit die Rede und so viel Zündstoff in allen Ländern angehäuft ist, dass selbst ein kleiner Funke genügt, einen Weltbrand zu entfachen, ist es vielleicht nicht unangebracht, auch einmal an dieser Stelle von den chirurgischen Folgen eines Krieges zu reden, die *Pirogoff* so treffend eine traumatische Epidemie genannt hat. Das Kapitel ist ein ausserordentlich grosses. Im Rahmen eines Vortrages muss ich mich aber auf wenige Punkte beschränken und zwar möchte ich heute hauptsächlich die Wirkung des neuesten Gewehrgeschosses, des S-Geschosses berücksichtigen. Bevor ich davon spreche, will ich die Entwicklung der Handfeuerwaffen kurz streifen. Die ältesten Formen übergehe ich.

Bis gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts waren die Rohre glatt, dann erst führte man allgemein gezogene ein, die merkwürdigerweise schon anfangs des 17. Jahrhunderts bekannt, aber wieder in Vergessenheit geraten, ja eine Zeit lang sogar verboten waren.

Die Züge liefen zuerst der Gewehrachse parallel, dann wurden sie gewunden. Man nennt dies den Drall. Er sollte eine bessere Führung der Geschosse im Lauf bewirken. Die Kugelform verschwand. Man griff zum Langblei mit allen möglichen Kopfformen. Selbst ausgesprochene Spitzgeschosse finden sich darunter. Das Kaliber betrug etwa 18 mm.

Der Drall bewirkte zwar durch die dem Geschoss übermittelte Rotation eine bessere Führung im Rohr und eine etwas gestrecktere Flugbahn (Rasanz), aber durch das Missverhältnis zwischen der Laufweite und dem Kaliber des Geschosses, was bei den Vorderladern unvermeidlich war, pendelte das Projektil schon bald nach dem Verlassen des Gewehres, ja schon im Rohr selbst. Man suchte

nach Mitteln, das zu verhüten und wandte Verschiedenes an: Gefettete Wollfaden oder Lappen, Kammerdorne am Boden des Laufes (Thouvenin), Expansionshöhlung mit und ohne Treibspiegel am Boden der Geschosse (Minié); Kompressionsgeschosse mit starken Einkerbungen zum Zusammenstossen mit dem Ladestock etc.

Der Erfolg war aber kein befriedigender.

Der wichtigste Fortschritt war deshalb die Einführung des Hinterladers durch Preussen in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts. Obwohl er Vorläufer in Chaumette 1751 und Pauli 1812 hatte, darf doch Dreyse als der eigentliche Erfinder des Hinterladers gelten.

Anfangs war die Waffe noch unvollkommen. Die Führung der Projektile im Rohr war nicht intim genug. Es bedurfte eines Treibspiegels aus Pappe, denn die Laufweite betrug 15,43 mm, das Blei aber hatte nur ein Kaliber von 13,6. Die Feuergeschwindigkeit war jedoch hauptsächlich durch die Einheitspatrone eine solche, dass alle Staaten bald den Hinterlader einführten und verbesserten.

Schon 1870/71 zeigte es sich, dass der französische Hinterlader (Chassepot) dem preussischen Zündnadelgewehr bedeutend überlegen war. Man war dort bereits auf ein Kaliber von 11 mm herabgegangen. Das geschah nun allseitig, auch von Preussen. Die Geschosse hatten ein um etwas stärkeres Kaliber als der Lauf und wurden beim Schuss dadurch in denselben eingepresst. Manche besaßen einen sogenannten Führungsring am Boden.

Das Jahr 1884 brachte einen weiteren und grossen Fortschritt: die Einführung des Repetiergewehrs (System *Spencer*).

Die starke Stauchung der Geschosse, die rasche Verbleiung des Rohres, die Grösse der Verwundung durch die versprengten Bleipartikelchen, die im Jahre 1870 den Gedanken an Explosionsgeschosse erweckten, drängten nach einer Änderung der Waffe. Hartblei (Zusatz von 5% Antimon) besserte nicht viel.

Bald nach dem deutschen Krieg schon betonten Oberstleutnant *Bode* und der damalige Stabsarzt, jetzige Generalarzt *Reger* in Berlin, dass man den Bleigeschossen einen Mantel aus hartem Metall geben müsse, der eine vom ballistischen, der andere vom chirurgisch-humanitären Standpunkt. Es sollte eine bessere Führung im Laufe, die Verhütung der Verbleiung und ein geringerer Verwundungseffekt herbeigeführt werden. Anfangs wollte es nicht klappen. Der Blei-

kern sass nicht fest genug im Mantel. Das Beste wären solide Geschosse gewesen. Aber die meisten harten und brauchbaren Metalle waren nicht schwer genug und die schweren zu teuer. Wir werden später sehen, dass Frankreich diesen Gedanken nun doch realisiert hat. Nach langen Bemühungen gelang es endlich dem Techniker *Lorenz* sein Verbundgeschoss (Compound-Geschoss) zu konstruieren und damit die Frage zu lösen. Er liess die Innenfläche des Mantels verzinnen und goss die Höhle mit flüssigem Blei aus. Dasselbe kann auch erreicht werden, wenn man Blei einpresst und dann zum Schmelzen bringt. Aber auch auf kaltem Weg, wie es bei unserem Geschoss der Fall ist, geht dies jetzt ganz vortrefflich.

Nun folgte die Reduktion des Kalibers auf dem Fuss. Sie wurde durch Professor *Hebler* und Major *Rubin* (Schweiz) 1881 und 1882 eingeleitet. Beide gingen allmählich und methodisch bis zu 7,5 mm herunter. Das *Heblersche* Projektil hatte einen Stahlmantel mit verlötetem Weichbleikern, das *Rubinsche* einen Kupfermantel mit Hartbleikern.

Aber noch bestand eine Schwierigkeit: die Pulverfrage. Das alte Schwarzpulver, das über 500 Jahre fast unverändert im Gebrauch war, genügte den Anforderungen längst nicht mehr. Die verschiedenen Bestrebungen: grössere Ladungen zu verwenden, das Pulver mit Fett zu mischen, um das rasche Verbrennen zu verhüten, führten nicht zum Ziel. Nur die Herstellung von Presspulver anfangs der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts war ein kleiner Fortschritt. Erst durch die Herstellung des Nitratpulvers kam man zu einem wirklich brauchbaren Treibmittel. Das Pulver für das M. 88 ist ein Blättchenpulver, wie es zuerst von *Vieille* 1886 dargestellt wurde. Es besteht aus reiner Nitrozellulose unter Behandlung von Azeton. Jeder Staat hat seine Besonderheiten für die Fabrikation und hütet sein Geheimnis. Das Pulver ist rauch- aber nicht knallfrei. Das kleine Wölkchen, das sich beim Verbrennen zeigt, entsteht durch Verdampfung von Wasser, das sich bildet, aber rasch verfliegt. Die Gasspannung — die ballistisch wichtigste Eigenschaft — beträgt 3300 Atmosphären. Sie entwickelt sich langsam, verleiht dem Geschoss eine mehr schiebende Wirkung, höhere Anfangsgeschwindigkeit und gestrecktere Flugbahn.

Die Umwandlung der Waffe vollzog sich in ganz kurzer Zeit bei allen Heeren. Unser seitheriges Geschoss wurde 1888 eingeführt (M. 88). Es war ein gezogener Hinterlader und Repetierer, hatte eine Laufweite von 7,9 mm. Die Patrone, welche Geschoss, Pulverladung und Zündhütchen aufnimmt, besteht aus Messing. Die Pulverladung

wiegt 2,75 g. Die Feuergeschwindigkeit ist ganz enorm gegen früher. Es können in der Minute 25 gezielte und etwa 50 ungezielte Schüsse abgegeben werden. Die Wärmeentwicklung geht auf 400° C. Jeder Soldat nimmt 150 Patronen mit in das Gefecht.

Das Geschoss selbst hat ebenfalls ein Kaliber von 7,9 mm, ist zylindro-ogival und besteht aus einem Hartbleikern, der auf kaltem Weg in den kupfernickelplattierten Stahlmantel und zwar in einen Vollmantel eingepresst wird.

Die Länge beträgt 31,25 mm, das Gewicht 14,7 die Anfangsgeschwindigkeit 640, die Rotation beim Verlassen der Gewehrmündung 2660 m in der Sekunde, die Querschnittsbelastung 0,300 g auf 1 qmm.

Auf 1000 m können noch mehrere Glieder hintereinander durchschlagen werden. Das Projektil bleibt infolge seiner hohen Durchschlagskraft weit seltener im Körper stecken als die bisherigen Bleigeschosse.

Der Mantel ist nicht bei allen Armeen gleich. Stahl ist aber wohl am widerstandsfähigsten. *Lorenz* gibt an, dass die Deformierung beim Compoundgeschoss nur in 15,6% erfolgt. Beim Bleigeschoss war das in 100% der Fall.

Der Übersicht halber will ich nur eine kurze Zusammenstellung geben über die seinerzeit angenommenen Kaliber mit der Bemerkung, dass dieselbe aber bereits vielfach überholt ist.

Italien, Niederlande, Luxemburg, Rumänien, Japan, Griechenland, Portugal, Schweden, Norwegen haben eingeführt ein Kaliber von	6,5 mm
Spanien, Brasilien, Chile, China, Transvaal, Columbia, Uruguay, Mexiko, Serbien	7,0 „
Schweiz (hat nur Stahlkappe)	7,5 „
Russland, Nordamerika (Landheer)	7,62 „
Belgien, Türkei, Argentinien, Bolivia, Peru, Spanien, Paraguay	7,65 „
England	7,7 „
Deutschland	7,9 „
Frankreich, Österreich, Dänemark, Bulgarien	8,0 „
Amerika hat für die Flotte nur ein Kaliber von	5,9 „

Zur Illustration dessen und zur Abkürzung dienen die hier aufgehängten Tafeln. Sie wurden auf meine Anregung in den deutschen Waffen- und Munitionsfabriken Karlsruhe unter Leitung des Herrn Oberingenieur Hauptmann *Siber*, dem ich für sein freundliches Ent-

gegenkommen zu ganz besonderem Dank verpflichtet bin, angefertigt und stellen die geschichtliche Entwicklung der Geschossform für gezogene Vorder- und Hinterlader vom Jahre 1600—1908 dar (cf. Geschosstafeln I und II).

Was nun die Wirkung des M. 88 betrifft, so verfügen wir ausser den experimentellen Ergebnissen über reiche praktische Erfahrungen aus den letzten Kriegen.

Es war zu erwarten, dass das kleinere Geschoss auch kleinere Wunden machen würde. Die alten 11 resp. 18 mm kalibrigen Projektile verursachten ungewöhnlich grosse Ein- und Ausschussöffnungen mit starker Weichteilzerstörung.

Bei den Haut- und Weichteilen hatte man sich nicht geirrt. Die Einschüsse sowohl als die Ausschüsse sind sehr klein, in vielen Fällen dem Geschosskaliber kaum entsprechend, ja manchmal nicht unwesentlich hinter ihm zurückbleibend. Der Defekt war manchmal rund, manchmal gezackt, geschlitzt, sternförmig. Sie verliehen der Verletzung den subkutanen Charakter und unsere Hauptaufgabe im Feld durfte nur darin bestehen, diesen Charakter zu wahren durch die unmittelbare antiseptische Okklusion. Da kann man wohl von einer humanen Wirkung sprechen. Die Ein- und Ausgangspforten wurden nur modifiziert bei Querschlägern und bei Knochenzerstörung dicht unter der Haut. Anders aber gestaltete sich das Verhältnis beim Knochen. Hier traf das Verwundungsminimum nur bei den platten und spongiösen Knochen im allgemeinen zu. Sobald aber der grosse diaphysäre Hohlraum, der Tubus medullaris, durch die Kugel geöffnet wurde, da entstand ein anderes, furchtbares Bild — eine Art Explosionswirkung. Ganz im Gegensatz zu dem kleinen Geschoss stand diese grosse und verblüffende Zerstörung. Schon 1870/71 war man von der Wirkung des Chassepotgewehres betroffen. Auch damals konnte man kaum glauben, dass das 11 mm Kaliber, das doch so viel kleiner war als die bisherigen, einen andern Effekt haben sollte und man war, wie schon erwähnt, zur Vermutung gekommen, dass unsere Gegner Explosionsgeschosse verwenden, die durch die Petersburger Deklaration (1868) verboten waren.

Anfangs vertrat man die Ansicht, dass die Wirkung der Kleinkalibergeschosse in den einzelnen Abschnitten der Flugbahn beim Auftreffen auf den Körper einen ganz typischen Verwundungseffekt erziele. Man nahm schematisch 4 Zonen an: die Explosionszone, die Zone der reinen Defekte, die Zone der Splitterung, die Zone der erlöschenden Kraft (Kontusionseffekt). Es hat sich aber bald

gezeigt, dass sich diese etwas gekünstelte Einteilung in Wirklichkeit nicht halten lasse. Die experimentellen Arbeiten von *P. v. Bruns* und die in grossem Stil ausgeführten Versuche der Medizinalabteilung des preussischen Kriegsministeriums (*v. Coler* u. *Schjerning*) u. a. haben die Angelegenheit rasch gefördert. Dazu kommen die praktischen Erfahrungen in den neuesten Kämpfen und Schlachten von *Habart*, *Küttner*, *Matthiolius*, *Schaefer*, *Colmers*, *Bornhaupt*, *v. Oettingen*, *Zoege*, *v. Mantuffel*, *Hildebrandt*, *Goldammer*, *Kikuci Mac-Cormac*, *Watson Cheyne*, *Treves*, *Makins*, *Dent* und vielen anderen. Sie bestätigten die Resultate der Experimente fast vollauf. Es hat sich vor allem gezeigt, dass die Wirkung der Mantelgeschosse mit zunehmender Entfernung stetig und allmählich abnimmt und zwar ohne scharfe Grenze. Massgebend für den Zerstörungseffekt ist ausser der Energie, mit welcher das Geschoss die Gewebe trifft, die physikalische Beschaffenheit derselben. Je mehr Flüssigkeit dieselben enthalten und je abgeschlossener dieselbe ist, desto stärker ist die destruktive Wirkung. Dahin gehören also ausser dem Tubus medullaris der langen Röhrenknochen alle mit Flüssigkeit gefüllten Hohlräume: Blase, Darm, Magen, Herz, der Schädel und zum Teil die grossen Unterleibsdrüsen.

Sehen wir uns nun den Zerstörungseffekt am Knochen und zwar hauptsächlich an den Röhrenknochen etwas näher an.

Da müssen wir zunächst zwischen spongiösen und kompakten Knochen unterscheiden. Die ersteren, wozu natürlich auch die Epiphysen gehören, können glatt durchschossen werden. Der Kanal entspricht meist dem Kaliber des Projektils. Manchmal, besonders bei Nahschüssen, finden wir auch radiäre Sprünge und Splitterung. Der Ausschuss ist meist grösser als die Einschussöffnung. Der Zerstörungseffekt ist im metaphysären Teil schon ausgeprägter, um im diaphysären Bezirk seine Höhe zu erreichen. Die Splitterungszone kann sich bis zu 10 cm und darüber in der Längsrichtung erstrecken. Die Fragmente werden nicht selten nach allen Seiten, besonders in der Richtung der Geschossbahn fortgeschleudert. Der Schusskanal ist manchmal mit kleinsten Partikelchen austapeziert. So regellos auch diese kleinen Splitter scheinen, so lässt sich doch eine gewisse Gesetzmässigkeit erkennen. Gelingt es, sie wieder zusammzusetzen, so sieht man an dem Mosaik, wie es *v. Bergmann* treffend nennt, dass sie eine Art Schmetterlingsform darstellen, die mit zunehmender Entfernung mit der die Splitter grösser und weniger werden, immer deutlicher wird, besonders wenn der Knochen in seinem

grössten Durchmesser getroffen ist. Manchmal haben sie eine reine Briefkuvertform. Eine retrospektive Betrachtung, d. h. der Vergleich von Fernschüssen mit Nahschüssen ergibt ein klares Bild. Die Sprünge verlaufen alle radiär und zwar, wie *Küttner* richtig hervorhebt, nicht nur beim Mantel- sondern auch bei Bleigeschossen. Je grösser die Geschwindigkeit, desto zahlreicher werden die radiären, desto näher rücken die zirkulären Sprünge und desto kleiner werden die Splitter. Dieselben sind deshalb im Jahre 1866 und 1870 alle viel grösser gewesen. Erst die Kombination beider zermalmt den Knochen. Als Beleg dienen einige Bilder aus den genannten Jahren, wie aus dem amerikanischen Feldzug. Durch die den Druckpol umkreisenden Fissuren, die zu den ersteren im rechten Winkel stehen, bilden sich die kleinen und kleinsten Splitter und zwar sowohl am Schädel wie an der Diaphyse der langen Röhrenknochen. Das Geschoss wirkt stets wie ein Keil, es dringt nie mit seinem vollen Durchmesser sofort in den Knochen ein, sondern immer nach dem Prinzip der schiefen Ebene. Streift das Mantelgeschoss die Diaphyse, ohne den Markraum zu öffnen, so kann eine kleine Lücke ausgeschlagen werden, manchmal ohne, manchmal mit kleinen radiären Sprüngen. Lochschüsse in der Diaphyse dürften eine Rarität bilden. Nur selten wird der Mantel zerrissen und bleibt das Geschoss im Körper stecken.

Als man sich nun daran machte, diese eigenartige und befremdende explosionsartige Wirkung der kleinen Projektile zu erklären, hat man verschiedene Hypothesen aufgestellt.

Dass die Deformierung der Geschosse die Ursache sei, wird schon dadurch widerlegt, dass gerade bei den Mantelgeschossen diese Gestaltsänderung sehr selten eintritt, und gerade hier ist die Wirkung am stärksten.

Ebenso haltlos war die Erhitzungstheorie, die nur für die Bleiprojektile in Betracht kommen konnte. Die geschmolzenen Tröpfchen sollten starke Zerstörungen hervorrufen. Die Temperatur beträgt aber für gewöhnlich, wie die Experimente der Medizinalabteilung des preussischen Kriegsministeriums beweisen, nur 65°C (325 wären aber nötig).

Auch die Rotation der Geschosse als Ursache anzusehen, konnte nicht begründet werden.

Mehr Anhänger hatte die Luftdrucktheorie von *Melsen*. Sie machte geltend, dass das Geschoss eine Säule stark verdichteter Luft vor sich her und in den Körper treibe, die

dann die Explosion hervorrufe. Gewiss wird Luft vor dem Geschoss hergetrieben. *Mach* in Wien hat das zuerst photographisch festgestellt. Sie umgibt das Projektil glockenartig und sieht auf dem Bilde wirklich aus wie die Bugwelle eines fahrenden Schiffes. Diese „Kopfwelle“ ist aber akustischer Natur. Wird sie beim Aufschlagen des Geschosses, z. B. auf ein Brett, aufgefangen, so bildet sie sich nach der Perforation jenseits desselben sofort wieder. Der Scheitel der Kopfwelle liegt der Geschossspitze um so näher, je grösser die Geschwindigkeit des Geschosses ist. Sinkt die letztere, so eilt sie dem Geschoss voraus. Der Luftdruck ist nicht so hoch wie anfangs angenommen wurde, er beträgt nur $\frac{2}{10}$ einer Atmosphäre. Dicht hinter dem Projektil sieht man auf den von *Mach* aufgenommenen Bildern eines fliegenden Geschosses einen dunklen Zylinder, welcher aus Wirbelringen von durch Reibung erwärmter Luft, die das Projektil abgestreift hat, besteht. *Mach* vergleicht sie mit dem Kielwasser eines Schiffes. Die photographische Aufnahme eines Projektils, das eine Flamme durchdringt, ergibt, dass dieselbe nicht zerrissen oder deformiert, sondern glatt durchschossen wird wie ein fester Körper. Das Flackern und Auslöschcn der Flamme erfolgt erst, nachdem das Projektil längst hindurch ist und zwar durch die nachfolgenden Pulvergase oder durch die vor denselben liegende Luft. *Mach* sieht das als Beweis dafür an, dass Luft — wenn auch wenig — in die Wunde nachdrängt. Luft kann dem Projektil wohl nachfolgen, — wir sehen dies schon an den Aufhellungen der Schusskanäle auf unseren Bildern — gewiss aber nicht soviel, dass daraus, wie neulich *Hildebrandt* ausführte, eine Explosion erfolgt. Er meint, dass sie dadurch hervorgerufen werde, dass das Medium in toto verschoben wird und seine Lage ändert, ohne dass seine einzelnen Teile aus dem Zusammenhang gerissen werden. Der Raum, welcher somit durch die Verdrängung einer grösseren Gewebsmasse entsteht, stellt für einen Moment ein Vakuum dar, in das alsbald die Luft von aussen hereinströmt. Aber das geschieht bei Schussverletzungen — besonders bei den kleinkalibrigen Projektilen nicht einmal an der Stelle, wo es am natürlichsten wäre, an der Pleura. Nur selten wird ein Pneumothorax getroffen. Auch in die Gelenke müsste Luft eindringen und sie dann aufhellen. Das geschieht aber ebenfalls nicht. Wir waren einmal betroffen. An einem Kniegelenk war auf dem Röntgenbild eine merkliche Aufhellung zu konstatieren wie bei Inflation von Sauerstoff. Der Gelenkknorpel, der sonst nicht zu sehen, ist sehr schön gezeichnet (Fig. 1). Es hat sich aber herausgestellt, dass das Gelenk vor dem

Schuss schon geöffnet und mit Luft erfüllt war, was wir vorher nicht gewusst hatten.

Auf die Luftdrucktheorie folgte die des hydraulischen Druckes, wie sie von *Busch*, *Reger*, *Bircher*, *Küster* und *Kocher* u. a. angebahnt, verfochten und erweitert wurde. Der entschiedenste Gegner war *v. Beck*. Er führte die explosionsartige Wirkung auf die enorme Perkussion und Deformation der Geschosse zurück. Die Theorie des hydraulischen Druckes war aber die Brücke zu unserer gegenwärtigen Anschauung. Er entsteht bekanntlich dadurch, dass sich in einem mit einer inkompressiblen Masse (z. B. Wasser) gefüllten Hohlraum eine Raumbewegung geltend macht. Durch Druck kann die Masse, wenn sie nicht schnell genug entweichen kann, nicht verkleinert werden. Sie sucht deshalb der Grösse des Druckes entsprechend nach allen Seiten auszuweichen und sprengt schliesslich die Hülle. Bei der Schussverletzung kommen Grösse und Schnelligkeit des Projektils in Ansatz. Durch sehr exakte Versuche seitens der Medizinalabteilung des preussischen Kriegsministeriums wurde aber festgestellt, dass es sich um eine hydrodynamische Wirkung handelt, die darin besteht, dass das in seiner Bewegung aufgehaltene Geschoss einen überaus grossen Betrag von Bewegungsenergie, welche der Geschwindigkeit einerseits, der Festigkeit des Zieles andererseits direkt proportional ist, an die getroffenen Teilchen des Wassers oder diesen ähnliche Massen abgibt, welche wegen ihrer Inkompressibilität und der leichten Verschieblichkeit seiner Teilchen die lebendige Kraft an die Wandung überträgt und sie zerreisst. Die Geschwindigkeit darf nicht unter 250 m in der Sekunde betragen. Je grösser die Geschwindigkeit, desto grösser die Energie, die auf die Teilchen wirkt. Je grösser die Kohäsion, desto geringer die Geschwindigkeit, welche die einzelnen Teilchen annehmen können.

Der ausschlaggebendste Grund für die hydrodynamische Wirkung ist der, dass die Wirkung auch in vollkommen offenen, mit Wasser gefüllten Gefässen zustande kommt und dass das Geschoss die gegenüberliegende Wand eher durchschlägt als der Druck dort ankommt. *Tilmann* wies dies auch bei Schädelbrüchen nach.

Besonders interessant sind die elektrischen Momentphotographien von *Cranz* und *Koch*: Beim Schiessen auf eine mit Wasser gefüllte Blechröhre, die an einem Ende mit Pergamentpapier, an dem anderen mit einer Gummihaut abgeschlossen war, ergab es sich, dass die letztere, die an dem Ausschuss lag, zuerst sich etwas ausbauchte,

dann sich schlauchartig verlängerte und erst wenn das Geschoss bereits 15 cm hinter dem rückwärtigen Gefässrand angelangt war, die Membran zugleich mit der Büchse zerriss und das Wasser nach allen Richtungen mit grosser Gewalt herausgeschleudert wurde.

Eine geradezu glänzende funkenphotographische Darstellung fliegender Geschosse und ihrer Wirkung haben vor kurzem der leider so früh verstorbene Oberstabsarzt Dr. *Kranzfelder* und Ingenieur *Schwinning* gegeben. Sie haben die *Machschen* Versuche weitergeführt und Serienaufnahmen gemacht.

Schon *Bircher* hatte gezeigt, dass die Sprengwirkung bei Schüssen auf mit Wasser gefüllte Gefässe erst dann eintrat, wenn das Geschoss schon ausgetreten war. Ganz im Gegensatz zu *Begers* schematischer Zeichnung, bei der die gegenüberliegende Wand bereits gesprengt ist, ehe das Geschoss sie erreicht hat. Das Geschoss überholt rasch seine Wirkung.

Besonders interessant ist ein Versuch der Medizinalabteilung des preussischen Kriegsministeriums. Eine mit Wasser gefüllte Bleitrommel von 10,8 cm Durchmesser wurde 6 cm unter ein Brett aus Tannenholz gestellt und dann aus einer Entfernung von 25 m mit einem 8 mm Projektil beschossen. Das aus der Trommel aufspritzende Wasser hatte eine solche Kraft, dass es das Brett mitten auseinanderbrach und zertrümmerte.

Ausserdem wurde erwiesen, dass das Gefäss eine mehr als dreihundertfache Vergrösserung des Geschossvolumens erhält, während es als Stempel einer hydraulischen Presse das Gefäss um nicht mehr als sein eigenes Volumen erweitern könnte. Die Geschwindigkeit der fortgeschleuderten Wassermassen ist viel grösser als die unter Annahme des hydraulischen Druckes berechnete. Ausserdem gilt für die auftretende Druckwirkung nicht das Gesetz, dass überall auf die gleich grosse Fläche auch ein gleich grosser Druck ausgeübt wird, wie es beim hydraulischen Druck der Fall ist, sondern der Druck ist in der Flugrichtung des Geschosses wesentlich stärker als in allen anderen Richtungen. Er wirkt wie ein reissender Strom. Die Geschossenergie macht sich, wie das auch die eben erwähnten photographischen Aufnahmen veranschaulichen, hauptsächlich nach dem Ausschuss zu geltend. Derselbe ist deshalb auch immer grösser als der Einschuss. Der Schusskanal bildet einen Kegel, dessen Spitze nach dem Einschuss zu liegt. Die Zerstörung ist in der Nähe des Schusskanals am stärksten.

R. Koehler, auf dessen ausführliches Werk: die modernen

Kriegswaffen ich hier verweise, setzt der hydrodynamischen Wirkung eine andere Ansicht entgegen und macht unter Berufung auf die Resultate der M. A., aber dieselben anders deutend, geltend, dass gerade im Gegenteil den Wasserteilchen durch die Geschossgeschwindigkeit ihre Labilität genommen werde, dass sie sich seiner Energie gegenüber wie eine inkompressible, wegen ihrer Homogenität ausserordentlich gut leitende Masse verhält, durch welche die Stosswelle sich wie durch einen festen Körper fortpflanzt. Deswegen dringe die Flüssigkeit auch nicht durch eine Öffnung hinaus und mache sich auch beim durchschossenen Gehirn die Keilwirkung in Form radiärer Sprünge geltend.

Diese Theorie, die sich auf das *Newton'sche* Gesetz stützt, ist in der Tat bestechend. Sie erklärte auch die Seitenwirkung, die doch bei der steilen Kegelspitze sehr gering ist. Wir sehen also, dass diese Frage noch nicht zum Abschluss gekommen ist und dass noch zu tun genug übrig bleibt.

Erst in den jüngsten Tagen haben *Hugo* und *Karl Marx* eine neue Theorie für die Schädelschüsse aufgestellt, nämlich die der Spannungswirkungen, welche durch den Stoss des Geschosses erzeugt werden.

Sie nehmen:

1. Druck- und Biegungsspannungen an, die parallel zur Oberfläche des Schädels gehen (Radial-Ringspannungen).
2. Gleit- oder Schubspannungen, die senkrecht zur Schädeldecke stehen.
3. Oberflächenspannung durch das Eindringen der Geschosse.

Eine Ausnahme von diesem Gesetz schienen die sogenannten *Krönlein'schen* Schädelschüsse zu machen. Er hat sie deshalb anfangs als „theoriwidrig“ bezeichnet. Das Charakteristische dieser Schüsse ist, dass das im grossen und ganzen wenig veränderte Grosshirn aus der weit geöffneten Schädelkapsel vollkommen herausgeworfen wird. Manchmal ist das Grosshirn in seine beiden Hemisphären geteilt und liegt einige Meter von dem Betroffenen entfernt auf dem Boden. Die Schüsse verlaufen alle an der Schädelbasis und durchsetzen den Schädel entweder sagittal oder transversal. Zweimal handelte es sich um Selbstmord. Dabei war das Gewehr direkt an den Kopf gehalten worden. Es lag nahe, daran zu denken, dass die Pulvergase (*Tilmann*) diese merkwürdige Verletzungsform provozieren, aber inzwischen sind abgesehen von dem zweiten *Krönlein'schen* Fall, wo der Schuss in einiger Entfernung abgegeben wurde, 5 Fälle von

Franz (Berlin) in Südwestafrika beobachtet worden, von denen drei sogar in einer Entfernung von 20—30 Schritte erfolgten, so dass die Pulvergase keine ausschlaggebende Rolle spielen können. Dasselbe darf wohl auch von der Annahme *Hildebrandts* gesagt werden, welche dahin geht, dass die hinter dem Geschoss eindringende Luft einen entscheidenden Einfluss habe. Er meint, dass die primären Pressungsvorgänge Haut- und Knochendecke sprengen, ohne dass am Gehirn grössere Verletzungen entstanden sein müssen, nun drängt Luft in den an der Basis befindlichen Schusskanal und wirft das Gehirn in toto heraus.

Wohl dürfen auch wir hier die hydrodynamische Wirkung akzeptieren und *Kocher* hat durch ein sinnreiches Experiment diese Schussform mit Erfolg zu immitieren versucht. Er brachte in ein oben offenes Blechgefäss einen Sack mit Kartoffelbrei, der die Wand allseitig berührt mit Ausnahme des Bodens, welche die an der Unterfläche des Gehirns befindliche Ansammlung von Liquor cerebros spinalis darstellen sollte (die sogenannten Zysternen). Geht das Geschoss durch diese Wasserschicht, so wird der Kartoffelbreisack in toto in die Höhe geschleudert.

Tilmann hat zur Stütze seiner ursprünglichen Annahme, d. h. der Wirkung der Pulvergase, eine Patrone ohne Projektil direkt auf den Schädel gefeuert und eine Zertrümmerung des Schädels und des Gehirns erzielt. Die Pulvergase können also wohl eine starke Wirkung entfalten, sie sind aber für die Erklärung der *Krönleinschen* Schüsse nicht nötig.

Nicht alle Geschosse haben einen Vollmantel. Das Schweizer Geschoss trägt nur eine Stahlkappe. Dieses Geschoss gehört aber nicht zu den sogenannten inhumanen. Dazu rechnen wir die berühmten Dum-Dum-Geschosse und die mit ihnen verwandten Formen; mit anderen Worten, alle diejenigen, bei welchen absichtlich die Kontinuität des Mantels unterbrochen ist. Unter Dum-Dum-Geschossen sollte man eigentlich nur diejenigen verstehen, die in der englischen Staatsfabrik in Dum-Dum in Kalkutta hergestellt wurden. Diese Geschosse haben einen Stahlmantel, an dem die Spitze fehlt. Die Verwundungsgrösse der gewöhnlichen Geschosse war den Engländern im Kampfe gegen wilde Stämme nicht ausgiebig genug. Es kam vor, dass manche von den Betroffenen nicht ausser Gefecht gesetzt wurden, sondern weiter stürmten. Der englische Chirurg *Davis* teilte mit, dass die Soldaten auf das praktische und ingenieure Verfahren gekommen seien, die Spitzen der Nickelmäntel ihres Lee-Metford-Gewehres (7,7 mm Kaliber) an Steinen

abzufeilen, um den weichen Bleikern hervortreten zu lassen. *Seydel* führt in seinem Lehrbuch der Kriegschirurgie an, dass die Abessinier dasselbe getan haben und *Küttner* berichtet von den Buren ähnliches, ganz trefflich hinzufügend unter Hinweis auf ihre Gegner: „Böse Beispiele verderben gute Sitten“. Das Geschoss staucht sich pilzförmig oder zerspritzt und bewirkt wahrhaft grausame Verletzungen. Die Soldaten nannten die Geschosse soft-nosed (Weichnasen). Sie wurden nun vom Staate selbst hergestellt. Aber schon *Davis* meinte, dass sie in einem europäischen Kriege verboten würden. *P. v. Bruns*, der sich ja besonders um die Klarlegung der Wirkung des M. 88 hohe Verdienste erwarb, war der erste, der auf Grund von Experimenten gegen die Dum-Dum-Geschosse Front machte. Wenn er sich kein weiteres Verdienst in der Kriegschirurgie erworben hätte, das allein würde genügen, ihm einen dauernden Platz zu sichern.

Hierher gehören sinngemäss auch diejenigen Geschosse, deren Mantel seitliche Einschnitte haben und die Hohlsplitzengeschosse, die vorn einen 2 mm weiten und 9 mm langen Hohlraum tragen. Derselbe ist in die Spitze des Vollmantelgeschosses hineingestanzt, die Ränder des Mantels an der Mündung also umgebogen, der Bleikern aber freigelegt.

Bekanntlich wurden diese Geschosse von der Hager Konferenz verboten, obwohl sich die Engländer dagegen wehrten.

Als eine Verschleierung der Tatsachen kann es angesehen werden, wenn sie geltend machen wollten, dass es sich bei der Wirkung der Dum-Dum-Geschosse nur um einen grösseren Shock handle und wenn ihr Vertreter auf der Friedenskonferenz, *Ardagh*, sagt, dass sie gerade noch hinreichen zur Aussergefechtsetzung und darüber hinaus keine unnützen Schmerzen verursachen. Es klingt ganz harmlos, wenn er sagt: Dans la balle Dum-Dum l'enveloppe se termine en laissant un tout petit morceau du noyau découvert. Dieses „tout petit“ ist aber eine grosse Sache. Darin liegt ebenso wie in dem kleinen zylindrischen Hohlraume der Hohlsplitzengeschosse eine wahre Mördergrube. Das aussergefechtsetzende Projektil wird zu einem männermordenden; denn die Wirkung ist bei Nahschüssen auf Flüssigkeit haltende Organe besonders auf Weichteile geradezu eine explosive. Ein solches Geschoss geht langsamer durch das Gewebe, neigt zu hochgradiger Deformation und richtet durch Abgabe einer grossen Masse von Energie starke Zerstörung an. Bei Fernschüssen scheinen sie indess glimpflicher zu sein, wie *Küttner* aus Südafrika berichtet.

Auch die Berufung darauf, dass *v. Bruns* bei seinen Versuchen

keine wirklichen Dum-Dum-Geschosse verwendet habe, ist hinfällig. Der Unterschied war kein grosser, das Prinzip dasselbe. Die Verhandlungen auf der Friedenskonferenz gestalteten sich, wie das in dem 2. Bande des vortrefflichen Werkes *Meurers*: „Die Haager Friedenskonferenz, niedergelegt ist, und dem ich hier folge, sehr lebhaft und war reich an interessanten Momenten. Nach langer heftiger Debatte verbot man die Anwendung von Geschossen, „die sich beim Eindringen in den menschlichen Körper leicht ausdehnen oder plattdrücken, derart wie die Geschosse mit hartem Mantel, der den Kern nicht ganz umhüllt oder mit Einschnitten versehen ist“. Man bezog sich, wie schon *v. Bruns* und *R. Koehler* auf die Petersburger Deklaration vom Jahre 1868. Dort wurden allerdings wirkliche Sprenggeschosse aus Handfeuerwaffen in Verbot genommen, was die Dum-Dum-Geschosse nicht sind. Da aber die Wirkung eine ganz ähnliche ist, so ist der Beschluss der Haager Konferenz, der mit 20 gegen 2 Stimmen gefasst wurde, mit Genugtuung zu begrüessen. Dagegen stimmten England und die vereinigten Staaten von Amerika. Portugal enthielt sich der Stimme. Die Türkei, welche unterzeichnet hatte, verweigerte die Ratifikation.

Das Prinzip der Petersburger Deklaration ist, dass jede unnütze Grausamkeit zu verbieten sei. Es genügt, eine möglichst grosse Anzahl von Soldaten kampfunfähig zu machen. Dieses Geschoss von 7,9 Kaliber reicht dazu aber vollkommen aus, unbeschadet des Umstandes, dass ab und zu ein Getroffener noch weiter stürmen kann. Das sind Ausnahmen, die auch bei dem grösseren Kaliber im Jahre 1870/71 gar nicht so selten waren. Auch Oberst *Gilinsky*, der russische Vertreter auf der Konferenz, der den russisch-japanischen Krieg mitgemacht hat, bestätigt, dass das Geschoss mit einem Kaliber von 7,5 wohl imstande sei, eine Attacke zum Stillstand zu bringen. Und der Japaner *Kikuzi* berichtet, dass sogar mit dem 6,5 mm Kaliber sofortige Kampfunfähigkeit erzielt wurde.

Richtig ist, dass viele Wunden leichter verlaufen und ein grösserer Prozentsatz wieder zur Truppe zurückkehren kann, als das früher der Fall war.

Meurer hat aber sicher ein wahres Wort gesprochen, wenn er sagt, dass die Humanisierung der Waffe, wie sie mit der Petersburger Deklaration eingeleitet und auf der Haager Konferenz weiter entwickelt wurde, überschätzt zu werden scheint, denn der Krieg ist und bleibt seinem ganzen Wesen nach ein blutiges Handwerk, das deshalb auch grausame Wunden schlägt. Die Frage aber, was sind

Geschosse, die unnütz grausame Wunden verursachen, klingt wie die Frage des Pilatus: „Was ist Wahrheit?“

Es ist allerdings schwer zu sagen, wie dies auch *Den Beer* Portugael auf der Konferenz betonte, was man unter *limite nécessaire pour mettre hors de combat et blessures inutilement cruelles* zu verstehen habe. Dass man aber mit den modernen Geschossen den Ansturm feindlicher Kolonnen nicht aufhalten könne, wird niemand im Ernst behaupten wollen.

Das neueste Geschoss ist das M. 88 S — auch S-Geschoss genannt.

Kaum war man mit den Arbeiten über die Wirkung des Gewehrs M. 88 und über die kriegschirurgische Bedeutung zu einem gewissen Abschluss gekommen, als die nimmer ruhende Technik bereits ein anderes Geschoss produzierte: Das Spitzgeschoss — auch S-Geschoss genannt. Frankreich machte damit den Anfang, Deutschland und England folgten bald nach. Die übrigen Staaten werden nicht lange auf sich warten lassen. Das Bestreben, eine noch rasantere Flugbahn zu erzielen, besteht schon ziemlich lange. Das war aber nur möglich, wenn der Luftwiderstand verringert werden konnte, was nur durch Änderung der Geschossform zu erreichen war. Die Spitze musste steiler und länger werden. Dadurch kam aber auch ein Missetand zum Vorschein. Durch die Verlegung des Schwerpunktes nach rückwärts von der Mitte gerät das Geschoss bald nach dem Verlassen des Rohres leicht aus seiner Flugbahn. Das war nur zu vermeiden durch eine Steigerung der Anfangsgeschwindigkeit und eine sehr intime Führung in den Zügen und das war wieder nur durch ein geringeres Gewicht zu erzielen, denn die Gasspannung innerhalb des Laufes darf gewisse Grenzen nicht übersteigen.

Noch liegt keine praktische Erfahrung im Kriege über das neueste Geschoss vor. Wir müssen uns vorerst an das halten, was das Experiment ergibt, wie dies ja auch seinerzeit mit dem M. 88 der Fall war. Indes haben *Kranzfelder* und *Oertel* sowie *Fessler* bereits eine gute Grundlage für die Beurteilung der Wirkung des neuen Geschosses geliefert. Sie sind zu ziemlich übereinstimmenden Schlüssen gelangt. Ich verweise auf die beiden Arbeiten. Der Beitrag, den ich zu liefern imstande bin, ist ein recht bescheidener. Die Versuche, die sämtlich Nahschüsse (150—25 m Entfernung) betreffen, haben indes doch einige bemerkenswerte Punkte ergeben. Dem Kommando des Kgl. 9. Inf.-Reg. bin ich für die bereitwillige und weitgehende Unterstützung in hohem Grade verbunden.

Das bisherige Gewehr (M. 88) ist mit wenig Abänderungen geblieben. Auch das Kaliber hat sich nicht geändert; desgleichen Mantel und Kern. Der erstere ist nur an der Spitze etwas verstärkt. Gestalt, Länge und Gewicht haben aber eine wesentliche Änderung erfahren. Statt der bisherigen ogivalen Form hat das S-Geschoss eine steile Kegelspitze erhalten, ist nur 27,8 mm lang und wiegt nicht mehr als 10,0 g (cf. Geschosstafel II). Das Treibmittel ist ein Spezialpulver, über dessen Herstellung keine Mitteilung vorliegt. Die Ladung beträgt 3,2 g.

Strategisch wichtig ist, dass der Mann eine grössere Anzahl Patronen mit sich führen kann, ohne mehr beschwert zu werden und dass die neue Waffe (M. 98) ihre höchste Leistungsfähigkeit im ersten Teil der Flugbahn (ca. 800—1000 m) entfaltet, also innerhalb der Zone des Erschütterungs- und Entscheidungskampfes der Infanterie, wo auch noch mit dem Auge des Schützen gerechnet werden kann. Die Anfangsgeschwindigkeit beträgt 855 m gegen 640 m unseres bisherigen Gewehres und das Doppelte gegen das Zündnadelgewehr und Chassepot. Dadurch wird eine ausserordentlich hohe Rasanz und Schusspräzision erreicht. „Beim Schuss auf 650 m steht die Manneshöhe von 170 cm noch im Scheitel der Flugbahn.“ Die Tragweite des Gewehres reicht bis 4500 m. *Kranzfelder* und *Oertel* geben an, dass die Waffe noch auf 1350 m gut wirksam sei. Auf 800 m wirkt sie noch mit einem Überschuss lebendiger Kraft, welche die sagittalen Durchmesser des Körpers mit seinen stärksten Widerständen glatt durchschlägt und bei Körperlängsschüssen grosse Eindringungstiefen erreicht. Es wurden solche von 400—600 mm beobachtet. Selbst bei Querschlägern eine solche von 130 mm. Dagegen hat das Geschoss durch die geringe Querschnittsbelastung auf weitere Entfernungen eine geringere Energie und Wirksamkeit als unser bisheriges. Und darin ist ihm auch das französische Gewehr überlegen. Infolge der eigenartigen Form liegt die Schwerpunktlage hinter der Geschossmitte. Was anfangs durch die ausserordentlich hohe Mündungsgeschwindigkeit verhindert wird, stellt sich im weiteren Weg bei relativ geringen Widerständen ein, nämlich die Tendenz, eine günstigere Schwerpunktlage zu erzwingen, also die Bodenfläche schliesslich nach vorn zu werfen.

