

**Zeitschrift:** Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

**Herausgeber:** Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

**Band:** 71 (1888)

**Rubrik:** Vorträge

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

V o r t r ä g e .

---

Leere Seite  
Blank page  
Page vide

Leere Seite  
Blank page  
Page vide

## I.

# Ueber die Bildung von Giften im menschlichen Organismus.

Von Dr. A. Kottmann, Spitalarzt.

---

Merkwürdig ist es, dass in einem so fest geordneten Haushalte, als welchen der gesunde, menschliche Organismus sich zu erkennen gibt, notorische Giftstoffe stets in beträchtlicher Quantität vorhanden sind, von deren Existenz uns die Sinne keine Andeutung machen. Nicht aber verhält es sich mit ihnen wie mit dem Bilsenkraut oder der Tollkirsche, die in dem wohlgepflegten Garten zwischen den Zierpflanzen als fremde Eindringlinge aufschliessen und als ungebetene, ungesehene Gäste dort ihr ungesetzliches Dasein fristen; nicht sind sie die *enfants perdus* der Gesellschaft, sondern die toxischen Substanzen weisen sich aus als die normalen Componenten der Gewebe, die gewöhnlichen Produkte des Stoffwechsels, und befinden sich folglich mit vollem Rechte und genügender Aufenthaltsbewilligung in ihrem Reiche. Einige von ihnen erlangen sogar eine höhere Bedeutung, einen gewissen Adel dadurch, dass sie als differente Verbindungen dazu gebraucht werden, die Thätigkeit bestimmter Organe auszulösen, sie in dem für das Leben nothwendigen rhythmischen Ablaufe zu erhalten.

Es gibt überhaupt keinen schwankenderen, relativeren Begriff als denjenigen eines Giftes, indem die Substanzen, die auf diesen Titel Anspruch machen, erst

bei einer bestimmten Quantität, die allerdings zwischen dem Bruchtheile eines Milligrammes und vielen Grammen schwanken kann, als differente Körper in die Erscheinung treten. Daher kömmt es, dass der Laie mit seinem Urtheile über Gifte so schnell fertig ist, während die wissenschaftliche Definition grosse Schwierigkeiten schafft. Gifte sind chemisch wirkende Stoffe, welche bei Berührung bestimmter Gewebe des Körpers, moleculare Veränderungen in deren Elementen hervorzurufen im Stande sind. Selten entstehen dadurch sichtbare Alterationen im Gefüge, ähnlich der Anätzung, meistens zeigt sich die Einwirkung in einem Geschehen, einem Prozesse, indem der sonst normale Ablauf von bestimmten Funktionen eine Störung verräth. Die meisten Gifte wirken nur auf das animale System, die Muskeln und besonders die Nerven, und da die Centralorgane der Letztern alle körperlichen Funktionen beherrschen, so tritt ihr Effect an den verschiedenartigsten Organen in die Erscheinung. In Folge dieser, wenn wir so sagen dürfen, centralistischen Neigung, wirken diese Gifte nur vom Blute aus, in welchem sie einzig an die von ihnen erstrebten Stätten gelangen können. Daraus erklärt es sich, dass der gleiche Stoff im Darm in grossen Quantitäten symptomlos sich aufhalten kann, weil die Epithelzellen ihn nicht resorbiren, welcher bei seinem Eintritte in das Blut die gefährlichsten Zufälle hervorruft.

So sonderbar es Ihnen auch klingen mag, müssen wir die Reihe der Gifte mit dem *Hæmoglobin* beginnen, dem rothen Farbstoffe, welcher dem Blute der höhern Geschöpfe den unterscheidenden Charakter aufdrückt und in Folge dessen der wesentlichste Bestandtheil desselben ist. Das Hæmoglobin, welches neun Zehnthelle der Trockensubstanz des Blutes bildet, ist die krystallisirbare Verbindung eines Eiweisskörpers mit dem eisen-

haltigen Hämatin und ist mit der hochwichtigen Rolle betraut, den Sauerstoff aufzunehmen und ihn in lockerster Verbindung den Geweben als den feurigen Lebenswecker zuzutragen. Wenn es sich aus den Blutkörperchen entfernt und in grösserer Quantität frei in der Blutflüssigkeit schwimmt, so wirkt es, ohne dass es sich weiter zu zersetzen brauchte, ohne dass es eine chemische Modifikation einging, oder seine chemische Constitution überhaupt Anhaltspunkte für das Verständniss böte, als heftiges Gift mit vorzüglich gut charakterisirten Erscheinungen. Die Hämoglobinvergiftung leitet sich mit einem intensiven Schüttelfrost ein unter bedeutendem Ansteigen der Blutwärme, wobei Schmerzen in der Nierengegend und Ziehen in den Extremitäten entstehen, die Haut und die sichtbaren Schleimhäute sehr blass werden, die Augenbindehaut einen Stich in's Gelbliche erhält, der Urin, mit welchem das Hämoglobin ausgeschieden wird, eine dunkelrothe Lackfarbe annimmt. Als einzige Ursache der seltenen Krankheit, deren Wesen noch räthselhaft und dunkel ist, kennen wir bei besonders disponirten Individuen die Erkältung, wenn wir davon absehen, dass die gleiche Auflösung der Blutkörperchen durch Transfusion mit Menschen- und besonders mit Lammblood hervorgerufen werden kann.

Zu weiterer Entdeckung von Giften führt uns das Studium der Funktionen des menschlichen Körpers in ihrem ganz normalen Ablaufe. Wenn wir den Lebensplan in seinen Grundzügen zu skizziren suchen, so zeigt sich als Leitmotiv desselben die *Umwandlung von Spannkraft in lebende Kraft*. Nach dem ewigen Gesetze der Erhaltung der Kraft verwandelt sich der nicht verwendete Rest in Wärme. Chemische Prozesse sind hier thätig, welche die lockern, hoch complizirten, sauerstoffarmen Atomverbindungen mit ihrer geringen Sättigung

der enthaltenen Affinitäten zu lösen und sie in stabile, aber auch einfachere Complexe zu verwandeln wissen. Diese so reduzierten Stoffe, welche keine oder doch nur sehr geringe Spannkraft mehr besitzen, sind einer weiteren Zersetzung nicht mehr zugänglich und für den Organismus zum toten Kapitale geworden. Das Material für den Stoffwechsel, von dessen richtigem Ablaufe die Gesundheit abhängt, liefern die Nahrungsmittel, welche wir täglich in entsprechenden Quantitäten einführen müssen, wenn die Existenz des Individuums erhalten bleiben soll.

Verfolgen wir zunächst den Hauptrepräsentanten der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel, das Eiweiss in seinen Schicksalen, so lehrt uns die Physiologie, dass dasselbe durch die ungeformten Fermente des Magens und der Bauchspeicheldrüse, das Pepsin und das Trypsin, in *Pepton* verwandelt wird. Chemisch unterscheidet es sich nur wenig von seiner Muttersubstanz, da es wahrscheinlich nur eine Polymerisation, d. h. eine Umlagerung der Atome darstellt, welche den Verlust der Coagulirbarkeit herbeiführte und Diffundirbarkeit erzeugte. Wenn wir das Pepton, dieses normale, absolut notwendige erste Verdauungsprodukt rein gewinnen und dasselbe Fröschen unter die Haut spritzen, so entstehen wohl charakterisirte Vergiftungserscheinungen, indem die Thiere unempfindlich gegen Hautreize werden, fibrilläre Zuckungen in den Muskeln zeigen und in etwa 15 Minuten sterben. Es ist Brieger schon gelungen, aus dem Pepton einen krystallisirbaren, chemisch reinen Körper darzustellen, das Peptotoxin, und denselben als amidirtes Benzolderivat zu bestimmen. Beim Menschen sind Intoxicationen nicht bekannt, indem das Pepton als solches nie in grösserer Quantität in das Blut gelangt, da bei seiner Resorption es in der Darmwandung sich wieder in Eiweiss umwandelt.

Dieses Eiweiss wird vom Blute zu den Zellen der verschiedensten Organe geschwemmt, dringt in dieselben ein, dient dem Lebensprozesse und erleidet Veränderungen seiner Constitution, bis es als *Harnstoff* im Urine endlich ausgeschieden wird. Unter dieser Form verlässt wenigstens der grösste Theil des Stickstoffes den menschlichen Körper. Seiner chemischen Constitution gemäss ist er das Amid der Kohlensäure und wir können ihn auch künstlich im Laboratorium darstellen. Wenn wir einem Hunde Harnstoff in genügender Menge mit der Nahrung beibringen oder eine wässrige Lösung desselben unter seine Haut spritzen, so entsteht ein Vergiftungsbild, ähnlich demjenigen beim Menschen, wenn in Folge von Nierenkrankheit dieser Stoff im Blut sich anhäufen konnte. Den Symptomencomplex fassen wir unter dem schreckhaften Namen der Urämie zusammen und haben leider nur zu häufig Gelegenheit, denselben zu studiren. Der Harnstoff ist ein eminentes Hirngift, das zunächst einen Reizzustand der grauen Rinde, des Krampf- und des Respirationscentrums erzeugt; Kopfschmerz, maniakalische Aufregung, epileptiforme Anfälle und Asthma quälen den Patienten, bis bei den schweren Formen Lähmung dieser Gebiete eintritt, wo der gänzliche Verlust des Bewusstseins und der Empfindung häufig in Todesschlaf übergehen.

Als weitere chemische Verbindungen, die wir berücksichtigen müssen, treten die *Gallensäuren* auf, die Glycochol- und die Taurocholsäure, die sich in den Leberzellen wahrscheinlich aus den Fetten bilden und an Natron gebunden den Hauptbestandtheil der Galle ausmachen. Wenn sie auch den Endprodukten des Stoffwechsels sich nähern, so sind sie doch nicht bloss zur Ausstossung bereit, wie der Harnstoff, sondern es ist ihnen vorher eine wichtige, physiologische Aufgabe an-

vertraut. Gelangen sie nämlich in den Darm, so funktionieren sie als nothwendige Verdauungssäfte, da sie die Fette emulgiren und den Speisebrei desinfiziren. Sie können sich im Darm in grosser Quantität aufhalten, ohne Symptome zu erzeugen; gelangen sie aber in das Blut, sei es auf dem Wege des Experimentes oder bei Krankheit, so zerstören sie in erster Linie die rothen Blutkörperchen und bewirken drei Cardinalsymptome, welche für die Vergiftung mit Gallensäure so charakteristisch sind. Sie setzen in erster Linie die Frequenz, die Stärke der Herzcontractionen herab, verlangsamen die Athemzüge und bringen die Körperwärme zum Fallen unter die Norm.

