

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: 61 (1878)

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: 17.04.2026

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

B.

Vorträge.



Leere Seite
Blank page
Page vide

I.

Weitere Forschungen im Haushalte der Bienen.

Als Fortsetzung des in Chur 1874 gehaltenen Vortrages

von

Dr. A. v. Planta-Reichenau.

Verehrte Anwesende!

In meinem Vortrage in Chur habe ich Ihnen einzelne Bruchstücke aus einer, nunmehr über fünf Jahre sich erstreckenden Arbeit über den Haushalt im Bienenstock gegeben. Diese Bruchstücke haben sich allmählig zu einem klaren Bilde zusammengefügt und liefern manche werthvolle Anhaltspunkte zur Entscheidung jener so wichtigen Frage: «Wie entsteht Fett im Organismus der Thiere und Menschen» — einer Frage, deren Beantwortung gleich wichtig für die Physiologie wie für die Landwirthschaft ist. Ich sagte Ihnen damals, dass die Bienen uns gewissermassen die Brücke zur Antwort hinüber bilden sollten und bemerkte, dass eine Reihe von Vorfragen die Zugänge zu den Vorwerken und zu dieser Festung selbst bilden müssten, an deren hartem Felsgerüste wir so vielfach abgeprallt sind und zurückgeworfen wurden. Die Arbeiten wurden im polytechnischen Laboratorium

München in Gemeinschaft mit Professor Erlenmeyer bis heute fortgesetzt. Verschiedene Vorwerke sind genommen, allein nicht auf allen Thürmen flattern die Fahnen. Zu jenen Vorfragen gehörte *das Studium der Bienenfermente, des Nektars, des Honigs und Pollen und namentlich des Wachses*. Den Schluss der Arbeit, wenigstens bis hieher, bildeten eine ansehnliche Menge von *Fütterungsversuchen* mit Bienen, die in direktester Weise entscheiden helfen sollten, ob Liebig oder Voit in der Fettfrage die richtige Ansicht habe, ob Fett im Thierkörper aus Kohlehydraten, also aus stärkegummi-zuckerartigen Körpern entstehe, wie Liebig behauptet, oder aus Eiweisskörpern, wie Voit es als richtig hält. Der Kampf zwischen diesen beiden Anschauungen wurde mit eben so viel Scharfsinn auf der einen wie andern Seite geführt. — Wie wünschenswerth diese Lösung sei, beweist die Aufmerksamkeit, die gewiegte Grössen derselben in neuerer Zeit zugewendet haben.

Ich wende mich zunächst zu *den Fermenten in den Bienen und zum Honig*.

Untersuchungen, die wir mit jungem Honig und dem gleichen nach einem halben Jahre machten betreffs Gummi- und Zuckergehalt, führten zur Thatsache, dass im Laufe der Zeit die gummiartigen Körper sich nahezu vollständig in Zucker umgewandelt hatten. Der Honig verbessert sich also (bei gleichem Wassergehalt) im Laufe der Zeit, er wird *von selbst* besser. Gleichzeitig hatten wir die Anwesenheit des energischsten antiseptischen Körpers, der Ameisensäure, deutlich nachgewiesen. Der Honig musste somit einerseits ein Ferment enthalten, das Gummi zu Zucker invertirt, andererseits in der Ameisensäure gemeinschaftlich mit dem Zuckerreichthum eine Substanz enthalten, die denselben vor Säuerung und Zersetzung bewahrt.

Diese Thatsache war ebenso interessant, als es uns wünschenswerth erschien, *das Ferment* selbst darzustellen.

Werden 41 Gramm Honig so lange mit Alkohol von circa 93° geschüttelt, bis aller Zucker entfernt ist, so bleibt schliesslich eine kleberartig aussehende, graue Masse in geringer Menge zurück. Dieser Körper ist unlöslich in Alkohol, leicht löslich in heissem Wasser, schwerer in kaltem, wenn einmal über Schwefelsäure getrocknet. Unter dem Mikroskop ist der Körper amorph und reich an Bacterien. Wird das in Wasser gelöste Ferment durch Alkohol gefällt und wieder in Wasser gelöst, so erweist es sich nach wie vor mit allen Fermenteigenschaften versehen. Das Ferment selbst, mit Fehling'scher Lösung gekocht, alterirt dieselbe *nicht*. Dieses Ferment reagirt stark auf Stickstoff. Wird die weingeistige Honiglösung hingestellt, so scheiden sich nach einigen Tagen noch weitere Reste von diesem flockigen, weissen Körper aus, den man sehr geneigt sein könnte, als den, *das Speichelferment enthaltenden Pepton* des Honigs anzusehen, den wir an anderem Orte bei der Honiganalyse genau bestimmt haben. Die alkoholische Honiglösung von vorhin erweist sich als ganz frei von Ferment.