Und das geschieht denn auch in der Tat nicht selten im Schusskanal, ja manchmal sogar bereits beim Auftreffen auf das Ziel durch die geringste Beeinflussung in der Flugbahn. Hat das Geschoss die von ihm angestrebte günstige Lage erreicht, so kann es mit dem Geschossboden voraus seinen Weg fortsetzen. *Fessler* meint zwar, dass das selten

sei, und dass sich das aus dem Gleichgewicht gebrachte Geschoss weiter überschlage und als sogenannter Querschläger die Haut beim Ausschuss durchbohre. Die Drehung desselben erfolge hauptsächlich nach rechts, könne sich aber auch nach oben und unten geltend machen. Er hält die Frage, ob der Bodenteil die Führung übernimmt, für möglich, aber für unwahrscheinlich.

Ein mehrmaliges Überschlagen ist nicht ausgeschlossen. Diese Frage bedarf aber meines Erachtens noch weiterer Prüfung und Klärung.

Fessler meint ferner, dass schon in der zweiten Hälfte des Schusskanals nach Knochenberührung Querschläger sich geltend machen können. Bei einem Schuss des Herzens könne die Perforation des Septums bereits das Geschoss in seiner Flugbahn drehen, so dass der Ausschuss dem Längsdurchmesser entspricht. In einem meiner Versuche schien mir das ebenso zu sein. Das Geschoss (25 m) ging nach der Perforation der vorderen Brustwand, wobei der linke Rand des Sternum gestreift und die 5. Rippe frakturiert wurde, mit der Spitze voran durch die rechte Ventrikelwand. Der Einschuss in derselben ist mit gezackten, leicht eingezogenen Rändern versehen und hat nur 5 mm im Durchmesser. Der Ausschuss im linken Vorhof ist aber so gross, dass man an einen Querschläger denken muss. Das Herz war leer. Das Projektil durchschlug die hintere Thoraxwand hart an der Wirbelsäule, welche ebenso wie die anliegende 9. Rippe verletzt wurde. Während der Einschuss an der vorderen Brustwand etwa dem Querdurchschnitt des Geschosses entspricht, ist derselbe dort so weit, dass man mit dem Daumen bequem durchfahren kann.

Die Drehung kann sich natürlich am leichtesten in Weichteilen vollziehen, die der Bewegungsintention keinen besonderen Widerstand entgegensetzen. An der Stelle, wo sich das vollzieht, wird das Gewebe stärker alteriert, als wenn das Geschoss den Körper mit der Spitze voran durchdringt. Es entsteht eine sackartige Erweiterung des Schusskanals, der die grösste Ähnlichkeit mit einem Aneurysma hat.

Schiessversuche in Ton, die in den deutschen Waffen- und Munitionsfabriken in Karlsruhe ausgeführt wurden, beweisen, wie stark diese Ausbuchtung sein kann. Dabei hat es sich auch gezeigt, dass die Seitenwirkung des Geschosses infolge der steilen Spitze vermindert ist, dass aber das Verdrängen der Masse, die es durchschlägt, nach rückwärts gegen den Schützen zu recht erheblich ist.

Die Angabe, dass der Schusskanal in verschiedenartigen Gewebsarten differente Weite zeigt, ist keine Besonderheit des S-Geschosses; dies war bei dem ogivalen Geschoss gleichfalls so.

Nach den Angaben von *Kranzfelder* und *Oertel* wird die Umdrehung des Geschosses meist durch das Auftreffen auf den Knochen eingeleitet und dicht hinter ihm vollzogen. Bei diesem Vorgang schafft sich das Geschoss grössere Angriffsflächen und dadurch grösseren Widerstand. Es verliert nicht nur den Vorteil, den ihm seine steile Spitze verleiht, sondern auch an lebendiger Kraft und wird deshalb leichter und häufiger im Körper stecken bleiben, als das Modell 88, welches noch auf weite Fernen den Körper glatt durchschlug.

Entfaltet das Geschoss beim Knochen seine volle Energie, so ist die Wirkung im Ziel etwas grösser und der Zerstörungseffekt stärker. Man findet wohl auch hier die sog. Schmetterlings- oder besser gesagt Briefkuvertform. Das geschieht besonders, wenn das Geschoss in grösserer Distanz mitten auf den Röhrenknochen trifft. Selbst bei Nahschüssen ist dieselbe erkennbar, wie die Schüsse an der Tibia und am Radius bei meinen Versuchen zeigen (Figg. 5 u. 7). Aber im allgemeinen muss zugegeben werden, dass die Zerschmetterung des Knochens etwas ausgiebiger zu sein pflegt, als bisher. Nicht selten findet man, besonders bei Nahschüssen, eine unzählige Menge kleiner regelloser Fragmente, die meist ein längliches, schmales Viereckchen darstellen und in grosser Anzahl dem Ausschuss zustreben. Beim Röntgenbild ist das nicht so deutlich, wie wenn man die Fraktur freilegt. Erst dann sieht man die hochgradige Zerstörung im vollen Umfang, die beim Lebenden wohl noch grösser sein wird als bei der Leiche. Die Sprünge erstrecken sich bei den Diaphysen hauptsächlich radiär in der Schräg- resp. Längsrichtung (Keilwirkung).

Mit zunehmender Entfernung nimmt auch beim S-Geschoss die Splitterung ab. Die Form wird deutlicher, die Fragmente werden grösser. In dieser Beziehung ist kein Unterschied gegen das ogivale. Auch bei dem Spitzgeschosse ist keine strenge Zoneneinteilung möglich. Auf 2000 m Entfernung sollen aber Tibia und Femur noch gesplittert werden können.

Die Stelle, an welcher das Geschoss den Knochen durchschlägt, wird durch einen dem Kaliber etwa entsprechenden Defekt markiert, der bei starker Zersplitterung allerdings nicht immer deutlich zu erkennen ist. Bei Streifschüssen — ohne dass der Tubus medullaris

eröffnet wird — kann eine Rinne ausgestanzt werden ohne besondere radiäre Sprünge. (*Fessler*.)

Spongioser Knochen wird meist glatt durchschossen. Ein besonders schönes Präparat hat *Fessler* abgebildet. Die Kugel ging durch die untere Epiphyse des Femur. Der Einschuss zeigt fünf kurze radiäre Einrisse (Entfernung 700 m). Bei kürzeren Schussdistanzen sind aber ausgiebigere und längere Sprünge zu beobachten, wie ich dies bei zwei Fällen sah (Figg. 1 u. 2). Der eine betraf die untere Epiphyse des Femur und der andere die obere der Tibia und des Capitulum fibulae. Auch bei einem Patellarschuss zeigen sich radiäre Sprünge (Fig. 9). Je näher der Schusskanal der Diaphyse rückt, desto markanter — wie auch beim früheren Geschoss — wird die Splitterung.

Bei einem Schuss (25 m Distanz) wurde das Os lunatum zerplatzt und das Handgelenk perforiert (Fig. 8).

Beim Vorderarm und Unterschenkel ist die Fraktur beider Knochen seltener als früher.

Von Interesse ist das Verhalten des Spitzgeschosses beim Schuss auf Wasser. Bei einem solchen Versuch, der mit dem brasilianischen Spitzgeschoss (7 mm) in Karlsruhe ausgeführt wurde, und den ich hier beigegeben habe (Fig. 10), zeigt sich folgendes:

„Die Deformation beginnt bei einer Geschwindigkeit von 725 m/sek. = v 25. Die Geschossböden sind schwach oval geformt. Bei 800 findet im allgemeinen eine wesentliche Deformation in in weichen Zielen durch das Überschlagen nicht statt. Diese Geschwindigkeit ist nach der Schusstafel des 9 g schweren Geschosses bis 250 m vorhanden. Für das 10 g schwere Geschoss, welches eine um 25 m/sek. kleinere Geschwindigkeit besitzt, wie das vorliegende 9 g schwere, gilt dies bis ppr. 200 m, vielleicht 225 m. Ein Überschlagen findet aber unter allen Umständen statt und ist der Widerstand der durchschossenen Materie um so grösser, je grösser die Geschwindigkeit ist“.

Die Wasserteilchen verlieren ihre Labilität durch die enorme Schnelligkeit, mit der das Geschoss sie berührt und können nicht ausweichen. Die rückwärts strömenden Wellen (*Newton*), die das Wasser härter erscheinen lassen als das Geschoss, deformieren infolge ihrer ausserordentlichen Stärke das Projektil sagt *R. Koehler*.

Bemerkenswert ist der Umstand, dass der Mantel hinten in der Längsrichtung zerreisst und dass stets ein Materialverlust von 0,5 g erfolgte.

Der Einschuss in die Haut bleibt bei Ersttreffern in der Regel hinter dem Querdurchmesser des Geschosses zurück. Er ist oft so klein, dass man ihn am Präparat suchen muss. Beim Lebenden wird das etwas anders sein. Die photographischen Darstellungen ergeben überhaupt kein ganz klares Bild, insbesondere sind die feinen radiären Risschen an den Rändern nicht genau zu erkennen, welche die Eingangsöffnungen in höherem Masse aufweisen, als diejenigen beim ovoiden Geschoss. Die meisten Wunden sind rund, linsen- bis erbsengross. Liegt ein Knochen dicht unter der Haut, so ist die Öffnung grösser, wie wir dies besonders an einem Schuss der Tibia und am Condylus internus femoris sehen (Fig. 4). Bei einem Schuss, der die Patella auf die Vorderfläche traf, war aber die Einschussöffnung sehr klein (Fig. 9). Manchmal hat dieselbe auch einen sternförmigen Charakter und ist lappig. Das hängt auch vom Winkel ab, in welchem das Geschoss die Oberfläche trifft, ebenso wie von der Beschaffenheit der Haut. Abgesehen von dem Quetschungseffekt an der lebenden Haut ist der Rand mit einem grauen Saum versehen.

Ich habe fast überall die Ein- und Ausschusswunden beigefügt.

Die Verfärbung geht meist in den Schusskanal hinein. Dieselbe rührt von Pulverschleim her, den das Geschoss beim Durchtritt durch die Haut abstreift. Das hat man aber auch bei der früheren Form, wenn auch nicht in so eklatanter Weise beobachtet. Der Einschuss ist dadurch vom Ausschuss differenziert.

Je schräger das Geschoss auftrifft, desto grösser kann die Öffnung werden. Bei Querschlägern entspricht dieselbe der Geschosslänge. Bei keinem meiner Versuche an den langen Röhrenknochen habe ich einen Querschläger beobachtet. Allerdings waren es nur Nahschüsse.

Mit zunehmender Entfernung nimmt die Grösse des Einschusses ab. Sie erlaubt aber keinen Rückschluss auf die Distanz, ebenso wenig wie der Ausschuss auf die Grösse der Zerstörung im Schusskanal; denn die Ausschussöffnung ist ebenfalls, wenn das Geschoss nicht als Querschläger die Haut verlässt, auch wenn starke Zerstörungen an den Knochen stattgefunden haben, meist sehr klein, manchmal rund, meist geschlitzt, wie wir es an den vorliegenden Bildern sehen. Hart am und zum Teil im Ausschuss lagen vielfach kleinere und grössere Splitter. Wie dieselben gegen ihn hinstreben, sehen wir an mehreren Bildern (Figg. 1 u. 3). Bei Querschlägern können Sehnen und Muskelbündel aus der grossen Ausschussöffnung heraushängen, wie das ein Bild von *Fessler* beweist.

Das französische Spitzgeschoss (Balle D) ist kein Mantelgeschoss, sondern ein solides, besteht aus Kupfer mit geringem Zinkgehalt, hat eine torpedoähnliche Spitze (Zigarrenform), ist länger als das deutsche (39,9 mm gegen 27,8 mm). Das Kaliber 8,0 mm ist ebenfalls beibehalten. Es besitzt eine bessere Massenverteilung, wiegt 13,2 g, ist also schwerer als unser Geschoss, hat eine geringere Anfangsgeschwindigkeit (730 statt 860 m) und dadurch eine minder glatte Rasanz, aber es ist flugbeständiger und auf weitere Entfernung wirksamer.

Frankreich beabsichtigt, ein Selbstladegewehr mit einem Kaliber 6,7 einzuführen! — Das würde eine ganz enorme Feuergeschwindigkeit bedeuten. Mit dem Maschinengewehr, welches dasselbe Kaliber besitzt wie unsere Handfeuerwaffe, können 220 Schüsse in der Minute abgegeben werden. Die automatische Pistole ist bereits bei uns eingeführt.

Von der taktischen Seite des Geschosses soll hier abgesehen werden. Darüber steht mir ein Urteil nicht zu. Die Hauptsache für uns ist die, ob unsere Tätigkeit im Felde durch das neueste Geschoss eine wesentliche Änderung erfahren wird oder nicht.

Nach dem oben Gesagten darf man sich keinem Optimismus hingeben. Der Schwerpunkt der ganzen Angelegenheit liegt in der Frage der Geschossdrehung, resp. der Querschläger. Wie sich dieselbe im Ernstfall gestalten wird, lässt sich z. Z. nicht beurteilen. Rechnen müssen wir aber damit.

Bleibt das Geschoss in seiner ursprünglichen Lage, so werden sich die reinen Weichteilschüsse noch einfacher gestalten als bisher.

Dasselbe gilt für den spongiösen Knochen.

An der Stelle, wo sich das Geschoss dreht, wird eine grössere Alteration der Weichteile stattfinden und der Schusskanal sich sackartig erweitern, was aber ohne besondere Bedeutung für die Therapie sein wird.

Die Splitterungszone an den Diaphysen der langen Röhrenknochen (d. h. die Längenausdehnung) werden eine wesentliche Änderung nicht erfahren.

Infolge der hohen Anfangsgeschwindigkeit aber wird sich trotz der verminderten Seitenwirkung die Zertrümmerung des Knochens, besonders in den hauptsächlich in Betracht kommenden Entfernungen, etwas erheblicher gestalten. Die Splitter werden massenhafter und kleiner sein, dass dieselben aber auch beim bisherigen Geschoss sehr hochgradig waren, beweisen die Bilder von *Küttner*, der M. A. des preussischen Kriegsministeriums u. v. a.

Bei Querschlägern wird nicht nur der Zertrümmerungseffekt am Knochen erhöht, sondern auch die Hautwunde vergrößert. Damit wächst die Infektionsgefahr und sinkt um etwas die Möglichkeit der konservativen Therapie. Auch Kleiderfetzen werden leichter in den Wundkanal gerissen. Sie sind durchaus nicht so bedeutungslos, als vielfach angenommen wurde.

Trifft das Geschoss mit voller Energie auf einen sehr grossen Widerstand, z. B. *Crista femoris*, *Spina tibiae* etc., so kann analog den Schüssen auf Wasser eine Zerreißung des Mantels eintreten und dadurch eine Zerstreung des Bleikernes mit starker Verletzung der Weichteile bewirkt werden. Ob das häufiger ist als früher, lässt sich nicht sagen.

Die steile Kegelspitze ist vielleicht eher geeignet als die ogivale, das Gefässrohr anzuritzen. Wir hätten also mit der Möglichkeit häufigerer Blutungen zu rechnen. Beim ogivalen Geschoss haben sich die auch damals geäußerten Befürchtungen glücklicherweise nicht erfüllt.

Wurden durch das bisherige Geschoss grössere Nervenstämmе durchlocht, so wird dies beim Spitzgeschoss noch eher möglich sein.

Gefährdeter als bisher scheint aber der Darm. *Fessler* berichtet, dass unter 12 Schüssen auf das Abdomen nur einmal der Darm nicht verletzt war.

Die Prognose der Schädelchüsse hat sich nach *Hildebrandt* und *Schaefer* durch die starke Splitterung etwas verschlechtert.

Bei den Brustschüssen wird sich bei Ersttreffern ein Unterschied nicht ergeben. Im Gegenteil. Bei Querschlägern aber wird sich die Perforation der Brustchüsse ungünstiger gestalten als seither, denn die bisherige Prognose bei der Brust- resp. Lungenperforation war eine recht günstige. Diese Verletzungsform hat dem ogivalen Geschoss nicht in letzter Linie das Renommee verschafft, eine humane, ja eine nicht ausreichende Waffe zu sein, weil mehrere in die Brust Getroffene tatsächlich selbst nach mehrmaliger Perforation noch mitliefen, ja sogar kämpften.

Viele Schüsse werden also einen höheren Verwundungseffekt zeigen. Ihnen steht aber eine hohe Anzahl leichterer Verletzungen gegenüber. Je nachdem man die erste oder die zweite Gruppe besonders berücksichtigt, wird man die Wirkung des Geschosses über- resp. unterschätzen.

Wenn der russische Chirurg *v. Wrede* sagt, dass man aus dem Traume von der Humanität der modernen Geschosse er-

wache, wenn man unmittelbar nach der Schlacht das Feld absuche, wie er es nach der Erstürmung des Putilow-Hügel getan, weil man da erst sieht, was das Mantelgeschoss für ein fürchterliches Geschoss sei, so darf man dagegenhalten, dass das zu allen Zeiten so war. Die Wucht der Wirkung sieht man nicht auf dem Hauptverbandplatz. Dorthin gelangen tatsächlich nur die leichter Verletzten. Die Chassepotgewehre im Jahre 1870/71 haben in mehreren Schlachten ebenfalls mörderisch aufgeräumt in den Reihen unserer Kämpfer. Es soll aber nicht in Abrede gestellt werden, dass unsere modernen Geschosse wirklich schwere Verletzungen machen können.

Die Prinzipien der feldärztlichen Tätigkeit werden also eine wesentliche Änderung nicht erfahren. Primäre Amputationen, Ligaturen grösserer Gefässe und Laparotomien werden aber wohl etwas häufiger werden.

Die Hauptsache wird sein, dass nach einem gemeinsamen Prinzip verbunden wird, dass der erste Verband so einfach, aber so sicher als möglich gemacht wird, so dass er nur im Notfalle gewechselt werden muss, und dass wir die eigentliche operative Tätigkeit soweit als möglich nach rückwärts verlegen, wo ungestört klinische Chirurgie betrieben werden kann, die heutigentags einen Umfang gewonnen hat, von dem man in früheren Kriegen keine Ahnung hatte. Ich erinnere nur an die operativen Eingriffe an den drei grossen Körperhöhlen. Tatsächlich handelte es sich ehemals hauptsächlich nur um die Verletzungen der Extremitäten. Auf dem Hauptverbandplatz soll und kann nur das Allernotwendigste operiert werden, wie dies auch unsere neueste Kriegs-Sanitäts-Ordnung (1907) vorsieht, die den Sanitätsoffizieren eine grössere Selbständigkeit und Autorität gewährt, aber auch erhöhte Verantwortlichkeit auferlegt. Obenan stehen unaufschiebbare Blutstillungen durch die Ligatur, Tracheotomien bei Erstickungsgefahr und primäre Amputationen bei Verwundeten, die sonst keinen Transport vertragen würden. Ausserdem soll der Hauptverbandplatz seiner ursprünglichen Bestimmung zurückgegeben werden: dem Verband. Und dass sich diese Tätigkeit wirklich so einfach als nur denkbar gestalten kann, hat unter vielen anderen besonders *Goldammer* in Südafrika gezeigt als reife Frucht des von *Larrey* im Anfang des vorigen Jahrhunderts inaugurierten, von *Neudörfer* im italienischen Krieg Mitte des 19. Jahrhunderts schon versuchten, aber erst von *v. Bergmann* im letzten russisch-türkischen Kriege (1877) zielbewusst durchgeführten Prinzips der immediaten Okklusion, das er zum erstenmal in seiner

berühmten Würzburger Antrittsvorlesung zum beredten Ausdruck brachte.

Und mit Befriedigung darf die Tatsache registriert werden, dass heutigentags kaum noch 10% derjenigen Verwundeten, die in eine geordnete Lazarettbehandlung kommen, zugrunde gehen. Die übrigen kommen nicht nur mit dem Leben davon, sondern kehren vielfach wieder in die Front zurück. Der Transport und die Wundbehandlung entscheiden darüber. Jedenfalls liegen die Verhältnisse in dieser Beziehung heute anders als vor etwa hundert Jahren, wo *Pelletan* sagen durfte: „ce n'est que la mort, qui évacue chez nous“.

Zur Illustration der damaligen Verhältnisse, auf die auch *Erwin Franck* (Berlin) erst jüngst hinwies, führe ich eine Aufzeichnung des erfahrensten Kriegschirurgen aller Zeiten, des Begründers der Ambulanzen und der Evakuations: *D. J. Larreys* an, der 25 Feldzüge mitgemacht, 60 rangierten Schlachten und 400 Gefechten beigewohnt hat und den Napoleon I. nicht ohne Grund l'homme le plus vertueux genannt hat.

Er bezeichnete die Schlacht von Eylau (7. und 8. Februar 1807) als die schrecklichste, die man je gesehen hat und schreibt im ersten Band seiner Memoiren (1812): „Ich hatte von morgens an eine Ambulanz in den Scheunen, welche an der Strasse lagen, etabliert; aber sie waren unglücklicherweise von allen Seiten offen, das Stroh, mit dem sie bedeckt waren, wurde für die Pferde weggenommen. Auf die mit Schnee bedeckten Reste mussten die Verwundeten gelagert werden. . . . Die Kälte war so stark, dass die Instrumente den Händen der Assistenten bei der Operation entfielen.

Die Nacht brach schon herein, aber noch war die Not nicht gestillt. . . . Herzerreissende Szenen spielten sich ab während unserer traurigen, aber nützlichen Arbeit. Während ich einen Verwundeten operierte, rief man nach mich von allen Seiten zu noch dringenderen Fällen.

Als endlich Beruhigung in die Gemüter unserer Verwundeten gekommen war, trat eine unvermutete Wendung ein. Der rechte Flügel des Feindes versuchte unsern linken zu umgehen. Es entstand eine Verwirrung in der Reihe der Unglücklichen. Wer einigermaßen gehen konnte, floh, andere machten vergebliche Versuche ihnen zu folgen. Aber wir waren ihre Stütze. Wir wollten sterben neben ihnen. Ich beeilte mich die Amputation eines Beines zu vollenden und teilte laut den noch übrig gebliebenen Verwundeten mit, dass

ich meinen Posten nicht verlassen werde. Meine Assistenten taten das Gleiche und schwuren, bei mir ausharren zu wollen. Und *M. Pelchet*, dem Direktor der Ambulanz, gelang es, einen Teil der erschrockenen Verwundeten zurückzuhalten.

Eine grosse Anzahl Verwundeter wurden in den ersten zwölf Stunden verbunden und operiert. Dann gönnten wir uns einige Ruhe. Den Rest der Nacht verbrachten wir auf dem gefrorenen Schnee an den Biwackfeuern der Ambulanz. So peinlich war mir nie ein Tag, so bewegt war nie mein Gemüt, ich konnte meine Tränen nicht unterdrücken in dem Augenblick, als ich den Verwundeten Mut zusprach.“ —

Und *Percy*, der Chefchirurg der grossen Armee, „der Vater der Militärchirurgie“, schrieb in seinem leider nicht ganz vollständigen Feldzugsjournal, das erst vor kurzem herausgegeben wurde, über diese Schlacht: „O schreckliche Spuren der Zerstörungswut!! Noch nie sah ich soviel Leichen auf einem so kleinen Platz beisammen liegen! Überall war der Schnee blutrot gefärbt und die fallenden Flocken verhüllten die Körper den betrübten Blicken der Vorüberkommenden. Überall, wo einige Tannen standen, lagen die Leichen wie zum Schuss bereit. Tausende von Gewehren, Mützen, Kürassen lagen auf der Strasse verstreut. Am Abhang eines Berges, den ohne Zweifel der Feind als Deckung gewählt hatte, lagen 100 blutüberströmte Tote. Verstümmelte, aber noch lebende Pferde warteten, bis der Hunger auch sie auf diesen Totenhügel werfen würde.

Das zweite Schlachtfeld, das gleich hinter dem ersten liegt, war ebenso mit Leichen bedeckt.

In diesem furchtbaren Kampf war eine sehr grosse Anzahl hoher Offiziere und Führer verwundet und getötet worden.

Als Verbandplatz, um die Verwundeten, deren Anzahl ständig wuchs, zu operieren, stand nur ein elender Wagenschuppen zur Verfügung. . . . Die Chirurgen hatten alle Hände voll zu tun und entwickelten eine rege Tätigkeit. Was ich da sah, wird nie meinem Gedächtnis entschwinden. . . . Auf dem Schlachtfelde mussten wir mehr als 300 Franzosen liegen lassen, da es unmöglich war, bis zu ihnen zu gelangen. Was ist das für ein schrecklicher Beruf! Abgeschnittene Beine, Schenkel, Arme lagen unter aufgehäuften Toten vor der Türe. Die Chirurgen waren mit Blut besudelt und die armen unglücklichen Verwundeten zitterten vor Kälte. Weder ein Glas Wasser, noch eine Decke konnten wir ihnen geben. Der Wind piff

durch den Schuppen, da die Soldaten mit den Türen ihre Biwakfeuer angezündet hatten. Ich liess einige Bund Stroh holen, um nur einigermassen diese Tapferen zudecken zu können. . . .

S. Majestät der Kaiser, auf einer Matratze liegend, empfing mich am 9. in der Frühe heiteren Angesichts. „Haben Sie viele Verwundete?“ fragte er. „Sir, ich glaube, dass wir gegen 4000 verbunden haben.“ „Sind die Verwundungen schwer?“ „Tausend davon sind sehr schwer.“ „Wieviel glauben Sie, dass wir davon verlieren werden?“ „ $\frac{1}{3}$, Majestät, weil der grösste Teil dieser Verwundungen von Kartätschen und Granatsplittern herrührt.“

Die Franzosen wie die Russen hatten je 30000 Mann verloren! Beide Armeen waren aufgelöst. Solche Ziffern werden in Zukunft kaum übertroffen.

Die Verluste in den Napoléonschen Kriegen waren überhaupt durchschnittlich sehr gross. Sie schwankten vielfach zwischen 20 und 30%. Ja sie gingen nicht selten darüber hinaus. In der dreitägigen Schlacht bei Leipzig (1813), um nur einige Zahlen anzuführen, verloren die Verbündeten 19%, die Franzosen aber 27% ihrer Streitkräfte, bei Waterloo (1815) 33% und bei Aspern (1809) sogar 50%. Damit nähern sich dieselben teilweise wieder den Verhältnissen im dreissigjährigen Kriege, wo z. B. bei Lützen (1632) sowohl die Schweden als die Kaiserlichen denselben Prozentsatz einbüssten.

Gegen diese Verluste stehen allerdings diejenigen der späteren Zeit und auch die des deutsch-französischen Krieges weit zurück. Sie betragen auf unserer Seite im Ganzen nur 116821. Manche Schlachten wiesen sehr geringe, andere freilich recht grosse Verluste auf. Bei Vionville stiegen dieselben auf 22%, und einzelne Regimenter wurden furchtbar mitgenommen. An dem heissen Tag bei Mars la Tour opferte das 6. brandenburgische und das 2. schlesische 65%, das 3. westfälische Infanterie-Regiment Nr. 16 sogar 85 seiner Effektivstärke. Die Verluste des Gegners sind nicht genau angegeben und deshalb nicht zu verwerten.

Ähnlich hohe Verlustziffern weist nun aber auch der russisch-japanische Krieg für einzelne Regimenter mehrfach auf. Bei Mukden büsste, wie *Schaefer* (Berlin), der den Krieg in der Mandschurei mitgemacht hat, und dem wir die exaktesten Zahlen verdanken, mitteilt, das 1. russische Schützenregiment 61, bei Sandepu das 3. ostsibirische Schützenregiment 67% (Offiziere aber 95%) ein.

In der erst genannten Schlacht fielen vom 11. japanischen Inf.-Reg. 68^{0/0}, und bei einem Angriff auf eine befestigte Stellung über freies Feld von 5000 Japanern 4200 = 84^{0/0}.

Solche „Paroxysmen“ der Verluste hat es immer gegeben und wird es immer geben. Bei Kunnersdorf (1759) verloren die Grenadiere *Laudons* allein 90^{0/0}. Sie kamen in Ostasien besonders dann zustande, wenn Truppenteile, die lange in Laufgräben lagen, sich plötzlich aus irgend welchen Gründen dem feindlichen Feuer ungedeckt aussetzen mussten.

Wenn es nun auch nicht zutreffend ist, dass der ostasiatische Krieg, wie oft behauptet wurde, der blutigste seit der Schlacht auf den katalaunischen Gefilden (451 zwischen den Hunnen und den Westgothen) war, so ist er doch der bedeutendste und verlustreichste der Neuzeit — besonders der Kleinkaliberära — und hat die Meinung dass die zukünftigen Kriege trotz der Vervollkommnung der Waffe, hauptsächlich infolge der veränderten Taktik: liegende, meist eingliederige Ziele, damit Verkleinerung derselben, Grösse des bestrichenen Raumes usw., nicht mehr so blutig sein werden als bisher, ins Wanken gebracht. Nicht nur die absolute Grösse der Verluste ist eine gewaltige, auch der Prozentsatz der einzelnen Schlachten und der sofort Getöteten war doch recht hoch. In der Schlacht bei Mukden, die allerdings — ebenso wie eine Reihe anderer Schlachten — im Gegensatz zu denjenigen im Jahre 1870/71, wo die Entscheidung meist am gleichen Tage fiel, 10 Tage dauerte und eigentlich, aus mehreren aber nicht gleichwertigen Schlachten bestand, verloren nach *Schaefer* das 1. und 3. sibirische sowie das 1. europäische Armee-Korps 21^{0/0} ihrer gewaltigen Streitkräfte. Besonders hoch waren die Opfer an Offizieren. In der ebenfalls 10tägigen Schlacht bei Liaojan hatte das I. und III. sibirische Korps einen Gesamtverlust von 16^{0/0} der Gefechtsstärke, in der 13tägigen Schlacht von Sandepu das erstere einen solchen von 29^{0/0} (Offiziere 47^{0/0}).

Die Russen hatten im Feldkrieg nach *H. Fischers* sorgfältiger Statistik, die eben erschien, und auf die ich verweise, an Gefallenen und Verwundeten überhaupt einen Gesamtverlust von 142400 = 24^{0/0}, die Japaner, die Angreifer, einen solchen von 171000 = 31,7^{0/0}. Dabei aber sind die Verluste bei der Belagerung, die besonders bei den Japanern schwer in die Wagschale fallen, nicht mitgerechnet. Damit stellt sich derselbe bei den ersteren auf 170600 = 29^{0/0}, bei den letzteren auf 220800 = 40,9^{0/0}!

Schaefer berechnet, dass bei den Russen etwa jeder dritte Mann, der auf dem Schlachtfeld ankam, verwundet wurde.

Die Angaben über die Verluste unterlagen stets grossen Schwankungen. Das gilt besonders vom letzten Krieg; daher auch die verschiedene Beurteilung.

Die Kaliberfrage hat im ostasiatischen Kriege eine charakteristische Beleuchtung erfahren. Die Verletzungen durch das Kleinstkaliber der Japaner, dem Arusakagewehr, mit einem Kaliber von 6,5 mm waren zum Teil so günstig, dass fast die Hälfte der in Behandlung Gekommenen wieder dienstfähig wurden. Ja manche kehrten, wie *Schaefer* berichtet, 3—4 mal in die Front zurück. Das 8 mm kalibrige Murata-Gewehr erwies sich als wirksamer hinsichtlich der erwünschten und nötigen Verwundungsgrösse. Von einer Reduktion des Kalibers wird deshalb vorerst keine Rede mehr sein können.

Die absoluten Verluste werden erfreulicherweise aber nicht nur durch die geringfügigen Verletzungen, sondern auch durch unsere heutige Wundbehandlung gemindert, ebenso wie durch die modernen kriegssanitären Massnahmen, welche besonders die Japaner in ausgedehntem Massstabe in Anwendung brachten. Dadurch werden die Seuchen, die manchmal mehr Opfer gefordert als die Gewehre, wie dies *Dieudonné* erst vor kurzem hervorhob, ausgeschaltet oder doch auf ein geringes Mass zurückgedrängt.

Ein Vergleich mit den früheren Verhältnissen ist sehr lehrreich und zeigt den grossen Umschwung. Bei den Japanern stellt sich das Verhältnis der an Wunden und der an Krankheit Gestorbenen nur mehr auf 1:0,3. Wie es seinerzeit bei den Franzosen, die die Führung in der Kriegschirurgie hatten, aussah, schildert uns ebenfalls *Percy* nach der Schlacht bei *Eylau*. In seinem Journal steht vom 13. Februar: „Einige Russen lagen auf den Leichen ihrer Kameraden, um noch den Rest von Wärme in sich aufzunehmen, andere bedienten sich ihrer als Matratzen, um nicht auf dem Schnee liegen zu müssen. . . . Hunderte von Leichen lagen in der Stadt herum. Der Gestank wuchs in erschreckender Weise. Jedem Hause entströmte ein pestilenzialischer Geruch usw. In einigen Tagen wird die Stadt ein Pestherd und Kloake sein, berichtet er dem Kaiser.“ Seine Mitteilungen aus dem Feldzug in Spanien vom Jahre 1808 lauten nicht minder trostlos. „Fünf Tage, schreibt er am 21. November aus Burgos, waren die Armen auf den Karren gelegen, die ihnen als Transportmittel und als Bett dienen musste. Das Stroh war

voll Schmutz. Einige lagen auf Matratzen, die mit Eiter ihrer Wunden und ihren Exkrementen getränkt waren. O Schmach und Schande! . . Nicht einmal Stroh war vorhanden, um die Verwundeten darauf zu legen, manche mussten auf das Pflaster gelegt werden“. Es fehlte an allem, auch an den nötigsten Lebensmitteln. Mangels chirurgischer Instrumente wurden sogar gewöhnliche Messer und eine Schreinersäge benützt! Wasser wurde genommen und getrunken wo und wie man es fand — nicht selten aus Pfützen! Ähnliches berichtet *Larrey* aus dem Feldzug in Russland. Da ist es kein Wunder, wenn Seuchen aller Art ausbrachen. Aber auch der Rücktransport der verwundeten Russen bei 10—14° Kälte war in Ostasien noch recht mangelhaft und strapaziös. Viele erlagen dabei.

Trotz der traurigen Verhältnisse anfangs des vorigen Jahrhunderts sah es aber in Preussen, wo *Goercke*, dem auch die Franzosen ihre Hochachtung und Verehrung nicht versagten, unter den schwierigsten Verhältnissen eine Neuordnung des Feldsanitätsdienstes einführte, schon etwas besser aus.

Auch die interessanten, vor kurzem erschienen Studien *Josef Schusters* (München) zur Geschichte des Militärsanitätswesens im 17. und 18. Jahrhundert gewähren einen Einblick in die wahrhaft traurigen Verhältnisse der früheren Zeit.

Von der blutigen Schlacht bei Friedland (14. Juni 1807), welche die Franzosen schwere Opfer kostete, berichtet *Larrey* ferner, dass mehr als 6000 Verwundete das Schlachtfeld bedeckten, dass 100 Chirurgen die Nacht über arbeiteten und mehr als 160 Amputationen ausgeführt haben.

Und das alles ohne Narkose!

Wie viele von diesen werden genesen sein? so frage ich heute. Die meisten gingen am „*Typhus nosocomialis contagiosus*“ zugrunde. Während des Feldzugs in Österreich starben mehr als 4000 Blessierte daran. Auch der Tetanus und das Erysipel forderten viele Opfer.

Noch im Jahre 1870/71 starb eine grosse Anzahl unserer Operierten an Pyämie, und mit Schauern denke ich an den unheimlichen Gast, der die Reihen unserer Kranken lichtete und unsere Mühe umsonst machte. Und doch fielen schon damals die ersten Strahlen der antiseptischen Ära auf das Feld unserer operativen Tätigkeit.

Bemerkungen zu den Röntgen-Tafeln.

Die Bilder sind $\frac{1}{1}$ Grösse; nur Fig. 2 musste um $\frac{1}{5}$ reduziert werden. Links sind die Ein-, rechts die Ausschüsse aufgeklebt. Dieselben sind durchschnittlich sehr klein und infolge von Unregelmässigkeiten sowie Veränderungen der Haut der Präparate nicht alle sehr deutlich auf die Platte gekommen. Dies ist besonders auf den Figuren 1 und 4 der Fall.

Die näheren Angaben finden sich im Text.

Figur 1.

Einschuss am Condylus med. tib. Rinnenschuss. Ausschuss am Capitulum fibul. — Splitterung desselben.

Das lufthaltige Gelenk ist aufgeheilt, der Knorpelüberzug deutlich zu sehen.

Figur 2.

Schuss durch die untere Epiphyse des Femur (Einschuss innen).

Schuss durch das obere Drittel der Tibia.

Figur 3.

Schuss durch das Femur an der Grenze zwischen unterem und mittlerem Drittel desselben. (Einschuss innen.)

Figur 4.

Schuss durch den mittleren Teil der Tibia. Grössere Einschussöffnung vorn auf der Tibia. Ausschuss an der Wade. Weichteilschuss.

Figur 5.

Schuss durch das untere Drittel der Tibia. (Einschuss innen).

Schuss durch das Talo-crural-Gelenk. (Einschuss innen. Ausschuss hinter dem Malleol. med.).

Figur 6.

Schuss durch das obere Drittel des Radius. (Einschuss volar.)

Weichteilschuss zwischen Radius und Ulna.

Figur 7.

2 Schüsse durch den Radius etwas unterhalb der Mitte $3\frac{1}{2}$ ccm etwa von einander entfernt. Der 2. untere Schuss hat keinen besonderen Effekt mehr erzielt, da der Tubus medullaris schon geöffnet war. Er scheint an der untersten Grenze an der ulnaren Seite des Radius durchgegangen zu sein und den dort liegenden grösseren Splitter zur Seite geschoben zu haben.

Figur 8.

Schuss durch das Os lunatum. Einschuss volar.]

Figur 9.

Schuss durch die Patella und den Condyl. lat.

Bemerkungen zu den Geschoss-Tafeln.

Zuverlässige ballistische Angaben lassen sich für die älteren Konstruktionen wegen der Unvollständigkeit der geschichtlichen Aufzeichnungen nicht machen, jedoch können im allgemeinen die folgenden Grenzwerte als richtig angenommen werden:

18—16 mm Durchmesser für grosse Kaliber,

16—14 „ „ „ mittlere „

14—20 „ „ „ kleinere „

Geschossgewichte von 48—16 g.

Pulverladung „ 6,0—4,0 g.

Anfangsgeschwindigkeit (V 25) von 320—420 m/sek.

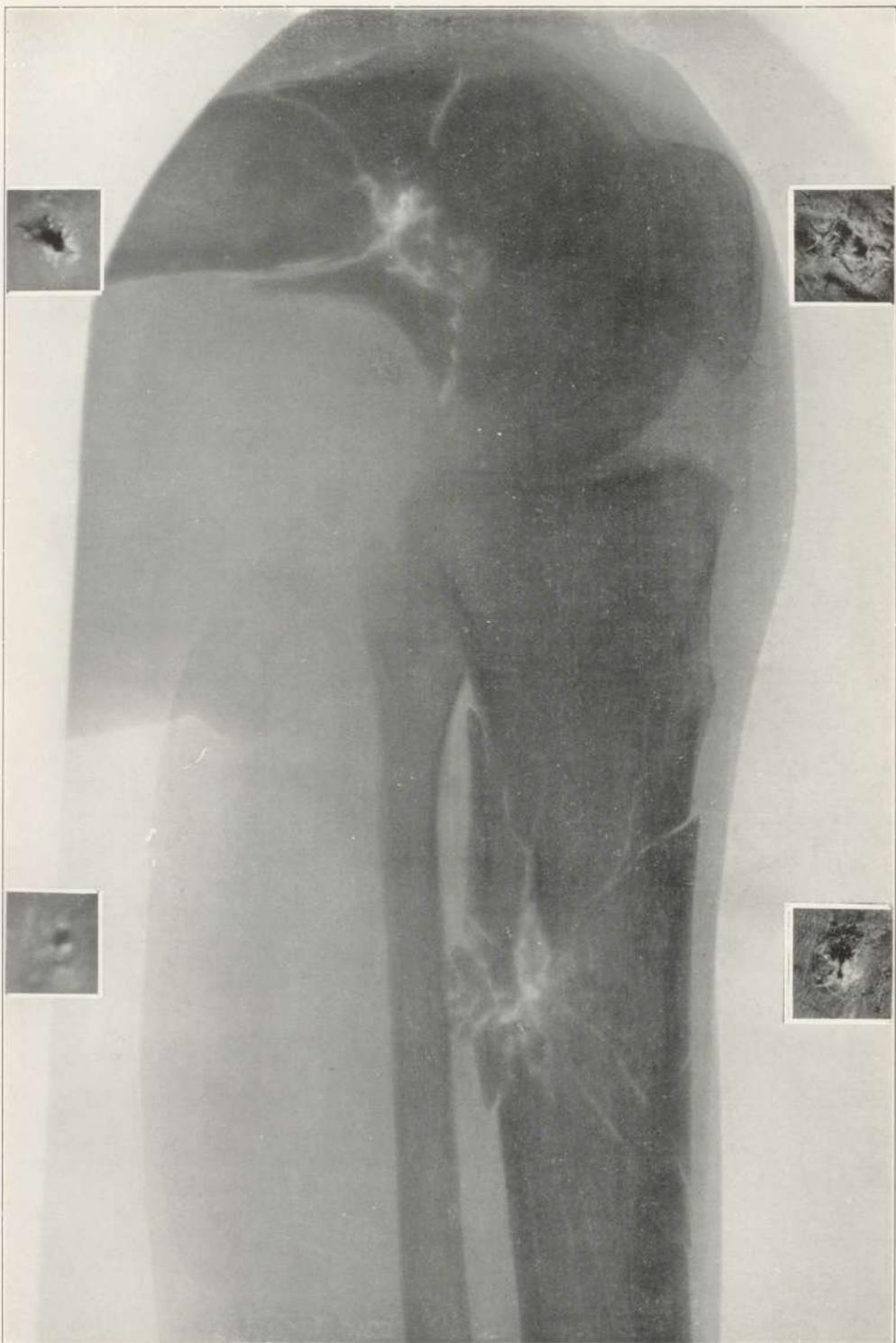
Mündungsenergie von 150—350 m/kg.

Grösste Visierschussweite von 600—1100 m.