Am interessantesten ist die Geschichte eines dritten Giftstoffes, der *Kohlensäure*, welche zum grössten Theile durch Verbrennung der Kohlenhydrate und Fette entsteht, die zunächst in kohlensäurehaltige Verbindungen übergeführt werden, aus welchen die Kohlensäure dann sich abspaltet. Ihre Ursprungsstätte sind die Zellen der Gewebe, in welche der Sauerstoff eindringt, zur Erzeugung von Wärme und lebender Kraft sich auf den Kohlenstoff wirft und sich mit demselben in Folge der stärkern Affinität verbindet. Die Kohlensäure lehrt uns am deutlichsten, dass der menschliche Organismus differenter Stoffe nothwendig bedarf, um den Gang seiner wichtigsten Funktionen zu erhalten. Die Verhältnisse entwickeln sich vor unsern Augen so klar und deutlich wie bei einem reinen Experimente und lehren uns, dass die automatischen, rhythmischen Bewegungen der Athmung bedingt sind durch eine Kohlensäureanhäufung im Blute, die das Inspirationscentrum im verlängerten Marke so reizt, dass die Brustmuskeln den Thorax erweitern, die Lungen auseinanderziehen und so dem vollen Luftstrom Eingang verschaffen. Wenn nicht ge-

nug Kohlensäure dem verlängerten Marke zugeleitet wird, so hört die Athmung auf; wenn der Kohlensäuregehalt im Blute das normale Mass überschreitet, werden die Athemzüge beschleunigt und vertieft, nach und nach zu einer angestregten und mühsamen Aktion gesteigert, welcher das peinigende, ängstliche Gefühl des Lufthungers anhaftet. Der Ueberreizung des Athmungscentrums folgt, wie bei allen Funktionen im menschlichen Körper, die Erschlaffung, die Erschöpfung, wobei die Höhe und die Tiefe der Respirationen abnehmen, nur noch schnappende Züge erfolgen, als untrügliche Vorläufer des gänzlichen Stillstandes.

Noch wenig studirt sind Stoffe mit giftigem Charakter, welche sich beim normalen Lebensablaufe im Speichel, dem Urin und den Muskeln bilden und die von Armand Gautier als Leukomaine, d. h. Abkömmlinge des Eiweisses, beschrieben wurden. Sie sind basischer Natur, gleichen den Alkaloiden der Pflanzen und lehnen, dass die alte Liebig'sche Ansicht von der durchgreifenden chemischen Trennung vom pflanzlichen und thierischen Wesen nicht stichhaltig ist. Die Anhäufung von Leukomainen im Muskel bei dessen Arbeit, die Entstehung von *Xanto- und Cruso-Creatin* und ähnlicher Substanzen, bedingen möglicherweise das Gefühl der Ermüdung und des Missbehagens nach grossen körperlichen Anstrengungen. Wenigstens erzeugen diese Stoffe, wenn sie rein dargestellt und Thieren in kleinen Dosen beigebracht werden, Schlaf, äusserste Müdigkeit, Diarrhoe und Erbrechen.

Wenn die Produkte des normalen Stoffwechsels, die wir soeben kennen gelernt haben, als Gifte sich entpuppen, so geschieht es nach dem Eingangs citirten Gesetze, dass zu der Entfaltung der toxischen Wirkung stets ein gewisses Existenz-Minimum überschritten werden

muss, da unter dieser Linie sie selbst wohlthätige Erscheinungen auszulösen im Stande sind. Die Vermehrung dieser Stoffe erfolgt durch ein gestörtes Verhältniss von Neubildung und Ausführung und da, so lange das Leben besteht, die erstere immerfort andauert, so ist es die *Zurückhaltung der Substanzen*, welche die Störung verursacht, so dass wir von *Retentionsintoxicationen* sprechen dürfen. Leicht können wir beim Hunde den Harnstoff im Blute so vermehren, dass die bedenklichsten Symptome und der Tod erfolgen, wenn wir die Harnleiter unterbinden; das Gleiche gelingt uns bei der Umschnürung des Gallenganges, wenn wir die Gallensäure im Blute stauen wollen. Am einfachsten ist das Experiment mit der Kohlensäure, wo wir dem Thiere bloss die Kehle zuschnüren müssen, um momentan die Vergiftung in die Erscheinung treten zu sehen. Bei Krankheiten sind die Verhältnisse natürlich verwickelter und dunkler, beruhen aber auf den gleichen Prinzipien. Schon aus teleologischen Gründen ist anzunehmen, dass die Produkte des Stoffwechsels fortwährend ausgeschieden werden müssen, da sie im unruhigen, rastlosen Gange des Lebens entstehen und durch die Aenderung ihrer chemischen Constitution die Beweglichkeit und die Veränderlichkeit eingebüsst haben. Nicht aber verhalten sie sich wie die todtten Schlacken, welche den Kaminraum verengen und bloss mechanisch stören, sondern bei dem Antritte ihrer Herrschaft entwickeln sich active Kräfte, erweisen sich als eigentliche, spezifische Gifte. Diese Thatsache lehrt uns schlagend, dass zur Unterbrechung des harmonischen Ganges des Lebens, zur *Erzeugung von schwerer, tödtlicher Krankheit, keine fremden Stoffe herbeigetragen werden müssen, keine abnormen neuen Kräfte nöthig sind*, sondern dass in einfacher Auflösung von Gewebeelementen oder in quantitativer

Vermehrung von Absonderungsstoffen Grund genug vorhanden ist, den Menschen in seiner Existenz zu bedrohen. Diese Wahrnehmung beweist uns aber auch in überzeugender Weise, wie nothwendig es ist, die normalen Funktionen des menschlichen Lebens zu studiren und zu ergründen, indem aus einem tiefen Verständniss derselben der Begriff der Abweichungen und Störungen im krankhaften Zustande sich entwickeln kann.

Die Krankheit wird aber auch von Aussen in den Menschen getragen, sie befällt denselben im eigentlichsten Sinne des Wortes; sie kann einen Körper, eine reale Existenz besitzen und *fremde Wesen* sind es, welche die Lebensäusserungen zu den bedeutungsvollsten Abweichungen zwingen. Wohl sind die sich geltend machenden Kräfte die gleichen, wie im gesunden Organismus, ihr Walten aber ist ein gestörtes, ein unharmonisches, neue Stoffe werden gebildet und treten an die Stelle der alten. Kleinste pflanzliche Wesen, Pilze oder Mikroben, die überall vorhanden sind, sich mit unendlicher Schnelligkeit fortpflanzen, sind es, die mit dem Menschen in schonungslosen Kampf um das Dasein treten und denselben auch häufig besiegen. Die meisten Krankheiten werden, wie es der experimentelle Nachweis gelehrt hat, durch sie erzeugt, und folgend einem Pasteur, Klebs und Koch bearbeiten heute hunderte von fleissigen Forschern das fruchtbare Feld. Die Freude über die Entdeckung neuer Pilze in ihren verschiedenartigen Gestalten und Farben, die Lust an der Entschleierung ihrer mannigfachen Lebensäusserungen bei deren Reincultur und der Eifer für ihre botanische Classifizierung liessen die exacte Frage über die Art und Weise ihrer Wirkung anfänglich gar nicht recht aufkommen. Bald aber brach die Ueberzeugung sich Bahn, dass die Aktion der Mikroben nur in den wenigsten Fällen eine mechanische

sei, bedingt durch die Absperrung der Ernährungssäfte in den betroffenen Geweben; dass auch die Absorption des Sauerstoffes bei ihrer Wirkung das massgebende nicht sein könne, sondern dass wahrscheinlich differente chemische Substanzen von ihnen gebildet würden, welche die krankhaften Erscheinungen erzeugten. Zu sehr tritt die Beeinflussung des Nervensystems in den Vordergrund und verräth die Verwandtschaft mit Giften, wenn wir beobachten, wie die Patienten im Anfange solcher Krankheiten über Kopfschmerz, Abgeschlagenheit und psychische Depression klagen, wie Angstgefühl, Aufregungszustände und Athemnoth sie peinigen, wie Schwäche und Zittern in den Muskeln das Stehen und Gehen erschweren, wie die Zunge trocken und borkig wird, Erbrechen und Diarrhoe eintreten.

Werfen wir einen kurzen Blick auf die Geschichte der Medizin, so müssen wir darüber staunen, dass schon die ältesten Schriftsteller zwei Reihen von Erscheinungen, welche die infectiösen Krankheiten auszeichnen, klar erkannten und sie scharf von einander trennten, nämlich *die Gruppe der nervösen Symptome* und *das mit Fieber verbundene Fortschreiten des Prozesses*, das sich multiplizirende desselben. Schon die Aerzte Griechenlands versuchten die beiden Factoren zu combiniren und liessen die Entzündung und den Brand, die sich zu Verletzungen mit Kriegswaffen gesellten und die rasche Auflösung, welche zu schweren Seuchen trat, durch Fäulniss entstehen, welche den Körper aufzehren, wie die Feuchtigkeit die Früchte der Bäume zur allmäligen Erweichung und zum sichern Zerfalle bringe. Im Mittelalter entstand dann die Lehre von den Fermenten, wozu die Beobachtung Veranlassung gab, dass die ansteckende Krankheit mit geringen, oft ganz lokalen Veränderungen beginnen und dann erst die den ganzen Organismus

berührenden Allgemeinsymptome manifestiren könne; gleich der Gährung, welche im süßen, klaren Traubensaft an einer Stelle anfängt und rasch das ganze Fass trübe und von aufsteigender Kohlensäure lebendig erscheinen lasse. Alle diese Ansichten basirten aber nur auf phantastischen Analogieschlüssen und reiften deshalb die wunderlichsten Systeme in der Krankheitslehre. Unser berühmte Landsmann Albrecht von Haller nahm die Hypothese über Fäulniss wieder auf, gab ihr aber ein reales Gewand, da er den experimentellen Beweis leistete, dass faulige, thierische oder pflanzliche Stoffe mit Wasser gemischt und in das Blut von Thieren eingespritzt, wirklich dieselben unter nervösen mit Fieber verbundenen Symptomen rasch tödteten, dass also Krankheit und Fäulniss in einem Abhängigkeitsverhältnisse stünden. Seine Beobachtungen fasste er in dem prägnanten Satze zusammen: »Nichts aber verdirbt unsere Säfte mehr, als die Fäulniss selbst«: »Nihil autem potentius humores nostros corrumpit, quam ipsa putrilago.« Der dänische Chemiker Panum war der erste, der mit Bewusstsein nach dem Gifte suchte und ein solches auch aus zersetzten thierischen Geweben und Säften rein darstellen konnte und die Thatsache begründete, dass dasselbe mit Schlangengift, Curare und pflanzlichen Alkaloiden in der Wirkung übereinstimme, auch in seiner Intensität hinter ihnen nicht zurückbleibe. Da er die Wirkung desselben durch vielstündiges Kochen nicht beeinträchtigen konnte, schloss er richtig, dass die mikroskopischen Organismen der Fäulniss das giftige Prinzip selbst nicht sein könnten, dass es ein Absonderungsprodukt derselben darstellen müsse. Diese erste gelungene Isolirung führte zu einer neuen Ansicht über die Duplicität des Krankheitsprozesses, da sie dem Verständniss den Weg anbahnte, dass die nervösen Erschei-

*nungen vom Giftstoffe abhängen, die Progression im Verlaufe dagegen der fortwährenden Vermehrung der Mikroben zuzuschreiben sei*, eine Ansicht, die heute noch Anspruch auf allgemeine Anerkennung macht. Der von Panum angebahnte Weg der Isolirung der Krankheitsgifte war im Prinzip richtig, in der Ausführung aber mangelhaft, da die Methode zu umständlich und schwierig, in Folge dessen der Ertrag an toxischen Substanzen ein zu geringer war. Die neuesten Fortschritte in diesem Gebiete leiten sich nicht von der Untersuchung von Krankheitsprodukten ab, sondern sie fussen auf der Ergründung der Chemie des Fäulnissprozesses im Allgemeinen. Wir müssen deshalb die Krankensäle für eine kurze Zeit verlassen und uns in das Laboratorium des Chemikers begeben.