Die ganze *Bildungsweise* vom Honig aus dem Nektar der Pflanzen bis zum eingetragenen Produkt lässt sich somit in hübscher Weise *dahin* verfolgen: Die rastlosen, nie ermüdenden Arbeitsbienen saugen mit ihrem Rüssel den sehr wässerigen Nektar aus Tausenden von Blüten auf.

Durch den Mund und die Speiseröhre in den Vormagen gelangend und im Vormagen selbst kömmt dieser Nektar in vielfache Berührung mit Speichel, den wir schon früher als ein sehr energisches Ferment kennen

lernten; im Magen hinwieder mit löslichen Albuminaten. Dort, im Honigmagen, befindet sich der eigentliche Konzentrationsapparat dieser sehr dünnen Zuckerlösung auf dem Wege der Diffusion des Wassers durch die Vormagenhaut und Entfernung durch die vielfachen Ausläufer der Harnorgane. Endlich muss hier noch die *Ameisensäure* hinzukommen, um das fertige Präparat durch die Speiseröhre hinauf in die Honigzellen wieder auszuspucken. Der Nektar enthält kein coagulirbares Eiweiss, der Honig wohl. Im Nektar fanden wir keine flüchtige Säure, der Honig dagegen enthält die flüchtige Ameisensäure, die im Bienenhaushalte nicht nur als Gift, sondern sicherlich auch nach anderen Richtungen hin eine sehr wichtige Rolle spielt — der Nektar ist somit dünnes, stickstoffhaltiges Zuckerwasser. Wir haben bei längerem Trocknen über Schwefelsäure aus dem Nektar der *Fritillaria imperialis* sehr hübsche Zuckerkrystalle gewonnen. Ueber Schwefelsäure verlor er 90,73 % Wasser. Die Bienen haben somit eine Masse Wasser zu diffundiren, um ihren Honig für die Conservirung in den Zellen brauchbar zu machen, sie fügen ihm zu diesem Zwecke noch antiseptische Ameisensäure bei und überlassen den letzten Theil der Concentration der freien Verdunstung in den Zellen selbst. Damit nun dieser noch dünnflüssige Honig beim Einlegen in die Zellen nicht ausfliesse, sind auch diese ohne Ausnahme etwas nach aufwärts gerichtet. Erst nach genügender Concentration wird zugedeckelt. Nun ist aber auch das Präparat für den Menschen ein ganz anderes, als der Nektar war, von dem es stammt. Der *Honig* enthält in dieser Form nach einer Zahl von Analysen, die wir von verschiedenen Honigen ausführten, folgende Zusammensetzung. (Ich wähle beispielsweise die Analyse des Tavetscherhonigs, 5467 Fuss über Meer, in unserem

Kanton Graubünden.) Pollen 0,1890 ‰, coagulirbares Eiweiss 0,0220 ‰ (enthaltend Stickstoff 0,00329), Peptonstickstoff 0,0787. Der Rest auf 100 war Zucker, Wasser, wechselnde Mengen von gummiartigen Körpern, je nach dem Alter des Honigs, etwas Ameisensäure, wenig Fett und Spuren von flüchtigen Oelen, sowie dem Fermentkörper in Form von Speichel und den Aschenbestandtheilen, namentlich phosphorsauren Salzen. Während der *Stickstoffgehalt* bei fünf Honigarten von 0,0680 ‰ bis 0,2000 ‰ wechselte, enthielt der Nektar der *Fritillaria*, wie ihn die Pflanze liefert, filtrirt nur 0,0481 ‰.

Wer kann nunmehr noch behaupten: «Honig ist nur Nektar, der im Bienenstocke zu Honig wird», oder wiederum: «Kein Honig enthält Stickstoff, nur unreiner zeigt solchen».