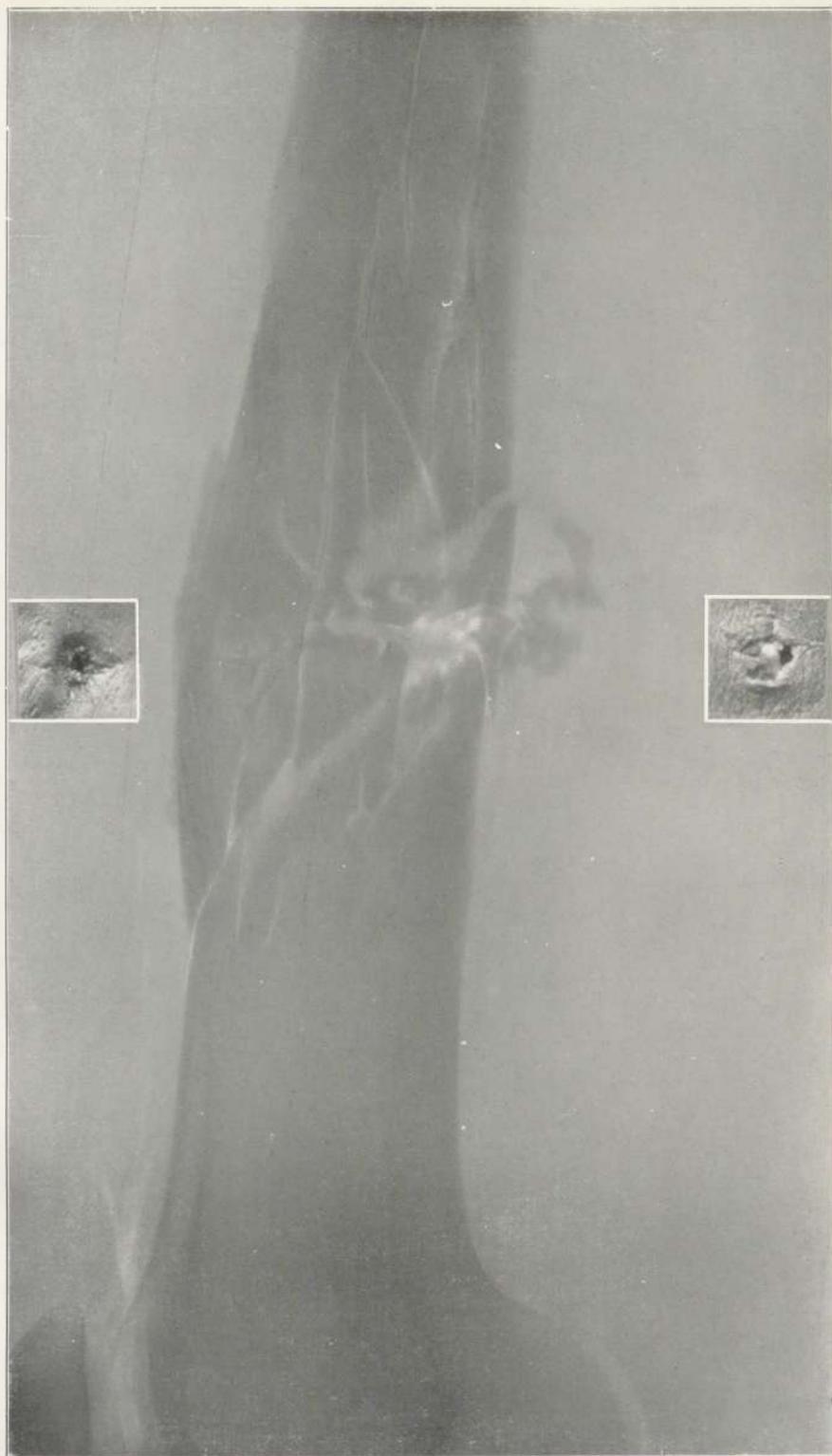
Figur 1.

Riedinger: Über die Wirkung moderner Projektile.



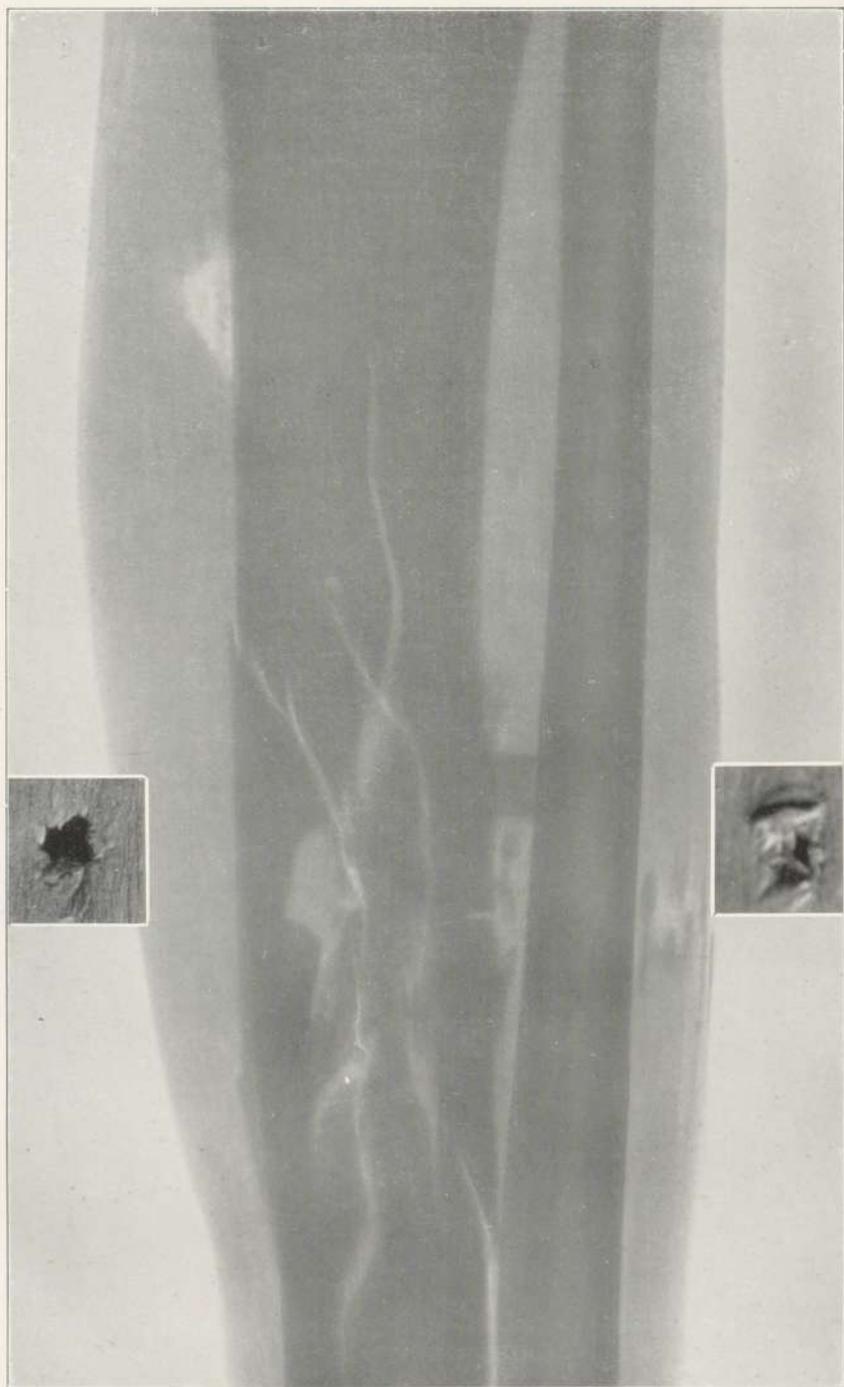
Figur 2.

Riedinger: Über die Wirkung moderner Projektile.



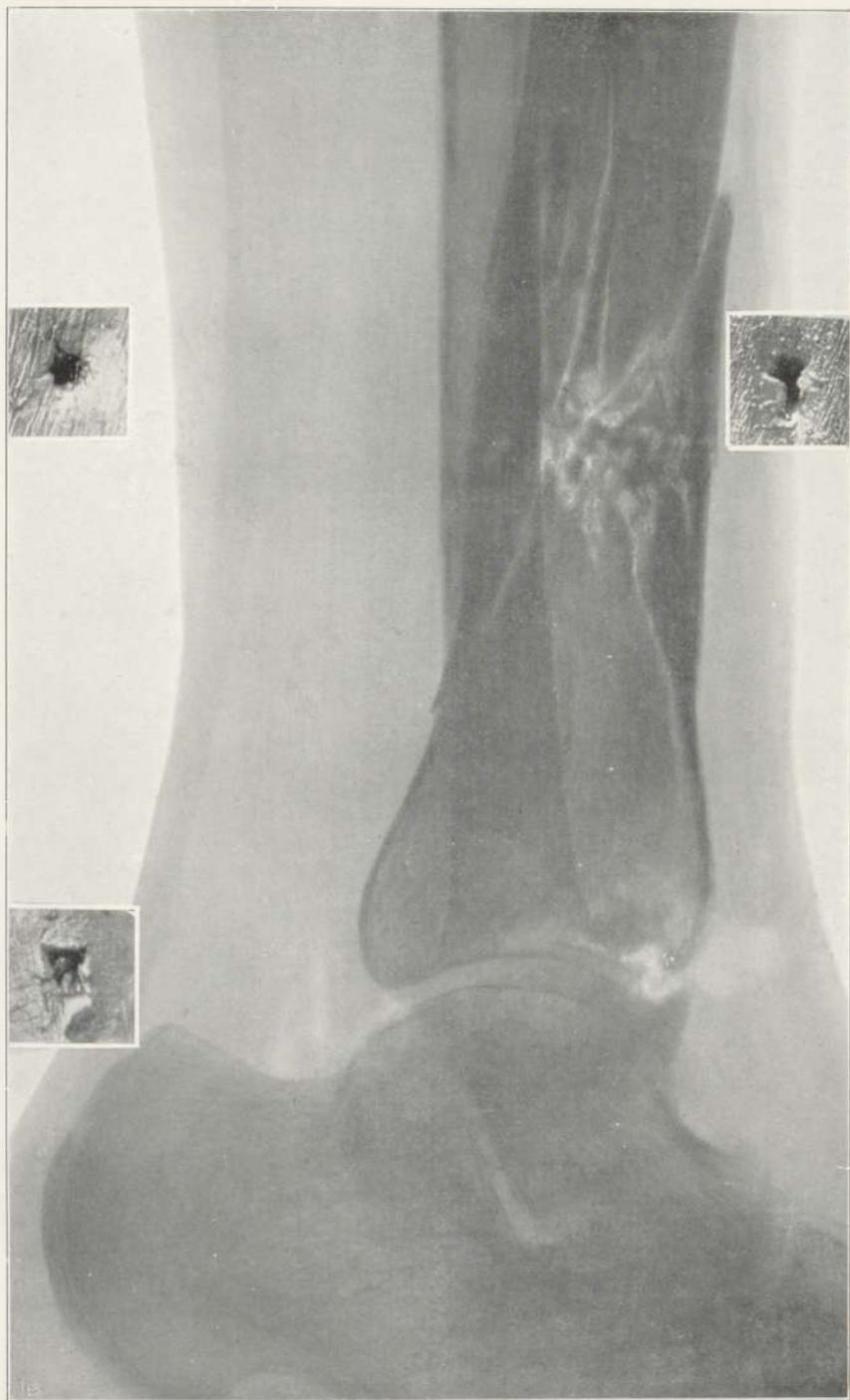
Figur 3.

Riedinger: Über die Wirkung moderner Projektil.



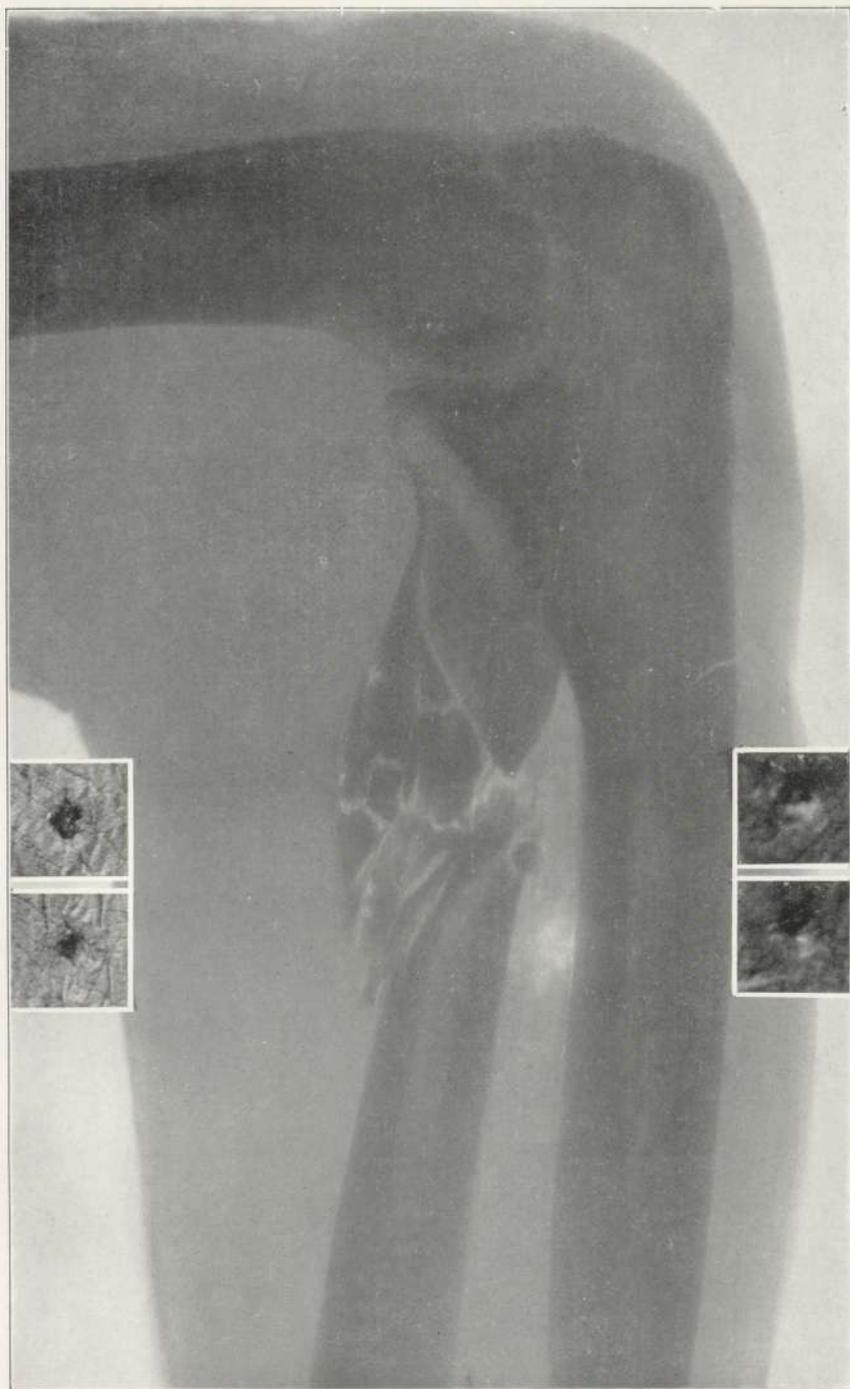
Figur 4.

Riedinger: Über die Wirkung moderner Projektile.



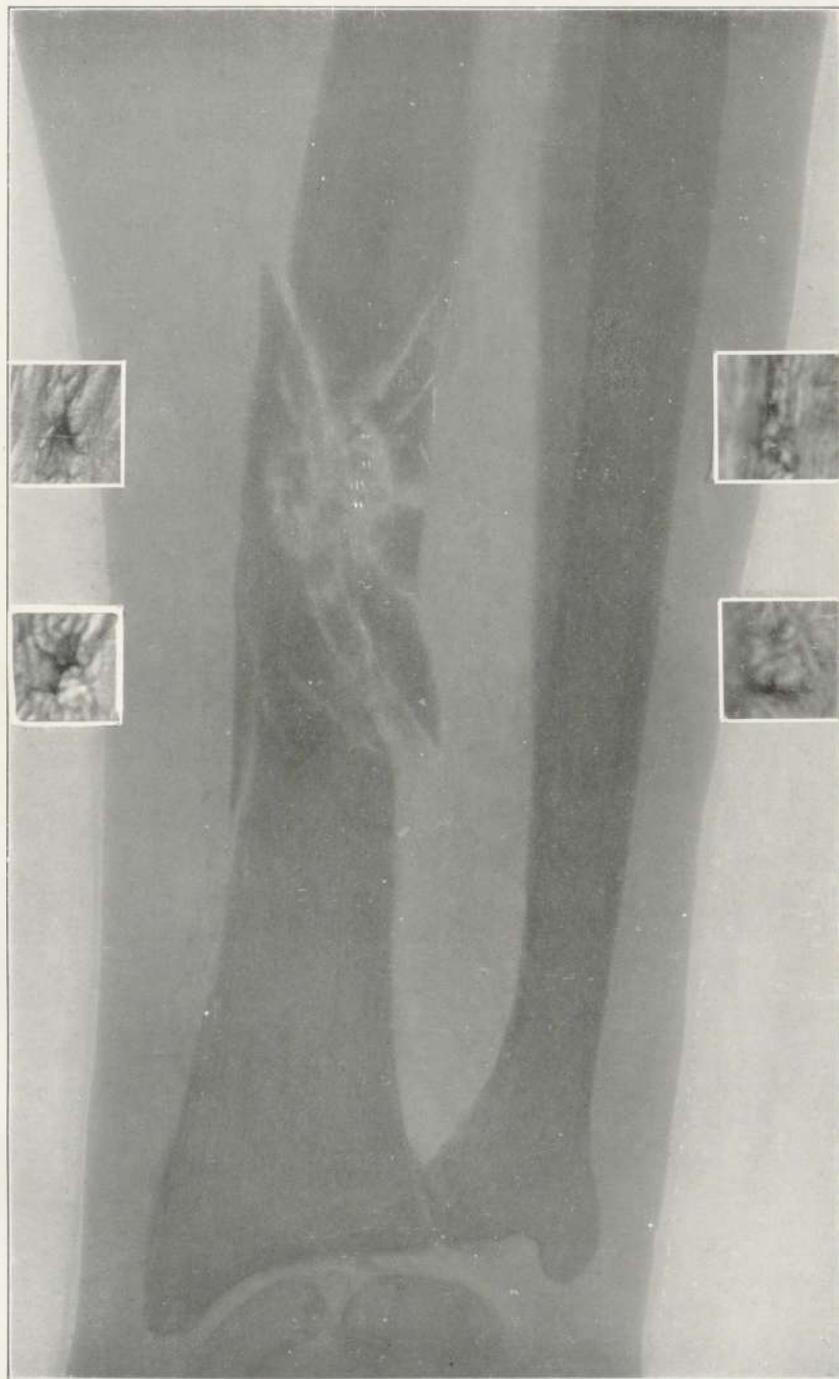
Figur 5.

Riedinger: Über die Wirkung moderner Projektile.



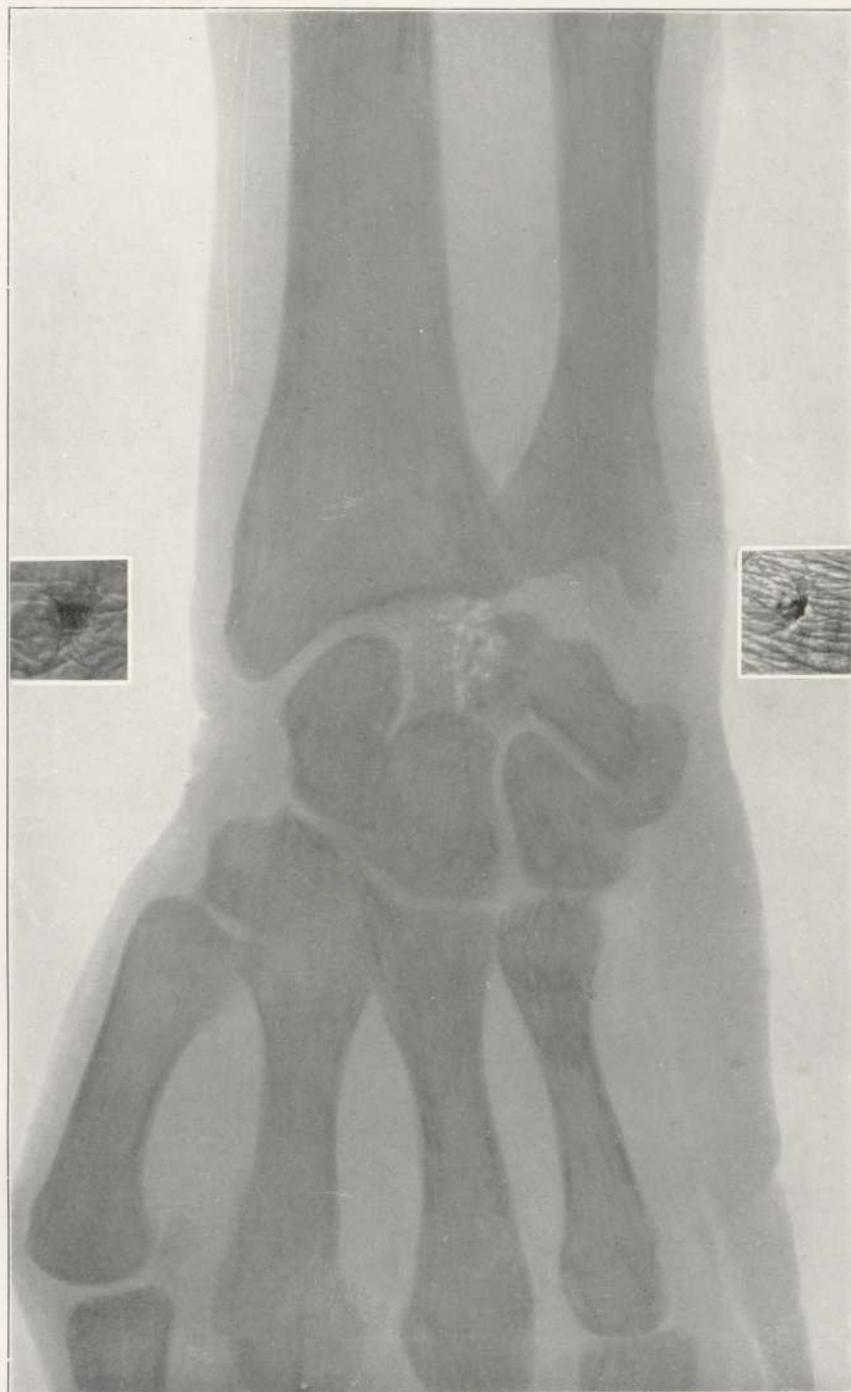
Figur 6.

Riedinger: Über die Wirkung moderner Projektile.



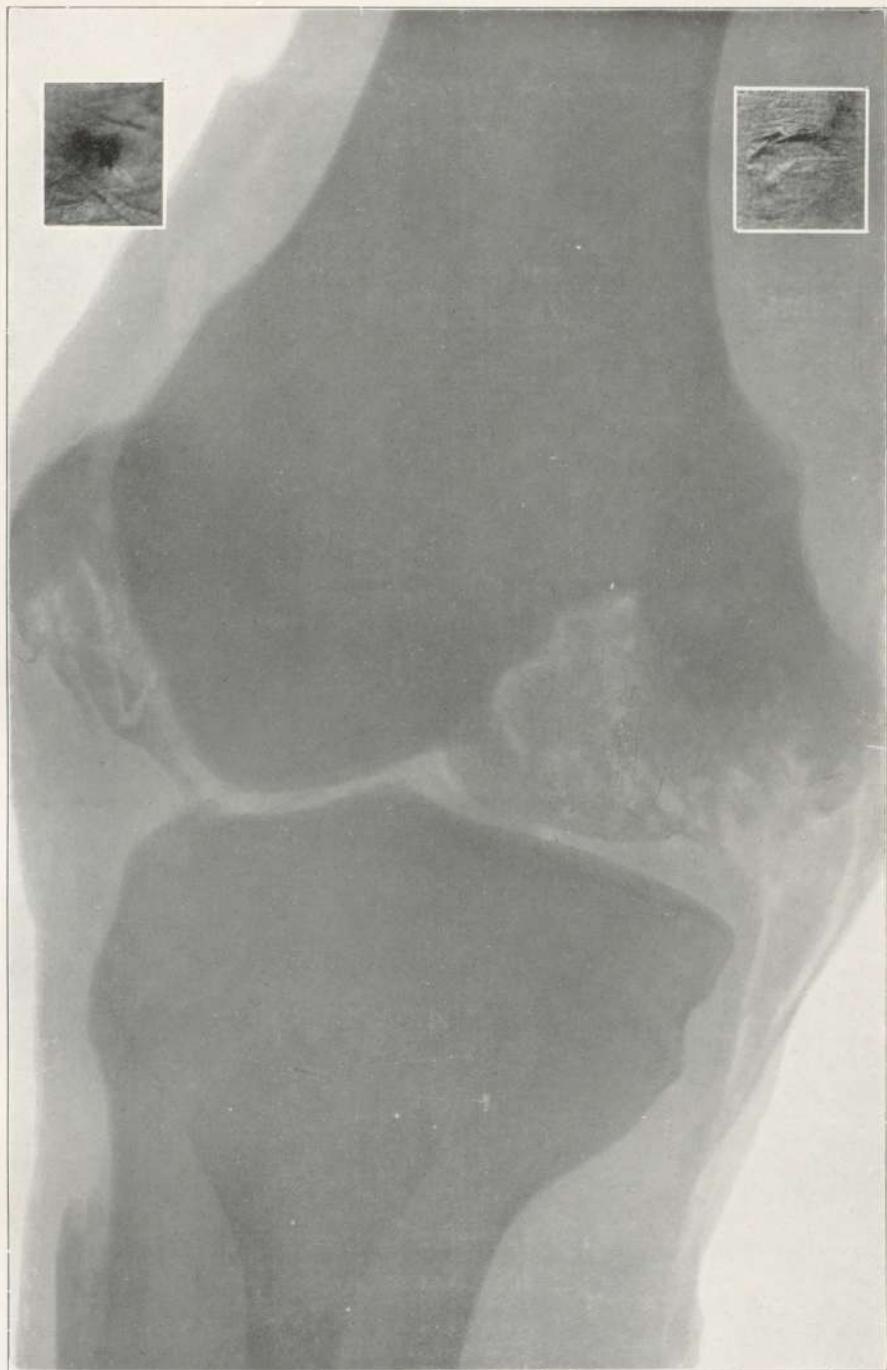
Figur 7.

Riedinger: Über die Wirkung moderner Projektile.



Figur 8.

Riedinger: Über die Wirkung moderner Projektile.



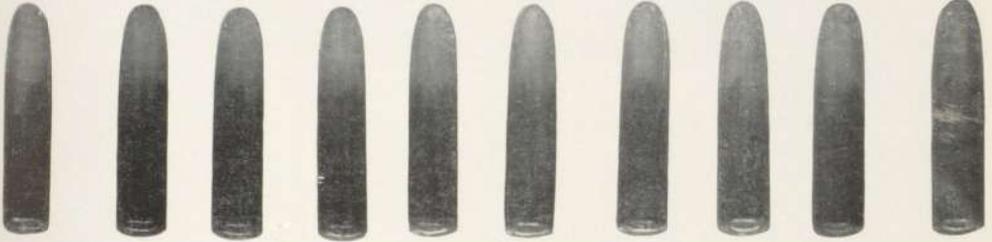
Figur 9.

Riedinger: Über die Wirkung moderner Projektile.

Vergleichsbeschuss in Wasser.

Ogivalgeschoss, Kal. 7 mm, 11,2 g.

Ladung: 2,45 g Rottw. Bl.-P. 91/93 Ersatz. V25 = 680 m/s.



Spitzgeschoss, Kal. 7 mm, 9,0 g.

Ladung: 1,5 g Rottw. Bl.-P. 91/91 Ersatz. V25 = 457 m/s.



Ladung: 2,45 g Rottw. Bl.-P. 91/93 Ersatz. V25 = 725 m/s.



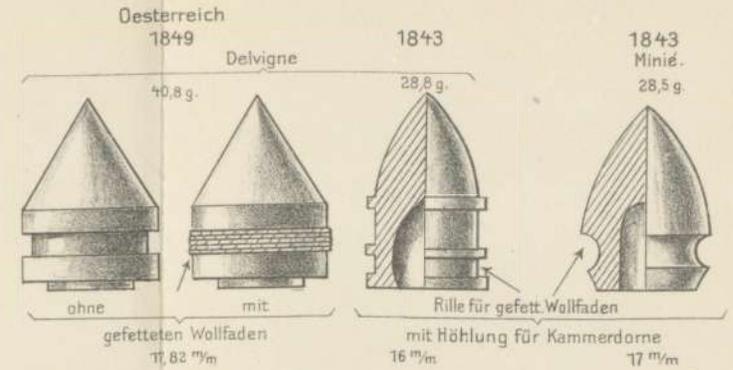
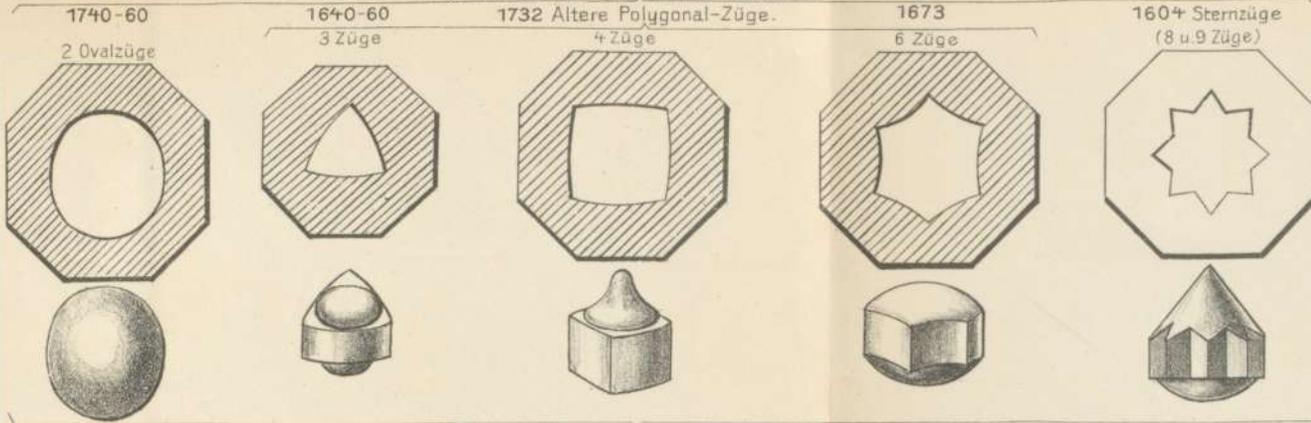
Ladung: 3,15 g Rottw. Bl.-P. 1303a/1319. V25 = 875 m/s.



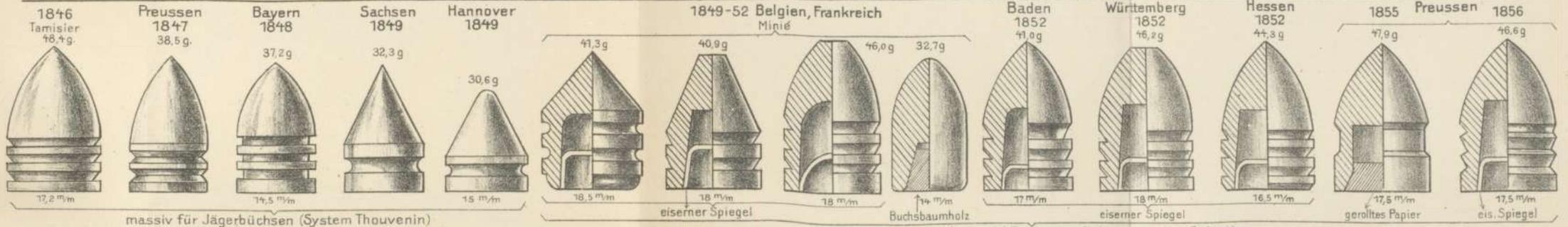
Figur 10.

Gewichtsverlust 0,5 g.

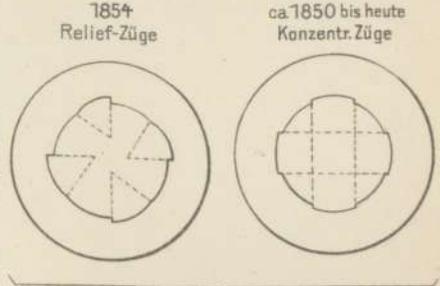
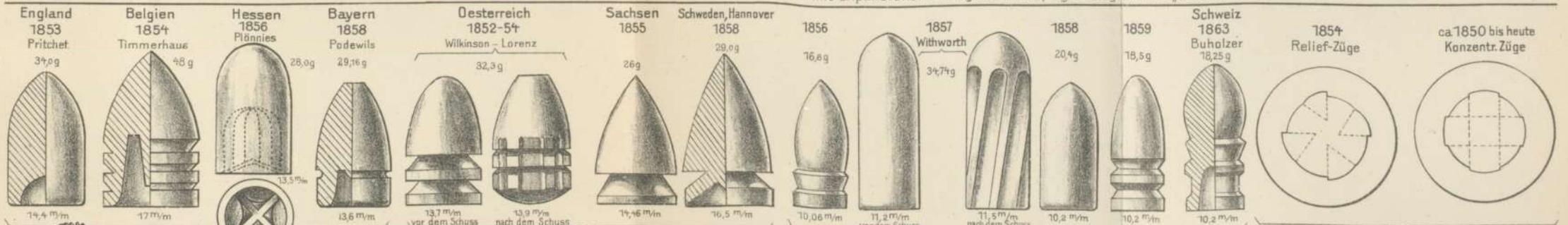
Querschnitt der gezogenen Gewehrläufe



Geschosse der Zugform entsprechend.

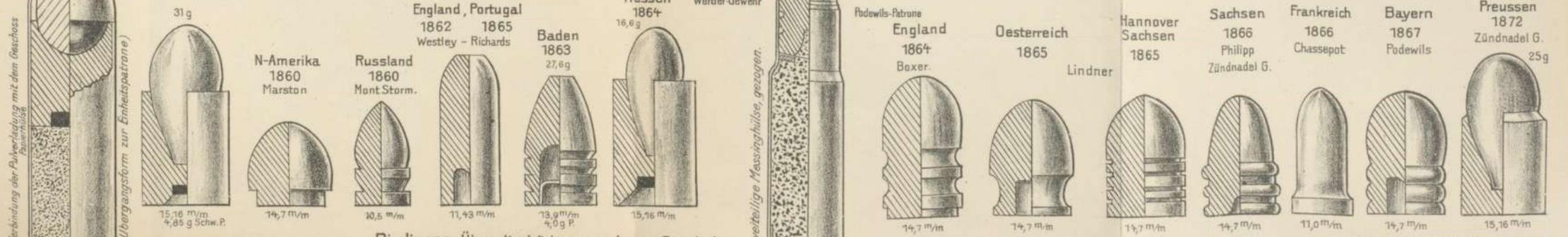


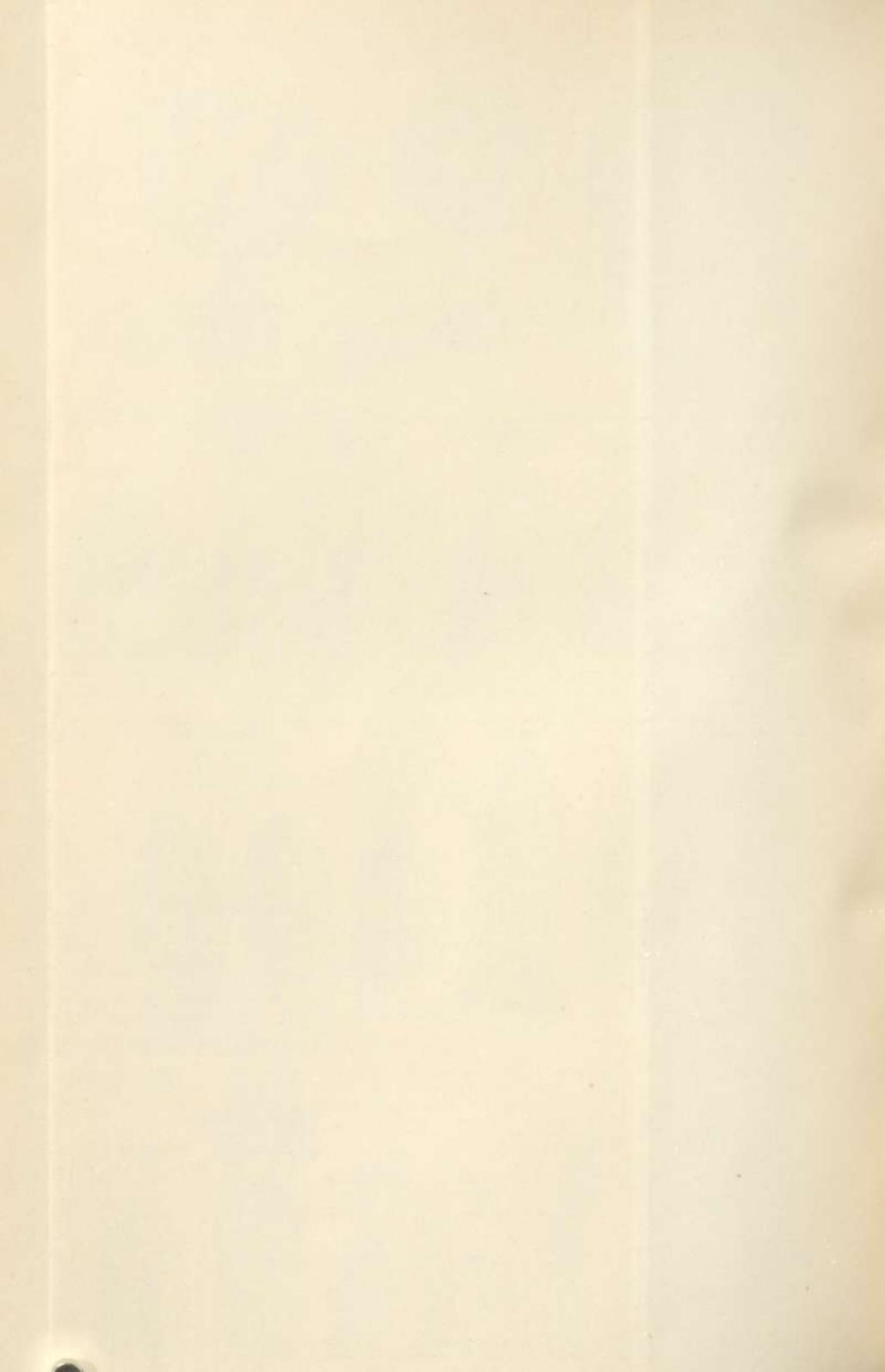
mit Expansionshöhlung und Treibspiegel (sogenannter „Culot“)



Neuere Zug-Systeme

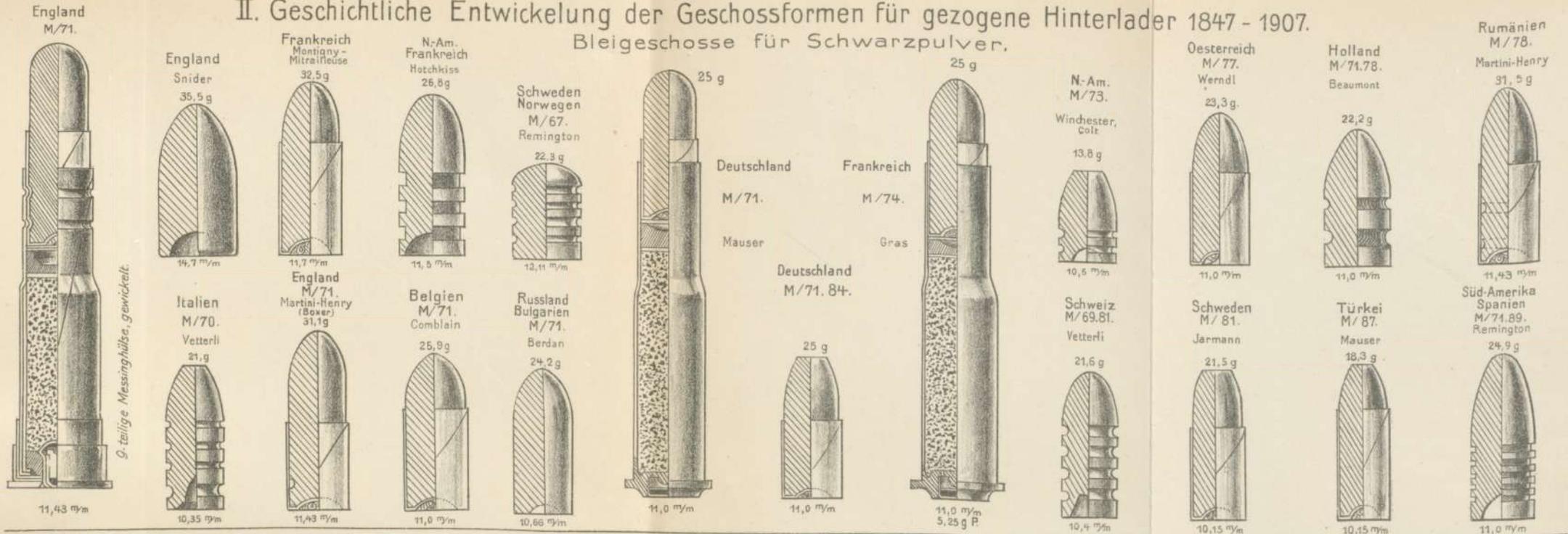
Geschossformen für gezogene Hinterlader 1847-1907. Bleigeschosse für Schwarzpulver.





II. Geschichtliche Entwicklung der Geschossformen für gezogene Hinterlader 1847 - 1907.

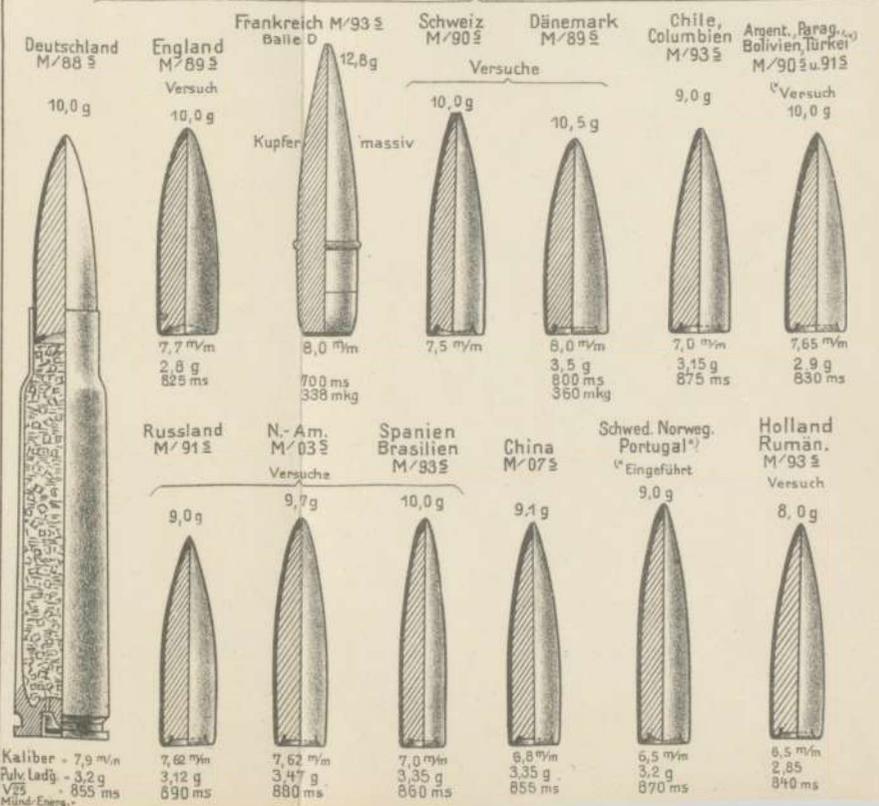
Bleigeschosse für Schwarzpulver.