Seit etwa 20 Jahren ist es bekannt, dass im todtten menschlichen Körper, wenn er der Fäulniss anheimfällt, Giftstoffe sich bilden, die in ihrem chemischen Charakter und in ihrer Wirkung mit pflanzlichen Alkaloiden die grösste Aehnlichkeit besitzen. Besonders bei gerichtlichen Untersuchungen erregten sie hohes Interesse, da Prozesse bekannt geworden sind, wo ihre Erkennung Justizmorde verhütete. Der italienische Chemiker Selmi, der sich am eingehendsten mit ihnen beschäftigte, nannte sie Ptomaine oder Fäulnissalcaloide. Anfänglich gelang es aber nur, extractförmige Gemische mit inconstater physiologischer Wirkung darzustellen, bis Nencky in Bern als der erste aus faulender Gelatine einen krystallisirbaren, reinen Stoff, das Collidin, erhielt. Die Erfindungen der neuesten Zeit sind mit den Namen eines Gautier in Paris und Brieger in Berlin verknüpft, von welchen der Letztere mit vollkommenerer Methode die meisten Fäulnissgifte rein darstellte. Wegen der Kürze der uns zugemessenen Zeit werden wir hauptsächlich seinen Arbeiten folgen.

Wenn bedeutende Mengen von Leichentheilen bei Sauerstoffzutritt langsam in Fäulniss übergehen, so gelingt es mit grosser Mühe, reine chemische Verbindungen zu erhalten, von denen einige gar nicht, andere nur wenig giftig sind, eine dritte Reihe aber sich durch hohe toxische Eigenschaften auszeichnet und in grösserer Quantität erst nach dem siebenten Tage sich findet. Zunächst müssen wir zwei der zuerst entstehenden Alkaloide kurz behandeln, das *Cadaverin* und das *Putrescin*, welche bei Einspritzung zwar keine Allgemeinwirkung auf das Nervensystem ausüben, aber das Blut lackfarben machen und ihm die Gerinnungsfähigkeit nehmen, da sie dessen fibrinogene Substanz zerstören. Oertlich ätzen sie die Schleimhäute oberflächlich an, da sie dieselben ihrer Epitheldecke berauben, in der Tiefe der Gewebe führen sie zur Absonderung von Eiterkörperchen. Schon prägnanter in seinen Erscheinungen ist das *Cholin*, welches in grössern Dosen dem Muscarin, dem Alkaloide des Fliegenschwammes, täuschend ähnlich sieht und nur vom Blute aus wirkt. Bei Kaninchen werden durch nervösen Einfluss die verschiedenartigsten Secretionen bedeutend angeregt, so dass Geifern, Thränen und Diarrhoe entstehen, dann verengert sich die Pupille bedeutend, die Athemzüge und die Pulse steigern sich zu hoher Frequenz, bis unter allgemeinen Lähmungssymptomen der Tod eintritt. Das Cholin ist trotz der heftigen Einwirkung deshalb nicht sehr gefährlich, weil zu grosse Dosen gegeben werden müssen, um den Tod des Versuchthieres zu erhalten, ihm gebührt aber deshalb eine besondere Aufmerksamkeit, weil es sich im Organismus durch die Einwirkung von Bakterien unter Abspaltung eines Moleküles Wasser in *Neurin* verwandeln kann, welches zehn Mal giftiger ist, mit ihm aber sonst die gleichen Symptome theilt. Wenn wir das *Trimethylamin*,

weil in seiner Aktion nicht bemerkenswerth, nur kurz erwähnen, so gelangen wir zu der giftigsten Base, welche erst in der spätern Periode der Fäulniss so reichlich sich bildet, dass sie, wenn auch wegen ihrer leichten Zersetzlichkeit, sehr schwierig, doch rein erhalten werden kann. Brieger nannte sie *Mydalëin* von dem griechischen Worte *μυδαλέος*, durch Nässe, Feuchtigkeit verdorben. Mit den kleinsten Dosen einer wässrigen Lösung wird bei Kaninchen die heftigste Intoxication hervorgerufen, welche wieder in erster Linie in einem Reize der Centren der Absonderungsnerven sich manifestirt, dann zu Erweiterung der Pupille führt, Herzaction und Athmung steigert. Besonders bemerkenswerth ist dabei eine Erhöhung der Körpertemperatur um 1—2° C. Der Tod tritt nach kurzer Zeit an Herzlähmung ein.

Den Beweis haben wir, wie es uns scheint, voll geleistet, dass in den Geweben des menschlichen Körpers kurz nach dessen Tode Gifte mit wohl charakterisirten chemischen und physiologischen Eigenschaften sich bilden. Da sie nur aus den schon vorhandenen Stoffen entstehen können, so finden wir ihre Muttersubstanz am sichersten, wenn wir die rationelle chemische Formel der einzelnen Alkaloide aufzustellen suchen und sie mit derjenigen der uns bekannten Gewebestoffe vergleichen. Diese Arbeit stösst allerdings auf Schwierigkeiten, weil zur Berechnung der empirischen Formel meist zu geringe Quantitäten gewonnen werden. Zum Voraus haben wir zu constatiren, dass die Fäulnissbasen der Ordnung der Diamine angehören, sich demnach der Fettgruppe anreihen. Sie sind nicht complizirt zusammengesetzt, wodurch sie sich chemisch in hohem Grade von den ihnen physiologisch so nahe stehenden pflanzlichen Alkaloiden unterscheiden, welche alle den verwickelten Pyridinkern enthalten.

Beginnen wir mit dem Cholin, so ist dasselbe eine Ammoniumbase, von der wir wissen, dass sie eine Componente des Lecithins ist, dieses sehr complizirten, weit verbreiteten Gewebeelementes. Bei der Abstammung des Cholins handelt es sich um die einfache Abspaltung eines schon vorher bestehenden Atomencomplexes aus einer höhern Verbindung. Im Trimethylamin finden wir eine weitere Spaltung des Cholins. Das Cadaverin entsteht nicht durch blosse Theilung, sondern bei der Bildung desselben wird eine neue, wiewohl einfachere Verbindung geschaffen, die wir als Pentamethyldiamin genau kennen, im Laboratorium sogar künstlich darstellen können. Ob bei dem Mydalëin, dem giftigsten Alkaloide, eine Synthese, d. h. der Aufbau einer complizirten Verbindung aus ihren Atomen, stattfindet, können wir noch nicht angeben, da dessen chemische Formel wegen Mangels an Material noch nicht berechnet ist. Nicht vergessen dürfen wir den früher schon beschriebenen Uebergang des wenig giftigen Cholins in das heftig agirende Neurin mit seiner Vinylbase noch einmal zu erwähnen, indem wir dabei sehen, dass eine anscheinend unbedeutende Aenderung der chemischen Constitution die Gefährlichkeit in so hohem Grade steigert. Dass ganz unschuldige und höchst differente Stoffe in ihrer Zusammensetzung einander so nahe stehen, ist ein Gesetz, dem wir in der Natur häufig begegnen. Die einfache Umlagerung der Atome, die sogenannte Polymerisation, die Abspaltung oder der Zusatz eines an und für sich unbedeutenden Moleküles genügen häufig, um den Charakter ganz zu verändern. Aus dem physiologisch unwirksamen Cadaverin können wir im Laboratorium durch rasche Destillation seines Chlorhydrates das sehr giftige Piperidin darstellen, wie wir aus dem Morphin durch Abspaltung eines Wassermoleküles das

in seinen Eigenschaften ganz differirende Apomorphin erzeugen. Diese wenigen Beispiele genügen, um zu zeigen, wie geringer Mittel die Natur zur Erreichung ihrer Zwecke bedarf; wie unzureichend aber auch unser Erkennen dieser Vorgänge ist, da wir eben das als unbedeutendes Geschehen ansehen müssen, was uns in seiner Feinheit zu erfassen versagt ist.

Unter besondern Umständen *gelangen Fäulnissalcaloide in den gesunden menschlichen Körper* und machen sich als gefährliche Krankheitserreger geltend. Sie Alle kennen Beispiele der mit Recht so gefürchteten Leichenvergiftung, bei welcher die im Cadaver entstandenen Gifte durch eine kleine Wunde in die Hand des Anatomen eindringen und demselben häufig den Tod bringen. Oftmals lesen wir in der Tagespresse von Intoxicationen ganzer Familien durch verdorbene Würste, faule Fische, Muscheln, zersetztes Fleisch, bei welchen unzweifelhaft chemische Substanzen die Störung verursachten, da es häufig sicher erwiesen ist, dass ein längeres, gründliches Kochen der Nahrungsmittel dem Genusse vorhergieng. Wahrscheinlich ist es aber auch, dass *Ptomaine im lebenden Organismus des Menschen sich bilden*, in demselben sich erzeugen. Klinisch werden wir auf diesen Gedanken gebracht durch die Analyse von Krankheitsbildern, denen nicht nur eine allgemeine Aehnlichkeit mit Giftwirkung überhaupt eigen ist, sondern bei welchen wir gerade *die* Symptome sich entwickeln sehen, welche wir bei den Experimenten an Thieren mit Ptomainen studiren konnten. In erster Linie erinnern wir Sie an die Gichter der Kinder mit ihrem plötzlichen, unvermittelten Einsetzen, ihrem gewalthätigen Beeinflussen des Centralnervensystems in seinen mannigfaltigen Sphären. Bei Erwachsenen sind diese Zufälle viel seltener als bei Kindern, dafür prognostisch aber viel ernster, da sie in

ihrem Gefolge meistens den Tod haben, während die Gichter im jugendlichen Alter häufig in Genesung übergehen.