Alles das ist unrichtig. In der That war es mehr als wahrscheinlich, dass ein so werthvolles Nahrungsmittel für Menschen wie für die Bienen nicht leer an Albuminaten ausgehen könne. Sehr begreiflich ist es auch, dass bei dem schon als Pepton vorhandenen, also fertig vorverdauten Eiweiss, man den Honig z. B. im Appenzell bleichsüchtigen Mädchen zum Genusse verordnet. Es erklärt sich auch aus seinem Gehalte nicht nur an Respirationsmitteln, sondern auch an Blutbestandtheilen und Nährsalzen, das körperliche Wohlbefinden bei Königin, Drohnen und Arbeitsbienen, welche letztere eine enorme Körperabnützung haben, und die Leistungen der Königin, die das Material ihrer 100,000 Niederkünfte, freilich nur in Eiform, wesentlich dem Honig verdanken muss. Es erklärt sich endlich daraus auch folgende Thatsache: Füttert man abgesperrte Bienen mit Honig, so können sie ungehindert Winter lang gesund sein, haben sie dagegen Brut zu ernähren, so sterben sie nach 3—4 Wochen. Ihr Hinterleib schwillt dick auf,

sie können nicht mehr fliegen. Der Stickstoffgehalt des Honigs reicht eine Zeit lang hin, allein dann nicht mehr, wenn die Würmer grösser werden; die Bienen müssen ihren eigenen Stickstoff (resp. Eiweissgehalt) des Körpers opfern und gehen zu Grunde. Sobald man nun mit Pollen füttert, tritt Leben und normaler Zustand wieder ein — der Pollen liefert reichliche Eiweiss- und Fett-nahrung — Respirations- und plastische Nährmittel. Da der Nektar kein coagulirbares Eiweiss enthält, dagegen den Stickstoff in Peptonform, so müssen die Nektarien der Pflanzen ihn nur in dieser Form enthalten.

Ein anderer Körper, der im Bienenhaushalte eine vollkommen eben so wichtige Rolle spielt, wie der Honig, ist das *Bienenbrod*, jenes verbesserte Nestle'sche Kindermehl für die Aufzucht der 100,000 bis 120,000 jungen Larven im Verlaufe der Brutzeit. Man weiss, dass die unermüdlichen Arbeitsbienen bei ihren Ausflügen nach Pollen zunächst dafür sorgen, dass eine gewisse Menge Honig in der Honigblase sich befindet. Dieser ist bestimmt, in Gemeinschaft mit dem Speichel ihrer Kopf- und Thoraxspeicheldrüsen beim Befliegen der Blüthen als Klebstoff für den Pollen (Blüthenstaub) zu dienen, von dem sie bei jedem Ausflug stets nur solchen von gleicher Farbe, meist hellgelb oder orangenroth aufsuchen, und wo möglich bei der gleichen Pflanzenspecies für diesen Ausflug bleiben. Sie bürsten mit ihrer Zunge den Pollen von den Staubgefässen, spucken ihn mit ihrem Speichel an, dessen ausserordentliche Bedeutung für ihren Haushalt ich an anderem Orte entwickelt habe, erbrechen aus dem Honigmagen etwas Honig und bilden auf diese Weise eine knetbare Masse, die sie mit ausserordentlicher Gewandtheit vom ersten Fusspaar nach dem zweiten und dritten schnellen, in dessen Schüffelchen sie ihn festdrücken und damit,

auf beiden Seiten wunderbar gleich belastet, heimfliegen, wo fleissige Wärterinnen bereit sind, ihnen die Ernte für das Winterleben abzunehmen und, nochmals mit Speichel angefeuchtet, in kleinen Kügelchen, mit dem Kopfe stossend, in die Zellen einzustampfen.

Das ist *das Bienenbrod*.