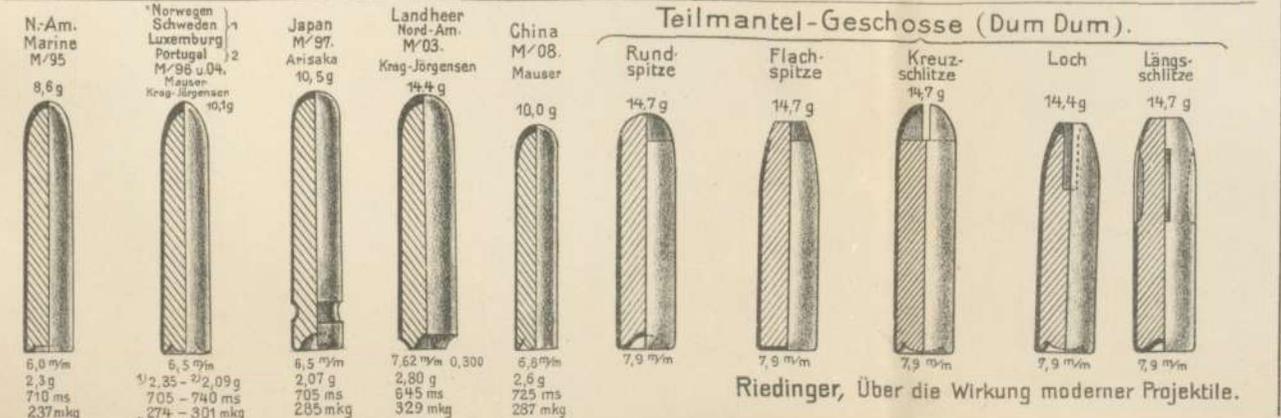
Mantelgeschosse für rauchschwaches Pulver.



Mantelgeschosse für rauchschwaches Pulver. Spitz-Geschosse



Teilmantel-Geschosse (Dum Dum).





Eduard Rindfleisch.

Gedächtnisrede
auf
Georg Eduard von Rindfleisch
von
M. Borst.

H. v. V.! In das Sternbild, das vor 35 Jahren am Himmel der Würzburger physikalisch-medizinischen Gesellschaft glänzte, und aus welchem ich nur die Namen *Koelliker*, *Fick*, *Gerhardt*, *Rinecker*, *Wislicenus*, *Kohlrausch*, *Sachs* nennen will, trat am 16. Mai 1874 ein neuer Stern erster Grösse ein, ein Stern, dessen Licht weit über die Grenzen unseres Vaterlandes hinaus leuchtete und den Ruhm unserer Gesellschaft, der medizinischen Fakultät, der Alma Julia verkündete. Ein halbes Menschenalter strahlte dieser Stern an unserer Hochschule in hellstem Glanze; gegen Ende in milderem Scheine, weil sich sein Feuer mehr nach innen gekehrt hatte; schliesslich wurde das Licht getrübt, flackerte unsicher und verlosch am 6. Dezember vorigen Jahres für immer. Es war Georg Eduard von *Rindfleisch*, der so kam und so ging. Eine schwere Atheromatose der Hirnarterien hatte in den letzten Jahren seine geistigen Kräfte langsam fortschreitend geschwächt. Kurz vor seinem 70. Geburtstage warf ihn eine thrombotische Erweichung im Hinterhautlappen nieder. Von da an führte er zwischen Bett und Lehnstuhl eine kümmerliche Existenz, deren Trostlosigkeit ihm glücklicherweise nicht voll zum Bewusstsein kam. Endlich erlöste ihn eine Thrombose der Arteria vertebralis sinistra. Mit *Rindfleisch* hat die Universität Würzburg eine Perle aus ihrem Diadem, die medizinische Fakultät einen der tüchtigsten Mitkämpfer aus ihrer Glanzperiode, die pathologische Wissenschaft einen Forscher und Lehrer ersten

Ranges verloren. Auch unsere Gesellschaft beklagt den Verlust eines ihrer Treuesten. *Rindfleisch* nahm mit dem ersten Augenblicke seiner Tätigkeit in Würzburg regsten Anteil an dem wissenschaftlichen Leben der physikalisch-medizinischen Sozietät; unsere Annalen berichten von nahezu vierzig Vorträgen und Demonstrationen, die er gehalten hat, sie berichten von seinen lebhaften und anregenden Diskussionen, und auch von der Förderung, welche die Gesellschaft durch ihn als ihren Vorsitzenden erhalten hat. Dankbar erinnern wir uns alles dessen, und es drängt uns, das Andenken des von uns Geschiedenen dadurch zu ehren, dass wir uns sein Werk recht eindringlich vor Augen führen. So werden wir am besten fühlen, was wir an ihm verloren haben.

Rindfleisch kam am 15. Dezember 1836 in dem Kreisstädtchen Köthen im Anhaltischen als Sohn des herzoglichen Regierungsrates Georg *Rindfleisch* und dessen Gattin Agnes Bertha, geb. v. *Brunn*, zur Welt. Seine Studienzeit verlebte er zuerst als fröhlicher Saxoborusse in Heidelberg (1855), dann erstem Studium hingegeben in Halle (1856) und in Berlin. Hier zog ihn *Virchow* in seinen Bannkreis. Bei ihm arbeitete er seine Dissertation: *de vasorum genesi* aus (1859), in welcher er versuchte, am durchsichtigen Saume des Froschlarvenschwanzes die damals viel diskutierte Frage zu klären, ob die Gefässneubildung von den Kapillaren ausgehe oder eine Metamorphose der Bindegewebskörperchen vorliege. Es ist interessant, die intensiven Bemühungen zu verfolgen, die der 22 jährige Forscher aufwandte, um diese schwierige Frage zu entscheiden. „Ich war erst für die eine, dann für die andere Ansicht eingenommen“ — schreibt er — „und bemühte mich jedesmal, die entgegenstehenden Bilder durch Aufsuchen von Fehlerquellen zu erklären. Schliesslich glaubte ich gar nichts mehr und beobachtete desto besser.“ Das Resultat seiner Bemühungen war, dass er die Gefässbildung zwar von den Kapillaren ableitete, aber zugab, dass, wenn der sich einleitende Gefässbildungsprozess in das Gebiet einer benachbarten Bindegewebszelle fällt, auch diese an der Bildung der Gefässwand teilnehme — eine Ansicht, der wir auch heute noch in gewissem Sinne zustimmen können. Fünf Jahre war *Rindfleisch* *Virchow's* Schüler. In dieser Zeit entstanden die ausgedehnten Untersuchungen über die Entstehung des Eiters (1860—1861). Hierbei stellte *Rindfleisch* durch vorwiegend experimentelle Untersuchungen fest, dass bei den von ihm sogenannten „epithelialen“ Katarrhen die Eiterkörperchen aus dem

subepithelialen Bindegewebe stammen, und trat mit diesem Resultat in Gegensatz zu *Virchow*, der die Eiterkörperchen durch Teilung der Epithelzellen entstehen liess. Für eine andere Sorte von Katarrhen, die eitrigen, schloss sich *Rindfleisch* den damals Aufsehen erregenden Ansichten von *Buhl* und *Eberth* über endogene Zellbildung an: hier sollten die Eiterkörperchen aus den Epithelien auf dem Wege der endogenen Zellbildung entstehen. Um dies letztere Resultat zu verstehen, müssen wir uns erinnern, dass damals, als *Rindfleisch* seine Untersuchungen anstellte, niemand an die Möglichkeit dachte, dass die Eiterkörperchen in das Epithel eingewandert sein könnten; denn die Wiederentdeckung der Auswanderung farbloser Blutkörperchen aus den Blutgefässen durch *Cohnheim* erfolgte erst sechs Jahre später. Es ist überhaupt bewundernswert, was die damaligen Autoren alles an ihren Präparaten feststellen konnten, an Präparaten, die von getrockneten, auf Kork aufgeklebten Hornhäuten und Schleimhäuten durch Rasiermesserschnitte und nachträgliches Aufweichen in essigsäurem Wasser gewonnen wurden!

Wie konsequent *Rindfleisch* bei einem einmal angefassten Problem blieb, das zeigen die nun folgenden Studien, die er noch in Berlin begonnen hatte, dann aber in Breslau fortsetzte. Im Jahre 1861 hatte der Physiologe *Heidenhain* in Breslau einen histologischen Assistenten gewünscht, und *Virchow* schickte ihm seinen langjährigen Schüler *Rindfleisch*. Dieser letztere verfolgte in seiner neuen Stellung das Entzündungsproblem weiter und förderte es durch eine ausgezeichnete, von der k. dänischen Gesellschaft der Wissenschaften preisgekrönte Arbeit über das Thema: „Inwiefern und auf welche Weise der Bau der verschiedenen Schleimhäute den Durchgang von Blutkörperchen und anderen Teilen und ihre Aufnahme in die Gefässe gestatte“. Diese Frage, die damals besonders auch in bezug auf die Fettresorption im Darm lebhaft diskutiert wurde, nahm *Rindfleisch* von der anatomischen Seite her in Angriff und untersuchte den Bau der verschiedensten Schleimhäute bei allerlei Tieren. So suchte er auch hier — wie bei vielen anderen Gelegenheiten — durch ausgedehnte vergleichende morphologische Untersuchungen eine breite Basis für seine Arbeit zu gewinnen. Von den Resultaten jener Preisschrift sei nur erwähnt, dass *Rindfleisch* sich gegen *Heidenhains* Ansicht vom kontinuierlichen Zusammenhang der Epithelzellen mit den Bindegewebszellen aussprach und ebensowenig für *Brückes*

„offene Wege“ Anhaltspunkte finden konnte. Es waren also keine präformierten Bahnen für den Übertritt körperlicher Elemente in den Schleimhäuten nachweisbar und der positive Ausfall der früheren Experimente musste auf mechanische Läsion der anatomischen Substrate zurückgeführt werden. Eigene Versuche führten *Rindfleisch* denn auch zu einem durchaus negativen Ergebnis: Tusche, Augenpigment, Blutkörperchen traten nicht ins Epithel über.

In Breslau habilitierte sich *Rindfleisch* (1862) für das Fach der pathologischen Anatomie. Seine Habilitationsschrift beschäftigte sich mit der Entzündung der serösen Häute. Die hier vertretene Auffassung der serösen Höhlen als grosser Binnenräume des Bindegewebes und die daraus abgeleitete Forderung einer Sonderstellung der serösen Deckzellen gegenüber dem Epithel der Haut und der Schleimhäute sind wichtige Ergebnisse, über die auch heute noch diskutiert wird.

Noch im Jahre 1862 sehen wir *Rindfleisch* in Zürich, wohin er als pathologischer Prosektor und Lehrer der pathologischen Anatomie berufen wurde. Mit Feuereifer und glänzendem Erfolge ging er an seine Aufgabe. Schon 1864 anerkannte die Regierung sein fruchtbares Wirken durch die Ernennung zum ausserordentlichen Professor. Und wie gerne war er in der freien Schweizer Stadt, die ihm die stärksten und vielseitigsten Anregungen gab. Rief er doch selbst aus: „Ich bin in eine ganze Schar von Adlern geraten!“ Mit *Billroth*, *Adolf Fick*, *Clausius*, *Griesinger* schloss er Freundschaft fürs Leben, mit Männern wie Fr. Theodor *Vischer*, *Lübke*, *Semper*, *Herwegh* pflegte er lebhaften Umgang, *Liszt* und *Richard Wagner* sah er im Hause *Wesendonck*. Das war eine glückliche Zeit für den jungen, schwärmerisch veranlagten, nicht nur nach Wissen, sondern auch nach Schönheit dürstenden Gelehrten!

Aus der Züricher Zeit stammen eine Reihe wertvoller Arbeiten, z. B. über den Blitzschlag, über die angeborene Spaltung der Wirbelkörper, über graue Degeneration des Zentral-Nervengewebes, über die Auflösung des Knochengewebes bei der Osteomalacie und über das zentrale Osteosarkom, bei welchem letzterem er für die Aufblähung der Knochenrinde nicht die *Volkmannsche* Ansicht einer Dehnung des Knochengewebes durch innere Verschiebung anerkannte, sondern einen komplizierten Prozess (der Resorption von innen, der periostalen Apposition von aussen) feststellte. Ferner beginnt in Zürich die Beschäftigung mit einem Thema, dessen Behandlung *Rindfleisch*

später die grössten Lorbeeren eingetragen hat: mit der Tuberkulose. Eine feine Studie über den miliaren Tuberkel, dessen Entwicklung *Rindfleisch* in der Adventitia der Hirngefässe verfolgt, bildet hier die erste Grundlage zu den Anschauungen, die der Autor später über spezifische Entzündung vertrat.

Bemerkenswerte Arbeiten aus der Züricher Zeit sind auch die Studie über Blutmetamorphose und die experimentellen Untersuchungen zur Histologie des Blutes. Wie gründlich und weitausschauend *Rindfleisch* bei seinen Arbeiten vorging, das zeigen gerade diese Untersuchungen, bei welchen er die Schicksale ergossenen Blutes, dann das zirkulierende Blut bei Amphibien, und zwar das Blut junger Tiere und Larven, hungernder Tiere, der Weibchen kurz vor und nach dem Laichen, das Blut bei künstlich gehinderter Respiration, nach Entfernung der Milz usw. in den Kreis seiner Beobachtungen zog. War *Rindfleisch* bei diesen Studien auch zu manchen Schlüssen gekommen, die heute keine Gültigkeit mehr beanspruchen können, so sind diese Arbeiten doch mustergültige Forscherleistungen. *Rindfleisch* hat das Problem des Blutes und der Blutbildung später wieder aufgenommen und dabei Feststellungen von bleibendem Werte gemacht.

Im Jahre 1865 folgte *Rindfleisch* als 29-jähriger einem Rufe an die Universität Bonn. Neun Jahre lang hat er hier überaus segensreich gewirkt und nur einmal seine Tätigkeit unterbrochen, als im Jahre 1870 das Vaterland rief. Da hielt es den patriotischen Mann nicht zu Hause; er organisierte ein freiwilliges Studenten-Sanitätskorps, an dessen Spitze er sich stellte und zog hinaus ins Feld und auch ins Feuer. Bei Gravelotte entging er einer verderbend drohenden Kugel mit knapper Not. Mit dem eisernen Kreuz geschmückt kehrte er aus dem Lärm des Schlachtfeldes zurück an sein stilles Mikroskop.

In Bonn vollendete *Rindfleisch* sein schon in Zürich begonnenes grosses Werk: „Das Lehrbuch der pathologischen Gewebelehre mit Einschluss der pathologischen Anatomie (1867).

In diesem Buche, das in sechs Auflagen erschienen ist und vielfach in fremde Sprachen übersetzt wurde, hat *Rindfleisch* die Bedeutung der pathologischen Histologie für die pathologische Anatomie ins rechte Licht gerückt. Er bezeichnete es als seine Aufgabe, das bunte Nacheinander und Nebeneinander von regressiven und pro-

gressiven Prozessen, welche, miteinander innig verschlungen, das makroskopische Bild eines erkrankten Organes ergeben, aufzuflechten, d. h. jeden der Prozesse einzeln nach allen Seiten hin zu betrachten, „um dann in speziellen Teile die anatomischen Krankheitsbilder aus bekannten Grössen hervorgehen zu sehen“. Diese Aufgabe hat er meisterhaft gelöst — und durchaus mit eigenen Mitteln. *Rindfleisch* konnte mit vollstem Rechte sagen, dass dieses Buch mehr am Mikroskop als am Schreibtisch entstanden war. Er verzichtete auf eine gleichmässige und erschöpfende Behandlung der einzelnen Gegenstände, bot aber dafür eine reiche Fülle von Originalstudien, die durch Beigabe vieler instruktiver Zeichnungen von eigener Hand einen besonderen Wert erhielten. Die Bedeutung seines Buches in den späteren Auflagen zu erhöhen, war *Rindfleisch* immer bestrebt, indem er das Buch dem jeweiligen Stand des Wissens anpasste und durch neue eigene Untersuchungen förderte. Er verschmähte es, die vielen Spezialuntersuchungen, die er für sein Lehrbuch unternahm, separat zu publizieren. So bekommt man von seiner umfassenden Tätigkeit als Histologe und von manchem tiefgehenden biologischen Ausblick erst durch die Lektüre seiner Gewebelehre Kenntnis. Es ist an dieser Stelle unmöglich, den Wert dieses Buches auch nur einigermaßen begreiflich zu machen. Auf dem Gebiet der Entzündungslehre, der Infektionskrankheiten, des pathologischen Wachstums, insbesondere der geschwulstmässigen Neubildung, deren Wesen er überaus scharf erkannte, hat *Rindfleisch* durchaus originelle Gedanken zum Ausdruck gebracht. In der Entzündungslehre hat er neben der durch \S *Cohnheim* entdeckten Auswanderung der farblosen Blutkörperchen immer auch die Bedeutung der von den fixen Elementen ausgehenden Lieferung von Wanderzellen hervorgehoben. In der Geschwulstlehre hat er den Begriff des degenerativen Wachstums aufgestellt und vertieft: Geschwülste sind Betätigungen eines Wachstums, welches die Grenzen des artlichen Entwicklungsplanes überschreitet. Der Ort, d. i. das Muttergewebe, und der Grad der Degeneration des Wachstums bestimmt den Charakter der Geschwulst und wird der Einteilung zugrunde gelegt. Eigenartig mutet es uns heute an — gerade im Hinblick auf die moderne entwickelungsmechanische Betrachtung der Geschwülste —, wenn *Rindfleisch* schon damals darstellte, wie die Geschwülste in ihrer Entwicklung mehr den Regeln des physiologischen Wachstums folgen, und wenn er das Bleibende, Organartige ihres Daseins — im Gegensatz zur entzündlichen Neubildung — betonte.

Das Aufblühen einer neuen Wissenschaft, der Bakteriologie, hatte auch den Forschergeist *Rindfleischs* mächtig angezogen. *Rindfleisch* hat der aufkeimenden Lehre von den pathogenen Schistomyzeten seine volle Sympathie zugewandt, dabei aber von vorneherein die Bedeutung der angeborenen Disposition und der natürlichen Immunität erkannt und stets klar hervorgehoben. In Bonn sehen wir ihn bei *Beobachtungen über niedere Organismen* (1872) Schimmelpilze und das Achorion Schönleini kultivieren, dann ausgedehnte Untersuchungen über Bau und Wachstum der Schistomyzeten anstellen. Er wendet sich gegen die generatio aequivoca, betont die Herkunft der Pilze von *aussen*, stellt fest, dass es ohne Bakterien keine echte Fäulnis gibt und vieles andere. Damals standen auf der Plattform seines Hauses viele, auf Stangen montierte Kölbchen, in welchen er Fleischstückchen in völlig sterilem und in nicht tadellos keimfreiem Wasser der Luft aussetzte; in ersterem siedelten sich wohl Schimmelpilze an, aber sie faulten nicht. In jener Arbeit über niedere Organismen weist *Rindfleisch* auch auf die Einwanderung von Darmbakterien in das Blut der Leichen und auf die Wichtigkeit der bakteriologischen Blutuntersuchungen bei Krankheiten hin. Und dies alles im Jahre 1872!

Unter den vielen kleineren Bonner Arbeiten erwähne ich noch eine Studie über die *Area Celsi*, nicht weil es eine der wichtigsten unter jenen Publikationen wäre, sondern weil diese Studie zeigt, wie *Rindfleisch* aus seinen mikroskopischen Beobachtungen Vorschriften für die ärztliche Behandlung ableitete. Am Schlusse der histologischen Studie, welche eine eigentümliche Wachstumsstörung der Haare bei der *Area Celsi* feststellte, wird Glycerin zur Geschmeidigmachung der Wurzelscheide und *Tinctura capsici* zur Beförderung des mangelhaften Wachstums der Haare empfohlen. Die Nutzenanwendung seiner Untersuchungsergebnisse für die praktische Heilkunde kehrt in *Rindfleischs* Arbeiten öfter wieder. Andererseits haben ihm die Fragen der praktischen Medizin auch Anregung zu theoretischen Forschungen gegeben; so finden wir z. B. unter den Bonner Arbeiten eine experimentelle Studie über die *Resorption des regulinischen Quecksilbers*. Ja, *Rindfleisch* hat bis in sein hohes Alter hinein immer gerne auch ein wenig selbst praktiziert, nicht nur am eigenen Körper, wozu ihm seine Gicht reichlich Gelegenheit bot, sondern auch an Anderen.

Den Höhepunkt seiner wissenschaftlichen Tätigkeit in Bonn und eine der höchsten Stufen in seinem Schaffen überhaupt bildet *Rind-*

fleischs Darstellung der Lungentuberkulose, welche eine Reihe kleinerer Publikationen über diesen wichtigen Gegenstand vorausgegangen waren. Das deutsche Archiv für klinische Medizin (1874) und *Ziemssens* Handbuch (1875) bewahren diese wirklich geniale Arbeit, die — ausschliesslich auf eigenen gründlichen Untersuchungen basiert — bahnbrechend gewirkt hat, und deren Hauptergebnisse zu einem sicheren Besitzstand unseres Wissens geworden sind. Zunächst ist hervorzuheben, dass *Rindfleisch* die Auffassung der Tuberkulose als Infektionskrankheit vorbereitete — eine Ansicht, die dann später *Cohnheim* besonders scharf präziserte. Weiterhin stellte *Rindfleisch* (im Gegensatz zu *Virchows* Gruppe: Granulationsgeschwülste) den Begriff der spezifischen Entzündung auf, und hielt seinen Standpunkt auf der Wiesbadener Naturforscherversammlung (1873) dem Altmeister der Pathologie gegenüber in längerer Diskussion fest. *Rindfleisch* definierte die Tuberkulose „als einen Entzündungsprozess, der durch ein bestimmtes, noch zu entdeckendes Virus sowohl erzeugt als in seinem Verlauf beeinflusst werde und dadurch jene typische Modifikation der anatomischen Erscheinungen erhalte (miliare Eruptionsform, Verkäsung etc.), welche wir als Merkmale der Tuberkulose betrachten.“

Die historische Entwicklung der Frage ist so interessant und für die Abschätzung der Förderung, die das Tuberkuloseproblem durch *Rindfleisch* erhielt, so wichtig, dass ich es mir nicht versagen kann, hier kurz darauf einzugehen. *Laennec*, dem sich *Rokitansky* anschloss, hatte die grau durchscheinende Granulation und deren Umwandlung zum gelben (käsigen) Tuberkel gelehrt und den Satz aufgestellt, dass es nur eine Phthisis gebe, die Phthisis tuberculosa. Die Opposition, die nun folgte, behauptete, dass nicht alles Käsiges aus der grauen Granulation hervorgehe. *Virchow* erklärte: nur das sei Tuberkulose, was sich durch den Befund der grauen, halbdurchsichtigen Granulation (also durch den miliaren Tuberkel) auszeichne. Käsiges Zustände könnten auch aus beliebigen Entzündungen und Neubildungen hervorgehen. So wurde die Lungenschwindsucht, bei welcher sich ja so häufig käsige Zustände finden, „ihres tuberkulösen Nimbus fast ganz entkleidet und in der Hauptsache als käsige Bronchopneumonie bezeichnet“, dagegen die Urogenitalphthise als echte tuberkulöse Phthisis dargestellt; die Darm- und Kehlkopfschwindsucht blieben einigermaßen problematisch. [*Rindfleisch* zeigte nun an dem Beispiel der sogenannten Skrofulose, dass hier eine besondere Art von Entzündung von mehr bleibendem, infiltrativem Charakter

vorliege, die auch morphologisch durch den Befund grosser Zellen bestimmt sei, eine Entzündung, die nicht zur Organisation führe, vielmehr Neigung zum Übergang in Verkäsung bekunde. Weiterhin stellte er den echt tuberkulösen Charakter der skrofulösen Lymphdrüsenerkrankung fest und gibt eine detaillierte, in vielem neue Darstellung der Anatomie und der Entstehung des miliaren Tuberkels; diesen definiert er als einen Herd umschriebener „skrofulöser Entzündung“. Damit war die Wesensgleichheit des skrofulösen Infiltrates und des miliaren Tuberkels proklamiert. Der Mangel an Zeit verbietet mir, auf die meisterhafte Schilderung näher einzugehen, die Rindfleisch von der Lungenschwindsucht selbst gibt, der Lungenschwindsucht, die nun mit allen ihren verschiedenen anatomischen Formen und Stadien als echte tuberkulöse Phthisis hingestellt wird. Ich will nur die Beobachtungen über den ersten Beginn der Lungentuberkulose an den Übergangsstellen der kleinsten Bronchien in die Lungenacini anführen, für welche Lokalisation ein mechanisches Moment als ursächlich wichtig betont wird, ferner die Anschauungen über die Prädisposition der Lungenspitze für Tuberkulose (relative Blutarmut, mangelhafte Luftbewegung), über das Zustandekommen der initialen Blutung aus einer Verschwärung der Wand der kleinen Lungenarterienäste, über die Bedeutung der starken Gefässbildung bei der Pleuritis der Tuberkulösen als „Blutventil“, über den Einfluss der Atmungsmechanik auf die Entstehung und das Wachstum der Lungenkavernen, über Heilung der Tuberkulose durch fibröse Umwandlung — lauter originelle und zum Teil ganz neue Gedanken und Beobachtungen. Dazu kommt, dass *Rindfleisch* auch bei der Tuberkulose, wie bei den anderen Infektionskrankheiten, das Moment der angeborenen und ererbten Disposition und dessen Gegenstück, die natürliche Immunität, nirgends aus dem Auge lässt. Überhaupt ist die Darstellung der Tuberkulose in jeder Hinsicht eine wahre Fundgrube für alle, die auf diesem Gebiete arbeiten wollen; leider ist sie von späteren Forschern nicht so benützt worden, wie sie es verdient hätte, so dass *Rindfleisch* mit Recht sagen konnte, dass er das Missgeschick gehabt hätte, seine histologischen Beobachtungen etwas zu früh für die Verdauungskraft der Interessenten gemacht und publiziert zu haben, so dass er schon wieder vergessen war, als die rechte Zeit gekommen war.

Und nun (1874) begleiten wir unseren im Zenith seines Schaffens stehenden Freund von seiner Reise vom Rhein zum Main, von Bonn nach dem rebenumkränzten Würzburg. Die Würzburger Fakultät

schlug ihn einstimmig und als Einzigen für den durch den Weggang von *Klebs* verwaisten Lehrstuhl für pathologische Anatomie vor. Es war ein besonders ehrenvoller Ruf! Denn die Würzburger Medizinerschule hatte in jener Zeit das Erbe der berühmten Wiener Schule angetreten, ihr Ruf überstrahlte alles Übrige. Diesen Ruf zu mehren, kam *Rindfleisch*. Und er erfüllte die Hoffnungen, die man auf ihn setzte, in reichem Masse.

Was zunächst seine wissenschaftliche Tätigkeit in Würzburg anlangt, so wurden die Arbeiten über Tuberkulose fortgesetzt. In unserer Gesellschaft hielt er einen bedeutsamen Vortrag über dieses Thema, einen Vortrag, an welchen sich eine äusserst interessante Diskussion anschloss, die vor allem *Rinecker* leitete. Hier betonte *Rindfleisch* wieder das hereditäre Moment bei der Tuberkulose und stellte diese Krankheit als eine inveterierte Seuche dar, an die sich das Menschengeschlecht bis zu einem gewissen hohen Grade angepasst habe. Syphilis und Lepra seien die nächsten Verwandten; das tuberkulöse Virus sei Gemeingut des grössten Teiles der Menschheit geworden und habe für die meisten die Bedeutung einer Schutzimpfung; es sei daher eine gewisse Immunität gegen Impfung beim Menschen vorhanden; die Zuführung grosser Mengen von Tuberkelgift und die Schwäche und Mangelhaftigkeit der eigenen Vegetation bringe die Tuberkulose wieder zum Ausbruch. Diese Anschauungen wurden im Jahre 1881, ein Jahr vor der Entdeckung des Tuberkelbazillus, auf dessen Auffindung *Rindfleisch*, wie er selbst sagte, förmlich wartete, ausgesprochen.

In der Festschrift der physikalisch-medizinischen Gesellschaft zur Feier des 300 jährigen Bestehens der Alma Julia (1882) finden wir ferner eine ausgezeichnete Studie über *Perivasculitis specifica*, in welcher *Rindfleisch* es als die Aufgabe seines Lebens bezeichnete, seine Lehre von der spezifischen Entzündung an dem einen Beispiel der Tuberkulose bis ins einzelne durchzuführen, und in welcher er Histologie, Ätiologie und Verlauf der in der Adventitia der Gefässe sich so häufig abspielenden tuberkulösen Infektion schilderte, dabei auch auf ähnliche Lokalisationen bei der Syphilis hinweisend. Spätere Arbeiten über Tuberkulose beschäftigten sich mit den Heilungsprozessen, so z. B. mit der Heilung tuberkulöser Schleimhautgeschwüre unter *Kochscher* Tuberkulinbehandlung (1891), ferner mit der Frage der gegenseitigen Beeinflussung der Tuberkulose und Syphilis (1894), wobei *Rindfleisch* in manchen Fällen einen günstigen Verlauf der ersteren durch eine hinzutretende

syphilitische Infektion feststellte, indem die Tuberkulose einen mehr fibrösen, schwielig narbigen Charakter annahm.

Auch auf einem zweiten Gebiete, dem der Blutbildung nahm *Rindfleisch* in Würzburg seine früheren Studien wieder auf. Er veröffentlichte im Jahre 1880 seine ausgezeichneten Untersuchungen über Knochenmark und Blutbildung, welche sich an die Arbeiten *Neumanns* und *Bizzozeros* anschlossen. Diese Forscher hatten die Hämatoblasten im Knochenmark nachgewiesen und damit dieses Gewebe als Blutbildungsstätte erkannt. An den Rippen junger Meerschweinchen studierte *Rindfleisch* an ausgezeichneten, mühevoll hergestellten Injektionspräparaten den normalen Bau des roten, des fettigen und des schleimigen Knochenmarks, beschrieb die Elemente des Markes, die Hämatoblasten, die Markzellen, die von ihm diesen Namen haben, die Riesenzellen, stellte die Glockenform als den Haupttypus der roten Blutkörperchen fest und leitete die bikonkave Form derselben aus dem Momente der Rollung und der Kompression a fronte im Blutstrom her. Den Übergang der kernhaltigen Hämatoblasten in die kernlosen Erythrozyten liess *Rindfleisch* durch Ausstossung des Kernes geschehen, eine Ansicht, die jetzt allerdings zugunsten einer Auflösung (intrazellulären Resorption) des Kernes verlassen wird, die aber bis in die neueste Zeit Anhänger fand. Bemerkenswert sind ferner *Rindfleischs* Beobachtungen über Blutbildung in der Milz und in Lymphdrüsen, ferner im Bindegewebe des Nierenhilus, Vorgänge, die schon damals von *Rindfleisch* als vikariierende aufgefasst wurden und an die sich die allerjüngsten „Entdeckungen“ auf diesem Gebiete anschliessen lassen. Hierher gehört auch eine Arbeit über milzgewebsartige Umwandlung der Lymphdrüsen und des Knochenmarks. Auch in diesen Arbeiten über Blutbildung tritt wiederum das Streben *Rindfleischs* hervor, durch vergleichend-anatomische und experimentelle Studien seine Einsicht in die Verhältnisse zu vertiefen: so wurde auch das Blut von Vögeln und Amphibien untersucht und an Meerschweinchen die Blutbildung nach Blutentziehung studiert. Diesen Untersuchungen über das Blut lässt sich zwanglos die geistreiche Darstellung des Fehlers der Blutkörperchenbildung bei der perniziösen Anämie anschliessen (1890), den *Rindfleisch* darin suchte, dass an Stelle der normalen Aufeinanderfolge von Erscheinungen, welche mit der Bildung kernloser roter Blutkörperchen endigen, die einseitige und alleinige Ausbildung sehr grosser und unförmiger Hämatoblasten getreten sei. Das hämoglobinhaltige

Protoplasma, welches normalerweise hätte längst in kernlose rote Blutkörperchen verwandelt werden müssen, sei wie ein Vorratsstoff aufgespeichert in denjenigen Zellen, welche die Vorstufen der roten Blutkörperchen sind. So geht also nichts oder nur sehr wenig von diesem Stoff in die Blutbahn über.

Ich könnte an noch weiteren Beispielen beweisen, wie gerne *Rindfleisch* an frühere Probleme anknüpfte und wie er sich gerade dadurch als ein zielbewusster Forscher vor jenen auszeichnete, die ihre Arbeitsrichtung ändern, wie der Wind weht. So führen frühere Untersuchungen (1864) über die spiralförmige Drehung von Flüssigkeiten im elastischen Rohr und über die Wirksamkeit dieses Motives bei der normalen und pathologischen Herzentwicklung (*Situs viscerum inversus*) später (1876) zu einer mechanischen Erklärung des Sitzes der Aortenaneurysmen. An diese Arbeiten schlossen sich Untersuchungen über Entstehung und Heilung des *Aneurysma dissecans aortae* an (1875, 1884, 1892 und 1893), in welchen *Rindfleisch* auf die systolische Verlängerung und Spreizung der Bögen der Aorta und Pulmonalis hinwies; diese Spreizung führt zu einer stärkeren Dehnsion der Konkavitäten dieser beiden Röhre, welcher die von *Rindfleisch* gefundenen klammerartigen Verbindungen zwischen Aorta und Pulmonalis (die sogenannte *Vincula aortae*) entgegenwirken. An dieser mechanisch besonders stark beanspruchten Stelle reißt beim *Aneurysma dissecans* die Aorta vom Herzen ab. In einer weiteren Arbeit zur Herzpathologie über Myokarditis und Kranzarterienverschluss (1890) finden wir ganz neue und moderne Ansichten ausgesprochen bezüglich der Entstehung der Gefäßsklerose durch funktionelle Überanstrengung der Gefäße, der Trennung der arteriosklerotischen Herzerweichung und Herzschielenbildung von der eigentlichen Herzmuskelentzündung. Von weiteren kleineren Arbeiten *Rindfleischs* führe ich nur einige Titel an, um wenigstens von der Vielseitigkeit seiner Forschertätigkeit eine Vorstellung zu geben. Da finden wir Untersuchungen über die Verengerungen der Hautbronchien beim Emphysem (1886), über Cirrhosis pulmonum cystica (1897), über chronische Nephritis (1876 und 1889), über Blasensteine (1900), über gichtische Tophi (1903), über fötale Rachitis (1889), über *Tabes dorsalis* (1887) usw.

Die Geschwulstlehre bereicherte *Rindfleisch* durch Mitteilungen über Cirrhose, Adenom und Krebs der Leber (1901), über Pseudoparasiten beim Hautkrebs (1896), ferner durch eine geistreiche Darstellung der Bösartigkeit der Karzinome als eine Folge ihrer ört-

über Cirrhose, Adenom und Krebs der Leber (1901), über Pseudoparasiten beim Hautkrebs (1896), ferner durch eine geistreiche Darstellung der Bösartigkeit der Karzinome als eine Folge ihrer örtlichen Destruktivität in der Festschrift der phys.-med. Gesellschaft zu *Rineckers* 40 jährigem Professoren-Jubiläum (1897). Hier wird die Bedeutung des die Krebsentstehung begleitenden Reiz- und Wucherungszustandes am Blutgefäßbindegewebsapparat tiefer gefasst im Sinne einer Störung der Kontinuität der Gefässterritorien, die zur Eröffnung der Binnenräume des Bindegewebes an die äusseren Körperoberflächen führt. Das Epithel wächst nun von den letzteren aus in die Binnenräume ein und setzt seine spezifischen Produkte in dieselben ab. Die äusseren Absonderungsflächen des Epithels kehren sich also gewissermassen nach innen, wodurch eine Überschwemmung der Körpersäfte mit fremdartigen Stoffen, Fermenten etc. erfolgt. So erklärt *Rindfleisch* die Säfteverderbnis und Kachexie beim Krebs. Sarkome pflegen, obwohl auch sie in den Binnenräumen des Körpers wachsen, nicht die typische Kachexie hervorzurufen, weil die Produkte der Sarkomzellen, die ja Abkömmlinge der Binde-substanzzellen sind, nichts so Heterologes für die Säfte bedeuten, wie die Sekrete der epithelialen Krebszellen. Auch die letzte Arbeit, die *Rindfleisch* in Würzburg publizierte (1905), handelt über das Geschwulstproblem und gibt Zeugnis von dem lebhaften Interesse, das er den neuesten Kontroversen über Geschwulstentstehung entgegenbrachte. Er zeigte an dem Beispiel des Scirrhus ventriculi diffusus, dass neben der mono- und multizentrischen Entstehung des Karzinoms auch Fälle vorkommen, bei welchen ein Organ in ganz diffuser Weise zur Geschwulstbildung übergeht, und dass in solchen Fällen chronisch-entzündliche Vorstadien den Boden abgeben, auf welchem dann jene durchgreifende Grenzverrückung zwischen Epithel und Bindegewebe stattfindet, die das Karzinom auszeichnet.

Auf dem Gebiete der Infektionskrankheiten finden wir Arbeiten über Mandeldiphtherie (1884), über Trinkwassertyphus (1882), ferner eine Abhandlung über Immunität und essentielle Fieber (1881), welche Zeugnis gibt von den vorsehenden Anschauungen, die *Rindfleisch* über die bei Infektionskrankheiten wirksamen Faktoren hegte. *Rindfleisch* wirft hier die Frage auf, ob eine Beteiligung des Blutes an der erworbenen Immunität angenommen werden dürfe, und verneint das mit Rücksicht auf den Wechsel der Bestandteile des Blutes. Er führt vielmehr aus, dass die Immunität an die stabilen Zellen des intermediären Ernährungsapparates, vornehm-

lich an die Gefässwandzellen, geknüpft sei. In der Frage der essentiellen Fieber stellt er die Ansicht auf, dass es sich hier um leichte Infektionsfieber von im übrigen immunen Individuen handle. Eine neue Infektionskrankheit des Körpers, welcher gegen die Einwirkung der Pilze immun geworden sei, würde geringer auffallen wegen der erlangten Immunität des Nervensystems. Aber was Pilze und Blut zum Fieber beitragen, das würde wenigstens zum Vorschein kommen.

Rindfleischs Streben, von einer speziellen Beobachtung aus nach Möglichkeit Anschluss an allgemeinere Fragen und schliesslich an die tiefsten Probleme der Biologie zu gewinnen, fand in einigen Arbeiten einen besonders lebhaften Ausdruck. Hierher gehört die Hypothese (1880), dass die scheinbar autonomen Bewegungen der Lebenssubstanz Funktionen sind der durch die Lebenreize veränderten Adhäsionen, welche zwischen chemisch verschiedenen Bestandteilen ihrer Struktur besteht — ein Gedanke, den *Rindfleisch* später noch einmal in einer anderen Variante aufgenommen hat. In diese Gruppe von Arbeiten gehören ferner die Gedanken über die organische Einheit (1883). In anziehender Weise wird hier ausgeführt, wie die Dauerfähigkeit der Lebenssubstanz durch die Herstellung von höheren Zellenverbänden gesteigert und durch das Prinzip der Arbeitsteilung eine wachsende Vervollkommnung erreicht wird. Die Organisation wird zum Schirm und Hort für jede an derselben beteiligte Zelle. Leben ist Kampf ums Dasein. Die Haupteigenschaften der Lebenssubstanz, Assimilation und Reizbarkeit, erscheinen unter diesem Gesichtswinkel als Hauptangriff- und Hauptschutzmittel. Die Organe für diesen Kampf sind primäre und sekundäre; die ersteren liegen an den äusseren und inneren Körperoberflächen (Epidermis, Linse, Magen, Leber, Nieren, Lunge), die letzteren sind solche, welche die Arbeit der primären Organe zum Gemeingut des Ganzen machen: Blutgefäss- und Nervensystem. „So ist denn für jede der beiden elementaren Eigenschaften des Lebens, für Reizbarkeit und Assimilation je ein Zentralorgan geschaffen, in welchem die Idee der Einheit aller Teile, des Durcheinander- und Füreinanderbestehens derselben einen greifbaren Ausdruck gefunden hat.“ Die organische Einheit, d. h. die Einheit der zu einem Organismus verbundenen Teile, ist zunächst die Einheit einer begrenzten Menge von Lebenssubstanz (Protoplasma); diese Einheit wird als oogene Zusammengehörigkeit der Teile verständlich, und diese Zusammengehörigkeit findet im tiori-

schen Leibe einen idealen Ausdruck durch die Herstellung zweier Sammelpunkte für die Gesamtreizbarkeit und die Gesamtassimilation der Körperzellen. Höchst anziehend zu lesen sind auch *Rindfleischs* weitere Betrachtungen über die überall gleiche Natur der Lebenssubstanz und die Einförmigkeit derjenigen Einrichtungen, durch welche die Einheit unseres Körpers gewährleistet wird, Blut und Nerven. „In dieser Monotonie“ — so sagt er — „spiegelt sich am treuesten der abstrakte Charakter der durch die Nervenprimitivfaser und durch die Kapillarschlinge vertretenen Principia vitae“, die er mit einem platonischen Wort geradezu als Fleisch gewordene Ideen bezeichnet.

Diese Anschauungen über die organische Einheit finden wir überall durchgeführt, wo *Rindfleisch* Gelegenheit findet, Krankheitssymptome zu typischen Gruppen zu vereinigen und die Verbreitung örtlicher Erkrankungen im Organismus zu besprechen, indem er sich z. B. in der Entzündungslehre „auf das breitere Terrain der regionären Zusammengehörigkeit und schliesslich der organischen Einheit der Teile begibt, auf welchem die Autonomie der einzelnen Zelle in den einheitlichen Funktionen des Nerven- und Gefässsystems so gut wie aufgehoben ist.“ Sie finden sich auch wieder in jenen im engeren Sinne philosophischen Ausführungen, die *Rindfleisch* als Anhänger der sogenannten neovitalistischen Richtung zeigen und auf die ich später noch näher einzugehen habe.

Ich schliesse diese Übersicht über die Leistungen *Rindfleischs* als Forscher mit dem Hinweis auf ein Werk, welches den Stempel seiner Persönlichkeit wie kein anderes trägt, auf ein Buch, welches, weit entfernt ein Lehrbuch zu sein, den Stoff vielmehr als bekannt voraussetzt, dafür aber in vollendet schöner Form den natürlichen Grundriss unserer Wissenschaft klar und deutlich aufzeichnet, ein Buch, dessen Lektüre einen wahren Genuss bereitet, und das, ähnlich wie die Gewebelehre, in fremde Sprachen übersetzt und mehrfach aufgelegt, die Reise über die ganze wissenschaftliche Welt gemacht hat — ich meine das Buch, das *Rindfleisch* der Züricher Hochschule zu ihrem 50 jährigen Jubelfeste widmete: Die Elemente der Pathologie (1883). Die durchaus originelle Einteilung des Stoffes und der volle Inhalt dieses Buches wird fast noch übertroffen von der genialen Darstellungsweise, die *Rindfleischs* Formgewandtheit und sein feines Gefühl für die Schönheit der Sprache in hellstem Lichte zeigt. Ich will als Beispiel hierfür nur eine Stelle aus dem Kapitel Hyperästhesie zitieren, in welchem

Rindfleisch den Schmerz schildert. Er schreibt: „Dann stellt sich die Schmerzempfindung ein, wie der Ton eines halbgefüllten Kristallglases, dessen Rand man mit dem befeuchteten Finger bestreicht, erst leise und in Absätzen anklingend, dann immer anhaltender, immer mächtiger anschwellend bis zum gleichmässig fortdauernden, Mark und Bein durchdringenden Gekreisch.“

H. v. Vers.! Es kam mir vor allem darauf an, Ihnen eine Vorstellung von der Bedeutung *Rindfleischs* als Forscher zu vermitteln. Was er als akademischer Lehrer für unsere Hochschule bedeutete, das ist gewiss nicht minder wertvoll. Ein ganz einzigartiger Zauber ging in dieser Hinsicht von ihm aus. Er verstand es, seine Gedanken ausserordentlich plastisch zu formen, und brachte sie so feurig und schwungvoll zu sprachlicher Darstellung, dass er den schwerfälligsten Zuhörer zwang, ihm zu folgen. Es war ein Genuss, *Rindfleisch* sprechen zu hören. Der trockenste Stoff gewann durch seine Art der Darstellung Wärme und Leben, und wenn er gar einen pathologischen Vorgang, wie die Entzündung, vorzuführen hatte, so hörte sich das an wie die glühende Schilderung einer Schlacht. Wie verstand er es, die Mobilmachung der Schutzkräfte und Angriffsmittel des Organismus darzustellen, den Verlauf des Kampfes zwischen den Zellen und den feindlichen Eindringlingen, den Bakterien, in schillernden Farben zu malen, die Leitung dieses Kampfes von den Zentralstellen des Körpers aus vorzuführen, weiterhin die Zerstörung zu schildern, die nach dem Kampfe auf dem Schlachtfeld, in den Geweben, zurückbleibt, und schliesslich vor Augen zu stellen, wie sich diese Störungen (bei der Heilung) langsam ausgleichen, um einem blühenden Leben, wie vorher, wieder Raum zu geben oder einen Zustand von Schwäche und kümmerlicherer Existenz zurückzulassen.