*Die wirkliche Bildung von Fäulnissalcaloiden kann nur im Darmkanale gesucht werden*, da während des Lebens in ihm allein die Bedingungen dazu vorhanden sind. Seiner physiologischen Stellung gemäss ist er die Stätte, an welcher die vegetabilischen und animalischen Nahrungsmittel zum Uebergange in das Blut vorbereitet werden. Wenn nach dem ursprünglichen Schöpfungsplane für diese Aufgabe nur die ungeformten Fermente des Speichels, des Magen- und Bauchspeicheldrüsensaftes vorgesehen waren, so haben sich im Laufe der Zeiten neben dieselben eine Menge von geformten Fermentträgern, von Pilzen, eingeschlichen, die aus der uns umgebenden Atmosphäre stammen und eingeathmet oder mit Speisen und Getränken verschluckt werden. Da sie beim Menschen nicht nur Schutz und Herberge suchen, sondern auch ernährt sein wollen, so bewirken sie an den im Darne vorhandenen Stoffen chemische Alterationen. Einige der von ihnen componirten Verbindungen sind zufällige, wie etwa die aus Kohlehydraten entstandene Buttersäure; andere sind fast constante Befunde im Darm, wie die Kohlensäure und das Sumpfgas, die ein Pilz aus der Cellulose der Gemüse bildet, wie der Schwefelwasserstoff, der aus den Eiweisskörpern sich abspaltet und in seltenen Fällen sich so anhäuft, dass er krankhafte Allgemeinsymptome hervorrufft. Im untern Theile des Darmkanales aber, wo die Erregung der Fäulniss sich besonders geltend macht und sogar die physiologische Norm ausdrückt, da sind bestimmte Mikroben immer thätig, welche die constante Zersetzung der Speisereste einleiten, ohne welche der Lebensablauf gestört wäre. Sie erzeugen neben andern Produkten besonders

das Indol, das Skatol und das Phenol, aromatische Verbindungen, über deren Nutzen oder Schaden die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, welche aber bei allen Menschen im gesunden Zustande stets gefunden werden. Hier erkennen wir das merkwürdige Gesetz, dass der Mensch sich eine Sklavenkolonie von Pilzen gründen musste, um bestimmte nothwendige Arbeiten verrichten zu lassen. Dadurch verlieren die Pilze den zweifelhaften Charakter von Parasiten und schwingen sich zu der Stellung von unentbehrlichen Beamten auf, zu der Würde von Symbionten, wie sie bei Pflanzen so häufig gefunden werden.

Im untern Theile des Darmkanales müssen wir die Stätte suchen, wo bei Selbstvergiftung die toxischen Substanzen sich erzeugen, wo ihnen die Pforte zum Eintritt in das Blut eröffnet wird, um dort die heftigsten Allgemeinerscheinungen wach zu rufen. Dass dieses üble Ereigniss so selten eintritt, beruht auf der *spezifischen Energie der Pilze*, einem Gesetze, dem alle Mikroben unterworfen sind. Ein bestimmter Pilz erzeugt stets die gleichen chemischen Spaltungen, wofür er aber auch bestimmte Substanzen zum Angriffe verlangt. Es gibt Pilze, die überhaupt nur auf *einen* Stoff wirken, während andere auf verschiedene ihre Thätigkeit ausdehnen, wobei dann aber auch differente Zersetzungsprodukte entstehen. Der Hefepilz zum Beispiel zerlegt im menschlichen Magen den mit den Speisen eingeführten Rohrzucker in äquivalente Mengen von Dextrose und Lävulose, den Traubenzucker dagegen in Alcohol und Kohlensäure. Der Buttersäurepilz verwandelt die Kohlehydrate in Buttersäure, bleibt aber unwirksam, wenn er keine dieser Substanzen findet. Durch einen bösen Zufall werden diejenigen spezifischen Bakterien verschluckt, welche die giftigsten Ptomaine abzuspalten

im Stande sind; die ihnen convenirende Nahrung finden sie im Darm überall, da Eiweissstoffe und Fettkörper in demselben stets vorhanden sind.

Bis jetzt haben wir, uns stützend auf die klassischen Arbeiten eines Pasteur und dessen Epigonen, stillschweigend angenommen, dass die Fäulnisspilze wirklich mit der Eigenschaft begabt seien, die von ihnen erlesenen Stoffe in ihrer Zusammensetzung zu erschüttern und aus ihnen neue Körper zu schaffen. Den strikten Beweis sind wir aber noch immer schuldig geblieben, werden ihn aber mühelos bringen können, wenn wir unsere Untersuchung wieder auf das eigentliche pathologische Gebiet zurückführen, wo uns im Reagensglas zu zeigen gestattet ist, dass die krankheitserregenden Pilze chemische Potenzen in eclatantester Weise besitzen. Wie die chemischen Arbeiten über Ptomaine uns die Brücke schlugen zur Erkennung der Krankheitsgifte, so eröffnen uns die ihnen folgenden Studien über Infectionskrankheiten das Verstehen und Begreifen der chemischen Wirkung der Fäulnisspilze.

Schon vor Jahren wurden Versuche gemacht, aus dem Blute von Kranken oder aus deren Provenienzen Gifte darzustellen, Bemühungen, welche meist an der zu geringen Quantität der Untersuchungsobjekte scheiterten. Brieger war es vorbehalten, den genialen und für die Zukunft so fruchtbaren Gedanken zu fassen, gewisse Krankheiten künstlich im Laboratorium zu erzeugen und in deren Produkten die Gifte zu suchen. Leicht war es von denjenigen Affectionen, bei welchen die Erreger überhaupt bekannt sind, Pilzculturen in genügender Quantität zu erhalten; schwieriger dagegen, den richtigen Nährboden zu errathen, da schon a priori angenommen werden muss, dass diese Keime in erster Linie dem Gesetze der Spezificität unterworfen seien, da

ja einzig auf demselben die charakteristischen Erscheinungsformen beruhen können, durch welche es uns möglich ist, die einzelnen Krankheiten von einander zu unterscheiden.

Wenn Typhusbacillen in eine blutwarm gehaltene Aufschwemmung von Rind- oder Kalbfleisch in Wasser ausgesät wurden, so konnte aus diesem Brei nach 8 bis 14 Tagen ein ganz neuer Stoff gewonnen werden, welcher sich sowohl durch seine chemische Zusammensetzung als besonders durch seine physiologische Wirkung auszeichnete. Wenn Lösungen des *Typhusgiftes* in kleinen Quantitäten Thieren eingespritzt wurden, so verfielen sie in einen lethargischen, lähmungsartigen Zustand. Interessanter und ausgedehnter sind die Untersuchungen über das Gift der Cholera, bei welcher Seuche schon die ersten Schriftsteller wegen der Rapidität ihres Verlaufes und der Aehnlichkeit mit Arsenikvergiftung an Intoxication dachten. Nachdem es dem berühmten Koch nach vielen fehlgeschlagenen Versuchen endlich gelungen war, bei Thieren durch Einspritzung von Kommabacillen Cholera zweifellos zu erzeugen, wurde von Klebs und Lange und später von Brieger eine Ausaat von Pilzculturen auf Fisch- und Rindfleisch gemacht und die Versuche waren mit Erfolg gekrönt. *Zwei Cholera gifte* wurden chemisch rein dargestellt, von denen das eine Muskelkrämpfe erzeugte, das andere dagegen bei Mäusen einen lähmungsartigen, lethargischen Zustand provozierte mit Verlangsamung der Athmung und des Herzschlages. Mit diesen Symptomen verband sich ein stetiges Fallen der Temperatur, so dass die Thiere allmähig kalt wurden, zuweilen blutige Dejectionen bekamen und schliesslich unmerklich nach 12—14 Stunden zu Grunde giengen. In diesem zuletzt beschriebenen Zustande erkennen wir das für Cholera so charakte-

ristische Stadium algidum. Der Cholerabacillus verfügt überhaupt über eine gewaltige chemische Activität, da er gleich den Fäulnisspilzen noch viel Cadaverin und Putrescin entwickelt, Stoffe, welche sicher dazu dienen, das Darmepithel zu stören und den eigentlichen spezifischen Giften den raschen Eintritt in das Blut zu ermöglichen. Am unmittelbarsten, handgreiflichsten demonstriert er uns seine chemische Energie in der Bildung des prachtvollen Choleraroths, welches auf einer Fleischwasserpeptongelatine bei Zusatz von concentrirter Schwefelsäure unser Auge überrascht.

Trotz bedeutender Anstrengungen haben die Arbeiten über die Wundinfectionskrankheiten, die Blutvergiftung der Laien nicht grosser Erfolge sich zu erfreuen, eine rühmliche Ausnahme macht nur *der Tetanus, der Wundstarrkrampf*, da bei ihm ein vorläufiger Abschluss der Studien gewonnen ist, diese einen bedeutenden Schritt weiter geführt sind als bei allen andern Krankheiten. Wohl lohnt es sich, den Gang der Untersuchung kurz zu skizziren, da von ihm wir lernen, was in den andern Gebieten uns noch fehlt. Nach Verletzungen, die zuweilen ganz geringfügiger Natur sind, bei welchen Fremdkörper wie Splitter, Tuchfetzen, Kugeln in der Wunde liegen blieben, auch nach Erfrierungen treten plötzlich die bekannten, grausigen Symptome des schmerzvollen Starrkrampfes auf. Schon frühzeitig wurde die Anwesenheit eines Giftes supponirt, da alle Erscheinungen auf ein tiefes Leiden der Nerven hinwiesen, den Symptomen der Strychninvergiftung täuschend ähnlich sahen. Nach vielfachen missglückten Versuchen gelang es endlich, durch den auf Kaninchen übergeimpften Inhalt einer Eiterblase von einem Tetanuskranken, durch transplantirte Stücke aus erfrorenen Gliedern die Ansteckungsfähigkeit zu constatiren. Merk-

würdigerweise konnte auch durch Einimpfung von Gartenerde Thieren die Krankheit beigebracht werden. Eine weitere Entwicklung erlangte das Experiment, als später die Mikroben des Tetanus gezüchtet wurden und Flocken aus den Culturen bei Kaninchen den charakteristischen Symptomencomplex erzeugten. Die gleichen Pilzrasen auf Rindfleischauflage gebracht, erzeugten im Brutkasten in acht Tagen eine Flüssigkeit, aus welcher es gelang den spezifischen Giftstoff das *Tetanin* in prachtvollen, hellgelben Blättchen darzustellen, von welchen geringste Quantitäten Mäuse, Frösche und Meerschweinchen in kürzester Zeit an Starrkrampf tödteten. Nun setzte aber der unermüdliche Brieger der ganzen Untersuchungsreihe die Krone auf, als er vor wenigen Monaten aus dem durch Amputation entfernten Arme eines Tetanuskranken noch bei dessen Lebzeiten das Tetanin chemisch darstellen und dessen physiologische Energie erproben konnte. Somit ist der Wundstarrkrampf die erste ansteckende Krankheit, bei welcher die Aetiologie aufgeklärt ist, wo es dem findigen Geiste und der geduldigen Ausdauer des Forschers gelang, zum verborgenen Ziele vorzudringen.

In unserer heutigen materiellen Zeit, wo nur das geschätzt wird, was Nutzen bringt, darf die Frage nicht umgangen werden, ob durch die Ihnen vorgeführten medizinisch-chemischen Studien für die Behandlung der Infectionskrankheiten, der blutigen Geißel der Menschheit, ein sichtbarer Erfolg erzielt worden sei. Heilkunde kömmt schliesslich von »heilen« und mit dem scharfsinnigsten Eindringen in das Wesen und Treiben der Krankheitserreger ist der arme Patient von seinen schweren Leiden nicht erlöst, vom Tode nicht gerettet. Bekannt ist es, dass die gefährlichsten Krankheiten, wie Typhus, Cholera, Blutvergiftung, häufig spontan heilen, was wir

uns nur so erklären können, dass die Fortpflanzung und die Giftbildung der dieselben bedingenden Pilze früher aufhört, als der menschliche Organismus zerstört ist. Dieses sich erschöpfen nach einer gewissen Periode liegt im Charakter der Mikroben, wie wir es studiren können bei künstlichen Culturen derselben, wenn wir constatiren, dass nach einiger Zeit deren Wachsthum stille steht, deren Flächen- und Tiefenausdehnung aufhören. Da dieses Abschliessen der Fortpflanzungsfähigkeit vor der Degeneration der Pilze eintritt, da es sich einstellt, lange bevor die Nährsubstanz aufgezehrt ist, so können wir uns diesen Stillstand nur erklären, wenn wir annehmen, dass bei der Lebensthätigkeit der Pilze selbst solche chemische Stoffe gebildet werden, welche auf die Entwicklung ihrer Erzeuger hemmend einwirken. Die durch die Lungen ausgeathmete Kohlensäure bedroht den Menschen schliesslich auch, wenn sie in seiner Atmosphäre sich anhäufen kann.