Von der Bedeutung dieser fermentreichen Speicheldrüsen kann man sich eine Vorstellung machen, wenn man festhält, dass die Drohnen und die Königin, beide im Haushalte unthätig, die Kopfspeicheldrüsen gar nicht oder nur verkümmert besitzen und ferner, dass ein Glycerin-Auszug von 152 Bienenköpfen, den wir durch Verreiben und Filtriren durch Glaswolle mittelst Wasserluftpumpe darstellten, im Stande ist, und zwar im Zusatz von nur 20 Tropfen, Rohrzucker in Invertzucker, Stärkekleister in Zucker, ja sogar frisch dargestellten Faserstoff theilweise in Pepton umzuwandeln. Dieses Ferment, mit Alkohol gefällt und wieder in Wasser gelöst, verhält sich *ganz und gar gleich* wie das oben besprochene Honigferment und wie Pepsin — ist in der That das *Honigferment* selbst. Allein ausser den Kopfspeicheldrüsen besitzen die Bienen, und zwar alle drei Arten, Königin wie Drohnen und Arbeitsbienen, noch ausgedehnte Speicheldrüsen im Thorax (Brust) und wieder solche im Chylusmagen, ihrem eigentlichen Fressmagen, der, wie Ihnen die Zeichnung zeigt, durch vier starke Klappen von dem darüber liegenden Honigmagen getrennt ist. Diese Klappen haben willkürliche Bewegung, sie bleiben geschlossen, so lang die Biene auf Honigbeute ausgeht, öffnen sich zum Durchlass der Nahrung oder zum Ausstossen des Brutfutters, als feinem, weissem Speisebrei, der sehr nahrhaft zusammengesetzt ist und womit die edle Beherrscherin des Staates, die unerschöpfliche Mutter, überall, wo sie steht und geht, von den Arbeiterinnen

gefüttert wird, um ja nicht Zeit und Kraft unnütz zu vergeuden. Der Futterbrei wird auch ganz fabrikmässig sofort jedem Ei in kleinen Portionen beigegeben, damit die Tausende von Larven sofort beim Auskriechen in Nährmaterial schwimmen. Im Verhältniss ihres Wachstums, mit Erstarkung der Verdauungsorgane, werden sie von ihren Ammen, den Arbeiterinnen, mit immer weniger vorverdaulichem Futter ernährt, bis sie zuletzt ganze Pollenkörner mit Haut und Haar verdauen, trotz deren korkharten äusseren Zellenhülle, die wir beim täglichen Kochen mit Weingeist am aufsteigenden Kühler während der unerhörten Zeitdauer von vier Monaten, sage vier Monaten, und trotz häufigem Reiben im Mörser nicht zu lösen im Stande waren und es nicht einmal dahin brachten, sie frei von Fett darzustellen; mit solcher Festigkeit ist die Wachsschicht an der äussersten, sogenannten Korkhülle haftend. Ebenfalls fruchtlos blieb das Kochen des Haselpollen mit 4 % Schwefelsäure am aufsteigenden Kühler, das Erhitzen im Wasserbade, in Glasröhren eingeschmolzen, erfolglos die gleiche Behandlung mit 4 % Salzsäure und Erhitzen mit absolutem Alkohol in Glasröhren bei 100°. Die Pollenkörner waren unzerrissen, das Fett nur theilweise extrahirt. Wir gelangten erst dazu durch Kochen mit 1 % Natronlauge im Silbertigel und dann nur beim Haselpollen, während der Kieferpollen wohl das Fett seines Kernes abgab, dagegen die Hülle ungelöst liess. Man hat daraus einige Begriffe, was die Bienenmaden für Straussenmägen besitzen, um die wir wahrlich Ursache haben, sie zu beneiden, ganz besonders bei festlichen Anlässen. Die Bienen liefern uns auch ein Beispiel, wie man Kinder füttern soll, nicht mit Stärkebrei ohne phosphorsaure Salze und Eiweiss, sondern mit solchen in leicht assimilirbarer Form.

Die Thoraxspeicheldrüsen sind unsern Beobachtungen nach als Fermentträger ganz untergeordnet und scheinen mehr eine wässrige Flüssigkeit als Verflüssigungsmaterial der Nahrung zu enthalten. Darum auch — und dieses ist *sehr beachtenswerth* — sind sie nahezu gleich stark entwickelt bei Königin, Drohnen und Arbeiterinnen. Ebenso verhält es sich betreffs der Entwicklung der Chylus- oder Magendrüsen, die alle drei zur Verdauung gleich stark brauchen; immerhin aber sind sie am reichsten bei den Arbeiterinnen.