Die grossen Erfolge, die *Rindfleisch* als Redner und Lehrer hatte, verdankt er neben der spezifischen Begabung einer konsequenten und sorgfältigen Schulung seines Rednertalentes. In Breslau sehen wir ihn als jungen Privatdozenten auf der verschneiten Taschenbastion seine Stimme gegen Wind und Wetter üben, und in den letzten Jahren seines Lebens, als ihn schwere Krankheit niederdrückte, waren es für ihn glückselige Augenblicke, wenn er die Wände seines einsamen Zimmers widerhallen hörte von einem kleinen Vortrag, den er hielt, um zu prüfen, ob ihm noch die alte Kraft und Wucht der Rede geblieben sei. Er hat es während seines ganzen Lebens sehr ernst mit seinen Vorträgen genommen. Jeder Kollegvortrag

sollte ein in sich abgeschlossenes kleines Kunstwerk sein, so lehrte er seinen Assistenten. Er selbst schloss sich jedesmal eine Stunde vor seinem Kolleg ein, und dann hörte man ihn wohl in seinem Zimmer mit grossen Schritten auf und ab gehen und von Zeit zu Zeit laute Worte sprechen.

Die Fähigkeit, klar, schön und anziehend zu reden, verbaud sich bei *Rindfleisch* mit einem weiteren Talente, das seiner Lehrthätigkeit zugute kam — mit dem Talent, das Gesagte durch praktische Demonstrationen unter Anwendung einfachster Hilfsmittel zu illustrieren. Ein halbgefülltes Wasserglas z. B. demonstrierte den Laien, dass bei einem Missverhältnis zwischen Blutmenge und Bluträumen beim aufrecht gehenden Menschen die Lungenspitze der relativ am schwächsten mit Blut versorgte Teil sein müsse. Ein von links nach rechts zusammengedrehtes Taschentuch, das er an den beiden Enden hielt, versinnbildlichte den nach seiner Ansicht ebenso gedrehten Aortenblutstrom, und eine Annäherung der beiden Enden des Taschentuches zeigte den Einfluss dieser Drehung auf die Linkswendung des Arterienschenkels bei der Herzentwicklung. Um die Metamorphose der glockenförmigen roten Blutkörperchen in bikonkave Scheiben innerhalb des Blutstromes zu demonstrieren, formte er Glocken aus Glaserkitt und liess diese in einer mit Wasser gefüllten, an die Leitung angeschlossenen Flasche hin und her laufen. Sein praktischer Sinn hat *Rindfleisch* auch dazu geführt, einige kleine technische Erfindungen zu machen, die sich zum Teil gut eingebürgert haben, so z. B. sein „Deckgläschen mit Wachsfüssen“, das sich besonders bei Blutuntersuchungen bewährt hat, ferner sein einfaches Hämochroskop, seine Vorschriften zum Nachweis der Tuberkelbazillen, zur Injektion mittelst elastischer Katheter, seine Empfehlung des Asphaltlackes als Injektionsmasse, des Nelkenöls zum Aufhellen. Und viele von Ihnen werden sich noch der kleinen Mitteilung erinnern, in welcher er zur Selbstmassage des gichtischen Handgelenks das Auf- und Niedertauchen der Hand in einem mit Quecksilber gefüllten Gefäss empfahl.

Aber *Rindfleisch* hat hier in Würzburg nicht nur mit glänzendem Erfolge geforscht und gelehrt, sondern er hat der pathologischen Forschung und Lehre auch ein stattliches Haus gebaut, ein Haus, das damals — vor 30 Jahren (1878) — eines der grössten und schönsten pathologischen Institute Deutschlands war. *Rindfleischs* freier, lichtfroher Geist zeigte sich auch hierbei wirksam. Grosszügig angelegt, mit hellen grossen Räumen ausgestattet, erhob sich

dieser Bau als der erste in der Serie der neuen Würzburger Institute. Grosse Sammlungsräume, ausgezeichnete Einrichtungen nicht nur für morphologische, sondern auch für physiologische und chemische Untersuchungen zeichneten ihn aus; wir finden eine originelle Einteilung des Auditoriums im Sektionssaal, die sich auch heute noch bewährt, finden einen Projektionsapparat, Aufzüge für Leichen und Präparate, die damals neueste Einrichtung für Mazeration und Entfettung und — zu allem noch obendrein — als Ausfluss der väterlichen Fürsorge für die Studenten: ein grosses, allgemein zugängliches Lesezimmer.

Heute noch, wo die vorangeschrittene Wissenschaft eine Reorganisation des Instituts erfordert, müssen wir dankbar des Erbauers gedenken, der die Anlage so gestaltet hat, dass sich die Anpassung an die neuen Forderungen verhältnismässig leicht bewerkstelligen lässt.

M. H.! Ich würde das Bild, das ich Ihnen von *Rindfleisch* zu entwerfen suchte, unvollständig übergeben, wenn ich nicht auch auf seine künstlerische Begabung kurz zu sprechen käme. Die Natur hatte diesen Mann in seltener Weise mit ihren Schätzen überhäuft. Auf der einen Seite konnte er, wie z. B. bei der Herstellung eines Präparates, so pedantisch genau sein, oder so kritisch ins feinste Detail gehen, wie bei der Verfolgung einer unter dem Mikroskop eben noch wahrnehmbaren Kontur, auf der anderen Seite war er so frei, so grosszügig, so phantasievoll, ja ungebunden schwärmerisch. Hierin zeigte sich sein künstlerisches Wesen. Er betätigte sich auch praktisch in der Kunst. Er zeichnete vorzüglich. Sein Lehrbuch enthält fast nur Zeichnungen von eigener Hand, ja er hat diese sogar selbst auf die Stöcke zur Holzschnittreproduktion aufgetragen. Sein Institut hat er durch eine Menge höchst instruktiver Vorlesungstafeln bereichert, die uns noch heute die besten Dienste leisten. In der Musik war er zwar selbst nicht ausübend, aber er liebte diese Kunst und verstand sie in ihrem innersten Wesen. Beethovens Werke waren ihm so geläufig, dass er sie nach Opusnummern und Motiven stets bereit hatte. Und wie er in die Natur und in die Welt schaute, so warm, so sinnenfroh, wie er eine Landschaft genoss oder einer schönen Frau seine Verehrung bezeugte, das war tiefinnerliches künstlerisches Schauen und Empfinden, war edle, reine Begeisterung an der schönen Wirklichkeit.

Was soll ich Ihnen noch von *Rindfleischs* rein menschlichem Werte sagen. Sie haben ihn ja fast alle noch gekannt, diesen edlen,

hilfreichen und guten Mann, dessen Auge die schöne Harmonie seiner Seele widerstrahlte, diesen Mann, dessen fühlendes Herz, so tiefe Wunden es geschlagen bekam, nie aufhörte zu lieben, dessen Seele sich trotz aller Bitternisse und Enttäuschungen, die das Leben brachte, immer hoffnungsfreudig aufrecht erhielt, weil sie so bescheiden war und dankbar jedes gute Korn, das sie fand, hütete und pflegte, diesen Mann, der sich zur Sophrosyne der griechischen Weisen durchgerungen hatte, der es verstand wie kein Zweiter, *aequam rebus in arduis servare mentem*, der alles verzieh, weil er alles Menschliche begriff, in wahrhaft grosser und tiefer Auffassung des Terentianischen Spruches: *homo sum; humani nihil a me alienum puto*.

So war er ein wirklich Freier. Er fürchtete nichts und niemanden, sah allem ruhig ins Auge, und handelte sicher und gerade nach höchsten Grundsätzen, vielen zu Liebe, niemandem zu Leide. In vielen von Ihnen wirkt ja noch die Berührung mit dem Geist und Wesen dieses Mannes nach. Sie wissen davon zu erzählen, wie offen und von Herzen freundlich er jedem entgegenkam, wie gerne er überall half, wie viel Verständnis er für alles hatte. Und schliesslich, wie sehr er auch die Geselligkeit liebte, Freunde und Schüler in seinem Hause versammelte, und wie herzlich fröhlich und voll feiner Liebenswürdigkeit er dann sein konnte. Bei solchen Gelegenheiten konnte man auch seine universelle Bildung bewundern, und sein erstaunliches Gedächtnis, welches ihm ermöglichte, alles, was er im Augenblicke brauchte, aus der Naturgeschichte, der Völkerhistorie, der einheimischen oder fremden Literatur oder aus eigenen Erlebnissen bereit zu haben.

Dass ein Mensch von so hoher Bildung des Verstandes und von solcher Tiefe des Gemütes zu einer Weltanschauung drängte, welche diesen beiden Seiten seines Wesens gleichmässig gerecht wurde, versteht sich von selbst. *Rindfleisch* hält sich beim Aufbau seiner Weltanschauung durchaus an die Erfahrung. Aber an der äussersten Grenze der Erkenntnis zögert er nicht, die Erden schwere abzuwerfen und sich fraglos und in seliger Anschauung dem Geiste hinzugeben, in dessen Namen sich die Welt bewegt.

Die Richtung, in der sich *Rindfleischs* philosophische Betrachtungen ergehen, ist der sog. Neovitalismus. *Rindfleisch* knüpft hier an *Virchow* an.

Der Naturforscher kennt nach *Virchow* nur Körper und Eigenschaften derselben, und diese Eigenschaften lernt er durch die Vorgänge an den Körpern, durch die Bewegungen, kennen. Die ganze

Welt ist in zusammenhängender Bewegung. Das Leben ist „gegenüber den allgemeinen Bewegungsvorgängen in der Natur etwas Besonderes, aber es bildet nicht einen diametralen, dualistischen Gegensatz zu denselben, sondern nur eine besondere Art der Bewegung, welche von der grossen Konstante der allgemeinen Bewegung abgelöst, neben derselben und in steter Beziehung zu derselben hinläuft“. Auch die lebendigen Körper sind nur bewegte Körper, sie bestehen aus den gleichen Stoffen, die wir auch in der unbelebten Natur finden, und diese Stoffe haben auch innerhalb der lebenden Körper keine anderen Eigenschaften oder Kräfte, als sie sonst besitzen. Aber die Erscheinungen des Lebens sind nicht einfach Manifestationen der den Stoffen inhärierenden Naturkräfte, sondern *Virchow* nimmt als wesentlichen Grund des Lebens noch eine abgeleitete, mitgeteilte, von früheren Stoffkombinationen übertragene, aber immerhin mechanische Kraft an. Diese Lebenskraft, die ein Produkt vorhergegangenen Lebens ist, ist nicht nur Grund und Ursache des Lebens, sondern auch das Resultat desselben, „indem sie sich von Stoff zu Stoff fortpflanzt und eine kontinuierliche Reihe von Bewegungserscheinungen hervorbringt, deren gemeinschaftlicher Charakter eben das Leben ist.“ Die in den lebenden Gebilden fortdauernd wirkende und bewegende Kraft muss an einem konstanten Stoff — an einem Lebensstoff — wirken. Die Kraft enthält den Grund für die Bewegung, der Stoff den Grund für die besondere Richtung, in welcher die Bewegung stattfindet. Dieser Lebensstoff ist die Zelle. Lebenskraft ist also dasjenige Bewegungsgesetz, dessen sinnlich wahrnehmbares Resultat Zellenbildung ist.

Dies ist im wesentlichen der Neovitalismus *Virchows*, der also den Beinamen eines mechanischen vollauf verdient.

Bei *Rindfleisch* gewinnt dieser mechanische Neovitalismus — wenn ich so sagen darf — mehr Seele. In seiner Rektoratsrede (Würzburg 1888) bekundet auch *Rindfleisch* rückhaltlos seine Anerkennung des Mechanismus in allem natürlichen Geschehen. Er bekämpft aber den starren Materialismus, den er wohl vom Mechanismus unterschieden wissen will, und weist auf die Grenzen der Erkenntnis hin. Das letzte Wesen der Dinge werden wir nicht zu erkennen vermögen, weil es das Merkmal der Unendlichkeit in sich schliesst. In bezug auf das Problem des Lebens werden — ausser den Erscheinungen des Bewusstseins — die Autonomie der Zelle und die Kontinuität des Lebens als

vorläufig für die Forschung unüberwindliche Hindernisse bezeichnet. Die Autonomie der Zelle schliesst nach *Rindfleisch* als letzte Konsequenz die persönliche Freiheit ein. Im Zellenstaat ist die Autonomie des Elementarorganismus in den bewussten und unbewussten Entschliessungen des Zentralnervensystems wieder zu erkennen.

Rindfleisch führt diese Gedanken in seiner Neovitalismusrede auf dem Naturforschertag 1895 weiter und tiefer aus. Hier untersucht er die Begriffe Kraft und Stoff und sucht das letzte Ureine in einem Stoff, der sich selbst bewegt. Die Welt als Ganzes bewegt sich selbst. Dieses ureine Grundmotiv des Daseins findet in den Lebewesen einen umschreibenden Ausdruck. In ihnen haben wir Naturkörper, die einen höheren und immer höheren Grad von Selbstbewegung anstreben, die in diesem Sinne unvollkommene Nachbildungen des Weltganzen sind. Diese Selbstbestimmung ist aber keine Emanzipation von der Herrschaft der Naturgesetze, sondern sie liegt in der besonderen Zusammensetzung der Lebenssubstanz begründet, wodurch die von aussen wirkenden Kräfte in Spannkräfte überführt werden. Wenn dieser Hemmung der von aussen kommenden Impulse später eine Bewegung folgt, so macht diese den Eindruck des frei Gewollten. Wie ernst es *Rindfleisch* mit der Anerkennung des mechanistischen Charakters der Lebensvorgänge meint, das zeigt sein Versuch der Ableitung der Form und der scheinbar autonomen Bewegungserscheinungen des Protoplasmas aus einer Mischung chemisch verschiedener Kolloide von verschiedener Quellbarkeit. Bei diesen Quellungen der Kolloide fahren die Moleküle derselben fort, sich anzuziehen und ihre Stellung zueinander zu behaupten, und so sind sie elastische Körper, in welchen jene Aufspeicherung von Spannkräften möglich ist, wie wir sie zur Erklärung der Selbstbewegung bedürfen. Durch chemische Einflüsse, Wärme, Elektrizität, Wassergehalt wird der Abstand der Moleküle in steigendem oder abschwächendem Sinne beeinflusst. Daher bringen sie unter Vermehrung oder Verminderung der potentiellen Energie Erscheinungen zuwege, die sich äusserlich als Ausdehnungen und Zusammenziehungen kundgeben.

Aber was haben wir — frägt *Rindfleisch*, ähnlich wie *Du Bois Reymond* —, wenn es uns gelänge, den Tanz der Moleküle und Atome, der sich bei den scheinbar autonomen Bewegungen der Lebenssubstanz abspielt, bis ins Einzelne zu übersehen? Haben wir dann eine Erkenntnis des Wesens der Dinge? Was ist ein Atom?

Bei dieser altherwürdigen Frage macht *Rindfleisch* halt und

wendet den Blick auf die „Errungenschaften des Lebens“, als welche er solche Äusserungen der vitalen Selbstbestimmung bezeichnet, „welche ihr mutmassliches Vorbild — den Stoff, der sich selbst bewegt — am nächsten streifen“. Hier finden sich Einheiten, die sich besonders schwer in Kraft und Stoff zerlegen lassen, und diese Einheiten werden in höchster Vollkommenheit dem Ureinen als Eigenschaften beizulegen sein. Alle Bewegungen der Lebewesen haben einen mit Tun und Leiden, mit Kraft und Stoff, innigst gemischten Charakter. Derselbe ist besonders deutlich bei den inneren Bewegungen, Empfinden, Denken, Wollen, und vor allem bei dem Selbstbewusstsein. Das Bewusstsein adelt die Selbstbestimmung zur Freiheit. Bewusstsein in einer bis zur absoluten Freiheit erhöhten Weise wird dem Ureinen im Weltall beigelegt. Das Mittel aber, das zur Freiheit führt, lehrt die Natur, die sich dessen bedient, um ihre Lebewesen auf immer höhere Stufen der Selbstbestimmung zu heben. In der organischen Einheit sehen wir die Autonomie der Zelle aufgegeben und hingegeben an das Wohl des Ganzen. Liebe ist also das Mittel; durch sie weist der Weg zur Freiheit.

H. v. Vers.! Es sind herrliche und tiefe Gedanken und Empfindungen, die *Rindfleisch* in diesem seinem neovitalistischen Bekenntnis ausgesprochen hat. Anspruch auf streng wissenschaftliche Philosophie macht dies Bekenntnis nicht. In mehr dichterischer Form weist es über die Grenzen des sinnlich Erfassbaren hinaus; es zeigt uns, wie der Forscher, ermüdet von seinen fruchtlosen Versuchen, in das letzte Rätsel der Welt mit dem Verstand einzudringen, innehält, und, den warmen Regungen und innigen Bedürfnissen des Gemütes willig nachgebend, ein Weltbild sich schafft, das Seele hat und Ruhe bringt. Der Lehrmeister *Rindfleischs* sagt in einer Besprechung der *Fechnerschen* Atomlehre, dass dieser Vorkämpfer der Atomistik den Beweis geliefert habe, dass Glaube und Wissenschaft sich in derselben Person vereinigen lassen, und dass die Atomistik sich mit Gott und Unsterblichkeit sehr wohl verträge, wenn man sie in den Grenzen der Erfahrung und nicht transzendental behandle. „Denn die empirische Atomistik oder, anders ausgedrückt, die physikalische Naturerscheinung lässt ausserhalb der Grenzen der Erfahrung dem religiösen Triebe einen ebenso freien Spielraum als die gewöhnliche rohe Naturerscheinung des Ungebildeten.“ Und wenn wir den Schüler *Virchow*s über die empirische Atomistik hinaus-schweifen sehen, weil diese, wie wiederum *Virchow* hervorhebt, einen eigentlich philosophischen Abschluss für den Wissensdrang um des-

wegen nicht gewährt, weil sie in den Atomen nicht den vollen Grund der Erscheinungen darzulegen vermag, so wollen wir diesem Hinausschweifen gegenüber die ernste aufrichtige und bewusste Zurückhaltung bewahren, die Rindfleisch dem Unerforschlichen gegenüber empfahl — und wir wollen und müssen das um so mehr, als das Lebenswerk unseres teuren, unvergesslichen Toten wirklich das war, was er als Rector magnificus den jungen Kommilitonen als Leitmotiv mit auf den Weg gab: „unverdrossene Arbeit in der Erforschung und Benutzung dessen, was wir messen und wägen können“. Auf diese Worte des Meisters wollen wir schwören und in diesem Sinne möge an der Stätte, welcher er die Kraft seines halben Lebens widmete, weiter gearbeitet werden, auf dass diese Stätte sich in dankbarer Erinnerung an den Meister zu jeder Zeit rühmen darf mit den schönen Worten *Uhlands*: „Deines Geistes hab' ich einen Hauch verspürt.“

Wissenschaftliche Arbeiten

von

G. E. von Rindfleisch¹⁾.

- 1859: De vasorum genesi. Inaug.-Dissert., Berlin (cfr. Autoreferat in V. A.²⁾ 20. 1860. p. 213).
Untersuchungen über die Entstehung des Eiters. V. A. Bd. 17. p. 239.
- 1860: V. A. Bd. 19. p. 546. Ein Fall von Anencephalie und Spina bifida.
- 1861: V. A. Bd. 21. p. 486. Über die Entstehung des Eiters auf Schleimhäuten.
V. A. Bd. 22. p. 260. Inwiefern und auf welche Weise gestattet der Bau der verschiedenen Schleimhäute den Durchgang von Blutkörperchen und anderen kleinen Teilen und ihre Aufnahme in die Gefäße? (Preisgekrönt von der kgl. dänischen Gesellschaft der Wissenschaften.)
- 1862: V. A. Bd. 23. p. 519. Beiträge zur Lehre von den Entzündungen seröser Membranen. (Habilitationsschrift, Breslau.)
V. A. Bd. 24. p. 571. Der miliare Tuberkel.
V. A. Bd. 25. p. 417. Ein Fall von Blitzschlag.
- 1863: V. A. Bd. 26. p. 474. Histologische Details zur grauen Degeneration von Hirn und Rückenmark, zugleich ein Beitrag zur Lehre von der Entstehung und Verwandlung der Zelle.
V. A. Bd. 27. p. 137. Die angeborene Spaltung der Wirbelkörper.
Experimentalstudien über die Histologie des Blutes. Leipzig bei Engelmann.
- 1864: V. A. Bd. 30. p. 406. Geburtsgeschichte und Untersuchung eines Foetus in foetu. (Zusammen mit Dr. Breslau.)
V. A. Bd. 30. p. 602. Zur mikroskopischen Technik.

¹⁾ Ich habe die Zusammenstellung der Arbeiten Rindfleisches mit der Hilfe meiner Herren Assistenten in Göttingen und Würzburg vorgenommen. Ob ich Vollständigkeit erreichen konnte, ist mir zweifelhaft, da die Arbeiten ausserordentlich zerstreut publiziert sind. Jedoch ist sicherlich keine der wichtigeren Publikationen übersehen worden.
Der Herausgeber.

²⁾ V. A. = Virchows Archiv.

- 1864: Centralblatt f. d. med. Wiss. Bd. 2. p. 323. Über eine eigentümliche Drehung des Flüssigkeitsstromes im elastischen Rohr.
Ebenda. Über Lageentwicklung des Herzens und den Situs viscerum per-versus.
Schweizer Zeitschrift f. Heilk. Bd. 3. Exostosis cartilag. mit eigenem Synovialsack und freien Körpern in diesem.
Ebenda. Die Auflösung des Knochengewebes bei der Osteomalacie nebst Bemerkungen über das zentrale Osteosarkom.
Verh. d. deutsch. Naturforschergesellschaft 1864 (Giessen):
a) Puerperale Miliarabzesse im Herzen.
b) Ein Fall von Foetus in foetu.
c) Umwandlung eines wahren Papilloma der Vaginalportion in ein Cystosarkom.
- 1865: Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 1. p. 138. Zur Histologie der Cestoden.
- 1866: Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilk. Bd. 23. p. 68. 2. VII. 1866. Über Entstehung der Epithelzellen bei Epithelialkrebs.
- 1867: Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilk. Bd. 24. p. 22. 15. III. 1867. Über den anatomischen Begriff des Glioms.
Lehrbuch der pathologischen Gewebelehre. Leipzig bei W. Engelmann. 6 Auflagen. Übersetzt ins Englische, Französische, Italienische.
- 1869: Archiv f. Dermat. u. Syphilis. Bd. 1. p. 483. Area Celsi, histologische Studie.
Deutsches Archiv f. klin. Medizin. Bd. 5. p. 539. Stenosierung des Pulmonallumens und Insuffizienz der Tricuspidalis durch Aortenaneurysma. (Zusammen mit Obernier.)
- 1870: Archiv f. Dermat. u. Syphilis. Bd. 2. p. 309. Zur Frage der Resorption des regulinischen Quecksilbers.
- 1872: Zentralblatt f. d. med. Wiss. Bd. 10. p. 65. Die Muskulatur der kleinen Bronchen und des Lungenparenchyms.
Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilk. 13. V. 1872. Bd. 29. p. 101. Über die Wandungen der kapillären Milzvenen.
Ebenda. 22. VII. 1872. Bd. 29. p. 156. Über die Verästelungsweise der Arteria pulmonalis. (s. a. Berl. klin. Wochenschrift Nr. 49. 1872.)
Ebenda. 18. XI. 1872. Bd. 29. p. 177. Über tuberkulöse Entzündung. (s. a. Berl. klin. Wochenschr. Nr. 49. 1872.)
V. A. Bd. 54. p. 120. Untersuchungen über niedere Organismen. (s. a. Halliers Zeitschr. f. Paras. Bd. 3 und Med. Zentralztg. 1872.)
Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. 8. p. 453. Zur Kenntnis der Nervenendigungen in der Hirnrinde.
- 1873: Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilk. 19. V. 1873. Bd. 30. p. 131. Über Ausbruchlokalitäten der gewöhnlichen Schwindsucht in der Lunge.
Ebenda. 9. VI. 1873. Bd. 30. p. 132. Über eine Missgeburt: Foetus in foetu per inclusionem.

- 1874: Deutsches Archiv. f. klin. Med. Bd. 13. p. 43. Die chronische Lungentuberkulose.
Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Bd. 8. p. 14. Über den Einfluss der Atmungsmechanik auf die Bildung und Vergrößerung von Lungenkavernen.
Ebenda Bd. 8. p. 19. Über Angioma melanodes orbitae.
- 1875: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Bd. 9. p. 3. Über leukämische Lungen- und Lebererkrankungen.
Ebenda Bd. 9. p. 10. Über Aneurysma aortae dissecans.
Ziemssens Handb. d. spez. Path. u. Therapie. Die pathologische Anatomie der Lungentuberkulose.
- 1876: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Bd. 10. p. 2. Bemerkungen zum Morbus Brightii.
Ebenda Bd. 10. p. 8. Mitteilung über die Entstehung runder Magengeschwüre.
Ebenda Bd. 10. p. 15. Über den Sitz der Aortenaneurysmen.
- 1877: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Bd. 12. p. 8. Ausgänge der Perikarditis.
Ebenda Bd. 12. p. 13. Über die Exzision und über die Anatomie der syphilitischen Initialsklerose. (Zusammen mit Rinecker.)
Ebenda Bd. 12. p. 17. Über Lymphdrüsengeneration.
Festschrift d. med. Fakultät Würzb. für Rinecker. Leipzig, bei Engelmann. Die Bösartigkeit der Karzinome, dargestellt als eine Folge ihrer örtlichen Destruktivität.
- 1878: Rede zur Einweihung des neuen patholog. Institutes in Würzburg am 2. Nov. 1878. Würzburg bei Staudinger.
Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Bd. 13. p. 17. Über pathologische Neubildung von Milzgewebe.
Ebenda Bd. 13. p. 30. Pathologisch-anatomische Mitteilungen:
a) über die Bedingungen, welche die Ablösung der Croupmembranen in der Trachea begünstigen;
a) über die Ursachen der Verhütung der Perforation bei den verschiedenen Geschwüren des Magens und Duodenums.
c) Vorlage von Photographien von Febris recurrens-Bakterien.
- 1880: V. A. Bd. 81. p. 516. Über Fibroma pulmon. multiplex.
V. A. Bd. 81. p. 521. Vergrößerung des Caput gallinaginis als Ursache kongenitaler Ischurie und Hydronephrosis.
Zentralblatt f. d. med. Wiss. Bd. 18. Nr. 43. p. 801. Eine Hypothese.
Archiv. f. mikr. Anat. Bd. 17. p. 1. Über Knochenmark und Blutbildung. (s. a. Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. 1879. Bd. 14. p. 15 u. 22.)
Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Bd. 15. p. 40. Über Lymphome der Lunge.
- 1881: V. A. Bd. 85. p. 71. Tuberkulose. (s. a. Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahrg. 1881. p. 99.)
Vierteljahrsschr. f. Dermatol. Jahrg. 1881. p. 281. Immunität und essentielle Fieber.

- 1882: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahrg. 1882. p. 132. Über Trinkwassertyphus. Ebenda p. 122. Demonstration von Tuberkelbazillen.
Über Perivasculitis specifica in der Festschrift zur Feier des 300jährigen Bestehens der Alma Julia Würzburg.
- 1883: V. A. Bd. 94. p. 477. Über die organische Einheit.
Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahrg. 1883. p. 22. Über Psoriasis.
Die Elemente der Pathologie. Leipzig bei W. Engelmann. 3 Auflagen. Übersetzt in Englische, Französische und Russische.
- 1884: V. A. Bd. 96. p. 302. Über klammerartige Verbindungen zwischen Aorta und Pulmonalarterie (Vincula aortae). (s. a. Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. 1884. p. 26.)
Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahrg. 1884. p. 89. Zur differentiellen Dignose der Mandeldiphtherie.
- 1885: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahrg. 1885. p. 125. Über einen Fall von Melanose.
Deutsche med. Wochenschr. Nr. 15. p. 233. Mycosis fungoides.
- 1886: V. A. Bd. 103. p. 344. Eine melanotische Geschwulst des Knochenmarks (Zusammen mit Harris.)
Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahr. 1886. p. 124. Verengerung der Hauptbronchien bei Emphysem.
Ebenda p. 132. Über weisse Muskeln beim Menschen.
- 1887: Verh. d. VI. Kongresses f. inn. Med. p. 100. Zur pathologischen Anatomie der Tabes dorsalis.
- 1888: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahrg. 1888. p. 117. Über Endarteriitis obliterans.
Ebenda p. 158. Demonstration eines Falles von Schilddrüsenkarzinom mit krebsiger Thrombose des Jugularisgebietes.
Festrede (Rektoratsrede) Würzburg. Ärztliche Philosophie.
- 1889: Sitzungsber. d. med.-phys. Ges. Würzb. Jahrg. 1889. p. 29. Zur pathologischen Histologie der Nephritis.
Verh. d. deutschen Natur.-Ges. (62 Versamml.). Über fötale Rachitis.
- 1890: V. A. Bd. 121. p. 176. Über den Fehler der Blutkörperchenbildung bei der perniziösen Anämie. (s. a. Sitzungsber. d. phys.-med. Ges.-Würzb. Jahrg. 1890.)
Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahrg. 1890. p. 6. Über Myokarditis.
- 1891: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahrg. 1891. p. 20. Die histologischen Heilungsprozesse tuberkulöser Schleimhautgeschwüre unter Koch'scher Behandlung. (s. a. Deutsche med. Wochenschr. 1891. Bd. 17. p. 237.)
Ein einfachstes Hämoehroskop. Festschrift zu Virchows 70. Geburtstag. Bd. 3. 1891.
- 1892: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahr. 1892. p. 135. Über Aneurysma dissecans aortae.

- 1893: V. A. Bd. 131. p. 374. Zur Entstehung und Heilung des Aneurysma dissecans.
Berl. klin. Wochenschr. Nr. 46. p. 113. Demonstration einer Schädeldeformität (Festsitzung der Berliner medizinischen Gesellschaft). (s. a. Deutsche med. Wochenschr. 1893. p. 1053.)
Ebenda Nr. 43a. p. 1034. Rudolf Virchow, sein Wirken für die allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie. (Festnummer der Berl. klin. Wochenschr.)
- 1894: Verh. d. deutschen Naturf.-Ges. (66. Versamml.). Über die gegenseitige Beeinflussung von Syphilis und Tuberkulose.
- 1895: Deutsche med. Wochenschr. Bd. 21. p. 810. Zum Nachweis der Tuberkelbazillen im Sputum.
Verh. d. deutschen Naturf.-Ges. (67. Versamml.). Neovitalismus. (s. a. Deutsche med. Wochenschr. 1895. Nr. 38. p. 617.)
- 1896: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahrg. 1896. [p. 110: Demonstrationen:
a) des Gehirns eines Hydrocephalus internus mit starker Vermehrung der Gyri.
b) eines Myofibroma uteri, in dessen Parenchym sich Nester von Ganglienzellen eingebettet finden.
c) amöbenähnlicher Gebilde in Plattenepitheliomen.
- 1897: Verh. d. deutschen Naturf.-Ges. (69. Versamml.). Über Cirrhosis pulmon. cystica.
- 1898: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahrg. 1898. p. 45. Über organisatorische Vorgänge am Miliartuberkel.
- 1899: Festschr. d. phys.-med. Ges. Würzb. p. 171. Dysplasia foetalis universalis.
- 1900: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahrg. 1900. p. 54. Zur Kenntnis der Blasensteine.
- 1901: Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Würzb. Jahrg. 1901. p. 2. Sekundäre Epitheliome bei Lebercirrhose.
- 1903: V. A. Bd. 171. p. 316. Über Bildung und Rückbildung gichtischer Tophi. (s. a. Sitzungsber. d. phys.-med. Ges. Jahrg. 1903. p. 1.)
- 1905: Verh. d. phys.-med. Ges. Würzb. N. F. Bd. 37. p. 297. Scirrhus ventriculi diffusus.

1. Die Fels- und Gerölllehne

von

Gregor Kraus.

Mit 1 Textfigur.

Fels- und Geröll- oder Schotterlehnen sollen Hänge genannt werden, die zwar den Halden sehr ähnlich und verwandt, sich aber von ihnen wesentlich dadurch unterscheiden, dass sie nicht aus Gehängeschutt bestehen, sondern „gewachsener Boden“ sind.

Sie bilden sich fast ausschliesslich an den Schichtenköpfen des bekannten Wellenkalks s. str., liegen also gewöhnlich unter dem Schaumkalk, in der Region der Brachyopodenbänke. Wo der Wellenkalk in grosser Mächtigkeit gleichartig und ununterbrochen abgelagert ist, nehmen die Lehnen ganz die gerundete Form der Halden an, wo sie aber durch dünnere und dickere harte Bänke unterbrochen werden, z. B. im Niveau der Terebratel, da bilden sich sehr charakteristische Treppenstufen¹⁾ in den Hängen.

Sehr schön kommen diese Bildungen unter den mächtigen Schaumkalkmauern der Benediktushöhe vor und hier in die Sesleria-Halden allmählich übergehend, vgl. das Bildchen auf Taf. IX Fig. 4 in „Seslerialhalde“. Nicht minder gut sind sie am Rossthalberg bei Karlstadt

¹⁾ Eine sehr merkwürdige künstliche Treppenbildung wird in unserem Gebiete stellenweise durch Schafherden erzeugt, die bei regelmässigem Trieb bekanntlich einzeln hintereinander über die Lehne gehen und in dieselbe nach und nach Wege treten, die parallel übereinander laufend die Lehne furchen. Die Erscheinung ist auch anderwärts schon beobachtet (*Ramann*, Bodenkunde, 2. Aufl. S. 126).

entwickelt; mehr lokal treten sie am Ravensberg auf. — Auf der nördlichen Seite des Maingestellgrabens führt ein Steilweg vom Fusse bis zur Höhe über solche Lehnen, die eine wahre Musterkarte aller nur möglichen Formen und Besiedlungen darstellen. Die Glauca-Hänge unter dem Kalbensteinplateau sind dagegen gehalten einförmig.

Wenn der Wellenkalk in die bekannten eckigen erbsen- bis nussgrossen Stücke und handteller-grosse Scherben zerfällt, so entsteht ein äusserst grober Schotter, der scheinbar (nur oberflächlich) ohne alle Feinerde ist. Wenn die Neigung (der Böschungswinkel) der Lehnen nicht zu gross ist und etwa der der Seslerialhalde entspricht (vgl. darüber „Seslerialhalde“ S. 9), bleibt dieser Schotter liegen und wir haben dann die Schotter- und Gerölllehnen¹⁾ im engeren Sinn. Je grösser der Neigungswinkel wird, um so leichter rutscht das Verwitterungsprodukt ab und es entsteht dann eventuell in allen möglichen Übergängen die mehr oder weniger nackte „Felslehne“, die zerklüftet genug, immer noch der Besiedlung zugänglich ist. Schliesslich vermag diese in die fast nur noch für Kryptogamen passende „Mauer“ überzugehen.

Andererseits gibt es auch Übergänge der Schotter-(Geröll-)Lehne zur echten Halde, wenn sich auf dem Hange eine grössere Menge Feinerde sammelt, sei es als Verwitterungsprodukt des natürlichen Bodens, sei es durch geringere Verfrachtungen von oben.

In grossem Masstabe sind Felslehne und echte Halde, wie oben bemerkt, nebeneinander am Thierthalberg (Benediktushöhe) zwischen Thüngersheim und Retzbach zu sehen. Abgebildet in „Seslerialhalde“ Taf. IX, Fig. 4. — Ein vorzügliches, leicht zugängliches Beispiel für den Übergang von Halde zur Felshang, zugleich mit entsprechendem Wechsel der Vegetation verbunden, bietet der Falkengraben, da wo derselbe gegen den Felssturz am Kalbenstein umschlägt (ebenda S. 8).

Dass diese Lehnen klimatische Besonderheiten und Vorzüge den übrigen Landstrichen gegenüber haben müssen, geht schon daraus hervor, dass sie und die nahverwandte Halde für die erste Kulturpflanze des Maintals, für den Weinstock, ausschliesslich gesucht sind. In erster Linie verdanken sie diese Vorzüge ihrer ausgesprochenen Südwest- und Südexposition. Durch sie erhält ihre geneigte Fläche die vollste Licht- und Wärmemenge des Tagesgestirns, besser, bekannt-

1) Da die zerfallenden Gesteine zunächst eckige Stücke bilden, muss streng genommen der entstehende Boden Schotterboden und die Lehne Schotterlehne heissen. Unter Geröll versteht man im strengen Sinn einen Boden, dessen Stücke (durch Rollen) ihre Ecken verloren und mehr weniger abgerundet sind.

lich als in jeder anderen Neigungsrichtung. Befähigt aber werden sie zur Aufnahme der Sonnenwärme durch die äusserste Grobkörnigkeit des Bodens, die ihrerseits die geringste Wasserkapazität und damit grösste Trockenheit und damit endlich die grösste Erwärmungsfähigkeit zur Folge hat. Dass die Lehnen mit dieser Orientierung auch dem herrschenden Südwestwind am meisten ausgesetzt sind, ist wiederum von massgebender Bedeutung. Er begünstigt das Abtrocknen der oberflächlichen, für die Erwärmung entscheidenden Bodenschichten und er wirkt Boden vergrößernd durch Deflation der Feinerde.

So finden sich verschiedene Faktoren zusammen, die Lehnen zum heissesten Punkt der Landschaft zu machen. Zahlenbelege der mannigfaltigsten Art werde ich in meinen Bodenstudien bringen.

Aber nicht bloss zum besterwärmten Boden ist die Lehne gemacht. Wie ich nachgewiesen, wird auf offenem Boden die für die Stunden massgebende Temperatur, die Luftwärme über dem Boden eben durch die Bodenwärme bestimmt. Die Lehnenpflanzen besitzen auch die höchste Luftwärme am Boden.

Gleichwohl tragen die Lehnen nicht etwa eine besondere Vegetation. Ich wüsste kaum eine Pflanze zu nennen, welche ihnen allein eigen wäre (etwa *Hutchinsia petraea*). Aber die vorgenannten Eigentümlichkeiten des Bodens und der darüber befindlichen Luftschichten geben optimale Standorte ganz besonders für thermophile (präalpine) Pflanzen ab.

Selbstverständlich kann ein Terrain, das zumeist aus Fels und grobkörnigem Schotter, nur selten aus feinem Erdboden besteht, und das seiner Natur nach diese beiden in jähem Wechsel nebeneinander bietet; nicht eine regelmässige, geschlossene Pflanzendecke haben — offener Boden ist Regel und sehr häufig übertrifft der nackte unbesiedelte Boden den pflanzenbedeckten an Ausdehnung. Die Individuen können einzeln und voneinander getrennt oder zu wenigen zusammenstehen; geschlossene Rein- oder Mischbestände sind seltener.

Im allgemeinen wird die typische Schotterlehne eine dichtere Besiedlung zulassen als die Felslehne. Sie ist ausgezeichnet durch einen Boden von extremem Skelettreichtum und äusserster Grobkörnigkeit. Oberflächlich liegen die erbsen- und nussgrossen Körner mehrere Zentimeter dick fast ohne Feinerde — je tiefer man eindringt, um so mehr Feinerde findet sich zwischen dem Gestein¹⁾. Von äusserst ge-

1) Eine Lehne über dem Felssturz mit Glaucabeständen zeigte in 5—10 cm Tiefe 64,77 — Gerölllehne vom Krainberg 51,13% Skelett. Auf der Seslerialhalde fand ich dagegen 38,64%, dann 46,50% und 50,57% Skelett.

ringer Wasserkapazität, trocknet der Boden nach dem Regen alsbald oberflächlich wieder ab und wird dadurch fähig, grösstmögliche Erwärmung zu erfahren. Der feinerreichere Boden der Tiefe hat eine viel stärkere wasserhaltende Kraft und bleibt feuchter.

Solch lockerer, oberflächlich warmer, in der Tiefe feuchter Boden ist ganz besonders geeignet für Pflanzen mit grösserem Wärmebedürfnis und tiefgehenden grossen Wurzeln, wie die Umbelliferen *Cervaria*, *Libanotis* usw. aber auch stärkerwüchsige tiefliegende Rhizome wie die von *Clematis recta*, *Geranium sanguineum*, *Lactuca perennis*, *Centaurea Scabiosa*, *Conyza* auch *Euphorbia* haben hier ihren typischen Standort. — Besonders wohlbefindet sich in solchem Schotter *Teucrium Chamaedrys*, dessen unterirdische Ausläufer für den lückenreichen Boden wie geschaffen erscheinen. Zwischen dem Gestein kriechend treten sie über demselben als Einzelsprosse hervor. — Ganz ähnlich verhält sich auch *Melica*, deren fliegende Samen zudem sich auf solchem Boden von selber fangen.

Wird der Schotter wesentlich feinkörniger (Erbsengrösse und kleiner), dann erscheinen die feineren Dicotylen als gewöhnliche Bewohner, solche, die mit dünner Hauptwurzel und viel gleichwertigen Ästen versehen sind; das ist der Boden für die *Helianthema*, *Linum tenuifolium*, *Potentilla cinerea*, *Thymus* usw¹⁾. — Alle diese Pflanzen

¹⁾ Auch *Hutchinsia petraea* gehört wohl hierher.

Um ein naturgetreues Bild, eine Anschauung von der Gesellschaft von Pflanzen, welche auf einer Stelle der Felslehne beisammen sind, zu erhalten werde ich, wie ich es bei der Schilderung des Wellenkalkplateaus getan habe, die Pflanzen, die auf einem Quadratmeter beisammen stehen, von verschiedenen Punkten aufzählen.

1. An der Hammersteige, sanft geneigt, mit handgrossen Steinen bedeckt: Boden offen, die Pflanzen bedecken etwa die Hälfte des Bodens: *Pilosella*, *Asperula cynanchica*, *Festuca ovina*, *Fragaria collina*, *Thymus*, *Potentilla verna*, *Amellus*, *Sedum hexangulare*, *Centaurea serotina* (nicht *Jacea*!), *Achillea*, *Pimpinella Saxifraga*. (11.)

2. An anderer Stelle:

Teucrium montanum, *Festuca ovina*, *Teucrium Chamaedrys*, *Salvia*, *Melica*, *Linosyris*, *Pimpinella Saxifraga*, *Pulsatilla*, *Poterium*, *Scabiosa Columbaria*. (10.)

3. An dritter Stelle:

Helianthemum canum, *Potentilla cinerea* und *verna*, *Sedum reflexum*, *Brachypodium* (verzweigt), *Centaurea Scabiosa*, *Teucrium montanum* und *Chamaedrys*, *Festuca ovina*, *Stachys recta*. (10.)

Es gibt aber auch Felslehnen, die über ganze Strecken nur mit isoliertem *Teucrium montanum*-Polstern besetzt, andere, die aufs zierlichste fast nur von *Potentilla reptans* übersponnen sind usw.

können ja in kleinen geschlossenen Mischbeständen auftreten, den Bedürfnissen derselben wird aber mehr entsprochen, wenn sie einzeln auf offenem Boden stehen. Ganz besonders ist dies bei *Teucrium montanum* der Fall, das nirgends schöner als auf den Lehnen zu rundlichen Polstern mit strablig auf den Boden ausgebreiteten Ästen sich entfaltet. Vgl. die hier wiedergegebene Abbildung aus Anemom. Taf. II, Fig 1.