Beobachtungen lehren uns, dass das vom Komma-bacillus gelieferte Cadaverin dessen Vermehrung und Gedeihen schwer beeinträchtigt. Weitere Erfahrungen zeigen, dass der von einer bestimmten Pilzart abgesonderte Stoff auf eine andere Spezie geradezu vernichtend einwirkt, so dass gewisse Mikroben nie neben einander bestehen können. Auf Nährgelatine wird der den Eiter erzeugende Coccus durch einen stinkenden Fäulnispilz sicher getödtet, wie beim lebenden Kaninchen der Ausbruch einer vernichtenden Milzbrandimpfung durch eine ihr folgende Einspritzung des Erregers der Lungenentzündung oder desjenigen des Rothlaufes vereitelt wird. Bei der möglichen Verwendung dieser Erfahrungen zur Heilung der Infectionskrankheiten werden in Zukunft wahrscheinlich nicht die Pilzculturen verwandt werden, sondern die von ihnen gebildeten chemischen Stoffe, da

diese die eigentlichen activen Principien sind. Auf chemische Waffen wird den Mikroben der Kampf zu erklären sein.

In solcher Weise gieng übrigens schon lange die Empirie dem exakten Verstehen voraus und lehrte uns durch die unzweideutige Demonstration von sichern Erfolgen, dass Pilzkrankheiten reinsten Wassers, wie die Malaria, die hitzige Gliedersucht, die Lues, durch chemische Stoffe, wie das Chinin, die Salicylsäure, das Quecksilber geheilt werden können. Trotzdem wir nicht wissen, ob bei dieser Einwirkung eine Vernichtung der Pilze stattfindet, oder ob die abgesonderten Gifte neutralisirt werden, so besitzen wir doch in diesen therapeutischen Methoden die Anfänge einer rationellen Behandlung von Krankheiten. Wir lernen aus ihnen, dass die spezifische Energie der Mikroben, welche die mannigfaltigen Krankheiten erzeugt, auch dem Finden von spezifischen Heilmitteln ruft, dass in diesem Gebiete die grösste Individualisirung nöthig ist. Nicht mehr dürfen die Aerzte sich mit der Unterdrückung einzelner dringender Symptome begnügen, oder ihr Ziel am Krankenbette nur darin sehen, dass sie den Organismus heben und kräftigen, um ihn, wenn möglich so lange zu halten, bis die Krankheit sich selber erschöpft hat. Das Suchen nach spezifischen chemischen Medikamenten ist übrigens theoretisch nicht so abenteuerlich, wie es auf den ersten Blick erscheinen könnte, indem es Aussicht auf Erfolg erhält durch die uns bekannte Thatsache des *Antagonismus der Gifte*. Ein durch Atropin vergiftetes Thier können wir vor dem Tode erretten, wenn wir ihm eine entsprechende Dosis Morphium nachspritzen, die Intoxication durch das wirksame Prinzip des Fliegenschwammes wird paralysirt durch Atropin. Auch bei den Ptomainen begegnen uns ähnliche Verhältnisse, indem nach einer

tödlichen Gabe von Cholin, resp. Neurin bei dem Kaninchen die drohendsten Erscheinungen bald verschwinden, wenn Atropin nachinjicirt wird; wie die Symptome des Starrkrampfgiftes durch ein Alkaloid, das verdorbenen Austern entnommen ist, rasch sich lösen. In diesen merkwürdigen Erfahrungen liegt ein fruchtbares Samenkorn verborgen, auf dessen Aufgehen die Zukunft der medizinischen Behandlung beruhen wird. Nicht aber werden wir dem Pflanzen- oder Mineralreiche unsere Medikamente entnehmen, sondern wahrscheinlich sie uns selbst darstellen müssen aus den Culturen der antagonistischen Krankheitsträger. Die von den Patienten so sehr gefürchtete Verwendung von Giften zu Heilzwecken darf nicht mehr bedenklich erscheinen, *seitdem wir wissen, dass die Natur zur Hervorbringung gewisser Effekte im gesunden menschlichen Organismus sich derselben reichlich bedient, dass sie aber auch die Apparate besitzt, um sie wieder auszuschcheiden, sich ihrer zu entledigen, wenn sie ihre Pflicht gethan.*

So steuern wir der Gründung einer chemischen Schule in der Medizin entgegen, die sich aber von der im Mittelalter blühenden iatrochemischen wesentlich unterscheidet. Wenn damals die Aerzte von den scharfen Stoffen, den Säuren und den Fermenten im Blute sprachen, so hatten sie dieselben mit ihren Sinnen nie wahrgenommen, sondern in ihren phantasievollen Gemüthern sie nur geträumt. Heute aber sind die im Organismus entstehenden Giftstoffe zum Theil wenigstens gefunden und im Laboratorium als reine chemische Individuen mit constanten physiologischen Eigenschaften dargestellt und bilden eine sichere Grundlage zum spätern Ausbaue des Systemes. Gerne habe ich für heute dieses chemisch-botanische Thema gewählt, weil es, wie kein anderes, beweist, dass die Medizin nur dann auf Fort-

schritte rechnen darf, wenn sie der exakten Naturforschung treu bleibt, dass der Arzt nur dann in seinem hehren Berufe Grosses leisten kann, wenn er als ernster Naturforscher vorwärts strebt.



## II.

### **Ueber Reliefdarstellung im Allgemeinen und das Relief des Jungfrau-Massives von Ingenieur-Topograph Simon im Besondern.**

Von *Albert Heim*, Professor.

---

In der Darstellung des Gebirges in Relief und Karten ist von jeher die Schweiz ein klassischer Boden gewesen, und mancher Fortschritt in dieser Richtung ist von ihr ausgegangen. In der Geschichte der Reliefdarstellung lassen sich drei Perioden unterscheiden:

In der ersten Periode wird das Relief unmittelbar nach der Natur aufgenommen. Es liegt ja eigentlich viel näher, eine verkleinerte Kopie der Natur in allen drei Dimensionen zu machen, als die schwierigere Abstraktion zur Karte durchzuführen. Nach dem Relief erst wurde dann die Karte gezeichnet. Die Schwierigkeit der Aufgabe gestattete nur den begabtesten Topographen, solche Reliefdarstellungen auszuführen. Zu diesen Arbeiten gehört das Relief der Urschweiz von Oberst Pfyffer aus dem vorigen Jahrhundert, jetzt im Gletschergarten in Luzern ausgestellt, sowie das grosse Relief der Mittelschweiz von Joachim Eugen Müller aus Engelberg, das derselbe auf Grund seiner Visurplatten und Zeichnungen als Grundlage für den Rud. Meyer'schen Atlas der Schweiz herstellte (Aarau 1802). Ein Abguss dieses Reliefs befindet sich auf der Stadtbiblio-

thek (Wasserkirche) in Zürich. Diese Arbeiten waren Meisterwerke ihrer Zeit, richtiger und reichhaltiger als irgend eine zeitgenössische Karte. An diesen Reliefs schwang sich die Kartenzeichnungskunst empor. Allmählig entstand der »Dufouratlas«, dann der »Siegfriedatlas«, beides Werke, wie sie zur gleichen Zeit und noch jetzt kein anderes Land mit gleichen Terrain-schwierigkeiten aufzuweisen hat. Die Karte bedarf des Reliefs als Vorarbeit nun nicht mehr.

Die vollkommenen Karten verleiten nun eine Menge von Liebhabern, *nach den Karten* Reliefs herzustellen. Es folgt die Periode des Dilettantenreliefs: Die Karte wird einfach in's Körperliche mechanisch übersetzt, meistens sogar ohne genügendes Kartenverständnis, nur ausnahmsweise auch einmal sorgfältig. Alle diese Reliefs aber geben *weniger*, jedenfalls nicht *mehr* als die Karte für denjenigen gibt, der sie verstehen kann. Diese Reliefs sind als Anschauungsmittel im Unterricht oft von Werth, aber eine wissenschaftliche oder künstlerische Bedeutung kommt ihnen nicht zu. Sehr häufig über-treiben nun gerade die »Geoplastiker von Beruf« (Schöll, Stumm etc.) den Höhenmassstab, »weil die Formen sonst nicht den richtig grossartigen Eindruck machen.« Allein hiermit beweisen sie nur ihre Unfähigkeit, die Menschen zum richtigen Schauen zu erziehen, und entfernen sich von ihrem eigentlichen Ziele, Naturverhältnisse zur Anschauung zu bringen. Vielfältige Erfahrung hat uns gezeigt, dass wenn nur die Form im Detail scharf und gut modellirt ist, sie weit mehr wirkt, als die über-triebenen Höhen bei stumpfer unverständener Formung, und dass richtiges, der Natur entnommenes Detail sich bei übertriebenem Höhenmassstabe gar nicht modelliren lässt. Die Jury der Reliefs an der schweizerischen Landesausstellung von 1883 hat denn auch alle Reliefs

mit Ueberhöhung von vorneherein von der Prämierung ausgeschlossen.

An der Landesausstellung fanden sich damals eine grosse Anzahl von Reliefs, welche einfach durch Ausschneiden und übereinander Befestigen der Kurvenflächen aus unsern Höhenkurvenkarten als »Schichtenreliefs« hergestellt werden. Manche waren mit bewunderungswerther Sorgfalt gearbeitet. Allein diese Arbeit ist eine rein mechanische und verdient etwa unter den Buchbinderarbeiten diplomirt zu werden, die wissenschaftliche und künstlerische Leistung hatte dabei der Kartentopograph vollführt, nicht der Ersteller des Reliefs.

Die dritte Periode in der Geschichte der Reliefdarstellung ist noch nicht alt. Sie wird bezeichnet durch das Wiedererwachen der Einsicht, dass nur auf Grund von wissenschaftlichem Verständniss der Formen eine richtige Auffassung und Wiedergabe derselben möglich ist. Das Relief gibt die ganze Form und beliebig viele Ansichten zugleich, es ersetzt die Karte sammt zahllosen Ansichten. Dadurch, dass das Relief eine Dimension *mehr* besitzt, und dass bei demselben sehr leicht die natürlichen Farben anzubringen sind, kann es die Natur weit vollkommener wiedergeben und zum Verständniss bringen, als Panoramen und Karten, die an die Papierfläche gebunden sind; *es soll desshalb auch das Relief mehr leisten*. Der offizielle Spezialbericht über die Reliefs der schweizerischen Landesausstellung von 1883 präzisirt diese Auffassung im weitem z. B. durch folgende Worte: »Ein gutes Relief ist gewissermassen die Darstellung der Beobachtungen eines Naturforschers und am Relief soll man in manchen Richtungen Studien machen können, wie an der Natur. Alle Welt ist heute einig darüber, dass nur der fachlich gründlich gebildete Ingenieur eine topographische Karte herstellen

kann, wie aber sollte der Dilettant die noch viel allseitigere fachliche Kenntnisse und Beobachtungen erfordernde Reliefarbeit zu leisten vermögen?