„Was geschieht nun mit dem Pollen bei seiner Umwandlung zu Bienenbrod und was für Veränderungen gehen weiter vor sich?“

Dass der Blütenstaub seiner Hauptsache nach aus einem Kern von Plasma (Eiweiss und Oelen) und einer nach Aussen hin immer dichteren und unangreifbareren Hülle mit seitlichen Oeffnungen besteht, wissen die Meisten von Ihnen. Der Kern enthält bald mehr, bald weniger Stärkemehl und auch Zucker. Wir fanden beim Haselpollen 9 % Zucker. — Nach dem Kochen mit Schwefelsäure, wobei Stärkemehl und invertirbare Körper in Zucker sich umwandeln mussten, fanden wir die sehr bedeutende Steigerung auf 22,4 % Zucker. Der Pollen ist nicht reich an Stärke und Gummi, reich dagegen an Eiweiss. Er enthielt 5,5 % Stickstoff. Bei der Operation des Einsammelns kommt Speichel und Honig zum Blütenstaub. Man wusste nicht mit voller Sicherheit, ob wirklich Honig als Zuthat dazu komme; wir haben zu dem Zwecke Pollen mit Bienenbrod quantitativ verglichen. Während Pollen nur 9 % Zucker enthielt, fanden wir im Bienenbrod 27,3 %, also drei Mal mehr. Da Speichel keinen Zucker enthält, muss dieses Plus vom beigefügten Honig herrühren — auch schmeckt Bienenbrod süsslich und riecht höchst aromatisch. Wird Bienenbrod wie oben

mit Schwefelsäure gekocht, so findet, wie beim Pollen, Inversion von Stärke und Gummi — vielleicht von Eiweisskörpern statt. Während vor dem Kochen der direkte Zuckergehalt 27,3 % betrug, steigt er nach dieser Operation auf 37,8 %, es beträgt also diese Steigerung nicht ganz so viel wie beim Pollen, was sehr begreiflich davon herrührt, dass während der verschiedenen Monate der Aufspeicherung des Bienenbrodes in den Waben das Speichelferment reichlich Zeit hatte, Stärke- und Gummikörper in Zucker zu invertiren. Die Natur sorgt also dafür, dass ganz in der Stille des Bienenhauses werthvolle Prozesse vor sich gehen, die den Arbeitsbienen die Vorverdauung des Futtersaftes in schönster Weise erleichtern. Während wir nun anderseits den Stickstoffgehalt des Pollen zu 5,5 % fanden, betrug der des Bienenbrodes nur 4,4 %, also weniger, was jedenfalls daher rührt, dass der stickstoffreiche Pollen im Bienenbrod durch ein stickstoffdünneres Material, den Honig, so zu sagen verdünnt ist. — Eine weitere, ebenso bedeutungsvolle Veränderung im Bienenbrod ist diejenige der Eiweisskörper in *Peptone*, also in ein weit verdaulicheres Material. Endlich enthält der Pollen noch Fette, deren Schmelzpunkte an andern Orten aufgeführt sind und gleich, wie der Honig, einen Körper, den wir in beiden neu entdeckt haben, das Lecithin. Strecker hat es zunächst im Eidotter nachgewiesen und schien es sehr möglich, dass dieses Lecithin bei seiner weiten Verbreitung im Thierorganismus, namentlich in Begleitung von Fetten, wie im Gehirn, dem Eidotter, der Galle, sich auch im Honig und im Pollen vorfinde und im Lebensprozess der Bienen der Fettbildung nicht fern stehe. Um nun schliesslich zu erfahren, ob wirklich die Bienen beim Einstampfen des Pollen diesem Speichel zumischen, wie wir es vom Honig nachgewiesen haben,