Polster von *Teucrium montanum*.

Am feinkörnigsten wird der Boden der Schotterlehne, und damit grösster Feuchtigkeit fähig, wenn er durch Schlemmung nach und nach in Senkungen sich angesammelt hat. In solchen Mulden ist der Standort der Moose, vor allem aber des *Brachypodium pinnatum* und der Pilosellen-Rasen, auch *Brunella grandiflora* usw. Diesen Pflanzen genügt ein nur wenige Zentimeter starker Feinboden für ihre sehr flach gehenden Wurzeln. — Solcher Feinboden liegt auch an der Basis der Mauern, und beherbergt da *Festuca ovina* und *Sesleria*. Er findet sich aber auch auf den Gesimsen der Bänke, und da ist gerne *Koeleria* zu Hause.

Die typische Felslehne, im extremsten Fall nur oberflächlich verwitterter Fels, der mit Rissen und Spalten, von Feinerde ge-

füllt, versehen ist, dieser heisse und sehr wasserarme Sitz ist besonders charakteristisch für *Festuca glauca*, und stellenweise *Anthericum Liliago* mit ihrer für den Ort überaus geschickten monokotylen Bewurzelung.

Die Holzgewächse, von denen bisher noch nicht die Rede war, können auf allen diesen Plätzen sich einfinden und schmückende Solitärs oder auch kleine Buschgruppen bilden, in deren Schutz sich sehr gewöhnlich die *Astern*, *Galium glaucum* und *Anemone silvestris* usw. stellen. Die verschiedenen Holzarten bringen den Böden allerdings ein ungleiches Anpassungsvermögen und demnach eine grössere oder geringe Ausdehnung ihres Vorkommens entgegen.

In erster Linie steht hier der Schwarzdorn, der normal die Kanten des Plateaus und die von da talwärts laufenden Rinnen besiedelt, normal oder in Schirmform die Senkungen bewohnt. — Aber nicht bloss auf die Schotter-, auch auf die Felslehne geht unsere Pflanze und hier nimmt sie die abenteuerlichsten Kleingestalten an, von den mit Stamm versehenen Schirmbäumchen bis zu den fingerhohen, wie aus Draht gewundenen kriechenden Zwergen.

Ähnlich verhält sich, aber an Verbreitung- und Anpassungsfähigkeit dem Schwarzdorn nachstehend *Cornus sanguinea*, die ihren Namen *Virga sanguinea* bei den Alten nicht umsonst hat, denn an Plastizität des Gezweiges und deshalb an Zierlichkeit der Einzelgestaltung im Zwergzustande erreicht sie die Schlehe nicht im entferntesten. — Auch die Birne und *Frangula* gehen total verkrüppelnd, *Rosa pimpinellifolia* in fingerlangen Zwergherden auf die Felsen.

Der Weissdorn dagegen tritt fast nur in seiner normalen natürlichen Schirmform auf. Auch *Lantana*, *Berberis*, *Ligustrum* sind gewöhnlich normal.

Die schönste Zierde der Lehnen sind die Rosen. Von den *Caninae* kann man typische Wuchsformen, wie ich sie Anemometr. Taf. III, Fig. 5 abgebildet habe, oft genug sehen. Aber der Fels erzeugt auch viele *aciphyllöide* Formen. — Unter den am Hang viel weniger verbreiteten *Rubiginosae* sind bei uns die *rubig. apricorum* und *graveolens calcarea* die gewöhnlichen.

Fels- und Schlotterlehnen kommen auch auf der linken Mainseite vor, freilich nur in beschränktem Umfang, namentlich in der Umgebung von Mühlbach, von Laudenschbach, bis über die Ruine Karlsburg hinaus, unter dem Haagwald.

Diese Lehnen sind zwar dem Ursprung noch ganz dasselbe, wie die rechtsseitigen, d. h. sie bestehen aus den verwitternden Schichtenköpfen des eigentlichen Wellenkalkes, aber ihre Lage und in Zusammenhang damit auch die Bodenbeschaffenheit derselben ist ganz anders und gibt ihnen einen total anderen Charakter.

Sie liegen gegen Osten gewendet, und diese Ostexposition macht, dass sie einen guten Teil des Tages im Schatten liegend keine Sonne haben. Sie sind auch nicht dem Südwestwind, dem herrschenden, ausgesetzt. Wind und Regen wirken hier ganz anders als auf dem rechten Mainufer, nicht absondern zutragend. Schon diese Umstände müssen sie wesentlich feuchter und kühler machen als die rechtsmainischen Lehnen. Es wirken aber auch verschiedene Ursachen zusammen z. B. Verfrachtung von oben, mangelnde Deflation, dass sich auf diesen Lehnen mehr Erde anhäuft als auf der Gegenseite, sie werden haldenähnlich.

Alles das macht, dass sie gar nicht wie nackte Felspartien erscheinen, sie sind dichter und üppiger bewachsen, erscheinen bebuscht, ja bewaldet und als geschlossene grasige Hänge, Nanismus ist selten. Im allgemein zwar bleibt die Vegetation dieselbe, doch treten die rechten Sonnenpflanzen mehr zurück und mesophytische Glieder ein, namentlich die Holzarten des Laubwaldes und die Unterpflanzen derselben. Die hauptsächlichsten derselben habe ich als Begleitpflanzen der *Lactuca quercina* L. in dem kleinen Aufsatz über die seltene Pflanze genannt.

Wer die Felshänge des Wellenkalkes, wie sie sich hinter Veitshöchheim und Thüngersheim oder vor Karlstadt beim Vorüberfahren dem Auge so nahe darbieten, nur im Winter gesehen hat, kann nicht ahnen, welch wechselreiches farbiges Leben auf diesen zerissenen öden Steinmassen im Sommer sich entfaltet. Zur Winterszeit erscheinen diese Türme, Mauern und Hänge grau, oben von schwarzen Schlehecken gekrönt, schwarze Krüppelschlehen, Espen oder rötliche Büschchen von *Cornus sanguinea* stehen einzeln im Gestein oder in kleinen Herden zusammen; in den Rinne und Furchen, die von oben zu Tal ziehen, bilden sie schwarze Linien.

Aber schon um diese Zeit kann der Rauhreif dem zierlich verästelten Gestrüpp und dem unendlich mannigfaltig zerfressenen Gestein des Hanges einen ungeahnten aparten Reiz verleihen.

Erst gegen Mitte April bekommen gewöhnlich die Felsen sichtbar Leben, mit den wachsenden Blättern von *Festuca ovina* und *Melica*

ergrünen einzelne Stellen, zumal die Umsäumung der Mauern — die voraufgehenden Pulsatillen fallen nicht auf. — Bald darauf bedeckten sich die Schlehen, besonders reizvoll zuerst die kriechenden Zwergsträuchlein, mit weissen Blüten, und fast im Verein damit erscheinen die gelben Rispen von *Sisymbrium austriacum*, dieser echten Bewohnerin der Felslehne.

Mitte Mai ist die Felslehne fertig ergrünt. Auf dem grünen Hintergrund schweben jetzt wahre Wolken von blühender *Isatis*; weithin sichtbare Herden von blühender *Cyperissias*; und *Hippocrepis* bildet auf den Simsien Reihen von leuchtend gelben Polstern; damit kontrastieren die weissblühenden Schirme des Weissdorns und die geschlossenen, fast kugeligen Gestalten des blühenden *Viburnum Lantana*; bei Windstössen erscheinen jetzt die *Aria*-Sträucher blendend weiss.

Die Blüte unserer berühmten *Helianthema (canum und polifolium)*, die unmittelbar folgt, macht sich im grossem nicht sichtbar. Wirksam ist um diese Zeit einigermassen *Asperula galioides*.

Anfang Juni leuchtet in hellerem Gelb (*Zitronengelb*) als *Hippocrepis* und auffallender als diese von den Bänken *Sedum acre*, es schmückt bis in die Zeit hinein, wo die Ranken der *Rosae caninae* sich über und über mit Blüten bedecken und am hohen Kalbenstein *Anthericum Liliago* zu Hunderten auf den Felsen in Blüte steht. — *Veronica Teucrium*, *Geranium sanguineum* und *Lactuca perennis* wirken nicht im ganzen.

Wenn Ende Juni am Hang die Rosen verblühen, erhält dieser stellenweise eine neue ganz eigene Zierde in den silberigen Beständen der *Melica ciliata*, gegen welche die orangegelben Büsche von *Anthemis tinctoria* lebhaft kontrastieren. Eine sehr hübsche Erscheinung werden jetzt auch die grossen wie hellgrüne Mäntel auf den Felsen liegenden Stöcke von *Clematis Vitalba*, die fruchtbedeckt noch in den Spätherbst hinein bleiben.

Im Juli ist die Lehne kurze Zeit einförmig grün; doch schon in der dritten Woche wird überall an den niedrigen *Cornusbüschchen* eine Bräunung sichtbar, welche die allgemeine Herbstfärbung einleitet. — Die hohen Dolden von *Cervaria*, *Libanotis* und *Daucus* sind nur stellenweise, die blühenden gelben und blauen Asten im grossen gar nicht wirksam. —

Unbeschreiblich schön aber sind die Farbenreize, welche der Spätherbst auf den Felsen hervorruft; es gibt nichts in der ganzen Schmuckreihe des Sommers, das an Feinheit und Pracht mit dem

Schlussbild im Oktober den Vergleich aushielte. Nicht bloss unter den Gewächsen verbinden sich jetzt zum Schlusse die Farben, sie verschmelzen auch harmonisch mit dem Hintergrund, mit dem Silbergrau der Kalkfelsen und dem wärmeren gelblichen Ton der Mergelwände.

Freilich wirken bei diesem Farbenspiel auch noch Kontraste: wenn das tiefe Blutbraun der Cornus gegen den Fels, das Braungrün der Seslerialhalde und das Blaugrün der Ovina-Bestände absticht; oder wenn einsam stehende leuchtendrote Espenbüschchen im Abendlicht wie aus dem Gestein schlagende Flammen aussehen.

Aber die feinste Wirkung wird durch gleitende Farbenübergänge erzeugt: so in Rot, wo Herden von Cornus-, Espen- und Kirschsträuchlein mit ihren Tönen ineinander fließen. Am zartesten jedoch wechseln die Schlehen in den leisesten Übergängen von Rein- zum Gelbgrün, von Mattgold ins Rot und lichte Violett.

Wenn sich nun auch noch die benachbarten Weinberge in das heiterste Gelbgrün kleiden, dann steigern sich die Farben unseres Bildes zu wahrhaft berauschender Pracht.

Aber die erste kommende Frostnacht genügt, der ganzen Herrlichkeit ein jähes Ende zu bereiten. —

Auf der linken Mainseite, unter der Karlsburg und am Haagwald, wo oben der herbstliche Buchenwald prangt, sind die Farben in breiteren Strichen aufgetragen. Besonders wirksam sind da neben den Cornus-Breiten die goldgelben Kronen von *Acer monspessulanum*.

2. Wellenkalkwälder.

Mit 2 Textfiguren.

Die Wälder und Wäldchen, die auf der Gesamtstrecke des Wellenkalkes in seiner Ausdehnung von Gambach bis Würzburg vorkommen, stehen keineswegs alle auf dem eigentlichen Wellenkalk selber. Gerade die schönsten und bekanntesten, der Edelmannswald und der Haagwald, wachsen gewiss nur zum geringsten Teil auf Wellenkalkboden.

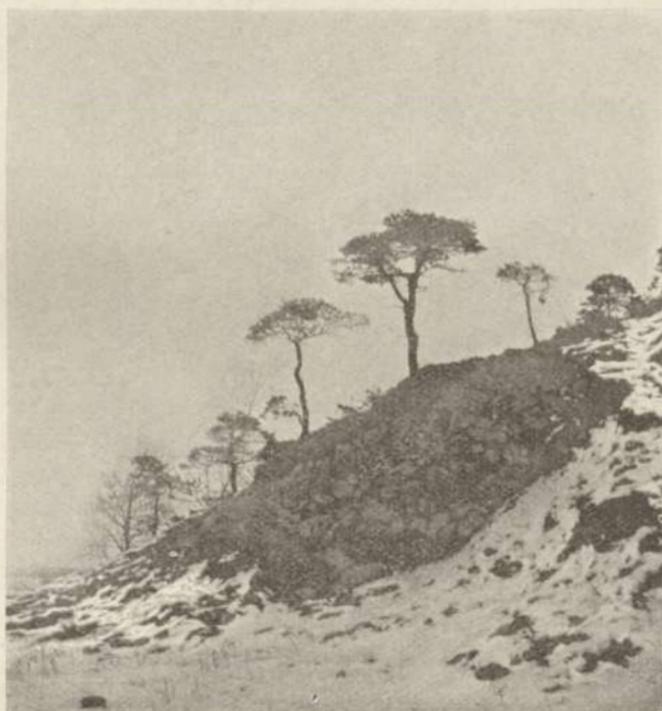
Der reine Wellenkalk ist eben keine Unterlage für Wälder, zumal nicht für Laubwald, er trägt nur Bestände geringer Ausdehnung und der Regel nach Kiefern.

Dagegen steht z. B. das Holz am Hange des Neuenbergs bei Thüngersheim, stehen alle die Gehölze, welche rings um Gambach liegen: das Rosenholz, der Wald auf dem Krainberg, die Wälder am Ilb und Böhlberg auf Wellenkalkboden; selbst der Eichelberg hat auf der einen Seite Wellenkalk; anderer nicht zu gedenken.

Die besagten Kiefern sind zweifellos alle angepflanzt und nicht ursprünglicher Wuchs, aber in ihnen hält sich eine natürliche Flora von grosser Schönheit auf, nicht überall gleich reich. Diese ist es, welche uns interessieren soll.

Den reichsten von diesen Wäldern und mir zugleich den vertrautesten werde ich zur Darstellung seiner Eigentümlichkeiten wählen. Es ist der Krainbergwald, der vom Gipfel den Hang hinab gegen das Gambacher Tal zieht. Einzigartig ist dieser Wald auch dadurch, dass er am sogenannten Stadtweg scharf absetzt und die

Kalkflora des Kiefernwaldes auf dem Rotenberg im Laubwald einer Flora von echtsten Kieselpflanzen Platz macht. Diese Stelle gibt Gelegenheit, nicht bloss den bekannten Gegensatz von Kalk- und Kieselpflanzen dicht nebeneinander, auf Sicht nach rechts und links, in seltener Prägnanz zu sehen, sie gibt auch höchst frappierende Rätsel auf, die sich unter dem Namen „Heterotopie“ erklären werden. Ein ähnlicher Zusammenstoss von Wellenkalk und Buntsandstein, der am Fusse des Neuenbergs bei Thüngersheim stattfindet, bringt nicht entfernt soviel Belehrung.



Am Dolomitbruch des Krainbergs.

Der Krainbergwald ist seinem Wesen nach lichter Kiefernwald, stellenweise geschlossen und normalwüchsig; an anderen Stellen sind die Bäume isoliert mit exquisitem Schirmwuchs oder mannigfaltigster abnormer Verästelung und strauchartig, wie ich es seinerzeit (Heft IV, Taf. 1, Fig. 1 und im Text S. 8—11) abgebildet habe und hier zur Veranschaulichung wiedergebe. Für die Erzeugung dieser Gestalten wird in erster Linie die Bodenstruktur massgebend sein. In besonderen Fällen ist auch Windwirkung unverkennbar, so in der

Figur der hier abgebildeten Kiefer, die auf der Höhe des Krainbergabhangs gegen den Main einsam steht.



Einiges über Alter und Jahrringbildung solcher Kiefern habe ich seinerzeit durch Dr. *Kannegiesser* feststellen lassen (Heft V).

Der Nadelbaum ist es und eben so sehr seine lockere Stellung, welche hier an dieser Stelle charaktergebend werden. Durch ihr Dasein wird es möglich, nicht bloss dass — im Gegensatz zu anderem „Wald“, eine gewisse Fülle von Licht eindringt, sondern auch, dass die Atmosphärenteilchen eine Mannigfaltigkeit der Bodenskulptur erzeugen und erhalten, die im gewöhnlichen Laubwald völlig unmöglich ist.

Der graue Boden ist offen und trocken und dem freien Wellenkalkboden noch so nahe verwandt, dass wenigstens in einem breiten Saum des Waldes fast alle die immergrünen schönen Plateaupflanzen einzudringen imstande sind, die *Helianthemum* und *Teucrium*, die *Potentilla*, *Brunella* usw. — Dem Waldrand mit Vorliebe gehören

zwei herrliche weiss-blaue Frühlingsblüher an, *Thlaspi montanum* und *Polygala amara*, deren Dasein durch die tiefgrünen Blattrosetten das ganze Jahr über verraten wird.

Auch viele Meter weit ins Innere bleibt dieser Wald streng xerophytisch, der Boden meist offen und trocken, Polster von *Cladonia rangiferina* und Herden von *Cl. pyxidata* gewöhnlich. —

Aber zwischen die Kiefern tritt auch oft Laubholz, fast nur in Buschform, Eiche und Buche, Hainbuche und Hasel, Espe, Cornus, Rhamnus und Pyrus, *Lonicera Xylosteum*, *Sorbus Aria* und *Cotoneaster*. Die beiden letzteren dürfen wohl allein als eigentümlich angesehen werden.

Dieser mesophytische Einschlag, bald dichter, bald lockerer gefügt, ist meines Erachtens nichts Gleichgültiges, sondern von eingreifender Bedeutung. Durch ihn erst wird unser Kiefernwald fähig, einer Reihe eigentümlicher Pflanzen zu genügen, die ausserdem nicht vorkommen würden.

Es kann an dieser Stelle über die tiefgreifende Wirkung, welche das Auftreten des Laubholzes tut, nur andeutungsweise die Rede sein; eingehende Untersuchungen über derlei Fragen sind anderwärts im Zusammenhang zu behandeln:

Dass mit der Entwicklung eines Laubdaches die Lichtverhältnisse am Waldboden eine wesentliche Änderung erfahren, braucht heute nicht mehr eigens betont zu werden, nachdem wir eine exakte Methode für Lichtmessung und ausführliche Untersuchungen über „Lichtgenuss“ der Pflanzen besitzen, die auch hier ihre Geltung haben.

Es muss aber nachdrücklich hervorgehoben werden, dass zwar das Licht ein erster, aber immerhin nur einer der Lebens-Faktoren ist, welche durch das Laubdach verändert werden. Die Laubkrone modifiziert ebenso wie das Licht, auch den Zutritt der Wärme zum Boden und damit die Temperatur desselben und der überstehenden Luft. Und, was meiner Ansicht nach von grösster Bedeutung ist, sie modifiziert auch die bodenungestaltende Wirkung von Regen und Wind mit allen ihren verschiedenen Konsequenzen.

Wie stark immer diese Laubmassen sich entwickeln und wirken mögen — eines dürfen sie nicht: eine solche Stärke und Dichtigkeit

1) Die Bewohner dieser Felswände würden unter die Lithophyten und Chasmo-phyten (*Warming, Oecology*) fallen. In die Augen springen besonders die schwarzen Polster von *Grimmia apocarpa*, *Collema*, auch *Nostoc*. Selten habe ich *Chroolepus* gesehen. — Eine nähere Untersuchung wird hier eine reichere Steinflechtenflora kennen lehren.

erreichen, wie im Laubwald selber. Denn mit dieser massvollen Entwicklung hängt gewiss die grosse Mannigfaltigkeit und Zierlichkeit der Waldflora des Wellenkalks zusammen, ganz besonders aber die überraschende stetige Blühfreudigkeit dieses Waldes:

Im März und April beginnt es mit Pulsatillen, *Thlaspi montanum* und *Polygala amara* und endet spät im Herbst mit Umbelliferen, A stern und Enzianen. Und wenn sich dazwischen ohne abzusetzen eine Fülle schöner Pflanzen entfaltet, lassen sich doch zwei Hebe punkte der Blüte unterscheiden: im Mai die vielgesuchte Orchideenblüte; aber feiner und dauernder ist der Flor, welcher mit dem Juli einsetzt, wenn die Spätorchideen *Epipactis rubiginosa* und *Gymnadenia* kommen, wenn der Wald von *Cytisus nigricans* und *Buphthalmum* leuchtet und Tausenden weisser *Anthericum*-Blüten wimmelt.

Übersicht der Charakterpflanzen des Wellenkalkwaldes.

Pulsatilla, *Carex humilis*, *Viola hirta*, *Scilla bifolia*, *Potentilla verna* und *cinerea*, *Thlaspi montanum*, *Alyssum montanum*, *Polygala amara*, *Fragaria collina*, *Anemone silvestris*, *Helianthemum canum* und *polifolium*, *Hippocrepis*, *Asperula galioides*, *Orchis militaris*, *Lithospermum purpureo-coeruleum*, *Doronicum Pardalianches*, *Dictamnus* (Schlossgraben, Böhlberg), *Veronica Teucrium*, *Geranium sanguineum*, *Cypripedium*, *Ophrys muscifera*¹⁾, *Thalictrum minus*, *Cephalanthera pallens* und *rubra*, *Aquilegia*, *Gnaphalium dioicum*, *Pyrethrum corymbosum*, *Inula hirta*, *Coronilla montana*, *Cytisus nigricans*, *Gymnadenia*, *Epipactis rubiginosa* und *latifolia*, *Buphthalmum salicifolium*, *Anthericum ramosum*, *Carlina acaulis*, *Galium silvestre* Poll., *Peucedanum officinale*, *Libanotis*, *Cervaria*, *Amellus*, *Linosyris*, *Euphrasia Rostkoviana*, *Gentiana ciliata* und *germanica*.

Ein ganz anderes Bild gewährt der Laubwald auf dem Buntsandstein des Rotenberges. Steht man am Fusse des Krainberges, bei der grossen Buche am Dolomitbruch, so hat man tatsächlich in ein paar Schritten über den Weg hinüber dieses Gegenstück unmittelbar vor Augen.

1) Andere *Ophrys* habe ich hier nicht gesehen.

Der Nieder- und Mittelwald, der hier gehegt wird, besteht aus denselben Holzarten, die oben erwähnt wurden, man könnte höchstens das Zurücktreten von *Sorbus Aria* gegenüber *tormalis*, *hybrida* und *aucuparia* als neu bemerken; aber der chemisch und physikalisch geänderte rote Boden erlaubt Normalwuchs und erzeugt als ausschliessende Grundlage für eine ganz neue Flora die oben angedeuteten neuen Boden- und Klimaverhältnisse. Grosslaubige Flechten, *Peltigera* und *Sticta* einerseits, *Polypodium*, *Aspidium Filix mas* und *spinulosum*, *Asplenium Filix femina* andererseits treten auf. *Pteris* ist mir auf dem Rotenberg noch nicht vorgekommen. Der grösste Gegensatz aber erscheint in folgenden Charakterpflanzen:

Carex praecox, *Galeobdolon luteum*, *Luzula campestris*, *Anemone nemorosa*, *Asarum*, *Vinca minor*, *Convallaria majalis*, *Fragaria vesca*, *Vaccinium Myrtillus*, *Vicia sepium*, *Orobus vernus*, *Anthoxanthum*, *Polygala vulgaris*, *Helianthemum vulgare*, *Dianthus Armeria*, *Brunella vulgaris*, *Succisa pratensis*, *Knautia silvatica*, *Jasione montana*, *Scrophularia nodosa*, *Melica nutans*, *Galium silvaticum*, *Tormentilla*, *Vicia pisiformis*, *Aira flexuosa*, *Valeriana officinalis*, *Trifolium agrarium*, *Teucrium Scorodonia*, *Calluna*, *Molinia*, *Senecio erucaefolius*, *Serratula tinctoria*, *Hedera*, *Potentilla Fragariastrum*.

Das frappanteste Bild der Gegensätze erhält man, wenn man typische Stellen der beiden Waldformen auswählt und, wie ich es früher zur Charakterisierung der Vegetation des Plateaus getan habe, untersucht, was auf etwa 1 qm Boden beieinander steht:

Wellenkalk.

1. Am Dolomitbruch, unter den Schirmkiefern:

Hippocrepis, *Gentiana ciliata* und *germanica*, *Epipactis rubiginosa*, *Sesleria*, *Trinia*, *Teucrium montanum*, *Carex humilis*, *Libanotis*, *Genista tinctoria*, *Brunella grandiflora*, *Thymus*, *Solidago*, *Anthericum ramosum*, *Asperula cynanchica*, *Helianthemum canum*, *Pulsatilla*, *Onobrychis*, *Cirsium acaule*, *Calamintha Acinos* (20).

Buntsandstein.

1. Niedriger Busch, roter Boden, einzelne höhere Eichen in der Nähe des Dolomitbruchs:

Solidago, *Fragaria vesca*, *Astragalus glycyphyllos*, *Vicia pisiformis*, *Anthyllis*, *Betonica*, *Galium silvaticum*, *Ranunculus lanuginosus*, *Orobus niger*, *Poterium*, *Hedera*, *Serratula*, *Viola* (13).

Wellenkalk.

2. Kiefernwald, mit Ariabüschen:

Buphthalmum, Cytisus nigricans, Anthericum ramosum, Cervaria, Teucrium Chamaedrys, montanum, Gymnadenia, Ophrys, Cirsium acaula, Amellus, Cladonia pyxidata, Carex humilis, Cynanchum, Euphorbia Cyparissias, Thymus, Poterium (16).

3. Zwischen Gebüsch von Eiche, Cornus und Lantana:

Euphrasia Rostkoviana, Geranium sanguineum, Onobrychis, Poterium, Anthericum, Amellus, Solidago, Gentiana ciliata, germanica, Centaurea Scabiosa, Brunella grandiflora, Knautia silvatica, Bupleurum falcatum, Trifolium montanum, Inula hirta, Campanula glomerata, Pimpinella Saxifraga, Cirsium acaule, Coronilla varia, Galium silvestre, Cervaria (21).

4. In den Kiefern meines Besitzums auf dem Krainberg:

Thesium, Poterium, Vulneraria, Hippocrepis, Cervaria, Potentilla verna, Euphorbia Cyparissias, Linosyris, Hel. polifolium, Bupleurum falcatum usw.

Buntsandstein.

2. Zwischen lichtem Eichenbusch, trockenere Stelle als vorige:

Fragaria vesca, Galium silvaticum, Orobus niger, Trifolium agrarium, Aira flexuosa, Pyrethrum corymbosum, Orobus vernus, Luzula campestris, Veronica officinalis, Trifolium repens, Festuca ovina, Vicia sepium, Vaccinium, Melampyrum (14).

3. Im hohen Eichenbusch, hinter den Sandsteinbrüchen:

Calluna, Solidago, Knautia silvatica, Genista tinctoria, Tormentilla, Vinca, Succisa, Betonica (8).

4. Desgl. Am Abstieg:

Convallaria, Luzula albida und campestris, Vinca, Moose (5).

Zusätze.

Eine merkwürdige Einmischung von mesophytischen Typen findet sich an der Spitze des Rosenholzes oben am Kalbenstein, erzeugt durch das Vorhandensein einer auf dem Wellenkalk liegenden mässigen Lössdecke; der Boden ist auch geschlossen:

Sesleria und Brachypodium flutend, Thalictrum minus, Brunella grandiflora, Fragaria vesca, Scabiosa Columbaria und silvatica, Anemone nemorosa und silvestris, Stachys recta, Teucrium Chamaedrys, Hippocrepis, Amellus, Cervaria, Poterium, Geranium sanguineum, Pyrethrum corymbosum, Epipactis rubiginosa, Monotropa.

Manche bekannte, auf dem Wellenkalk wohl zu erwartende Bürgerin unserer Muschelkalk-Flora, z. B. Laserpitium latifolium oder Cineraria spathulaefolia und andere habe ich bis jetzt nicht auf unserem Wellenkalk-Gebiete gesehen; andere wieder kenne ich nur auf benachbartem Wellenkalk. So Helleborus foetidus auf dem Kalmut, Anemone ranunculoides an der Homburg o./Wern, Hepatica bei Kissingen. — Auffallend ist, dass die Esche, die in Thüringen z. B. auf der ganzen Linie von Eisenach bis Naumburg die Wellenkalkhöhen bewohnt und im Herbst mit Cornus zusammen eine prächtige Färbung schafft, auf unserem Wellenkalk gänzlich fehlt.

Den Kalkgehalt des Krainbergwaldes habe ich an verschiedenen Stellen bei der Untersuchung der Erde einzelner Waldpflanzen festgestellt (Prozentzahlen):

Krainberghöhe, Erde von Teucrium montanum . . .	19,88
Westhang, oberes $\frac{1}{3}$, Erde von Thlaspi montanum . .	14,77
" " " " " Carex humilis . . .	25,11
Basis des Krainbergs, am Dolomitbruch, Erde von Teucrium montanum	52,28
Basis des Berges, Erde von Cytisus nigricans	27,50
Westhang, Sesleria-Erde	65,32

3. *Lactuca quercina* L. (*L. stricta* Waldst. et Kit.).

Diese seltene Pflanze habe ich am 19. Juli 1902 auf dem Wellenkalk bei Karlstadt gefunden und in einer Sitzung der phys. med. Ges. (5. Februar 1903) vorgezeigt, auch über die Bedeutung dieses Fundes kurz gesprochen.

Wie ich damals hervorhob, verdient das Vorkommen der *Lactuca quercina* bei uns besondere Beachtung, weil sie hiermit zum erstenmal im engeren Süddeutschland aufgefunden ist und dieser Standort zum Verständnis der sehr merkwürdigen Verbreitung dieser Pflanze in Deutschland einen weiteren Beitrag liefert.

Bekanntlich ist unsere Pflanze eine östliche, eine echte pontische Pflanze, die in den Donauländern und nach Osten weit verbreitet und häufig, überall in den Floren der Donauländer, Russlands, des Orients usw. als gewöhnlicher Bürger erscheint.

In Deutschland dagegen ist sie ein zwar seltener aber von jeher registrierter Bürger.

Am ausführlichsten hat sich mit ihrer eigentümlichen Verbreitung bei uns *August Schulz* beschäftigt, einerseits in den „Vegetationsverhältnissen der Umgebung von Halle“ (1888) S. 82 mit 2 kartographischen Darstellungen (Karte 2 und 3), anderseits in „Entw.-gesch. der Phanerogam. Pfl.decke Mitteleuropas“ 1899 S. 169—172.

Darnach hat sie ihr Hauptareal im Elbgebiet. Ihre Erscheinung daselbst ist leicht verständlich als Einwanderung aus den Donauländern durch Böhmen.

Sie ist aber auch noch im Wesergebiet bei Eschwege, und was uns am meisten interessiert, im Mainwettergebiet (Bodenrode bei Usingen) vorhanden. Für das Vorkommen an diesen Stellen, be-

sonders an der letzteren lässt sich mit *Aug. Schulz* auch an eine Einwanderung von der Donau und Bayern her denken. Der von mir gefundene unterfränkische Standort ist deshalb wertvoll, weil er dem alten Donauebett in Mittelfranken sich auffallend nähert.

Freilich kann man ihr diese Bedeutung für eine einstmalige Einwanderung dem Donaulauf entlang nur dann beimessen, wenn sie wirklich bei uns ein alteingesessener wirklicher Bürger der Flora ist, gleichwertig an Herkunft mit den übrigen pontischen Genossen des Wellenkalks, und nicht etwa ein in jüngster Zeit durch irgendwelchen Zufall eingeschleppter „Ankömmling“, „Einwanderer“ oder wie immer man nach *Watson* ihren Charakter bezeichnen will.

Man kann es auffallend finden, dass unsere unterfränkische Pflanze an einer durchaus nicht abgelegenen Stelle in einer seit 100 Jahren von Pflanzenkennern besuchten Gegend bis auf die letzten Jahre verborgen bleiben konnte. Wer aber aus Erfahrung weiss, wie lange sich selbst auf vielgegangenen Wegen Standorte seltener Pflanzen der Entdeckung entzogen haben, wird die späte Wahrnehmung unserer Pflanze keineswegs als einen Beweis für ein späteres Auftreten bei uns nehmen, zumal bei einer Pflanze, die verschiedene Eigenschaft besitzt, ein Übersehen begreiflich zu machen:

Sie wächst im Gebüsch, ganz zerstreut, ist schwächlicher Statur, rasch vergänglich und über ihre Umgebung nur wenig hervorsehend; gewöhnlich ragt nur der Blütenstand aus dem Gesträuch hervor, und dieser hat kleine meist geschlossene Blüten, gewöhnlicher blassgelber Farbe einer *Lactuca muralis* ohnehin zum Verwecheln ähnlich.

Auch ändert sie, was bei einer zweijährigen, mit Flugsamen versehenen Komposite begreiflich ist, fortwährend ihren Standort — im kleinen. Im grossen freilich habe ich sie seit 6 Jahren ihren mehrere hundert Meter umfassenden Standort nicht verändern oder erweitern sehen. —

Als einen schlagenden Beweis für die merkwürdige Fähigkeit der Pflanze unbemerkt zu bleiben möchte ich aber anführen, dass dieselbe, obwohl ich ihr Vorhandensein schon im Jahre 1903 publiziert habe, und dieselbe jedes Jahr an einem der begangenen Wege steht, bis auf den heutigen Tag noch von niemand weiter entdeckt worden ist.

Dass unsere Pflanze die *Lactuca quercina* L. (*stricta* W. et K.) ist, steht über allen Zweifel fest: „*achenis utrinque quinque striatis*

rostro achenio dimidio brevior atro“ (*Koch*); ich habe aber, um die völlige Identität der fränkischen Pflanze mit der Thüringer zu konstatieren, Professor *Sagorski* (Almerich-Schulpforta) um quercina-Exemplare aus dortiger Gegend gebeten, der mit gewohnter Liebenswürdigkeit solche von Schellsitz bei Naumburg sandte, ein Standort, der schon in *Schönheits* Flora angegeben ist. — Hier wie dort in Thüringen handelt es sich um dieselbe Form¹⁾ mit gefiederten Stengelblättern, die genau übereinstimmt mit dem prachtvollen grossen Bild, das *Waldstein* und *Kitaibel* in den *Icones* Taf. I 1802 Tab. 48 veröffentlicht haben: „*L. laevis* foliis inferioribus runcinatis, superioribus pimatifido-laciniatis, summis integerrimis“ und nicht minder mit der sehr ausführlichen und naturgetreuen Schilderung der Pflanze.

Eine andere Form von Blättern (z. B. die *integrifolia* = *sagittata* W. K.) habe ich hier nicht gesehen, so wenig als Prof. *Sagorski* an seinen Standorten (Magdala bei Jena, Steinklippe bei Nebra).

Unsere Pflanze hat im Frühling zunächst nur Wurzelblätter (die bekanntlich zur Blütezeit vergangen sind), und eine zarte, kleine, rundlich-zylindrische Rübe mit bräunlicher Korksicht. Der „*napulus fusiformis*“, den W. K. (Fig. d) „*initio Maji*“ überaus naturgetreu abbilden. Dies Rübchen enthält Inulin. In dem wasserklaren Parenchym schlagen sich bei Alkoholaufbewahrung prächtige Sphärökristalle nieder. Das Blatt fand ich bifazial gebaut und mit Spaltöffnungen auf beiden Seiten. Die freistehenden Kulturexemplare im botanischen Garten hatten horizontalstehende, die natürlichen Pflanzen im Gebüsch des Wellenkalks auch senkrechte Blätter (*Stahl*, Über sog. Kompastpflanzen, Jena 1881).

Die Blütezeit ist ausschliesslich zweite Hälfte Juli²⁾.

Der Fundort unserer Pflanze liegt im echten Wellenkalk und zwar in den Schichten desselben unter den Terebratelbänken auf steilem Hang in Nordostexposition. Lichtes Gebüsch³⁾ von Ahorn, Hainbuche, Weissdorn, Schlehe, Caninen Rosen, *Cornus sanguinea*, *Rhamnus cathartica*, *Clematis Vitalba*, leicht geschlossen auftretend oder kahle Stellen zeigend. Den Boden teilen mit unserer Pflanze: *Achillea*

1) Über die Varietäten *Bogenhords* (Flora von Jena) zu urteilen, habe ich kein Material.

2) *Leysser* (Fl. hat. 2 ed. 194) und *C. Sprengel* (Flor. hat. tent. nov. 1806) geben auch Juli als Blütezeit an. — An jedem schönen Sonntag Ende Juli sitzen bei uns am Mittag die reifen Samen flugbereit in den geöffneten Körbchen.

3) Gebüsch, lichtetes Gebüsch wird meist als der natürliche Standort angegeben. Schon *Wallroth* (Sched. crit. 1822, p. 454) sagt von der hallischen Pflanze: „in dumetis, in nemoribus caeduis“.

nobilis, *Bupleurum falcatum*, *Brachypodium pinnatum*, *Viola hirta*, *Teucrium Chamaedrys*, *Stachys recta*, *Fragaria vesca*, *Anthericum ramosum*, *Pyrethrum corymbosum*, *Vincetoxicum*, *Conyza*, *Campanula glomerata*, *Origanum*, *Sedum maximum*, *Valeriana officinalis*, *Coronilla varia*, *Vicia sepium*, *Knautia silvatica*.

Der mitunter, nicht immer, humose Schotterboden hatte in Bestimmungen an zwei verschiedene Stellen 22,95 und 25,24% Karbonat; in einer Bestimmung 32,16 Skelett und in drei Bestimmungen am 25. April 1907 19,1 — 18,8 — 14,3% Wasser. —

Lactuca quercina hat eine merkwürdige Geschichte; sie im einzelnen und ausführlich zu behandeln ist hier nicht der Ort. Als der erste Entdecker gilt gewöhnlich *Rajus* (Hist. plant. I, p. 219) mit dessen *Lactuca foliis quernis* Linné, vielleicht mit Unrecht, seine *quercina* identifiziert. *Rajus* hatte keine wildwachsende Pflanze vor sich, sondern aus Londoner Samen gezogene, deren Abkunft er nicht angibt!

Der schwedische natürliche Standort, der Linné als Grundlage diente, war schon zu *Wahlenbergs* Zeit (Flor. snec. 1085) verschwunden. — Im Osten ist unsere Pflanze sehr verbreitet. So z. B. *Boissier*, Flor. orient. III, 808. — *Ledebour*, Fl. ross. II, 806. — *Neilreich*, Fl. Ungarns und Slavon. S. 134. — Im Westen von uns wird von *Grénier et Godron* (Fl. de France II, 320) nicht unsere Form *stricta* sondern *L. Chaixii* Vill. = *sagittata* W. K. und zwar nur von einem Standort angegeben.

Die Geschichte ihrer Entdeckung in Deutschland habe ich nicht näher verfolgt. In der hallischen Gegend war sie schon vor *C. Sprengel* (1806) *Leysser* bekannt. Flora halensis. ed. II, 1783, p. 194: „In nemoribus frequens“. Ob schon in der Auflage von 1761?

4. Ambrosius Rau und sein Rosenherbar.

Im Jahre 1816 erschien vom hiesigen „Professor der Naturgeschichte und Nationalökonomie“ *Ambrosius Rau* eine *Enumeratio Rosarum circa Wirceburgum et pagos adjacentes sponte crescentium*.

Dies Büchlein von 178 Seiten 8^o darf unbedenklich als die beste systematische Monographie auf unserm Gebiete bezeichnet werden; denn dasselbe hat nicht bloss floristischen lokalen Wert; die ansehnliche Zahl der in ihm unterschiedenen neuen Rosenarten sind mit so glücklichem Takt herausgegriffen, dass sie zumeist heute noch Gültigkeit besitzen, und einzelne derselben z. B. *Rosa trachyphylla* hat Anlass gegeben, über den Wert und die Verschiedenheit der Entstehung der Rosenformen Betrachtungen anzustellen. Der Name *Rau* hat daher in der Rosensystematik noch heute einen vortrefflichen Klang.

Über das Leben des verdienten Mannes aber ist in der botanischen Literatur weniger wie Nichts bekannt. Denn *Pritzels* unübertrefflich sorgfältiger Thesaurus verunglückt einmal bei unserem *Rau* total. Er gibt nichts an als: † 18. März 1870. Die Jahrzahl selbstverständlich, aber auch das Datum ist unrichtig¹⁾.

Um der Persönlichkeit *Rau's*, besonders auch den Spuren etwa hinterlassener Sammlungen nachzugehen, war am Ort seines Wirkens natürlich die beste Gelegenheit und Aussicht auf Erfolg. Meine einzige Auskunftsquelle, die Universitätsakten, liefern freilich wie so oft nicht viel, bringen uns aber doch die Persönlichkeit etwas näher.

¹⁾ Im Neuen Nekrolog der Deutschen, 1830, II. Teil (1832), S. 922, sind * und † richtig angegeben, sonst aber nur die Titel seiner Schriften (nur noch Mineralogisches) verzeichnet.

Ambrosius Rau ist am 7. März 1784 in Würzburg geboren. Schon auf dem Gymnasium seiner Vaterstadt zeichnete sich derselbe aus. Auf der Universität machte er „die Staatswissenschaften zu seinem Hauptgeschäft“, aber auch die Hilfswissenschaften, insbesondere die „Naturgeschichte“ trieb er mit Vorliebe.

Auf seine Eingabe vom 15. März 1808 an die grossherzogl. Universitäts-Kuratel um eine Privatdozentenstelle, ward der „absolvierte Kandidat der Kameralwissenschaften“ obwohl er noch nicht promoviert war, einstimmig als Privatdozent angenommen. Schon im nächsten Jahre erscheint er als Professor im Lektionskatalog. — Über seine Tätigkeit als Lehrer geben eben diese Vorlesungsverzeichnisse jener Zeit genügende Auskunft.

Dr. *Rau* erscheint zum ersten Male in der „Ordnung der Vorlesungen an der grossherzogl. Universität“ im Winter 1808/09; als Professor (25jährig) im Winter 1809/10 mit mathematischen Vorlesungen, 1810/11 mit „allgemeiner Naturgeschichte“. Im Sommer 1811 hält er zum ersten Male „Einleitung in das Studium der Botanik nach Piepenbring“ mit Zoologie fünfmal. In folgenden Jahren Mineralogie und Forstwissenschaft vortragend erscheint er Sommer 1814 mit „Botanik nach eigenem Plan“.

Im Sommer 1817 neben Botanik „nach eigenen Heften“ auch „Exkursionen in die umliegenden Gegenden“. So auch 1818.

Im Sommer 1821 Botanik nach eigenen Heften fünfmal wöchentlich. 1823 nach „Diktaten“. Sommer 1827 und 1828 Botanik „nach *Sprengels* Anleitung zur Kenntnis der Gewächse“ Halle 1817.

Im Jahre 1829 liess sich *Rau* krankheitshalber von dem Halten der Vorlesungen dispensieren. Er starb an einem Brustleiden am 26. Januar 1830.

Nominell war er zuletzt „ord. Professor der Naturgeschichte und Forstwissenschaft“; „zugleich Oberaufseher der Universitätsforsten und ständiges Mitglied des Verwaltungsausschusses“. Auf einer Verwechslung mit einem berühmten Namensvetter dagegen beruht es, wenn er auch als Adjunkt der Kaiserl. Leopold. Akademie der Naturforscher bezeichnet worden ist.

Sein wissenschaftlicher Nachlass wurde im Mai 1830 der Universität (vergeblich) zum Ankauf angeboten. Als solcher werden „Bücher, Mineralien und physikalische Instrumente“ genannt, — nicht aber, was ausdrücklich hervorgehoben sei, Pflanzensammlungen.