Richtige Darstellung der Formen und Farben ist nur möglich bei richtiger Auffassung derselben und nur die wissenschaftliche Erkenntnis einer bestimmten Erscheinung öffnet das Auge für richtige Auffassung. Es erweist sich dies schon bei den Karten. Als Vorbereitung für ein gutes Gebirgsrelief ist nicht nur geometrische Fachkenntnis, sondern vor Allem eine gründliche geologische Vorbildung erforderlich. Nur wer die Struktur und Lagerungserscheinungen der Gesteine und die Erscheinungen der Verwitterung, der Erosion und der Schuttanhäufung und Anschwemmung genau kennt, der versteht die dadurch geschaffenen Formen, und kann sie darstellen, falls noch das Können der Hand hinzutritt. Das Ideal eines Reliefs bestünde darin, dass wir eine Menge von Studien am Relief, als ob wir in der Natur wären, machen können.

Diese neue Schule der Reliefdarstellung ging vom eidgenössischen Polytechnikum aus. An der schweizerischen Landesausstellung 1883 war sie vertreten durch eine Anzahl von Typenreliefs des Sprechenden (Gletscher, vulkanische Insel, Wildbachgebiete, Küstengestalten, Bergsturz von Elm), besonders aber durch drei grössere Arbeiten von ehemaligen Schülern des schweizerischen Polytechnikums. Das damals weitaus vollendetste Werk ist das Relief der Monte-Rosa-Matterhorn-Gruppe, des Weissorns und der Mischabel von X. Imfeld, dann folgte das Relief des Oberengadin von L. Simon und endlich das Relief des Kantons Glarus und Umgebungen von Fr. Becker. Alle drei hatten den Massstab 1:25000 gewählt. Der Gedanke, allmählig die ganze Schweiz oder wenigstens die Alpen in diesem Massstabe in Sektionen,

den Blättern des Siegfriedatlas entsprechend, als Relief zu bearbeiten, lag sehr nahe — nicht etwa in der Meinung, dadurch einen unbrauchbaren Reliefkoloss herzustellen, sondern Sektion für Sektion einzeln oder gruppenweise wie die Siegfriedblätter käuflich zugänglich zu machen. Sollte nicht die Schweiz, nachdem sie mit dem Dufouratlas und dem Siegfriedatlas den andern Staaten vorangegangen war, noch im Relief, das auf ihrem Boden entstanden und ausgebildet worden ist, ein drittes nationales topographisches Werk hinzufügen? Schon sind Schritte zur Verwirklichung dieser Idee gethan. Weitere Sektionen des Siegfriedatlases stehen gegenwärtig in Reliefbearbeitung und die Idee wird an verschiedenen massgebenden Orten in Berathung gezogen.

Unterdessen ist, unabhängig von diesem Gedanken, ein neues Werk entstanden, das Relief der Finsteraarjungfrau-Gruppe von Ingenieur-Topograph S. Simon im Massstabe 1:10000. Dasselbe liegt heute, das Gebiet von drei Sektionen des Siegfriedatlas darstellend, fertig, als erster Theil eines grösseren, 16 Sektionen umfassenden Projektes vor uns. Es misst 175 cm in N—S- und 120 cm in O—W-Richtung. Was von diesem Relief schon heute vorliegt, ist das weitaus vollendetste Reliefwerk, welches bisher überhaupt erschaffen worden ist, — ein grossartiges Wahrzeichen für das, was das Relief überhaupt als Gebirgsdarstellung in topographischer, naturwissenschaftlicher und künstlerischer Richtung leisten kann.

Ueber die Entstehung dieses Werkes mögen einige geschichtliche Notizen orientiren:

*Simon* stammt aus Basel; er studirte in Zürich Ingenieurwissenschaften, besonders Topographie und Geologie und erweiterte sodann seine Studien in sehr selbstständiger Weise in der Natur. Er zeichnete und litho-

graphirte mehrere sehr gute Panoramen (vom Alvier, vom Ottenberg bei Weinfeldern etc.) und schuf dann im Auftrag der dortigen Kurgesellschaft das Relief des Oberengadin in 1:25000. An den eidgenössischen Offiziersbildungsschulen für Genie und Artillerie war er Docent für Terrainlehre und Topographie und arbeitete sodann im Auftrag des eidgenössischen topographischen Bureau an der Revision und Aufnahme der Gebirgsblätter des Siegfriedatlas.

Im Jahr 1883 zog an der schweiz. Landesausstellung ein im Massstab von 1:10000 ausgeführtes Relief des Berner Oberlandes in hohem Masse Simon's Aufmerksamkeit auf sich. Dasselbe war zwar ohne jedes Verständniss ausgeführt, ein geradezu abschreckendes Beispiel diletantischer gewerbsmässiger Verirrung. Allein man konnte daran ahnen, welch wundervolles Bild dieser grosse Massstab liefern würde, wenn die Arbeit richtig durchgeführt würde. So fasste Simon 1884 sein grossartiges Projekt. 1885 machte er mit einem selbst construirten photographischen Theodolithen in dem Gebiete dieser Gebirgsgruppe eine Menge von Aufnahmen. 1886 war bereits ein Theil des Reliefs in Eisenrahmen mit Pappelholz und Cartonschichten von  $60^m = 6^{mm}$  nach den Horizontalcurven montirt, die sämtlichen Fixpunkte durch Stahlstiften festgestellt, und es konnte das Ausmodelliren der Treppenstufen mit Oelkitt nach den vorhandenen Zeichnungen und Photographien stattfinden.

Simon benutzte zur Ausarbeitung der fertig vorliegenden drei Sektionen etwa 2000 Photographieen, von denen er etwa 500 selbst aufgenommen hatte. Etwa 100 Hochgipfelbesteigungen und zahllose Thalwanderungen waren nothwendig, um die nöthigen Beobachtungen und Aufnahmen zu machen. Nirgends wurde einfach nach der Karte gearbeitet, sondern stets auf Grund einer

eingehenden Prüfung an Ort und Stelle das Einzelne modellirt. Auf eine wirkliche Beschreibung des Reliefs verzichte ich, die eigene Betrachtung wird Ihnen mehr bieten.

Das Simon'sche Relief beruht auf einer vollkommenen Neuaufnahme im grossen Massstabe und ist eine Darstellung der Gestalt der Gebirgsoberfläche, welche bis in alle Einzelheiten genau ist. Es ist aber auch ein Kunstwerk in vollstem Sinne.

Es gibt zwar eine gewisse Kunstrichtung, welche der Natur abgelauschte Einzelheiten hochmüthig über die Achsel ansieht, als ob sie besseres schaffen könnte, und welche es z. B. für einen künstlerischen Vorzug ansieht, wenn der Thorwaldsen'sche Löwe in Luzern an den Vorderfüssen je eine Zehe zu wenig hat. Allein es handelt sich hier stets nur um den Grad der Schärfung und Uebung unseres Blickes. Dem auf Thiere geübten Auge macht dieser Fehler den gleichen peinlichen Eindruck einer Missbildung, den jener Künstler empfinden würde beim Anblick einer Venus mit blos vierfingeriger Hand. Und die verworrenen unklaren Berggestalten eines Dilletantenreliefs machen dem gebildeten Auge des Bergkenners, des Geologen, den gleichen Eindruck wie an einer Heldenstatue ein verquetschtes Gesicht, eine verstümmelte Hand, ein missbildeter Fuss, es sieht die Unmöglichkeiten und ist beleidigt. Es kann nicht die Aufgabe des Künstlers sein, den Mangel an Uebung des Auges bei einem grossen Theile des Publikums zum Tummelplatz seiner Freiheiten zu wählen, und hier sich Sporen zu verdienen, und noch dazu hiermit als Idealist im Gegensatz zum Realisten sich zu brüsten. Die Freiheit der Kunst liegt anderswo! Wir verlangen von jedem Kunstwerk, dass es ein solches bleibe auch für den im Fühlen, im Denken Gebildeten

und für das im Sehen geübte Auge, es wird als Kunstwerk dadurch nichts verlieren, wohl aber selbst für das ungebildete Auge unbewusst gewinnen, und es wird dasselbe zu besserem Sehen und höherem Genuss erziehen. Das beste, was die Kunst leisten kann, kommt dem Schöpfungsgedanken der Natur am nächsten.

Ein Werk wie das Simon'sche Relief ist keine mechanische Nachbildung der Natur. Sollte eine solche in dieser Vollendung überhaupt denkbar sein, so würde sie gewiss die hundertfache Zeit erfordern, welche Simon gebraucht hat. Die erste Bedingung war Eindringen in das Wesen seines Gegenstandes.

Betrachten wir im Simon'schen Relief alle diese charakteristischen Gestalten der Felsform, der Bachfurchen, Lawinenzüge, Steinschlagrinnen, der bald kahlen, bald bewachsenen Schuttkegel und Schutthalden, der Bachschluchten, der Thalböden wie der Gratlinien! Ueberall sehen wir dem Bilde an, *wie* in der Natur diese Formen sich ausgebildet haben und wie sie sich weiter verändern werden. Das Verhältniss von innerem Gebirgsbau zur äusseren Abwitterung tritt uns klar vor Augen. Die Bewegung des Firnes, die Ansammlung desselben zum Eisstrom, die ganze Gestaltung der Gletscher mit ihrem Fliessen wird auf einen Blick verständlich. Wir können die Spuren der früher grösseren Ausbreitung der Gletscher in alten Moränen, in abgeschliffenen Felsgehängen etc. verfolgen. Es ist, als ob die Geschichte dieser Gegend aus dem Bilde zu uns sprechen würde, — durch die leichte Uebersicht ist sie aus dem Relief besser herauszulesen als in der Natur.

Das ist es ja eben, was, abgesehen von der Fülle wissenschaftlicher Beobachtungen, die hier niedergelegt sind, ein Relief so werthvoll macht, dass wir die interessanten Einzelheiten in ihrem richtigen Verhältniss

zum Ganzen überschauen. Bei der direkten Beobachtung in der Natur erscheint stets das unmittelbar vor uns liegende in unverhältnismässiger Bedeutung, und selbst viele Naturforscher können sich ihr Leben lang nicht zu einem objektiven Ueberblick im Gebirge durcharbeiten. Wie eine von der momentanen Situation unabhängige, absolut gerechte Geschichtsschreibung steht dies Bild vor uns. Wir gewinnen hier leicht die richtige Uebersicht, und wir könnten hier manche Beobachtungen anstellen, wie in der Natur — oder leichter als in der Natur. Was in der im engeren Sinne künstlerischen Beziehung uns die höchste Leistung des Simon'schen Reliefs zu sein scheint, das ist die absolute Harmonie, welche er zwischen den feinen Einzelheiten und dem Ganzen zu Stande gebracht hat. Das Ganze erscheint nicht unruhig zerhackt durch den gewaltigen Reichthum an scharfem Detail in Form und Farbe, dieses letztere ist nicht übertrieben trotz aller eingehenden Behandlung, die es erfahren hat, der gewaltige Eindruck der Gesamtformen in ihrer majestätischen Ruhe ist gewahrt geblieben, und das Einzelne ordnet sich dem Ganzen in vollster Harmonie ein.