bereiteten wir einen Glycerinauszug von Bienenbrod (ganz so, wie wir es mit den Bienenköpfen machten) und fanden, dass derselbe ganz ähnliche, in manchen Fällen noch kräftigere Wirkungen hervorbrachte, als der Kopf- und Hinterleibsauszug der Bienen. Um jedoch vor Täuschungen sicher zu sein, musste natürlich auch ermittelt werden, ob frischer Pollen nicht schon die gleiche Wirkung ausübe. In der That invertirt ein wässriger Auszug von Kieferpollen den Rohrzucker sehr lebhaft und führt Stärke in Dextrin und Zucker über. Wir hatten mittlerweile, um zu sehen, ob die darin enthaltenen Fermente nicht verschieden löslich seien, die Körpertheile der Bienen so weit mit Glycerin erschöpft, dass das Filtrat keine Inversion mehr bewirkte. Als wir dann die Rückstände mit Rohrzucker zusammenbrachten, zeigten die Köpfe keine Wirkung mehr, Hinterleib aber kräftige, Thorax zeigte ebenfalls, aber schwächer invertirende Wirkung. Da Bienenbrod und Pollen ähnlich sich verhalten konnten, wurden auch diese vollständig mit Glycerin erschöpft. Die Rückstände alsdann mit Rohrzucker zusammengebracht, wirkten noch lebhaft invertirend. Das Bienenbrod (resp. Pollen) enthält somit, ausser einem in Glycerin löslichen Ferment, ein anderes, in diesser Flüssigkeit unlösliches. Es konnte somit auf diesem Wege des Glycerinauszuges nicht entschieden werden, welcher Antheil der Wirkung auf Bienenbrod dem Speichel und welcher diesem anderen, dem Pollen selbst eigenen und bisher noch gänzlich *unbekannten* Fermentkörper zuzuschreiben sei. Er spielt jedenfalls im Bienenbrod resp. dem Bienenleben, wie demjenigen der Pflanzen selbst, eine nicht unbedeutende Rolle. Wir sind damit beschäftigt, ihn weiter zu verfolgen. Dass der Speichel einer dieser Fermentkörper ist, darüber kann kaum ein Zweifel sein, da er hier, wie bei der

Konstruktion der Waben, als Mörtel dient. Aus den Zellen-Seitenwänden und Zellenkronen haben wir ihn dargestellt und seine Eigenschaften als Fermentkörper am Rohrzucker nachgewiesen. Näheres darüber bei der Wachsabtheilung. Endlich fanden wir im Haselpollen, im Bienenbrod, bei fractionirter Behandlung derselben mit Aether und weiterer Trennung des Aetherrückstandes mit Alkohol und wieder mit Aether, Fettkörper von sehr verschiedenen Schmelzpunkten und in nicht geringer Menge. Wird *Haselpollen* mit Aether - Alkohol am aufsteigenden Kühler lange Zeit bis zur Erschöpfung gekocht, so lösen sich darin 37,08 % auf und 62,92 % bleiben ungelöst. Diese letzteren bestehen vorwaltend aus Pollenhäuten, die in 1 % Natronlauge löslich sind. Von den 37,08 % sind 17,30 % in Wasser löslich, 14,78 % in Aether, 3,52 % in Alkohol und 1,48 % unlöslich in allen obigen Medien successive angewendet, dagegen theilweise löslich beim aufsteigenden Kochen mit Aether-Alkohol. Es waren wahrscheinlich ursprünglich gelöste Zellenmembranen und lieferten einen Fettkörper von 45—50° Schmelzpunkt — jedenfalls Korkfett. Unter den übrigen Pollenfetten erwähne ich Schmelzpunkte von 55—60° für ein in reicher Menge aus dem ätherischen Auszug krystallisirendes Fett, ein anderes hatte den Schmelzpunkt von nur 29° und ein ebenfalls krystallinisch aus dem erkalteten Auszug des Kochens mit Alkohol am aufsteigenden Kühler sich ausscheidendes Fett schmolz erst bei 90°. Der Pollen enthält ebenfalls auch Oelsäure. Die Schmelzpunkte der Bienenbrodfette waren für einen krystallinischen Körper im Aetherauszug 70°, welcher der Cerotinsäure sich am meisten nähert, für ein anderes Fett 65°, dem Myricin am nächsten stehend — beide Fette sind Componenten des Wachses der Bienen — ein dritter Fettkörper, ein aus rothem und gelbem Wachs

gebleichtes weisses Wachs, hatte den Schmelzpunkt von 58° , der dem fertigen Wabenwachs (63°) nicht mehr ferne steht.

So sehen wir, dass in der That der Pollen resp. das Bienenbrod ein von der Natur *so vollendet trefflich hergestelltes* Nährmaterial ist, dass man es rationeller kaum darzustellen fähig wäre. Reich an plastischen und Respirationsmitteln liefert es in leicht verdaulicher Form (denn seinen Peptongehalt hat v. Schneider nachgewiesen) ein für die Königin wie für die 100,000 jungen Larven und die stoffverbrauchenden Tausende von Arbeitsbienen, im Hochsommer wie in den kalten Wintermonden, ein unübertreffliches, köstliches Material.

Allein die *Zeit treibt und drängt!*

Ich gedenke Ihnen noch in gedrängter Kürze Einiges über das *Wachs*, den für uns weitaus gewichtigsten Bestandtheil im Bienenhause, zu sagen und an dieses, als Schlusspunkt, unsere Fütterungsversuche anzureihen.