Pflanzensammlungen hat demnach also *Rau* nicht hinterlassen;

ausgeschlossen ist damit aber nicht, dass er bei Lebzeiten seine Rosen an andere gegeben hat.

In der Tat behauptet *Crépin*, in einer kleinen Mitteilung „Les roses de l'herbier de *Rau*“ (Compt. rend. Soc. royale de bot. de Belgique T. XXI, 2^{me} part. Sitzung 14. April 1883 Separat 6 pag.), dass *Rau* bei Lebzeiten seine Herbarium verschenkt habe. So verdienstlich es von *Crépin* war auf die *Rau*'schen Originale hinzuweisen, so sicher ist, dass sich *Crépin* über die Herkunft und den jetzigen Inhaber der ihm vorgelegenen *Rau*'schen Rosen im Irrtum befindet.

Crépin erzählt, dass nach seinen eigenen vergeblichen Versuchen in Würzburg *Rau*'s Herbar zu entdecken, *Errera*, als dieser sich bei *Sachs* aufhielt, die *Rau*'sche Rosen aufgefunden habe und zwar im Besitz des ehemaligen botanischen Gärtners *A. Wolff*. Diesem habe sie *Rau*, als er seine botanische Studien aufgab, überlassen. *Crépin* will nun von *Wolff*, mit dem er tatsächlich in Korrespondenz gestanden habe, den nur noch kleinen Rest des *Rau*'schen Herbars erhalten haben. Er hat diese Rosen revidiert und, wie er sagt, an *Wolff* zurückgesandt.

Die Darstellung, welche *Crépin* hier von der Herkunft der *Rau*'schen Originale gibt, kann unmöglich richtig sein. Einerlei, wie *Crépin* zu der unrichtigen Darstellung kam (alle beteiligten Personen sind tot). Tatsache ist: die *Rau*'schen Pflanzen, die *Crépin* in Händen hatte und eigenhändig neu etikettiert zurückgesandt hat, liegen im Herbarium des botanischen Instituts der Universität und waren auch nachweislich zur Zeit, als sie *Crépin* erhielt, längst Bestandteile dieser Sammlung. Sie sind im Jahre 1842, als durch Ankauf der ehemals *Panzer*'schen¹⁾ Sammlung der erste Grund zum Universitätsherbar gelegt wurde, Eigentum der Universität geworden. Unter den Rosen dieser Sammlung, die der Mehrzahl nach von Dr. *Panzer* in der Nürnberger Gegend gesammelt sind, befindet sich auch eine Anzahl Specimina aus der Würzburger Flora, und auch wirkliche *Rau*'sche Originale.

Sie sind jedenfalls Geschenke *Rau*'s an *Panzer*. Denn, wo sie nicht von *Rau*'s Hand etikettiert sind, steht von *Panzer*'s Hand: „Donum Dr. *Rau*“.

Dass diese authentisch von *Rau* herrührenden Rosen im Jahre 1842/43 wirklich mit dem *Panzer*'schen Herbar Eigentum der Universität wurden, geht unweigerlich daraus hervor, dass der damalige

1) Über *Panzer* vgl. z. B. *Pritzel*, Thesaurus.

Konservator der Sammlung, der spätere hiesige Professor der Zoologie Dr. *Leiblein*, alle *Panzer*'schen Pflanzen mit roter Tinte auf der Etikette durch „Pz“ ausgezeichnet hat. Auch jedes der von *Crépin* eigenhändig neu etikettierten *Rau*'schen Originale trägt dieses Pz.

Unter diesen Verhältnissen ist es also gänzlich ausgeschlossen, dass die *Crépin* vorgelegenen Rosen in dem Besitze *Wolffs* gewesen. Um so mehr, als *Wolffs* Sohn, Herr Dr. *Mich. Wolff*, praktischer Arzt hier, der die Sammlungen seines Vaters sehr genau kennt, wie er mir versicherte, niemals von solchem Besitze Kenntnis bekommen.

Was also von *Rau*'schen Originalen *Crépin* vorlag, findet sich und zwar als Geschenk *Rau*'s in dem ehemaligen *Panzer*'schen Herbar, welches letzteres schon seit 70 Jahren Bestandteil des hiesigen Universitätsherbars ist. Der Authentizität der Pflanzen, die durch *Rau*'s Handschrift oder durch *Panzers* Zeugnis feststeht, tut diese hier festgestellte andere Herkunft derselben, keinen Abtrag. Aber der letzte Rest dieser klassischen Würzburger Rosen erscheint durch meine Darstellung in einem anderen Licht, als durch die Worte *Crépins*: „Il est probable, que *Rau* avait fini par négliger son herbier et qu'ainsi bien des choses se sont perdues.“

Ein Paar Originalrosen *Rau*'s, ebenfalls Geschenke des Autors, besitze ich in dem Herbarium *Hellers*. Ebenso befindet sich *Rau*'s Handexemplar seiner *Enumeratio* mit zahlreichen zum Teil sehr interessanten handschriftlichen Zusätzen in meinem Besitz. Vielleicht berichte ich darüber ein andermal. — Die Frage der Existenz eines eigentlichen selbständigen Rosenherbars von *Rau* wird sich wohl schwerlich mehr entscheiden.



Neue Methoden der histologischen, aufhellenden und korrodierenden Technik mit Besprechung der Ergebnisse und Demonstrationen.

Von

Prof. **Oskar Schultze.**

(Sitzung vom 14. Juli 1910.)

M. H.! Die erste Mitteilung, die Ihnen zu machen ich mir erlauben möchte, betrifft die Anwendung der wässerigen Lösung des Osmiumtetroxyds, gewöhnlich Osmiumsäure genannt, in der histologischen Technik. Dieses von meinem Vater im Jahre 1865 für mikroskopische Forschung eingeführte Reagenz bildet noch heute ein unschätzbare Mittel in zahllosen Fällen, in denen es auf beste Konservierung feiner organisierter Strukturen ankommt; ich brauche nur an die Chromosmiumsäure Flemmings, und die Kaliumbichromat-osmiumsäure Altmanns und R. J. Cajals zu erinnern. In der Regel wird die Osmiumsäure nur als Zusatz zu anderen Fixierungsmitteln angewandt. Es besteht eine gewisse Scheu vor der alleinigen Verwendung des Reagenz, weil man ihm verschiedene Übelstände vorwirft. Der Fehler, dass es nur schwer eindringt und deshalb für grosse Stücke ungeeignet ist, kommt nicht in Betracht, sobald es sich um die Konservierung feiner, auch in kleinen Stücken der zu konservierenden Teile reichlich vorhandener Strukturen handelt. Der Nachteil, dass die mit Osmiumsäure behandelten Stücke sich schlecht färben, wird überwunden durch zweckmässige Nachbehandlung mit Kaliumbichromat, Kaliumbichromat-Formol und Formol, und die geringe Härtung der Objekte wird durch nachträgliche Alkoholhärtung

vervollständigt, wobei genaue Messungen ergeben, dass die mit Osmiumsäure konservierten Objekte bei richtiger Vor- und Nachbehandlung eine geringere Schrumpfung zeigen, als dies bei den meisten der gebräuchlichen Fixierungsmittel der Fall ist. Sogenannte Überfixation und Quellung, die man dem Mittel vorgeworfen hat, treten bei richtiger Anwendung nicht ein. Ebensowenig wird das Kerngerüst wie ein Autor glaubte, zertrümmert; das hat schon Flemming als einen Irrtum bezeichnet. Das Kerngerüst ist in den Kernen, in denen, wie im überlebenden Zustand, gewöhnlich nur die Nukleolen und gröbere Chromatinstrukturen sichtbar sind, ebenso vorhanden, wie im überlebenden Kern, wovon man sich in vielen Fällen überzeugen kann, nur ist es aus optischen Gründen wenig oder gar nicht sichtbar.

Der unschätzbare und von keinem anderen bekannten Mittel erreichte Wert der Osmiumsäure besteht nach meiner Meinung darin, dass sie erstens die sichtbare Struktur der Zellsubstanzen in einem lebenstreuen Zustand erhält, der durch die Nachbehandlung mit Alkohol, auch nach vorherigem Auswaschen der Säure mit Wasser, völlig getreu konserviert wird, ohne dass in der Zelle die Artefakte entstehen, welche infolge der stark fällenden Kraft des Alkohols bei direkter Einwirkung des Alkohols — wie auch der meisten anderen Fixierungsmittel — in der Zelle entstehen können. Sie konserviert zweitens eine Anzahl von Stoffen innerhalb der Zelle, welche in Alkohol löslich sind, derart dass sie in Alkohol unlöslich werden. Richtige Anwendung und zweckmässige Nachbehandlung sind die Bedingungen für die Herstellung solcher Osmiumpräparate, die den höchsten Ansprüchen genügen. Natürlich ist das Reagenz kein universelles Mittel.

Was die richtige Anwendung betrifft, so ist zunächst, ebenso wie bei dem Goldchlorid, weder die Aufbewahrung in dunklen Flaschen noch die Anwendung unter Lichtabschluss nötig.

Die Lehrbücher der Chemie sagen auch nichts von reduzierender Wirkung des Lichtes auf die genannten Stoffe, auch nicht bei Gegenwart von organischer Substanz. Meine Lösungen von Osmiumsäure und Goldchlorid, auch die von *Argentum nitricum*, stehen in hellen Flaschen am vollen Licht und sind nicht weniger beständig, als die gleichen Lösungen, wenn man sie in dunklen Flaschen aufbewahrt. Aber auch bei Gegenwart organischer Substanzen vollzieht sich die Reduktion der Osmiumsäure im Dunkeln genau so schnell wie am Licht. Wohl aber ist die Temperatur von hohem Einfluss auf die Reduktion bei Gegenwart von organischer Substanz. Dies alles

habe ich in der Reihe von Jahren, in denen ich sehr viel mit der Osmiumsäure arbeite, immer wieder erprobt.

Bei der Konservierung muss bei richtigem Verhältnis der Substanzmenge zu dem Volumen der angewandten Säure jede starke Reduktion vermieden werden. Die Säure muss klar, wenn auch leicht braun, nie schwarz werden, auch die Stücke müssen noch nach 24 Stunden nur durch und durch gleichmässig braun, niemals schwarz aussehen. Dabei soll die Temperatur nicht über 15° R liegen.

Von den verschiedenen von mir ausgeübten Methoden der Nachbehandlung will ich heute nur eine kurz besprechen, um dann die Diapositive zu erläutern, die ich von einigen nach dieser Methode von den verschiedensten Organen bei Wirbeltieren und Wirbellosen gewonnenen Präparaten angefertigt habe.

In der mikroskopischen Technik werden vielfach mit bestem Erfolge gelöste Metallverbindungen als sogenannte Beizen benutzt, die bei Nachbehandlung mit Farbstoffen Farbblacke erzeugen. Am bekanntesten sind die Verbindungen mit Hämatoxylin, wie Chrom-Kupfer- und Eisenhämatoxylin. Bei meiner Methode dient die Osmiumsäure als Konservierungs- und Beizmittel zugleich. Die Stücke werden aus der Säure entweder sofort oder nach kurzem Aufenthalt in Wasser in alkoholische ausgereifte Hämatoxylinlösung eingelegt¹⁾. Es erfolgt eine äusserst intensive tiefschwarze Färbung. Der Überschuss der Farbe wird durch Alkohol extrahiert. Die Extraktion ist eine gleichmässige diffuse, etwa wie bei Extraktion des überschüssigen Boraxkarmins durch angesäuerten Alkohol. Die Stücke können in bester Färbung wochen- und monatelang in Alkohol aufbewahrt werden. Trugbilder, wie sie z. B. bei der *Heidenhainschen* Eisenhämatoxylin-Methode eine Rolle spielen, der die Schnitte in dem Farbenton am meisten ähnlich sehen, sind ganz ausgeschlossen. Infolge der äusserst dunklen Färbung sind Schnitte von 1–2 μ erforderlich. Die Methode ist ebenso einfach wie sicher und in ihrer Verwendbarkeit vielseitig. Sie eignet sich zu einer scharfen Darstellung der Zellgrenzen, der Interzellularen und der diese nach aussen abschliessenden Kittleisten, der Faserstrukturen in den Epidermiszellen, Bindegewebszellen, Nervenzellen, Knorpelzellen, Drüsenzellen, der Granula jeglicher Art, sowie der feinen Struktur des Protoplasmas ganz allgemein und für vieles

¹⁾ Das genauere Verfahren wird in der Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie veröffentlicht.

andere, wie Ihnen eine Anzahl verschiedener Präparate zeigt, die in den Studiensälen aufgestellt sind.

Jetzt will ich Ihnen nur noch einige Diapositive nach Präparaten mit der neuen Methode vorführen, welche verschiedene Fragen betreffen, die zurzeit in der Histologie im Vordergrund des Interesses stehen.

In allen Zellen der drei Keimblätter finden wir auf frühem Stadium bei Säuger- und Hühnerembryonen, wie *Meves* gezeigt hat, typische Strukturen, die wir als mit der *Flemmingschen* Filarmasse identisch betrachten dürfen. Sie treten entweder als Körnerreihen, sog. Mitochondrien oder — in der Regel — als Fäden, Chondriokonten, auf. Sie sehen an diesem Bilde diese Fäden in vortrefflicher Weise mit meiner Methode vom Hühnchen im Ekto- und Mesoblast dargestellt, wobei sich im grossen und ganzen eine völlige Übereinstimmung mit *Meves* ergibt. Es spricht schon jetzt Vieles dafür, dass wir in dieser in allen Embryonalzellen gleichartigen sinnfälligsten Protoplasmastruktur diejenige vor uns haben, aus welcher mit der fortschreitenden Differenzierung der Zellen die als Bindegewebsfibrillen, Myofibrillen und Neurofibrillen bezeichneten Fadenstrukturen intraprotoplasmatisch hervorgehen. In dieser Beziehung haben mir meine embryonalen Präparate ein grosses Material geliefert, so dass ich mit *Meves* und *Duesberg* der Hauptsache nach übereinstimme. Hier will ich mich jedoch nur auf die Projektion einiger naturgetreuer Bilder beschränken. Wie *Duesberg* finde ich, dass die Chondriokonten sich in Myofibrillen differenzieren. Wir wissen, dass bei der Bildung der Muskelfasern allgemein ein seiner Masse nach sehr verschiedener Teil des Protoplasmas, das sog. Sarkoplasma, übrig bleibt, dem man bisher einen homogenen Bau mit mehr oder weniger reichlichen eingelagerten Körnern zugeschrieben hat. Meine Osmiumpräparate von allen untersuchten Muskelfasern von Wirbeltieren und Wirbellosen zeigen, dass allenthalben das Sarkoplasma eine Filarstruktur besitzt, die sich bei Amphibien und Vögeln von nicht in Myofibrillen übergegangenen indifferent gebliebenen Chondriokonten ableitet und noch bei dem erwachsenen Organismus mit den embryonalen Chondriokonten übereinstimmt.

Sie sehen hier diese sehr scharf hervortretende Struktur an Querschnitten durch Muskelfasern einer Salamanderlarve. Eine Verwechselung mit den tiefschwarz gefärbten genau quergeschnittenen Myofibrillen in ihrer typischen Anordnung ist völlig ausgeschlossen. Auch die Längsschnitte geben ein ganz eigenes Bild der vielfach

gewundenen Sarkoplasmafasern gegenüber den gestreckt verlaufenden Myofibrillen. So finde ich das Sarkoplasma von den Wirbellosen bis hinauf zu Säugern strukturiert, am auffallendsten natürlich da, wo besonders reichliches Sarkoplasma vorhanden ist, wie das in den besonders tätigen mit lebhaftem Stoffwechsel begabten Muskelfasern der Fall ist. Ein sehr typisches Beispiel hierfür geben die roten Flossenmuskeln des Seepferdchens (*Hippocampus*), welche durch das zierliche wellenförmige Spiel der Dorsal- und Kiemenflossen dieser Tiere im Aquarium erfreuen. An dem Querschnitt solcher Muskelfasern sehen Sie die charakteristische in Lamellen angeordnete kontraktile Substanz in ausserordentlich reichliches Sarkoplasma eingebettet, das bisher als fein granuliert beschrieben wurde (*Rollet*), das aber bei meiner Methode die Filarstruktur auf das Klarste erkennen lässt. Hier sehen Sie noch den Querschnitt einer Muskelfaser eines Annelids, des Fischegels *Piscicola*, ein Bild, wie es insofern für viele Muskelfasern von Wirbellosen und für viele embryonale Wirbeltiermuskelfasern, auch für die sogen. Reizleitungsfasern der Herzmuskulatur typisch ist, als es sich um eine kontraktile Rinde und zentrales nicht in Myofibrillen differenziertes Plasma handelt. Auch hier tritt der fibrilläre Bau deutlich hervor.

Indem ich bei allen untersuchten Tierklassen diesen Bau des Sarkoplasmas feststellen konnte, fand ich vielfach, dass diese Fila in die Granula des Sarkoplasmas (Sarkosomen) zerfallen waren, denen wir nach *Julius Arnold* eine so wichtige Rolle bei dem normalen und pathologischen Stoffwechsel in der Muskelfaser zuerkennen müssen.

Eine weitere Serie von Bildern betrifft die Struktur der Drüsenzellen. Aus diesen sind fädige Strukturen in der Histologie sehr wohl bekannt, z. B. als Stäbchenstruktur von Nierenepithelien und Sekrettröhren von Speicheldrüsen, als Basalfilamente in Speicheldrüsenzellen u. a.

Hier zeige ich zunächst zwei Bilder von den Drüsenzellen des Pankreas der Maus, in denen die bekannten Zymogenkörner den dem Lumen zugewendeten Teil der Zellen einnehmen, während in dem äusseren Teil die im grossen und ganzen senkrecht zum Lumen gestellten Filamente sehr deutlich sind. An dem zweiten Bilde sieht man in dem nach dem Lumen der Zelle hin gelegenen Teil eine helle Stelle, die an entsprechende Stadien bei Schleimzellen erinnert und wohl fertigen Sekret entsprechen dürfte (Sekretsammelstelle). Die Pankreaszellen sind es, an denen *Rudolf Heidenhain* zuerst die Stäbchenstruktur in Drüsenzellen auffand.

Sie sehen ferner hier zwei Bilder solcher Stäbchenstrukturen aus den Sekret­röhren der Parotis der Maus. Man sieht, dass es sich, wenigstens meistens, nicht um homogene Stäbchen handelt, sondern dass sie, entsprechend den Mitochondrien *Bendas*, aus aufgereihten Körnern bestehen, wobei ich nicht feststellen konnte, ob diese Körner noch in einem besonderen geformten Substrat liegen oder nicht. Bei dem zweiten Bilde wollen Sie beachten, wie die Granula nach dem Lumen der Röhre hin isoliert liegen und in sehr verschiedener Grösse sich finden.

Ich schliesse hier zwei Bilder von Zellen der Glandula thyreoidea der Maus an. In dem einen sehen Sie in ausgezeichneter Weise die Stäbchenstruktur der Zellen, die bisher hier nicht gesehen wurde und die ganze Zelle erfüllt, während in der anderen Zelle eine granuläre Struktur und ein Zerfall in Körner neben grösseren Granula hervortritt.

In der Niere von Amphibien und Säugern ist der Aufbau der Stäbchen in den Epithelien, sowie das Verhalten der Stäbchen zu den Plasmosomen sehr schön zu verfolgen, wie Sie dies aus einem Schnitt durch die Marksubstanz einer Mäuseniere hier sehen. In den gewundenen Kanälchen ist die Struktur freilich noch viel schöner und feiner. Sehr schön tritt sie in der Urniere von Säugern und in der Amphibienniere hervor, wie Sie das an diesem Querschnitte sehen, der trotz seiner Dünne einen viel grösseren Reichtum an Fäden zeigt, als dies in der letzten eben erschienenen *Arnoldschen* Arbeit abgebildet ist. *Arnold* kommt hier zu dem wichtigen Resultat, dass die in der Niere gebildeten Glykogengranula aus den Plasmosomen der Stäbchenstruktur hervorgehen, wie er schon früher für das Fett und andere Substanzen die Assimilation durch die Plasmosomen nachgewiesen hat. Sie sehen aus dem Vergleich der beiden Querschnitte, wie in dem einen Falle die Stäbchen in Granula aufgelöst, zum Teil noch deutlich als sogenannte Mitochondrien in Körnerreihen gruppiert sind. An den folgenden Bildern der menschlichen Niere von einem ganz frisch erhaltenen Fötus des 6. Mon. sehen Sie gleichfalls die Fadkörner und deren Auflösung in Granula. In dem Durchschnittsbild von einer Magendrüse von *Rana* sehen Sie im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Verhalten die Fäden dem Lumen genähert, die Drüsengranula basal gelagert; vielleicht hängt dies damit zusammen, dass das Sekret an den Berührungsflächen der Zellen in zwischenzellige Sekretkapillaren ausgeschieden wird. Endlich hier noch ein schönes Bild von einer Zungendrüse des Frosches, in der sich alle

Stadien von den Filamenten, deren Zerfall in Mikrosomen bis zu den grossen Drüsenkörnern finden.

Ein ganz vortreffliches Objekt für die Filarstruktur bieten die Darmepithelzellen der Wirbeltiere und der Wirbellosen, in denen mit meiner Methode Fadenstrukturen zur Darstellung kommen, die durch ihre parallelfaserige Richtung ohne Netzbildung und Anastomosen auffallen. Hier nur ein Bild von zwei der grossen Darmepithelzellen des gemeinen Spulwurms. Von der Basalschicht der Darmwand erheben sich den Zellgrenzen entsprechend und mit ihren Rändern in die Zellgrenzen übergehend napfförmige Erhabenheiten. Aus der durchaus parallelen Richtung der Fasern, die den Eindruck machen, als ob sie durch die ganze Zelle hindurch bis zu dem Kutikularsaum und den Kittleisten isoliert verlaufen, gewinnt man den Eindruck, dass durch diese Richtung die günstigsten Bedingungen geschaffen sind für die unbehinderte Strömungsrichtung bei der Resorption.

Auf Grund dieser und anderer Beobachtungen komme ich zu dem Ergebnis, dass in den untersuchten Zellen die Plasmosomen nicht in dem Kernsaft, sondern in der Fadenstruktur des Protoplasmas unter Auflösung der Fäden in Körnerreihen entstehen, die Plasmosomen, die wir auf Grund alles dessen, was wir an ihnen sehen und mikrochemisch feststellen können, mit *Arnold* als ein deutliches Dokument für das Vorhandensein einer sogenannten funktionellen Struktur des Protoplasmas betrachten dürfen.

Die zweite Mitteilung betrifft nicht die histologische Technik, ist aber gleichwohl eine mikroanatomische. Die hervorragenden Erfolge, welche die histologische Schneide- und Färbetechnik in den letzten Jahrzehnten zu verzeichnen hat, haben es mit sich gebracht, dass man den so wichtigen feineren Präparationsmethoden zu wenig Beachtung schenkt. Auch auf embryologischem Gebiet begnügt man sich in der Regel damit, die Objekte zu zeichnen oder zu photographieren, oder auch ohne weiteres in Schnittserien zu zerlegen und gegebenen Falles mit Hilfe der vortrefflichen Plattenmodelliermethode in vergrössertem Masse zu rekonstruieren. Der direkte Einblick in den Aufbau und die Lage der werdenden Organe wird ganz mit Unrecht vernachlässigt. Es handelt sich hierbei nicht allein um die unmittelbare Präparation frischer oder konservierter Objekte unter den so ausgezeichneten binokularen Mikroskopen, sondern auch um die Methoden des Aufhellens und des Korrodierens. Wenn die Beschäftigung mit diesen Methoden und deren Ausbau auch viele Zeit erfordert, so wird der Arbeiter doch reichlich durch die Freude entschädigt, die

ein Einblick in die Gestaltung eines Organismus gewährt, den man vordem nicht gehabt und der es ermöglicht, vieles Neue zu sehen. Indem man sich einer solchen Methode hingibt, kommt man sich vor, wie Jemand, der bisher nur sehnsüchtig durch die Fenster in ein Haus mit allerlei Schöner schauen durfte und der dann auf einmal in das Haus hinein versetzt ist und nun Alles Schöne aus der Nähe fast unverändert betrachten kann.

Schon vor Jahren hatte ich eine Methode angegeben, mit deren Hilfe man bei durchsichtig gemachten Föten das gesamte knöcherne Skelett in der Lage sehen und studieren kann, ein Verfahren, das seitdem als Demonstrations- und Forschungsmittel Anderen und mir gute Dienste geleistet hat. Mit derselben Methode kann man auch Gefäße oder Gangsysteme in Organen, die man mit undurchsichtigen Massen injiziert, in schöner Weise sichtbar machen. Sie besteht in der Anwendung von Ätzkali und Glyzerin auf vorher konservierte Objekte. Auch mit Kali-Alkohol oder Kali-Formol erreicht man schöne Resultate. Sie leistet auch gute Dienste bei dem Studium und der Demonstration von kleinen Drüsen, wie Sie dies an diesen Diapositiven der Liddrüsen des Menschen sehen.

Auch kann man mit Kali- oder Natronglyzerin bei vorsichtiger Anwendung und allmählicher Steigerung des Kaligehaltes vortreffliche Bilder von der Lage der inneren Organe an durchscheinend gemachten vorher gut konservierten Embryonen gewinnen. Doch, was ich jetzt zeigen möchte, ist mit anderer Methode erreicht.

Legt man anure Amphibienlarven in eine aus Chromsäure, Eau de Javelle und wenig Kalilauge bestehende Flüssigkeit, in der die Chromsäure das konservierende, Eau de Javelle das pigmentlösende und der Kalizusatz das die Eau de Javelle-Wirkung unterstützende aufhellende Prinzip bilden, so erhält man in kurzer Zeit, bei Anwendung starker Lösung unter den Augen des Beobachters ablaufend, einen Einblick in die innere Organisation, der frappierend wirkt, indem nacheinander die verschiedenen Organe in deutlicher Weise hervortreten. Das Verhältnis der 1%igen Chromsäure zu dem Eau de Javelle und zu der 10%igen Kalilauge ist durchschnittlich 80 ccm:5 ccm:10 Tropfen; bei älteren Larven, bei denen die hinteren Extremitäten bereits entwickelt sind, bis zur Metamorphose kann man den Eau de Javellegehalt bis auf 20 steigern. Man kann die Larven lebend, besser aber nach Konservierung in Formol (10%), einlegen¹⁾.

Diese Methode kann nun ausserordentlich vielseitig verwendet

¹⁾ Das Verfahren wird ausführlich anderwärts veröffentlicht.

werden, je nach der Nachbehandlung, welche man solchen Objekten in gegebenen Zeitpunkten der Aufhellung zuteil werden lässt, indem man Formol, Formolglyzerin, Kaliglyzerin, Kalialkohol oder auch nach dem Verfahren der Botaniker Karbolsäure anwendet. Was so erreichbar ist, möchte ich Ihnen noch an den folgenden Diapositiven zeigen.

Sie sehen hier zunächst das Bild einer in normalem Aussehen durch Formol konservierten Larve von *Rana temporaria* von 1,6 cm Länge in Dorsalansicht. Infolge des Pigmentgehaltes ist nichts von inneren Organen zu sehen. Nur die Kornea mit der durchschimmernden Linse ist sichtbar. Und hier eine gleiche Larve nach Behandlung mit der Chromsäure - Eau de Javelle - Kalilösung. Sie sehen die Riechgruben, die dunklen Augenbecher mit der eingelagerten Linse, Vorder-, Zwischen- und Mittelhirn, das Stirnorgan, Labyrinthorgan, die Decke des Hinterhirns mit dem zierlichen Plexus chorioideus ventr. IV., die erste Ablagerung des Kalkes im Saccus endolymphaticus, einen Teil des Rückenmarkes, soweit es nicht dorsal von den sehr deutlichen Myomeren überlagert wird, den *R. lateralis nervi vagi* mit seinem Ramus superior superficialis, die ventralen Äste der Spinalnerven scheinbar über den sichtbaren Darm verlaufen, Vorniere, Pankreas und die noch versteckten stummelförmigen Anlagen der vorderen Extremität (s. Fig. 1)¹⁾. Und hier von der Bauchseite den geringelten Darm, den Rand des Operkulums, undeutlich das Herz, deutlicher den *M. omohyoideus*, *M. submentalis*, *M. masseter*. Hier ein Bild von einer Esculenta-Larve, völlig aufgehellt, wie die vorige nach Konservierung in Formolglyzerin: Sehr deutlich die Teile des Gehirns mit dem Plexus ventr. IV., vorn auch den Ramus superfic. ophthalmicus n. trigemini, und in dem Integument noch die aufgehellten Pigmentzellen (s. Fig. 2). Ferner von der rechten Seite eine Larve von Esculenta (Rumpflänge 2,5 mm) mit Darm, Leber und Pankreas, Operkulum, vordere Extremität in erster Anlage, Augenbecher mit Linse, der sehr kräftigen Kaumuskulatur (*M. temporalis* und *masseter*). Eine entsprechende Serie von einer 1,2 cm (Rumpflänge) langen *Bufo vulgaris*-Larve in vier Bildern, welche die allmähliche Aufhellung zu verfolgen gestatten, in der Dorsalansicht, eine Seitenansicht und eine mit Kalialkohol ganz durchsichtig gemachte Larve von *R. esculenta* von 1,7 cm Rumpflänge, an der der Kalk in dem Saccus endolymphaticus als fast kontinuierliche Masse, nur hie und da unterbrochen, sehr schön zu sehen ist; in der Tiefe auch die Otolithenscheiben auf den

¹⁾ In den Autotypien ist die volle Schärfe der Negative nicht erhalten.

Maculae acusticae, von denen in der Regel erst zwei (wohl noch nicht die der Macula lagenae) sichtbar sind.

Alles in allem gewinnt man so einen Einblick in den Bau der Batrachierlarven, wie es bisher nicht möglich war und zur Aufklärung in manchen Fragen sich eignen wird.

Vortrefflich eignet sich die Methode zur Darstellung der Hautdrüsen, wie ich sie Ihnen hier in der Dorsalansicht einer *Rana esculenta* von 2,0 cm Rumpflänge zeige und dann von einem erwachsenen Triton alpestris, der lebend in die Chrom-Eau-Lösung eingelegt und nach einer halben Stunde in Formol 10% unverändert bis heute konserviert ist, ein Bild, das mit ähnlichen sehr wohl geeignet ist zur Aufklärung der Frage von den Hautdrüsen der Amphibien beizutragen, die zuletzt (nur an Durchschnitten) in unserem Institut unter *Heidenhains* Leitung bearbeitet wurde. Die ersten Drüsenanlagen sehen Sie hier bei einer Esculenta-Larve im Bereich des beiderseitigen späteren Dorsalwulstes und zugleich die sehr zierliche Verästelung der Hautgefäße und hier entsprechend die Hautgefäße von einer 1,9 cm langen Bombinator-Larve in der Seitenansicht mit Augenbecher und Linse, vorderer Extremität unter der Haut, der zierlichen Muskulatur in der Dorsalwand des Kiemendarmes, die Myomeren, den Darm, die Anlage der platten Muskulatur des Bauches ohne Segmentierung, den Nervus lateralis vagi über den ventralwärts senkrecht zu ihm laufenden Spinalnervenästen. Weiter sehen Sie grössere Esculenta-Larven mit vortrefflicher Darstellung der gesamten oberflächlichen Nerven, die sich schneeweiss von der grauen Unterlage bis in die feinen Verästelungen bei Beleuchtung von oben darstellen und ein besonderes Studium beanspruchen, weil es nicht gelingt, mit Hilfe der *Gauppsschen* Darstellung vom erwachsenen Frosch alle Nerven zu deuten, wie denn die Nerven und Muskeln der Larve in ontogenetischer und vergleichender Beziehung besonderes Interesse bieten. Bei starker Aufhellung unter Zuhilfenahme von Kaliglyzerin gelingt es auch die tiefen Nerven, die sich durch ihre dunkler bleibende Beschaffenheit deutlich herausheben, in der Lage zu sehen, vornehmlich den N. opticus, alle drei Äste des Trigeminus, Akustikus mit den beiden Hauptästen, Vagus in ganzer Verästelung usw.

Durch beliebig zu steigernde, dem Objekt nach vorhergegangener Härtung in Chromsäure angepasste Konzentration der Chrom-Eau de Javelle-Lösung gelingt es die aufhellende mit der korrodierenden Wirkung zu verbinden bei ganz jungen Larven sowohl als bei solchen, die fast metamorphosiert sind. Die Korrosion wird fortwährend unter

dem Mikroskop kontrolliert, und sobald das gewünschte Ergebnis erreicht ist, wird das Objekt in mehrmals gewechseltem Formol (10%) konserviert. So kann man alle Organe durch Auflösung der Bindesubstanz korrodieren und erhält einen schönen Einblick in den Bau. Hier sehen wir z. B. Esculenta-Larven von 2—3 mm Rumpflänge nach Mikrophotographien. Bei der einen ist nur die Epidermis fortgewaschen. Durch das durchsichtige Korium, das noch alles umhüllt, sieht man den Augenbecher mit der Linse, die Abteilungen des Hirns, das Rückenmark, die Myomeren, Ohrkapsel, Vorniere, Trigeminalganglion, Darm u. a. und in einer anderen, bei welcher das Korium abkorrodiert ist, die Vorniere mit der Kanälchenstruktur, zwischen ihr und dem Labyrinthorgan (Ohrkapsel) das Vagusganglion, den Darm mit der Pankreasanlage u. a. Wird die Korrosion noch weiter geführt, so erhält man Bilder wie die folgenden von grösseren Rana-Larven stammenden. In dem einen sehen Sie nach Photographie bei auffallendem Licht das Hirn mit Vorder-, Zwischen- und Mittelhirn, sowie die kleine Cerebellum-Anlage und die Medulla oblongata mit dem aufgelagerten Plexus chorioideus, die N. optici, die Augenmuskeln, den Ramus ophthalmicus n. trigemini in seinem bogenförmigen Verlauf, die Myomeren, dorsale Äste der Spinalnerven u. a. (s. Fig. 3) und in dem anderen bei tiefer vorgegangener Korrosion das Hirn in besonderer Klarheit, die Paraphyse, auch den Ramus maxillaris trigemini u. a. (s. Fig. 4). Besonders schön lassen sich die Augenmuskeln und Nerven darstellen in einer Weise, wie sie durch die Präparation natürlich niemals an diesen kleinen Objekten erreicht werden kann. Hier sehen Sie Bilder von Esculenta-Larven von 1,8 cm Rumpflänge und von Pelobates-Larven von 2—2,5 cm Rumpflänge, deren Bulbusanlage (Augenbecher mit Linse) weniger als ein Millimeter im Durchmesser betragen: M. obliquus superior mit dem hineinlaufenden N. trochlearis, M. obliquus inferior und die M. recti, darunter den N. maxillaris nach vorn ziehen, medial und höher den N. ophthalmicus, vorn den N. olfactorius überkreuzend, wo dieser in besonderer Zierlichkeit zu der Riechschleimhaut ausstrahlt, alles Bilder, die des Morphologen Herz erfreuen. Ferner Bauch- und Seitenansichten grösserer Esculenta-Pelobates- und Bombinatorlarven und endlich das so eigenartige Hirn eines jungen Barsches in der Lage.

Ausführlicher gehe ich an anderer Stelle auf die Methode sowohl wie auf die Ergebnisse ein.

Erklärung der Abbildungen.

Die Abbildungen sind Reproduktionen von Mikrophotographien des Verfassers.

Fig. 1. Larve von *Rana tenporaria* von 1,6 cm Länge nach Konservierung in Formol 10% und Behandlung mit der Chrom-Eau de Javelle-Kalilösung und Konservierung in Formolglyzerin (Formol 10% 2 Tle., Glycerin 1 Tl.), Dorsalansicht.

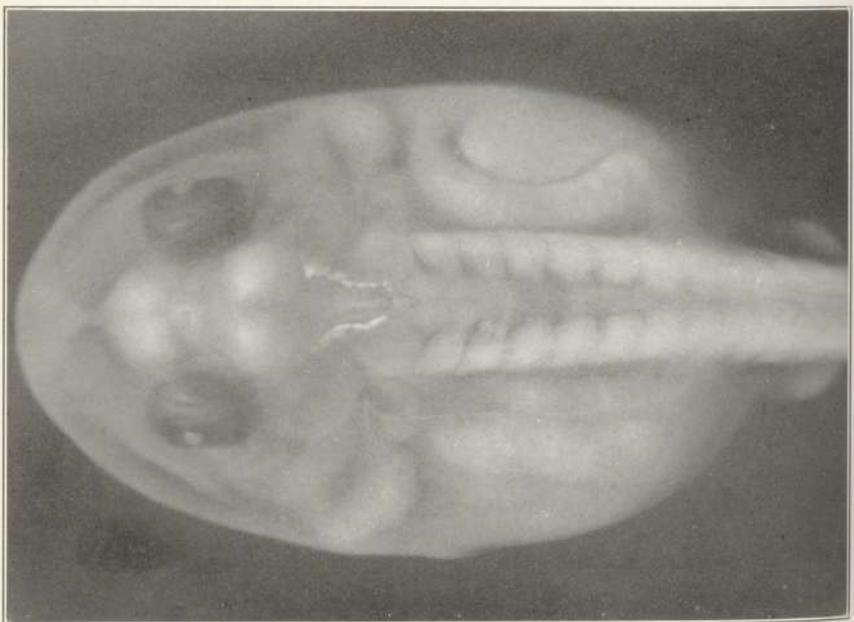
Fig. 2. Larve von *Rana esculenta* von ungefähr der gleichen Länge wie die vorige und nach der gleichen Methode behandelt. Dorsalansicht.

Fig. 3 u. 4. Dorsalansichten von zwei zunächst mit Formol konservierten, dann mit Chromsäure gehärteten und mit Chrom-Eau de Javelle in verschiedenem Grade korrodierten grösseren *Eskulenta*-Larven. Konserviert in Formol-Glyzerin.

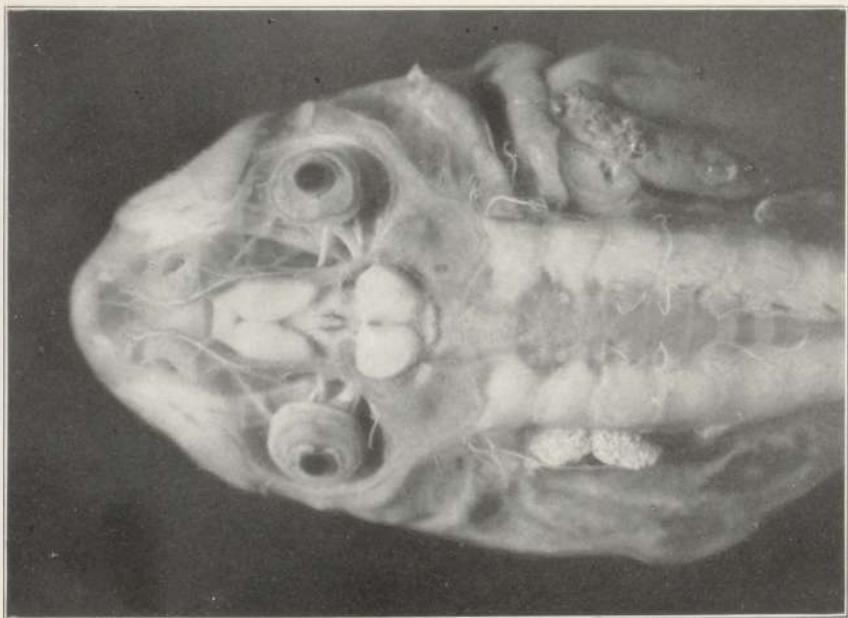
Näheres über alle Bilder s. im Text. Eine spezielle Beschreibung der Bilder ist hier nicht beabsichtigt, da es sich jetzt nur um die Methode handelt.



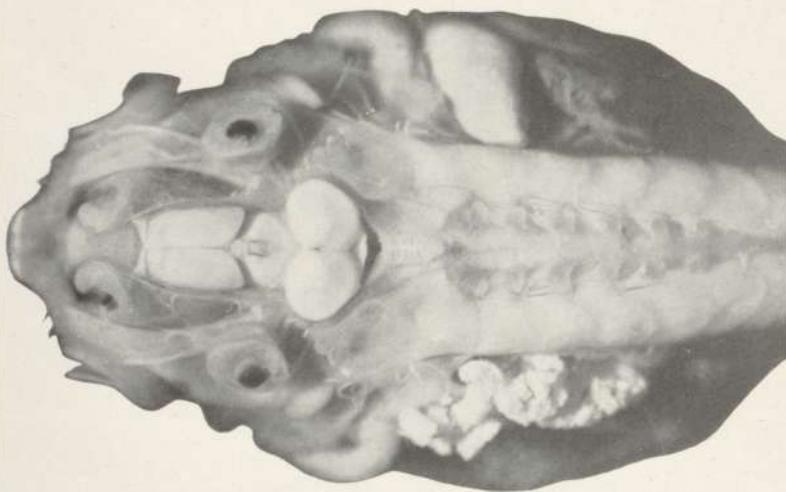
Figur 2.



Figur 1.



Figur 3.



Figur 4.

Schultze: Neue Methoden der histologischen, aufhellenden und korrodierenden Technik.

Der Sauerstoffgehalt der natürlichen Wässer in Würzburg und Umgebung.

Von

H. K. Lang,

Kgl. I. Assistent des Hygienischen Instituts der Universität Würzburg.

I. Einleitung.

Im Laufe einer grösseren, mehr theoretischen Arbeit über die Ursachen des grösseren oder geringeren Gehaltes an Sauerstoff in den natürlich vorkommenden Wässern habe ich in den Jahren 1895 und 1896 und 1903 in der Umgebung Würzburgs eine sehr grosse Anzahl von Sauerstoffbestimmungen angestellt nach der Winklerschen Methode, die sich auch in meinen Händen als ein äusserst angenehm zu handhabendes, genaues und sicheres Verfahren bewährte. Für die theoretischen Ergebnisse meiner Arbeit verweise ich auf meine Publikation im Archiv für Hygiene, Beiträge zur Kenntnis des Sauerstoffgehaltes des Wassers. Hier will ich möglichst in Tabellenform eine knappe Übersicht über die Resultate der angestellten Wasseruntersuchungen geben. Alle Zahlen sind mitgeteilt in ccm Sauerstoff von 0° und 760 mm Barometerstand in einem Liter Wasser.

Zur leichteren Orientierung gebe ich hier im Auszug eine Tabelle von Winkler, aus der zu ersehen ist, welche Sauerstoffmengen bei verschiedenen Temperaturen im Wasser bei Sättigung enthalten sind:

Temp.	ccm Sauerstoff								
0	10,187	8	8,260	11	7,692	14	7,192	18	6,614
5	8,907	9	8,063	12	7,518	15	7,038	20	6,356
7	8,467	10	7,873	13	7,352	16	6,891	25	5,776

Diese Zahlen sind stets notwendig zur Beurteilung der Wassersättigung.

2. Brunnenwässer aus Würzburgs Umgebung. (Dorfbrunnen.)

Ich gebe zunächst einen kurzen Überblick über die Untersuchung von dem Wasser sämtlicher Brunnen in 14 um Würzburg liegenden Dörfern. Die Untersuchung ist im Jahre 1895 im August, im Jahre 1896 im September mit so übereinstimmenden Resultaten ausgeführt worden, dass ich nur die Resultate der 1. Untersuchung mitteile. Die kleine Planskizze genügt um die Lage der Dörfer zu Würzburg erkennen zu lassen.

Ich habe bei den Untersuchungen der Brunnen auch die organische Substanz, salpetrige Säure, Ammoniak und in vielen Fällen auch die Keimzahlen bestimmt.