Ueberall treffen wir auf die der Natur entsprechende reiche Individualisirung der Formen, nirgends finden wir schablonenhafte Wiederholungen, es sei denn, dass die Natur sich selbst wiederholt.

Soll das Simon'sche Werk ein Werk der Wissenschaft oder der Kunst sein? Man kann sagen, die Aufnahme in der Natur war eine wissenschaftliche Studie, die Darstellung im Relief erforderte mehr das künstlerische Schaffen und Können. Eine weitere Erörterung hierüber aber scheint uns ein Streit um des Kaisers Bart. So wenig als in ihren höchsten Erscheinungsformen das Schöne und das Wahre trennbar sind,

so wenig lassen sich Wissenschaft und Kunst immer scharf von einander trennen, und nur eine beschränkte engherzige Auffassung kann Kunst und Wissenschaft als absolute Gegensätze hinstellen. Wer über die Schöpfungsgedanken der Natur nachdenkt und in vollendeter Form wiedergibt, ist Forscher und Künstler zugleich.

Wir haben im Simon'schen Relief nicht das nach Dimensionen grösste, aber nach Massstab und Ausführung weitaus grossartigste vollendetste Werk der topographischen Wissenschaft und Kunst vor uns, das bisher geschaffen worden ist. Das von uns gedachte Ideal des Gebirgsreliefs ist hier nahezu verwirklicht. Simon hat in jeder Beziehung alles eingesetzt, was er konnte, um dies Werk zu Stande zu bringen, und wer seinem Schaffen zugesehen hat, der anerkennt, dass nur ein Schwärmer im besten und schönsten Sinne des Wortes, getragen von tiefer Begeisterung für sein Ideal, dieser Kraftleistung fähig sein konnte.

In Erwägung dessen, dass es sich hier um ein Werk nationaler Kunst handelt, empfiehlt die Delegirtenversammlung der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft der Generalversammlung einstimmig den schriftlich eingebrachten Antrag des Hrn. Prof. Rütimeyer aus Basel, welcher lautet:

»Die schweizerische naturforschende Gesellschaft in Anerkennung des hohen wissenschaftlichen Werthes, den sie dem von Hrn. Ingenieur Simon ausgeführten Relief des Jungfrau-Massives im Massstab von 1:10000 beimisst, beauftragt ihr Centralcomite, über die Mittel zu berathen, die es möglich machen könnten, dieses Kunstwerk der Schweiz zu sichern.«



### III.

## Utilisation des eaux du lac de Neuchâtel pour l'alimentation de Paris et de ses environs en eau-force et lumière.

Par M. l'Ingenieur *G. Ritter*.

---

L'alimentation de la ville de Paris en bonne eau potable laissant de nouveau considérablement à désirer malgré les importants travaux exécutés par la ville pour dériver les eaux de la Dhuis et de la Vanne, M. l'ingénieur G. Ritter s'est occupé, depuis quelques années, de la solution définitive et complète du problème. Nous résumerons ainsi l'exposé de son projet fait dans la séance générale de la Société.

### Nécessité de procurer de la bonne eau à Paris.

Cette nécessité s'impose, car sur les 500,000 mètres cubes employés journellement, un quart environ du volume est de l'eau de source, les trois autres quarts sont de l'eau de Seine, chimiquement impure et renfermant de 6 à 12,000 microbes par centimètre cube, suivant qu'elle est puisée en amont ou en aval de la ville de Paris.

Or cette eau jetée parfois, en cas de nécessité, dans l'alimentation, développe une recrudescence de fièvre typhoïde considérable. L'échelle indiquée par M. Brouardel, doyen de la faculté de médecine de Paris, à la-

quelle on peut mesurer infailliblement cette recrudescence du typhus, est l'entrée des malades dans les hôpitaux pendant les deux périodes d'alimentation avec ou sans eau de Seine. L'augmentation atteint jusqu'à 300 pour 100 lorsqu'on substitue l'eau de Seine à l'eau de source.

M. Ritter envisage d'autre part les nouvelles dérivations d'eau de sources que se propose la ville comme insuffisantes pour résoudre d'une manière digne de la capitale de la France le problème d'une alimentation définitive et complète; 25 à 30,000 maisons sur 85,000 ne sont pas encore abonnées à l'eau; en outre, il conviendrait que toute distribution d'eau de service provenant de la Seine cessât dans les maisons, car l'emploi d'une eau impure et chargée de 12,000 microbes, alors que celle des égouts n'en contient que trois fois plus, un emploi pareil pour presque tous les usages domestiques est même dangereux, et l'on ne se débarrassera jamais du typhus à Paris tant que dans les propriétés et habitations on emploiera deux espèces d'eau, dont une contaminée pourra être mélangée à l'eau de source, soit par mégarde, soit souvent par nécessité.

#### **Qualité de l'eau proposée par M. Ritter.**

L'eau du lac de Neuchâtel, aujourd'hui récepteur des eaux de l'Aar et de la Sarine, rivières alimentées par une partie des plus importants glaciers de la Suisse, est une eau d'excellente qualité et d'une fraîcheur de 4° centigrades captée à 100 mètres de profondeur.

L'analyse démontre qu'elle est indemne de toute substance organique dangereuse; elle n'accuse ni présence d'ammoniaque ni d'azotites, ce qui n'est pas toujours le cas avec les eaux employées à Paris, notamment pour celle de la Dhuis.

Son degré hydrotimétrique est excellent, car elle n'accuse que 13° à l'hydrotimètre, c'est-à-dire qu'elle ne contient que 13/100000<sup>e</sup> de carbonate de chaux; de ce chef la ville de Paris économiserait pour plusieurs millions de francs de savon annuellement par son emploi substitué à celui d'eau de Seine.

Sous le rapport des microbes, l'avantage est encore tout en faveur des eaux proposées; l'analyse bactériologique indique :

Eaux de la Vanne .....	115 microbes.
» » » Dhuys .....	595 »
» » » Seine { à Ivry .....	5760 »
» » » Seine { à Chaillot .....	12000 »
Eau des égouts .....	38800 »
Eau du lac de Neuchâtel .....	80 »

Tout commentaire est assurément superflu en présence de ces chiffres et de ces faits.

### **Volume d'eau disponible avec le projet Ritter.**

La quantité d'eau disponible pour la dérivation projetée est presque indéfinie. Le bassin hydrographique qui alimente les cinq lacs de Bienne-Thoune, Morat-Bienne et Neuchâtel de 387 kilomètres carrés, comprend une étendue de 8,331 kilomètres carrés, sur laquelle la quantité annuelle d'eau pluviale qui peut s'écouler par les rivières dans les lacs, représente en moyenne 240 mètres cubes par seconde, défalcation faite de l'eau évaporée ou absorbée par les plantes bien entendu.

En prélevant sur ce volume 1/8 on aura donc 30 mètres cubes par seconde de disponible, et en prélevant 1/10 seulement on aurait 20 mètres cubes de disponible pour la dérivation projetée.

Une couche de un mètre prélevée sur les trois lacs réunis de Morat, Neuchâtel et Bienne suffira pendant

6 2/3 mois au débit de 20 mètres cubes par seconde et 4 1/2 mois au débit de 30 mètres cubes; conséquemment, ceci permet de ne point se préoccuper des variations de volumes entre les saisons pluvieuses et sèches de l'année. Toute l'année le même volume fixe et immuable sera donc disponible pour l'alimentation projetée.

### **Captation des eaux.**

M. Ritter se propose de capter l'eau dans les couches profondes du lac au moyen d'un tube aspirateur atteignant la profondeur de 100 mètres, couches dont la température est de 4 degrés et presque fixe en toute saison. Les eaux de surface ne pouvant descendre dans les couches profondes en raison de leur densité plus faible, l'auteur du projet estime de 30 à 40 années le temps nécessaire pour que l'eau de surface arrive au tuyau d'aspiration. Il le démontre par des calculs.

Ceci explique pourquoi les eaux du lac prises à cette profondeur sont plus pures que les meilleures eaux de sources qui reçoivent, après quelques mois au plus, l'eau de surface qui les alimente, chargée souvent de principes organiques et inorganiques qu'elle a dissous ou entraînés dans son parcours souterrain et provenant surtout pour les premiers de l'humus du sol toujours riche en microbes.

L'eau, captée à 4 degrés, arrivera, selon les prévisions, à 10 degrés au plus à Paris et sera d'une limpidité de cristal de roche, elle est en outre très oxygénée.

### **Tunnel transjurassique pour la dérivation de l'eau.**

La perforation du Jura est nécessaire pour dériver l'eau du lac de Neuchâtel dans la vallée du Doubs et la diriger sur Paris.

L'exécution de cet ouvrage comporte la perforation d'un massif montagneux de 37 kilomètres, tunnel qu'il sera possible de diviser en trois parties, grâce à l'existence de gorges profondes permettant, au moyen de galeries inclinées, de multiplier les points d'attaque du tunnel.

Avec les moyens dont la science de l'ingénieur dispose aujourd'hui, on pourra, grâce au 10 ou 12,000 chevaux de force que fourniront les rivières de la région, opérer économiquement et en quatre années au plus cette perforation.

La faible hauteur du massif superposé assurera aux ouvriers une température de 15 à 18 degrés dans les chantiers. Enfin une ventilation convenable et complète y sera possible grâce à la force motrice naturelle disponible. L'éclairage sera électrique.

Aucun accident hydrologique, filtration ou invasion de nappes souterraines, n'est à redouter, auquel il ne pourra être facilement et avantageusement paré.

### **Aqueduc de dérivation des eaux.**

Ce travail gigantesque comporte un aqueduc variant de 5 × 3 mètres de section mouillée avec 6/10000 de pente à 6 × 3 mètres de section avec 4/10000 de pente.

Il se divise en :

Ponts aqueducs .....	118,500 mètres.
Syphons ou tuyaux de tôle .....	29,500 »
Tunnels, y compris le transjurassique .	63,300 »
Aqueduc en tranchée .....	<u>255,300 »</u>
Soit un total d'ouvrages de .....	466,600 mètres.

L'auteur du projet compte exécuter la plupart des ouvrages entièrement en béton de ciment. Toutefois le fer serait employé pour franchir les ravins par trop

élevés pour comporter avantageusement et économiquement l'usage de maçonnerie.

Les parties en tranchées profondes seraient comme terrassement exécutées plutôt par perforation que par déblaiement des terres au moyen d'un système imaginé par l'auteur du projet.

### Arrivée de l'eau à Paris et emploi.

L'intéressant projet dont il est ici question permettra :

*a)* D'alimenter 1000 à 1500 localités situées sur le parcours de l'aqueduc du Jura à Paris ;

*b)* D'aider à l'alimentation de certains canaux de l'Est de la France qui manquent d'eau à leurs points de partage ;

*c)* De fournir à la ville de Paris 4 à 500,000 mètres cubes d'eau par jour pour lui permettre de régler définitivement et complètement sa question des eaux et de mettre complètement l'eau de Seine de côté ;

*d)* L'excédant des eaux dérivées qui comportera encore environ 15 mètres cubes par seconde pourra, vu la hauteur de 120 mètres sur mer à laquelle elle arrivera près de Paris, au Sud, être employé de deux manières.