Die grosse Frage der Zeit ist, wie schon gesagt, die: „*Ensteht Fett im Thierkörper aus Kohlehydraten (aus stärke-gummi-zuckerartigen Körpern), wie Liebig behauptet, oder entsteht Fett aus Eiweisskörpern, wie Voit sagt?*“ Schauen wir näher hinein in die geheimnissvolle Werkstätte des Bienenpalastes, dieses merkwürdigen Verbandes industrieller Thätigkeit, so sehen wir einen Theil der Arbeiterinnen beschäftigt, mit den Hinterbeinen in emsiger Weise kleine, schneeweisse Blättchen von unregelmässiger, meist ovaler und etwas gebogener Form, $2\text{--}2\frac{1}{2}\text{ mm}$ lang, $1\frac{1}{3}\text{ mm}$ breit und $\frac{1}{3}\text{ mm}$ dick, von den sehr starken, harten Bauchringen abzu ziehen und sie wieder andern Kolleginnen zum Verarbeiten für Wachszellen zu überlassen. Mit unendlicher Schnelligkeit wird der Bau dieser Wachszellen bewerkstelligt. Sie werden mit den starken Kiefern wie von geübten

Holzschnitzlern unseres Berner Oberlandes zugeschnitten, gemodelt und die Zellen so zu sagen um ihren Körper herum geformt. Sie sind architektonische Meisterwerke in der Raumersparniss, der Winkelrichtigkeit und der Konstruktionsstärke, indem Boden und oberer Rand die Verstärkungen enthalten. Diese Verstärkungen am oberen Rande des Prismas sind von dunklerer Farbe. Woher? Wir vermutheten, die Bienen brauchten zu diesem Mörtel auch mehr Speichel, die Kronen würden in ihren Abschnitten somit mehr Unreinheiten als die Seitenwände aufweisen. Dieses war nicht der Fall, im Gegentheil fand sich in den Seitenwänden der Kunstwaben, die von eingesperrter Fütterung herrührten, der Prozentgehalt bei den Seitenwänden grösser als den Kronen und zwar um 1 bis 2 %.

Bei den natürlichen Waben mit freiem Ausflug und Futter nach eigener Wahl blieb sich der Prozentgehalt an Unreinheiten, die ich kurzweg als *Speichel* bezeichnen will, bei Seiten und Kronen nahezu gleich, war aber viel geringer als bei den Kunstwaben, um 3, sogar bis 8 % geringer. Man ersieht hieraus, wie viel mehr Mörtel diese Thierchen anwenden müssen, um dem Wabenbau Halt und Festigkeit zu geben, wenn sie gehindert sind im freien Flug und freier Futterkombination. Der dickere Rand an der offenen Seite jeder Zelle ist darum von vornherein dicker konstruirt — also mörtelreicher — weil die Bienen beim Zudeckeln keine unnütze Zeitverschwendung mit Herschleppen von Deckelwachs wollen, sondern diese dickeren Randwülste zu einem feinen Deckel für Honig und Brut verziehen.

Untersucht man nun diese Unreinheiten (also den *Speichel*) näher, so findet man das mit ihm verbundene Wachs leicht löslich in Aether, während der Speichel selbst darin unlöslich — leicht löslich dagegen in Glycerin

und in Wasser ist. Diese Speichellösung verhält sich *vollkommen* wie das früher besprochene Kopfferment — sie invertirt Zucker bei 30° , ist stickstoffhaltig, ist in den gleichen Medien löslich — sie ist in der That das Ferment der Kopfspeicheldrüsen. Dieser Speichel scheint auch der gelb färbende Bestandtheil der Waben zu sein, da man die gelben Waben durch Kochen mit Wasser vollkommen farblos darstellen kann. Man kann auf diese Weise die rückwärtsgehende Operation der Wabenfabrikation der Bienen ausführen, d. h. Wachsblättchenmaterial und deren Mörtel, den Speichel, trennen.