1. In Randersacker, 27. VIII. 95.

Marktflecken auf der rechten Mainseite, 6 km südöstlich von Würzburg. Die Wässer seiner Brunnen kommen direkt aus den Bergen, an deren Fuss der Ort liegt. Der Main geht fast bis an das Dorf.

Entnahmestelle	Herkommen d. Wassers	Art der Brunnen	Temp.	ccm Sauerstoff in 1 L.	Org. Subst. in mgr. 0 pro l	N ₂ O ₃	NH ₃	Keime in 1 ccm	
Spielbrunnen	Diese Wässer sollen vom Spielberg kommen	P ¹⁾	11,5	5,85	1,0	0	0	120	
Brunnenstube des Spielbrunnens		Q	11,5	6,00	—	—	—	—	
Hirtenbrunnen		P	13	4,70	1,0	0	—	260	
Gabersbrunnen		„	13	3,17	2,0	Spur	deutlich	10 000	
Schwesternhausbrunnen		„	13	4,21	—	—	—	—	
Fläckenbrunnen		„	11	4,60	—	—	—	—	
Rathausbrunnen		Vom Lehmberg	„	11	2,62	1,5	0	Spur	300
Schulhausbrunnen		„	„	11	0,85	1,0	0	Spur	220
Störrleinsbrunnen		„	„	11,5	5,17	—	—	—	—
Beim alt. Bürgermeister		Vom alten Berg	„	10,5	3,85	0,8	0	Spur	480
Hinterer Brunnen	„	„	10,5	3,85	—	—	—	—	

¹⁾ P = Pumpbrunnen, L = Laufbrunnen (Wasser läuft ständig), DrB = Druckbrunnen (das Wasser läuft nur bei Öffnen des Druckventils), Q = Quelle, Z = Ziehbrunnen.

2. In Gerbrunn, 27. VIII. 95.

Südöstlich von Würzburg, liegt rechts des Maines ca. 4 Kilometer von Würzburg entfernt in einem engen, tiefen Talkessel, ist vom Main ebenfalls ca. 4 Kilometer entfernt und durch eine Hügelkette von diesem getrennt.

Entnahmestelle	Art des Brunnens	Temp.	ccm Sauer- stoff in 1 Liter	Org. Subst. in mgr. 0 im L.	N ₂ O ₃	NH ₃	Keime in 1 ccm
Unterer Gemeindebrunnen	L	10,5	5,58	0,5	0	0	80
Oberer „ „	Eis. P	11,5	5,50	0,5	0	0	60
Unterer „ „	„	11,5	6,00	—	—	—	—
Unteres Dorf H.-Nr. 28, 10 m tief	„	10	3,83	1,0	0	Spur	12
Mitte d. Dorfes, auf d. Berg, H.-N. 47	Hölz. P	11	7,45	—	—	—	—
Ob. Dorf, H.-Nr. 80 (Kraft), 16 m tief	„	12,5	4,28	0,8	0	Spur	318
„ „ „ 79 (Höppel), 16 m t.	„	11,5	5,18	—	—	—	—
Weißer, am Ortsausgang des Dorfes (trüb)	—	22,5	2,03	—	—	—	—

3. Gieshügel, 27. VIII. 95.

Einöde, östlich von Gerbrunn, zwischen Rottendorf und Randersacker auf dem Hochplateau gelegen.

Laufbrunnen	—	11	6,12	0,6	0	0	12
Weißer, von einer andern Quelle	—	17	4,28	—	—	—	—
Laufbrunnen am Ostabhang des Giesh. Wäldchens, bei Bahn- wärterhaus Nr. 53b	—	14	7,12	0,7	0	0	8

4. Rottendorf, 27. VIII. 95.

Im Osten von Würzburg, liegt auf einem Hochplateau, ca. 100 m höher als Würzburg und ist von diesem und vom Main ca. 7—8 km entfernt.

Gasth. z. Kirschbaum; Br. 3 Mt. alt	EP	10	4,79	1,0	0	Spur	90
H.-Nr. 78, 14 m tief, wenig Wasser	HP	10	1,08	—	—	—	—
H.-Nr. 82	„	14	1,08	1,2	0	Spur	136
H.-Nr. 74 u. 75 (Pumpe schlecht)	„	10	1,43	—	—	—	—
H.-Nr. 72	„	10	1,31	—	—	—	—
Am Bahnhof	L	16,5	2,44	—	—	—	—
H.-Nr. 135 ^{1/2} (neue Pumpe)	EP	10	1,69	0,8	0	0	216
Gasth. z. Eisenbahn (neue Pumpe)	„	11	2,78	—	—	—	—
Laufbrunnen oberh. des Bahnhofs gegen Würzburg	„	11	2,44	0,7	0	0	19
H.-Nr. 76, 20 m tief	„	10,5	6,31	0,8	0	Spur	150
Gemeindebrunnen (viel Wasser)	L	11	5,41	0,6	0	0	12
H.-Nr. 110 (Hofgut v. Hirsch)	EP	11	3,72	—	—	—	—
Gasth. z. Krone (schlechte Pumpe)	„	11,5	2,62	1,5	Spur	deutl.	680
H.-Nr. 131	HP	9,5	6,15	—	—	—	—
H.-Nr. 138, 10 m tief	Z	10,5	6,78	—	—	—	—
Vis-à-vis H.-Nr. 138 (Bes. Krapf)	„	9,5	6,15	0,5	0	Spur	320

5. Lengfeld, 95.

Dorf rechts des Maines, 5 km von Würzburg in östlicher Richtung im Tale liegend.

Entnahmestelle	Art des Brunnens	Temp.	ccm Sauerstoff in 1 L.	Rückstand	Chlor	NH ₃	N ₂ O ₃
Beim Gasthaus zum Hirschen	EP	9	3,03	} 940,0	68	kräftig	0
An der Kirche	„	9	4,92		150	kräftig	Spur

6. Versbach, 95.

Dorf rechts des Maines, 6 km von Würzburg in nordöstlicher Richtung im Tale gelegen.

Vom Maine selbst sind diese letzten 5 Dörfer mindestens 5—6 km entfernt.

Leitungswasser	L	14	5,00	485,0	10	0	0
Rimparer Strasse, Ende d. Dorfes	DrB	13	6,00	395,0	13	Spur	0
An der Kirche	L	12	6,11	395,0	13	0	0

7. Rotkreuzhof, 30. VIII. 95.

Auf dem Hochplateau des Steinberges zwischen Würzburg und Oberdürrbach gelegen.

Entnahmestelle	Art des Brunnens	Temp.	ccm Sauerstoff in 1 L.	Org. Subst. in mgr. 0 im L.	N ₂ O ₃	NH ₃	Keime in 1 ccm
Quelle in der Brennerei	EP	13,5	5,18	0,6	0	Spur	27
Dasselbe Wasser aus d. Reservoir	Hahn	14	5,40	—	—	—	—
Weiherrwasser	—	20	5,20	—	—	—	—

8. Oberdürrbach, 30. VIII. 95.

Fast nördlich von Würzburg und von diesem ca. 7 km entfernt, in einem Tale rings von Bergen umgeben. Von Würzburg wird es durch den Stein- und Schalksberg getrennt.

Gemeindebrunnen, am Pfarrhof	} Von der gleichen Quelle	L	12,5	6,31	0,7	0	0	100
Gemeindebrunnen, auf halber Berghöhe		EP	12,0	7,00	—	—	—	—
H.-Nr. 3 u. 4, auf dem Berg		HP	11	5,07	—	—	—	—
H.-Nr. 1, auf dem Berg		„	9	6,54	—	—	—	—
H.-Nr. 1 ¹ / ₂ , a. d. Berg, wenig Wasser		„	11	4,28	2,0	0	Spur	740
Am Schafhof, am Fuss des Berges		L	13	6,88	0,6	0	0	60

9. Unterdürnbach, 30. VIII. 95.

3 km im Norden von Würzburg, von diesem durch den Steinberg getrennt; liegt im Tale rings von Bergen umgeben. Hat eine Wasserleitung.

Entnahmestelle	Art des Brunnens	Temp.	ccm Sauer- stoff in 1 L.	Org. Subst. in mgr. 0 im L.	N ₂ O ₃	NH ₃	Keime in 1 ccm
Nördl. vom Bach } in der Nähe Südl. „ „ } d. Kirchhofs	Wasserleitungs- Wasser Druckhähne ¹⁾	13	6,32	0,7	0	0	17
		13	6,42	—	—	—	—
Auf dem Berg, oberhalb dem Gasthaus z. Stern	„	14	7,00	0,7	0	0	23
Im Tal, am Westend des Dorfes (Fassnacht)		14,5	6,50	—	—	—	—
Am Berg, an der Würzb. Strasse, Quelle am Kreuzberg	L	15,75	6,78	0,6	—	—	—
Gemeindebrunnen im Tal, an der hohen Steinbrücke	EP	11,5	1,65	—	—	—	—
Gemeindebrunnen an der Kirche	„	10,5	3,61	1,2	0	Spur	388
Im Gasthaus zum Adler	„	10,0	1,02	2,0	—	—	—
Im Pfarrhof	„	10,5	2,03	2,0	0	Spur	670
Vis-à-vis v. Pfarrhof (Lehrerin)	„	11,0	7,50	—	—	—	—

10. Veitshöchheim, 27. VI. 05.

7 km von Würzburg entfernt, westlich von Würzburg am Main gelegen. Auf seiner nördlichen Seite liegen in kurzer Entfernung bewaldete Berge.

Quelle im Keller des alten Forst- gebäudes	Q	9	5,98				
Die Martinsquelle	„	11	5,32				
Am Bahnhof	EP	9	5,64	—	—	—	—
Im Hofgarten	See	20	12,34	—	—	—	—
Oberer Gemeindebrunnen ²⁾	EP	10	0,18				
Unterer „ „	„	11	2,48				
In der Obstbaumschule (Cavalier- gebäude	„	13	2,89	—	—	—	—

11. Zell a. M., 24. VIII. 95.

Dorf links des Mains. Direkt am Main gelegen, lehnt sich an die steil aufsteigende Berge an, aus dem es seine Wasser und zwar in grossen Mengen erhält. Viele Quellen treten innerhalb des Mainbettes zutage. (Die Quellen sind nun gefasst und bilden die dritte Würzburger Trinkwasserversorgung.)

¹⁾ Die Brunnenstube der Wasserleitung liegt im Schalksberg.

²⁾ Weitere Untersuchungen dieses Brunnens hatten immer dasselbe Resultat.

Entnahmestelle	Art des Brunnens	Temp.	ccm Sauer- stoff in 1 L.	Org. Subst. in mgr. 0 im L.	N ₂ O ₃	NH ₃	Keime in 1 ccm
I. Felsenbrunnen am Süden v. Z. gegenüb. d. Schnellpressenfabr.	L	12	4,92	0,5	0	0	18
II. Felsenbrunnen	„	13	4,06	—	—	—	—
III. Felsenbrunnen vis-à-vis dem alten Brauhaus	„	13	4,06	—	—	—	—
Am alten Brauhaus	EP	12	4,75	0,6	0	Spur	98
An der Rose, 3 m unterhalb der Strassenoberfläche	L	11,5	4,43	—	—	—	—
Im Garten der Rose	„	12	5,53	—	—	—	—
I. Würzburger Quelle	Q	11	4,80	—	—	—	—
II. Würzb. Quelle, Dreiröhrenbr.	L	11,5	5,00	0,7	0	Spur	100
III. Würzb. Quelle, am Feuerhaus	„	11,5	5,25	—	—	—	—
Im unteren Klosterhof	„	11,5	5,80	1,0	0	deutl.	—
Im Judenhof	„	12	6,00	2,0	0	„	460
In der Gärtnerei, im Judenhof	„	12	5,86	—	—	—	—
Am Nordende von Zell	Q	11	5,64	—	—	—	—

12. Höchberg, 05.

Dorf links des Maines, 5 km westlich von Würzburg auf dem Hochplateau hinter dem Marienberge gelegen, auf 3 Seiten von Wald umgeben.

Es hat teilweise eine Wasserleitung, deren Wasser einem 75 m tiefen Brunnen entstammt.

Entnahmestelle	Art des Brunnens	Temp.	ccm Sauer- stoff in 1 L.	Rück- stand	Chlor	NH ₃	N ₂ O ₃
Leitung an der Hauptstrasse, 75 m tief	L	13	4,88 7,29	896,5	25	0	0
An d. Hauptstrasse links, 3 m tief	EP	9	7,28	425,0	20	0	0
An der Hauptstrasse links	L	10	8,20	425,0	20	0	0
Nebenstrasse links, Doppelbrunn.	„	8	—	—	20	0	0

13. Reichenberg, 05.

Dorf links des Maines auf einem hügeligen Terrain 8 km südwestlich von Würzburg am Rande des Guttenberger-, Reichenberger Waldgebietes gelegen.

An der Kirche (aus dem Gutten- berger Wald kommend)	L	14	6,22	372,5	12	0	0
Mitte des Dorfes an der Brücke	„	12	7,10	—	10	—	0
Am Bahnhof, 1 km westlich von Reichenberg	„	16	6,99	357,5	10	0	0

14. Rottenbauer, 05.

Dorf links des Maines ca. 10 km südlich von Würzburg und 6 km von Heidingsfeld auf einem Bergrücken gelegen. Nahe am Fusse dieses Berges liegt Heidingsfeld.

Entnahmestelle	Art des Brunnens	Temp.	ccm Sauer- stoff in 1 L.	Rück- stand	Chlor	NH ₃	N ₂ O ₃
Oberer Dorfbrunnen (angeblich das beste Wasser)	EP	10	5,88	427,5	12	0	0
Kirchenbrunnen	"	14	4,10	507,5	52	Spur	0
Am Ende des Dorfes gegen Eibelstadt (Rohrleitung aus dem Walde)	L	15	5,88	438,0	17	0	0

15. Heidingsfeld.

Städtchen 3 Kilometer südlich von Würzburg, direkt am Main gelegen.

Bei Untersuchung der Heidingsfelder Brunnen auf freien Sauerstoff habe ich so merkwürdige fast durchweg **äusserst niedrige** Resultate gewonnen, dass ich die Gesamtbrunnen von Heidingsfeld und Umgebung einer eingehenden Untersuchung unterzog und die Resultate in einer gesonderten Arbeit, die im Archiv für Hygiene erscheint, niederlegte.

Über die Wässer der anderen 14 Orte ist im allgemeinen zu sagen, dass ca. $\frac{1}{3}$ derselben annähernd mit Sauerstoff gesättigt waren, die Mehrzahl aber zwischen 4—6 cm O im Liter enthielten, was bei einer Temperatur von 11—13 Grad einer Sättigung von 60—70% entspricht. Nur ganz vereinzelte Proben, wie in Veitshöchheim und Rottendorf ergaben, wenn auch nicht ganz so niedere, doch ähnliche Resultate wie das Heidingsfelder Wasser. Die sauerstoffarmen Wässer in Rottendorf gelten bei der Bevölkerung als minderwertige Trinkwässer.

Zum Schlusse erlaube ich mir hier noch einige eingehendere chemische Untersuchungen obiger Wässer anzufügen. Die Zahlen bedeuten Milligramm in 1 Liter Wasser.

Ortschaft	Rückstand	Org. Subst. in mgr. 0	Cl.	N ₂ O ₃	N ₂ O ₅	NH ₃	CaO	MgO	SO ₃	H ⁺
Randersacker	718	0,75	17,0	36,0	0	0	225	63,6	165	31,46
"	796	1,60	19,9	39,0	0,07	0,2	241,6	66,6	205,9	33,48
Rottendorf	744	1,00	65,3	97,5	0	0	—	—	40,2	—
Gerbrunn	440	0,59	9,9	27,0	0	0	100,5	81,5	16,8	21,46
"	460	1,04	12,7	28,0	0,15	0	124,5	65,3	16,6	21,59
Gieshügel	366	1,07	7,1	27,0	Spur	0	—	—	17,0	—
Oberdürrbach	368	0,70	12,7	22,2	0	0	106,8	53,3	10,0	31,62
Rotkreuz	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Unterdürrbach	918	2,40	71,7	137,0	0,12	0	198,0	74,3	71,3	30,2
Oberzell	832	0,26	10,6	28,0	0	0	297,5	57,6	263,0	37,7
Unterzell	663	0,33	10,6	28,0	0	0	231,6	46,8	176,3	29,7

3. Alte Pump-, Lauf- und Ziehbrunnen in Würzburg.

Nr.	Entnahme:				Art des Brunnens	Datum	Temp.	Gefunden in 1 Liter				Keime I in cem	
	Ort	Bezirk	Himmels- richtung	Rechts od. links des Mains				cem Sauerstoff	Org.Subst. in mgr. 0	N ₂ O ₃	NH ₃		
1	Gut Moskau	Zellerau	NW	LM	P	24.VIII.95	12	6,85	1,0	0	Spur	220	
2	Gut Moschee		"	"	"	"	11,5	2,58	1,5	0	"	830	
3	Fischhandl. Rügemer		"	"	Z	"	12	5,58	1,0	0	"	60	
4	Gut Adelman		"	"	P	"	10,5	5,52	0,8	0	"	300	
5	Schwesternhaus		"	"	L	"	12	3,18	0,6	0	0	48	
6	Alte Fabrik Oberzell		"	"	"	"	12	3,47	0,6	0	0	46	
7	An der Kirche		Auf d. Niko- Auf d. Ma- Auf d. Niko- Auf d. Niko-	W	"	"	26.VIII.95	13,5	6,88	1,0	0	0	212
8	Bei Gebäude Nr. 255			"	"	"	"	13,5	6,65	1,0	"	0	96
9	vis-à-vis d. Heidenturm			"	"	"	"	15	6,09	1,0	Spur	Spur	2450
10	Im Garten d. Käppele, 30 m tief			SW	"	P	"	10	5,64	0,7	0	"	35
11	Im Waschhaus	"		"	"	"	11	5,00	0,7	0	"	35	
12	Johannishof	"		"	Z	"	9	5,14	0,5	0	"	20	
13	Schützenhof, 27 m tief mit der Hora zu- sammenhängend	"		"	P	"	12	7,31	0,6	0	"	100	
14	Leimsud	"		"	"	13. IX. 95	9,5	6,09	0,8	0	0	50	
15	Leimsud (im Gemüse- garten)	"		"	"	"	10,5	5,00	1,2	Spur	Spur	1250	
16	Hora	Am Fusse des Nikolausberges		"	"	L	"	10,5	6,72	0,7	0	0	85
"	"		"	"	"	10. IX. 95	10,5	6,80	0,7	0	0	160	
"	"		"	"	"	22.VIII.95	10,5	7,09	0,7	0	0	360	
"	"		"	"	"	16. IX. 95	10,5	7,21	1,2	0	Spur	5400	
"	"		"	"	"	17. IX. 95	10,5	7,21	1,1	0	deutl.	4800	
"	"		"	"	"	5 IX. 9	10,5	6,77	0,7	0	Spur	840	
"	"		"	"	"	10. IX. 96	10,5	6,99	0,8	0	"	720	
"	"		"	"	"	7. X. 96	10,5	7,40	0,7	0	0	185	
"	"		"	"	"	7. XII. 96	10,5	7,45	0,9	0	deutl.	530	

Nr.	Entnahme:					Datum	Temp.	Gefunden in 1 Liter				Keime in 1 ccm
	Ort	Bezirk	Himmels- richtung	Rechts od. links des Mains	Art des Brunnens			ccm Sauerstoff	Org. Subst. in mgr. 0	N ₂ O ₃	NH ₃	
17	Brennerei an der Dür- bacher Strasse	Dürnbachau	NW	RM	P	30.VIII.95	12	6,54	0,8	0	0	180
18	Brennerei (wenig Wasser)		"	"	"	"	13,5	1,58	1,5	Spur	dentl.	3440
19	Bahnwärterhaus Nr. 1 (Wasser steigt und fällt mit dem Main)		"	"	Z	"	14	5,27	1,5	0	0	135
20	Bahnwärterhaus Nr.96 (Quelle)	Am Fusse d. Neuberger Waldskugel	"	"	"	"	10,5	3,79	0,5	0	0	80
21	Gärtnerei a. d. Hei- dingsfelder Brücke		SO	"	P	22.VIII.95	11	6,70	0,6	0	0	80
22	Alandsgrund		"	"	L	"	10,5	7,39	0,5	0	0	15
	"	"	"	"	18.VIII.96	10,5	7,45	0,5	0	0	14	
23	Ziegelei a. d. Mergent- heimer Strasse	Am Fusse d. Waldskugel	S	LM	P	23.VIII.95	7,5	6,62	0,8	—	—	48
24	Ziegelei von Siegler		"	"	"	"	10	6,00	0,6	—	—	52

Die Wässer Nr. 16, 21, 22, 23, 24 wurden wiederholt von mir auf Sauerstoffgehalt untersucht, die Resultate waren mit ganz kleinen Abweichungen immer dieselben.

Von all diesen Brunnen, mit Ausnahme von Nr. 15 und 18 wird das Wasser zum Trinken benützt. Die Wässer sind grossenteils an-
nähernd mit Sauerstoff gesättigt, manche wenig übersättigt. Keim-
zahlen wie 5400 in 1 ccm beeinflussen den Sauerstoffgehalt nicht
merklich. Die Wässer Nr. 5, 6, 10, 13, 32, insbesondere aber Nr. 16
gelten beim Volke als vorzügliche Trinkwässer.

4. Das Mainwasser bei Würzburg.

Entnahme				Datum	Temp.	ccm Sauerstoff in 1 Liter
Ort	Rechtes Linkes Mitte	Ufer Lage				
Bei Randersacker, 6 km von Würzburg	R.	Oberhalb Würz- burg		22.VIII.95	23°	8,34
	M.					
	L.					
An der Heidingsfelder Brücke, 3 km von Würzburg	R.			3. I. 96	1°	9,90
	M.					
	L.					

E n t n a h m e			Datum	Temp.	cem Sauerstoff in 1 Liter
O r t	Rechtes Linkes) Ufer Mitte	Lage			
Oberhalb der alten Brücke	R.	In Würzburg	16.VIII.95	20°	7,67
do.	M.				
do.	L.				
Oberhalb der Luitpoldbrücke	R.	In Würzburg	4. I. 96	1,5°	9,70
do.	M.				
do.	L.				
Bei der Himmelspforte, 2 km unterhalb Würzburg	R.	Unterhalb Würzburg	24.VIII.95	25°	8,01
do.	M.				
do.	L.				
Bei Zell, 5 km unterm. Würzburg	R.	Unterhalb Würzburg	5. I. 96	20°	9,50
do.	M.				
do.	L.				

Im Vergleich zu den bisherigen Zahlen müssen an den Mainwasserbestimmungen auf den ersten Blick die auffallend hohen Werte auffallen. Die Proben enthielten zum Teil mehr Sauerstoff als theoretisch möglich ist. Ich habe im Archiv für Hygiene gezeigt, dass daran die grüne Vegetation des Maines schuld ist. Die Zahlen waren oberhalb und unterhalb der Stadt annähernd identisch. Es lässt sich auch durch die Sauerstoffuntersuchung dartun, dass von einer auffallenden Veränderung des Mainwasser durch die Kanalisation nicht wohl gesprochen werden kann. Näheres bei Breidenbach. Verhandlungen der Phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg N.F. Bd. XL. 1908.

5. Das Würzburger Leitungswasser.

Zur Zeit der nachfolgenden Untersuchungen (bis 1905) war die Trikwasserversorgung Würzburgs eine zweifache:

1. Durch das alte Wasserwerk in der Bahnhofstrasse am Nordosten der Altstadt, dessen hartes Wasser am Fusse des Steinberges grösstenteils entspringt.

2. Durch das neue Wasserwerk an der Mergentheimer Strasse am Süden der Stadt auf dem linken Mainufer, dessen weiches Wasser hauptsächlich von der Waldskugel und dem Guttenberger Waldgebiet kommt.

Beide Wässer werden in getrennte Reservoirs auf den Galgenberg gepumpt und zwar das neue Wasser (1894) in das Hochreservoir oberhalb des „Letzten Hiebs“, das alte in ein kleineres Reservoir unterhalb des „Letzten Hiebes“ und von hier durch ge-

trennte Rohrnetzleitungen in die Stadt. Beide Leitungen können aber auch miteinander verbunden werden.

Ich stellte mir die Aufgabe, diese beiden Wässer an ihren Sammelstellen, den Wasserwerken, eingehend zu untersuchen, hauptsächlich auf ihren Sauerstoffgehalt, um dann zu sehen, ob und wie dieser Sauerstoffgehalt 1. durch den langen Lauf in dem weitverzweigten Rohrnetz, 2. durch die hiedurch bedingte wechselnde Temperatur sich verändere. Meine Aufgabe wurde mir dadurch erleichtert, dass ich teils durch Untersuchung und Studium des Stadtplans, teils durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Wasserwerksdirektors Lamb fand, dass die ältere Leitung im Parterre des medizinischen Kollegienhauses (in dem sich das hygien. Institut befindet) aus dem alten Wasserwerk, die neuere Leitung im hygien. Institut aus dem neuen Wasserwerk gespeist wurde.

Da die beiden Wasserleitungen je nach dem Wasserbedarf in der Stadt gemischt werden konnten, so habe ich nur dann auf Sauerstoff untersucht, wenn ich sicher war, ungemischtes Wasser vor mir zu haben, was meist schon aus den Temperaturunterschieden fast mit Bestimmtheit ersehen werden konnte.

1. Alte Leitung.

Eine ziemlich lange Reihe von Untersuchungsbefunden im alten Wasserwerk selbst ergab, dass das Wasser eine Temperatur von 11—12,5° C während eines ganzen Jahres und einen wechselnden Sauerstoffgehalt von 4,48—5,33 ccm im Liter hatte, das ist eine Sättigung von 57—72%. Dieser wechselnde Sauerstoffgehalt hängt nicht etwa mit der in langen Intervallen ein klein wenig fallenden und steigenden Temperatur zusammen, sondern soll durch die Konstruktion der Pumpmaschinen bedingt sein, durch die in unregelmässigem Wechsel Luft in das Wasser gepresst und auch abgesaugt werden soll.

Von den vielen Untersuchungen im Parterre des medizinischen Kollegienhauses, die im grossen und ganzen recht gut untereinander stimmten, führe ich hier nur eine Serie an, bei der 6 Tage nacheinander Bestimmungen gemacht wurden. Während dieser Untersuchungsdauer floss nur Wasser aus dem alten Wasserwerk. Die Temperatur, die in diesen Tagen im Wasserwerk selbst 12,5° C betrug, stieg im Hause auf 12,8 bis sogar 13,4°, obwohl ich vor jedem Versuch, das kräftig ausströmende Wasser erst über eine viertel Stunde laufen liess. (Das Leitungsrohr innerhalb des Hauses ist höchstens 20 m lang.)

Datum	Zeit	Temp. ° C	ccm 0 in 1 L	Datum	Zeit	Temp. ° C	ccm 0 in 1 L
16. IX. 95	7 Uhr früh	13	3,81	18. IX. 95	7 Uhr früh	13,25	3,39
	8 " "	13	3,81		12 " "	13,25	3,39
	9 " "	13	3,90	7 " abds.	13,00	3,33	
	11 " "	13	3,97	19. IX. 95	7 " früh	13,00	3,43
	12 " "	13,1	3,83		12 " "	13,00	3,50
	1 " nachm.	13,2	3,45	7 " abds.	13,00	3,50	
	6 " abds.	13,3	3,16	20. IX. 95	7 " früh	13,00	3,36
7 " "	13,4	3,22	12 " "		13,00	3,41	
17. IX. 95	7 " früh	13,0	3,58	7 " abds.	13,00	3,43	
	11 " "	13,0	3,22	21. IX. 95	7 " früh	12,8	3,61
	4 " nachm.	13,0	3,66		12 " "	13,00	3,50
	7 " abds.	13,0	3,79		7 " abds.	13,00	3,50

Aus diesen Zahlen geht deutlich hervor, dass schon auf der kurzen Strecke vom Wasserwerk zum medizinischen Kollegienhaus ein beträchtlicher Teil des Sauerstoffs verloren geht und zwar könnte dieser Verlust hier noch einigermaßen mit der gefundenen Temperaturerhöhung während des Laufes in Beziehung stehen.

2. Zweite, neue Wasserleitung.

(Seit 1905 nur noch als Nutzwasserleitung im Gebrauch.)

Das „neue Wasserwerk“ (1894) sammelt sein Wasser in einer 800 m langen Sammelgalerie, die von der Heidingsfelder Mainbrücke bis fast zum Steinbachstal dem Main entlang sich zieht. Dieser Sammelkanal besteht aus durchlöcherten Zementröhren von 0,75 m Höhe und 0,5 m Breite und liegt 6—7 m unter der Bodenfläche. Der Boden besteht aus ca. 0,4 m Humus, ca. 2,1 m Lehm und 3,4 m Sand resp. Sand mit feinerem oder gröberem Kies gemischt; doch sind die einzelnen Profile ausserordentlich verschieden, was nicht zu verwundern ist, wenn man bedenkt, dass das ganze Gelände aus vom Main angeschwemmtem Material besteht. Der Rohrstrang liegt nirgends weniger als 35 m im, Durchschnitt 75 m vom Main entfernt, wenn der Mainspiegel 167,5 m über der Nordsee oder 8,0 m über dem Lokalnulld liegt. Das Gelände steigt sanft an und in einer Entfernung von ca. 500 m auf der Westseite der Anlage beginnen die Berge, aus deren Wasser das Werk gespeist werden soll. Wie aber aus den vielfachen Untersuchungen dieses Leitungswassers, die ich mit Herrn Prof. Lehmann zusammen machte, hervorgeht, ist das Wasser häufig mit 50% Mainwasser gemischt, und zu Zeiten niedrigen Grundwassers und bei starkem Saugen der Pumpen erhöht sich der Mainwassergehalt desselben bis 79%, so dass dann nur noch

21% Grundwasser vorhanden sind. (Prof. K. B. Lehmann, Verhandlungen des Physikal.-Med.-Gesellschaft zu Würzburg, N. F. XXXIII, Bd. Nr. 4.)

Von den vielen, langedauernden Versuchen über den Sauerstoffgehalt, die ein ziemlich gleichmässiges Ergebnis hatten, gestatte ich mir, hier nur einige anzuführen, und zwar 1. Versuche im Wasserwerk selbst, 2. Versuche im hygien. Institut an ungemischtem Leitungswasser, 3. Versuche im H. I. an ungemischtem und Mischwasser der alten und neuen Leitung.

1. Im Maschinenhaus.

α . Die Pumpe geht 36 Stunden ununterbrochen.

Die Temperatur schwankt zwischen 15,4 und 15,5° C.

Am 10. und 11. IX. 95.

Zeit	0	Zeit	0	Zeit	0	Zeit	0
6 Uhr früh	3,13	3 Uhr nachm.	3,24	11 Uhr abds.	3,00	7 Uhr früh	3,20
7 "	3,00	4 "	3,27	12 Uhr nachts	2,95	8 "	3,25
8 "	3,21	5 "	3,26	1 "	2,89	9 "	3,33
9 "	3,10	6 Uhr abds.	3,52	2 "	2,96	10 "	3,40
0 "	3,00	7 "	3,62	3 "	2,98	11 "	3,44
11 "	3,07	8 "	3,45	4 "	2,79	12 Uhr mittgs.	3,47
12 "	3,12	9 "	3,00	5 "	2,90		
12 Uhr nachm.	3,15	10 "	3,15	6 Uhr früh	3,20		

0 = ccm Sauerstoff in 1 Liter bei 760 mm Luftdruck.

β . Die Pumpe wird von abend 6 Uhr bis morgens 6 Uhr abgestellt. Die Temperatur ist zwischen 15,4 und 15,5° C.

Am 14.—15. IX. 1895.

Zeit	0	Zeit	0	Zeit	0	Zeit	0
12 Uhr mittgs.	3,39	9 Uhr abds.	3,22	5 Uhr nachts	3,20	2 Uhr mittgs.	3,21
2 "	3,22	<u>10</u> "	3,22	<u>6</u> Uhr früh	3,22	3 "	3,21
3 "	3,33	<u>11</u> "	3,25	<u>7</u> "	3,61	4 "	3,18
4 "	3,37	<u>12</u> Uhr nachts	3,27	8 "	3,33	5 "	3,27
5 "	3,38	<u>1</u> "	3,20	9 "	3,45	6 Uhr abds.	3,30
6 Uhr abds.	3,39	<u>2</u> "	3,20	10 "	3,33		
7 "	3,16	<u>3</u> "	3,22	11 "	3,39		
<u>8</u> "	3,18	<u>4</u> "	3,25	12 Uhr mittgs.	3,39		

Die unterstrichenen Zahlen bedeuten die Zeit, während welcher die Pumpe stillstand.

Das ziemlich starke Schwanken der gefundenen Werte ist gar nicht merkwürdig, wenn man weiss, dass 1. die Konstruktion der Pumpe, wie schon erwähnt, ein zeitweises Einpressen und Absaugen von Luft bedingt, 2. dass die Tourenzahl der Pumpmaschine keine regelmässige ist und so einmal mehr, einmal weniger Mischwasser vorhanden ist. — (Das Wasserwerk hat einen Elektrographen, der die Wasserhöhe im Hochreservoir anzeigt und nach diesem Wasserstand muss die Tourenzahl der Maschine gerichtet werden.)

Während die Pumpe stillestand, wurden auch Proben durch einen Schacht nächst dem Maschinenhaus aus dem Sammelkanal selbst entnommen; der Sauerstoffgehalt war nur um ein geringes höher als am Auslaufhahn im Maschinenraum selbst, an dem alle anderen Proben genommen sind.

Für die niedrigen Zahlen, die ich in dem Wasser der 2. Leitung stets beobachtete, kann ich eine absolut sichere Erklärung nicht abgeben. Sehr auffallend ist, dass sowohl das Mainwasser als wie alle in der Nähe des Wasserwerks gelegenen Brunnen und Bohrlöcher ein mit Sauerstoff annähernd gesättigtes, die Main-Altwasser ein übersättigtes Wasser liefern. Ich nehme an, auf eingehende Versuche gestützt, die ich im Archiv für Hygiene ausführlich mitgeteilt habe, dass die Sauerstoffzehrung im Sandboden durch Bakterien besorgt wird.

2. Noch kleinere Zahlen als im **Pumpwerk** der 2. Wasserleitung fand ich durchwegs bei Untersuchungen von Wasserproben, die ich im **hygienischen Institut** den Leitungen entnahm, die mit diesem Wasser gespeist waren.

Datum	Zeit	Temp.	0	Datum	Zeit	Temp.	0
16. IX. 95	7 Uhr früh	17	0,48	18. IX. 95	7 Uhr früh	16,5	2,00
"	8 "	17	0,48	"	12 "	16,7	1,70
"	9 "	17	0,68	"	7 Uhr abds.	16,7	1,70
"	11 "	17	1,56	19. IX. 95	7 Uhr früh	16,7	1,68
"	12 "	17	1,65	"	12 "	17	1,22
"	1 "	17	1,60	"	7 Uhr abds.	17	1,28
"	6 "	16,5	2,00	20. IX. 95	7 Uhr früh	16,5	1,70
"	7 Uhr abds.	16,5	2,81	"	12 "	16,5	1,40
17. IX. 95	7 Uhr früh	16,5	2,71	"	7 Uhr abds.	16,5	1,40
"	11 "	16,5	2,61	21. IX. 95	7 Uhr früh	16,5	1,36
"	4 "	16,5	2,55	"	12 "	17	1,44
"	7 Uhr abds.	16,5	2,40	"	7 Uhr abds.	16,5	1,66

Es nahm der Sauerstoffgehalt etwa von 3,3, wie er in dem Pumpwerk war, auf 2,8—0,5 ab. Eine bestimmte Erklärung kann ich für diese Zehrung nicht geben. Ihr gesetzmässiges Anschwellen und Abglimmen zeigt, dass höchst wahrscheinlich die Art des Pumpbetriebs eine Rolle spielte. Meine Vermutung, dass das Eisen der neuen Leitungsröhren an deren geringen Gehalt schuld sein könnte, wird wohl durch diese starken und regelmässige Schwankungen widerlegt.

3. Versuche im medizinischen Kollegienhaus.

Im Parterre des Kollegienhauses befindet sich Wasser aus der alten Leitung, im I. Stock (Hygienisches Institut) Wasser der neuen Leitung.

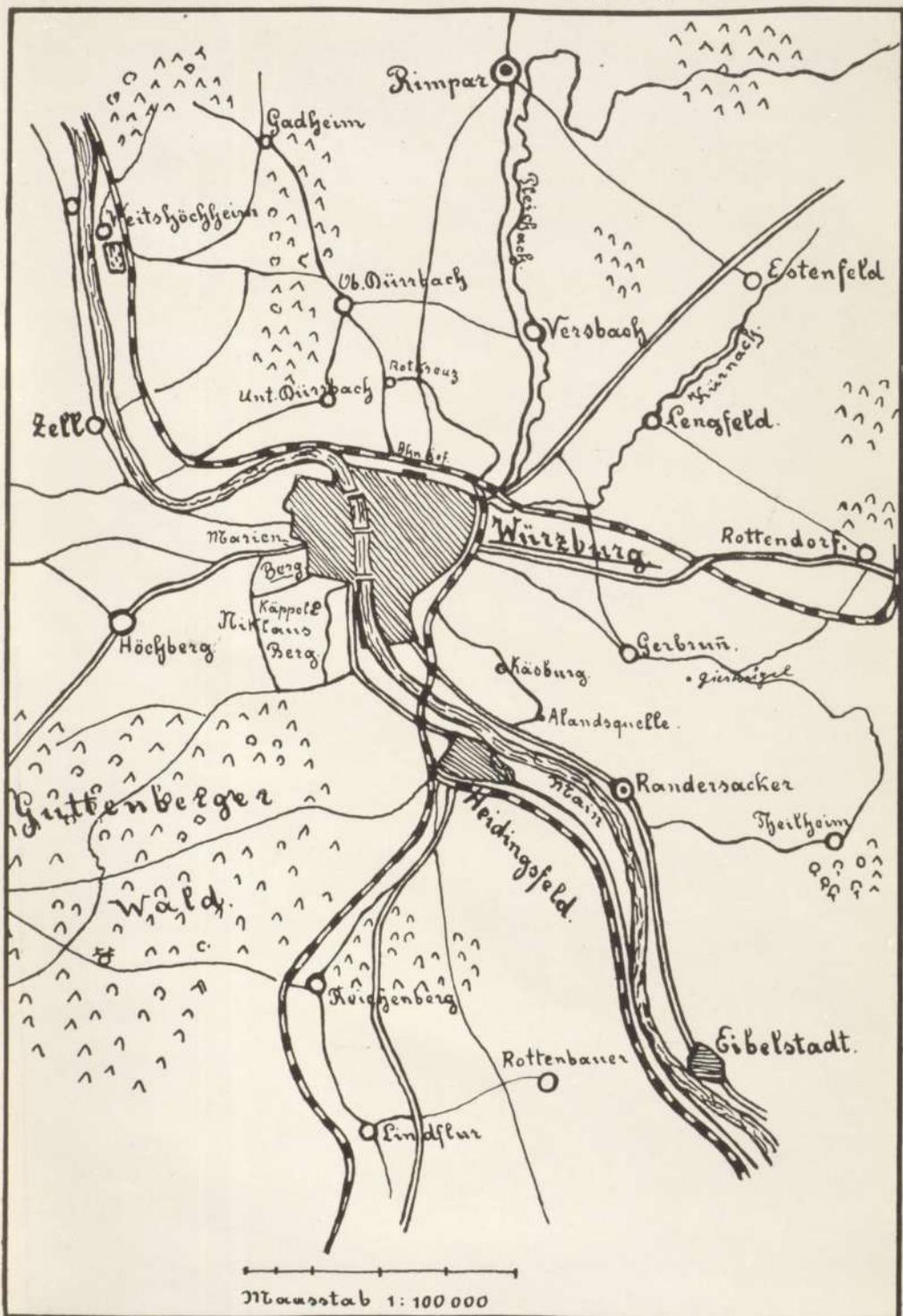
Im August 1896 wurde, nachdem das Wasser der neuen Leitung als nicht ganz einwandfrei durch die chem. und bakteriologische Untersuchung befunden worden war, angegeben, dass zurzeit so viel Wasser vorhanden sei, dass eine Mischung der beiden Wasser nicht mehr vorgenommen werde. Um mich hiervon zu überzeugen entnahm ich im med. Kollegienhaus 3 mal täglich vom 19.—31. VIII. 96 Proben und untersuchte sie auf Sauerstoff. Die Sauerstoffzahlen sowohl als auch der Temperaturwechsel des Wassers zeigt, dass in dieser Zeit häufig Mischwasser in den Leitungen vorhanden war, was mir auch die gemachten Rückstandbestimmungen zur Evidenz zeigten — letztere habe ich hier weggelassen.

Datum	Zeit	„Neu“		„Alt“	
		Temp.	O	O	Temp.
19. VIII. 96	6 Uhr früh	17,0	0,99	3,66	13,0
„	12 „	17,0	1,20	3,85	13,0
„	8 „ abends	17,0	1,56	3,89	13,0
20. VIII. 96	6 „ früh	17,0	1,08	3,87	13,0
„	12 „	17,0	1,13	3,69	13,0
„	8 „ abends	17,0	1,28	3,60	13,0
21. VIII. 96	6 „ früh	15,5	1,80	1,72 *	15,0
„	12 „	15,5	1,20	1,18 *	15,0
„	8 „ abends	15,5	1,50	1,45 *	15,0
22. VIII. 96	6 „ früh	14,5	2,00	1,78 *	14,0
„	12 „	16,5	1,80	1,69 *	13,5
„	8 „ abends	16,5	1,06	2,30 *	13,5
23. VIII. 96	6 „ früh	16,5	1,12	2,98 *	13,5
„	12 „	16,5	1,28	2,89 *	13,5
„	8 „ abends	16,5	0,98	3,00	13,5
24. VIII. 96	6 „ früh	17,0	2,00	3,61	13,0
„	12 „	17,0	2,31	3,68	13,0
„	8 „ abends	17,0	2,25	3,70	13,0

Datum	Zeit	„Neu“		„Alt“	
		Temp.	O	O	Temp.
26. VIII. 96	6 ¹ / ₂ Uhr früh	16,5	0,66	3,84	13,0
„	12 „	16,5	2,00	3,89	13,0
„	7 ¹ / ₂ „ abends	16,5	1,06	3,90	13,0
27. VIII. 96	6 „ früh	15,0	2,21	2,00 *	15,0
„	12 „	15,0	1,80	1,60 *	15,0
„	8 „	15,0	1,70	1,60 *	15,0
28. VIII. 96	6 ¹ / ₂ „ früh	16,5	2,07	2,60 *	14,0
„	12 „	17,0	1,47	3,20	13,0
„	7 ¹ / ₂ „ abends	17,0	1,98	3,80	13,0
29. VIII. 96	7 „ früh	17,0	1,47	3,68	13,0
„	12 „	17,0	1,67	3,78	13,0
„	7 „ abends	17,0	1,23	3,90	13,0
30. VIII. 96	6 „ früh	16,0	1,40	1,40 *	16,0
„	12 „	16,0	1,30	1,28 *	16,0
„	8 „ abends	16,5	1,28	1,30 *	15,0
31. VIII. 96	6 „ früh	17,0	0,97	3,00	13,0
„	12 „	17,0	1,76	3,68	13,0
„	8 „ abends	17,0	1,70	3,72	13,0

Die mit * versehenen Proben bezeichnen Fälle, in denen in beiden Leitungen Mischwasser fließt.

Karte von Würzburg's Umgebung.



H. K. Lang: Der Sauerstoffgehalt der natürlichen Wässer.