*1<sup>re</sup> manière.* — En tirer 12,000 chevaux effectifs de force par 24 heures, soit 288,000 heures-chevaux pour les répartir différemment suivant les besoins et éclairer électriquement les 990 kilomètres de voies et places publiques de Paris.

En prenant pour base le rapport de M. Allard, ingénieur de la ville, directeur de l'éclairage, il serait possible de fournir à la ville un éclairage double de celui actuel comme puissance, et de fournir en outre à

l'éclairage privé l'énergie nécessaire à 180,000 lampes électriques ordinaires.

Après avoir tiré ainsi profit de cette force, l'eau s'échappant des moteurs, encore fraîche et limpide à 40 mètres sur mer, pourrait être dérivée et conduite aux puisards des nombreuses élévations d'eau de Seine qui fonctionnent de Paris à Rouen et fournir ainsi de l'eau excellente aux distributions qui, actuellement, sont réduites à ne consommer que de cette affreuse eau.

2° *manière*. — Si la ville ne veut pas réaliser l'éclairage électrique de ses rues et places, on distribuera l'eau directement aux villes et villages depuis le point haut de son arrivée et on les alimentera directement en supprimant les engins éleveurs d'eau de Seine.

### **Comparaison avec une dérivation des eaux du Léman.**

Les eaux du lac de Neuchâtel sont de qualité égale, sinon supérieure, à celles du lac de Genève qui sont fortement chargées de sulfate de chaux.

La hauteur disponible pour l'écoulement est de 55 mètres inférieure pour les eaux du Léman.

La prise en eau profonde, fournissant de l'eau à 4 degrés, est impossible dans le Léman ou exigerait un excédant de dépense immense.

On aura donc de l'eau à 16 ou 18 degrés en été et 20 ou 22 à Paris.


L'alimentation des canaux de l'Est est impossible avec les eaux du Léman, vu leur altitude inférieure.

Enfin la masse d'eau du bassin hydrographique du Léman étant de un tiers inférieure à celle du bassin de l'Aar, les installations hydrauliques de Genève seront d'une expropriation coûteuse, sinon impossible.

Les eaux du Léman doivent donc, avec celles des glaciers de la Savoie, alimenter Lyon et la vallée du Rhône et non Paris et la vallée de la Seine.

**Question d'internationalité du projet.**

L'auteur du projet croit à la possibilité d'un arrangement avantageux entre les deux nations française et suisse. Il conclut en disant que ce grand travail resserrera les liens d'amitié existant entre les deux nations, en même temps qu'il fera, par une bonne et savante exécution, le plus grand honneur à la science moderne.



## IV.

### Ueber die Entwicklung des neueren Begriffes von chemischer Verwandtschaft.

Von Dr. *F. Urech*, Professor.

---

Seinen Vortrag leitet Dr. Urech mit der Bemerkung ein, dass die chemische Wissenschaft betreffend der Grundgebilde, von denen sie ausgeht, nämlich dem einzelnen Atom und Molekül, der sinnlichen Anschaulichkeit entbehre. Hierauf discutirt er kurz den allgemeinen Begriff von Verwandtschaft, das Wort ist auch noch jetzt bei der mechanischen Umgestaltung der Lehren über den chemischen Umsatz im Sinne von Vereinigungsvermögen verwendbar. Bei der nun folgenden kurzen entwicklungsgeschichtlichen Darlegung der chemischen Verwandtschafts- oder Affinitätslehre und ihrer Messung geht der Verfasser bis auf C. L. Berthollet's zu Ende des vorigen Jahrhunderts erschienene »*Statique chimique*«, einem epochemachenden Buche zurück, da die darin aufgestellte Affinitätstheorie in neuerer Zeit wieder herangezogen worden ist. Sie lautet: »Die unmittelbare Wirkung der von einem Stoffe bethätigten Verwandtschaft ist immer ein Verbindungsvorgang; jeder Stoff, welcher in Verbindung zu treten strebt, wirkt nach Massgabe seiner Verwandtschaft und seiner Menge.«

Der Vortragende gibt die Gründe an, wesshalb diese Theorie nicht sogleich bleibende Anerkennung fand und wesshalb die electrochemische Verwandtschaftstheorie von

Berzelius, obschon sie nur seiner Systematik der chemischen Körper dienlich war, lange Zeit vorherrschte, und wie dann die chemische Forschung eine Zeit lang nur an der Combination der Atome unter dem Einflusse der chemischen Verwandtschaft und nicht an Theorien über letztere Interesse hatte; die wieder lebhaft erwachende Theilnahme an letzterem scheint Hrn. Urech im Zusammenhang mit der Neubelebung der monistischen Weltanschauung Mitte dieses Jahrhunderts zu stehen, wobei auch die neue Wärmelehre eine grosse Rolle spielte. Es kam eine thermische Affinitätstheorie auf (M. Berthelot). Beim Versuche, diese Theorie durchzuführen, stiess man aber bald auf Widersprüche mit den Thatsachen, es zeigte sich in vielen Fällen keine Uebereinstimmung zwischen den gemäss dieser Theorie und dem mittelst des von jeher anerkannten Kriteriums, nämlich der partiellen Verdrängung, gemessenen Affinitätsstärke, auch Correctionsversuche an der Theorie misslangen. Diese thermische Affinitätstheorie musste deshalb als Irrthum erklärt werden. Man suchte andere leitende Grundsätze zur Bestimmung der Affinitätsstärke. Dies waren Analogieschlüsse aus der allgemeinen Mechanik auf eine chemische Mechanik, und man gewann die Grundsätze meist innerhalb des thermochemischen und thermodynamischen Forschungsgebietes. Es giengen diese theoretischen Versuche von den Dissociationsbestimmungen St. Claire Deville's aus, der Dissociationszustand wurde als chemisches Gleichgewicht definirt, es wurde also ein statischer Begriff nur von etwas anderer Ordnung als der der allgemeinen Mechanik eingeführt und infolge der Analogie zwischen beiden Lehren war auch eine solche in den Methoden zur Lösung der Probleme wahrscheinlich. M. Berthelot nahm an, dass dem Potential in der eigentlichen Statik die Energie in der

chemischen Statik entspreche, weil es nun aber chemische Reactionen gibt, die auch freiwillig aber unter Wärmeabsorption stattfinden, so konnte diese Voraussetzung Berthelot's nicht allgemein zutreffend sein. Horstmann nahm das Problem auf und suchte es zu lösen, indem er an Stelle der Energie die Entropie setzte und Lord Ragleih stellte den Satz auf: »Eine chemische Reaction ist nur möglich, wenn sie einer Vermehrung der *Entropie* entspricht.«

Sätzen von Clausius über die Entropie gemäss schien aber dieses Princip nur beschränkte Anwendung haben zu können. Es wurde daher nach einer Kräftefunktion gesucht, welche allen Fällen genügen könnte, und man fand solche in den sog. charakteristischen Funktionen von Herrn Massieu; dieselben betreffen zwar mechanische und physikalische Eigenschaften, doch zeigte bald Gibbs, wie sie auf die chemische Mechanik anwendbar sind, und übereinstimmend mit dieser Funktion ist die sog. »*freie Energie*«, eine Funktion, die Helmholtz unabhängig von jenen Forschern abgeleitet hat; sein Satz lautet: »In einem System, dessen Temperatur gleichmässig und konstant gehalten wird, können die Reactionen, die von selbst beginnen und sich ohne Hülfe einer äussern Arbeit fortsetzen, nur nach derjenigen Richtung entstehen, wo die *freie Energie* abnimmt.«

Auf diesem Wege gelangte man also zur Aufstellung thermodynamischer Gleichungen für den chemischen Gleichgewichtszustand sowohl mittelst des Ausdruckes für die Entropie als auch für die Energie.

Der Vortragende erläutert nun, wie diese thermodynamischen Gleichungen, welche die Gleichgewichtskonstante reciproker Reactionen enthält, eine statische Bestimmungsmethode zur Messung der Affinitätsstärke biete, als Specialfall der dynamischen Messungsmethode

einer Kraft durch die Geschwindigkeit, welche eine bestimmte Masse in bestimmter Zeit unter dem Einflusse einer Kraft erhält. Auch letztere Bestimmungsmethode wurde angewendet, was viele neue Reaktionsgeschwindigkeitsbestimmungen erforderte.

Nach einer Bemerkung, die Dr. Urech hierauf über die nicht völlige Uebereinstimmung der Begriffe Kraft, Geschwindigkeit u. a. m. in der allgemeinen Mechanik und der chemischen Mechanik machte, hebt er die Analogie zwischen chemischen und elektrischen Vorgängen hervor; sie besteht darin, dass in beiden Gebieten die Geschwindigkeit der Vorgänge nur so lange einen von Null verschiedenen Werth hat, als die Kraft wirksam ist, und dass während der Dauer derselben die Entropie stetig wächst, um im Gleichgewichtszustande den Maximalwerth zu erreichen.

Hierauf geht der Vortragende auf die analytisch-chemischen Methoden über, welche mit den auf thermochemischen Wegen erlangten mechanischen Gesetzen des chemischen Umsatzes oder der Wirkung der chemischen Verwandtschaft in guter Uebereinstimmung stehen. Der eine jener Wege ist derjenige, welcher schon den Chemiker C. L. Berthollet zu seinen bereits weiter oben angeführten theoretischen Sätzen geführt hat. Wieder belebt wurde die Berthollet'sche Verwandtschaftstheorie durch H. Rose und Bunsen, und erhielt eine Rectification und erweiterte Gestaltung durch Guldberg und Waage. Die mathematische Formulirung derselben mit Einführung der Gleichgewichtskonstante konnte der Vortragende der vorgerückten Vortragszeit wegen nur flüchtig erwähnen, ebenso auch die Formeln, welche zur Berechnung der Geschwindigkeitskonstanten chemischer Reactionen dienen. Es lassen sich die Geschwindigkeits- und Gleichgewichtskonstanten zur Berechnung der Reihenfolge der

Affinitätsgrösse z. B. von Säuren und Basen verwérthen, die hiezu leitende Theorie ist die kinetische Molekulartheorie; mit einer hierauf bezüglichen kurzen Darlegung derselben und Angabe der Verwendungsweise schloss Dr. Urech seinen Vortrag, in welchem er besprochen hatte, auf welchen empirischen Wegen man die Stärke der chemischen Vereinigung oder die sog. Verwandtschafts- (Affinitäts)-Grösse statisch und dynamisch misst und welches und wie beschaffen die dabei zu verwendenden und leitenden Theorien sind, man misst:

- a. *statisch* durch Bestimmung des chemischen Gleichgewichtszustandes mit Zugrundelegung
    1. der chemischen Massentheorie,
    2. der Hauptsätze der mechanischen Wärmetheorie.
  - b. *dynamisch* auf Grundlage der kinetischen Molekulartheorie mittelst
    3. der chemischen Reaktionsgeschwindigkeit und
    4. des electrolytischen Leitungsvermögens.
-