Von den Fetten im Pollen habe ich oben gesprochen. Wir wollten auch wissen, ob die *Honige* solche enthalten. Wir bestimmten es in 7 Honigen und fanden sehr geringe Mengen mit Aether ausziehbaren Fettes, die von 0,0594 bis 0,1591 % stiegen und bei Malzhonig und Malzextrakt von Löfflund auf 0,2402 gingen. Sie wiesen Schmelzpunkte nach, die sich alle unter demjenigen des Wachses hielten und von 18° auf $37,5^{\circ}$, auf 40° und bis 60° emporgingen. So wechselnd die Schmelzpunkte der Fette im Pollen und im Honig sich zeigten, eine so *merkwürdige* Uebereinstimmung zeigen die verschiedenartigsten *fertigen Wachse* des ganzen Erdkreises. Wir bestimmten die Schmelzpunkte von 25 verschiedenen Wachsarten, vom fernsten Norden bis zum heißen Süden, von der Türkei bis nach Ohio, von Dänemark bis zur Havanna, Adrianopel und Sizilien und bis Chili. Sie alle ohne Ausnahme zeigten den Schmelzpunkt von $63,5^{\circ}$ C. mit Abweichungen, die nicht nennenswerth sind. Gleichen Schmelzpunkt zeigen die Kronenabschnitte von ganz neuen, sogenannten Jungfernwaben und die Seitenflächen dieser Zellen.

Dagegen schmilzt das Wachs der chinesischen Wachscicade (*Flata limbata*) bei 83 — 84° und das der Meliponen

bei 67°. — Ganz gleich hingegen verhält sich der Schmelzpunkt von Kunstwaben, wie ich der Kürze wegen solche aus künstlichen Fütterungsversuchen in der Gefangenschaft herrührende nennen will, und zwar zeigen auch bei diesen Waben wie bei den Naturwaben die Kronenabschnitte gleiche Schmelzpunkte wie die Wachspartien der Zellen-Seitenwände — somit ist Wachs — Wachs, nur findet ein bedeutend grösserer Aufwand an Speichelmaterial (Stickstoffgehalt) bei den Kunstwaben als jenen mit freiem Ausflug und freier Futterwahl statt — sie haben offenbar weit mehr Mühe, dem Wabenbau Solidität und Form zu geben. Farbstoffe scheinen endlich bei der Wachsbereitung nicht in den Wachsbau überzugehen, wenigstens konnten wir solches bei Alcanna- und Crappfütterung nicht wahrnehmen.

Wie entstehen nun diese Wachsblättchen — wie entsteht das Material der Waben und wie, voraussichtlich in gleicher Weise, Fett überhaupt?

Gestützt auf die verschiedenen wundervollen Beobachtungen unseres Landsmannes Huber in Genf, der schon vor vielen Jahren sein klassisches Werk über die Bienen schrieb und beobachtete, dass diese Thierchen auch dann noch Wachszellen fortbauten und sie mit Honig füllten, wenn man sie einsperrte und nur mit *Zuckerwasser* fütterte, sagt Liebig: «Sehet da — Fett kann im Thierorganismus aus Zucker entstehen».

Diese Ansicht war die alleingeltende seit den ersten schönen Blicken, die Liebig in die Thierphysiologie eröffnete. Auf dieser Ansicht ruhte der ganze Mastungsprozess der Thiere, die aus Stärkemehl Zucker und aus diesem Fett bildeten, das uns durch den Athmungsprozess als Wärmequelle dient und unsere Muskulatur durchzieht.

Der Lappländer braucht viel Fett und vertilgt Talglichter als Wärmequelle für seinen Körper, als Brennmaterial für seinen Körper-Ofen. Wir brauchen davon viel im Winter, sehr wenig in den Hundstagen; unsere Haustiere mästen sich rascher bei ruhigem Liegen in mittlerer Temperatur als umgekehrt; der Neger wird fett während der Zuckerernte.

Ganz anders Voit in München im Jahre 1870.

Durch Beobachtungen und Wägungen, deren Ausführung hier nicht am Platze, will er mit schlagender Sicherheit nachweisen, dass die Eiweisskörper und nicht die Zuckerarten den Körper mit Fett versehen. Dass letztere nur dazu dienen, um erstere (die Eiweisskörper) vor dem Verbräuche zum Athmungsprozess resp. Heizzwecke zu schützen, einen Erhaltungspanzer zu liefern, der sie ihrem eigentlichen Zwecke der Fettablagerung unverkümmert erhalten soll.

Um nun nach unseren mehrjährigen Vorstudien direkter auf diese Materie einzugehen, blieb nichts Anderes übrig, als sowohl in Liebig'schem, wie Voit'schem Sinne *Fütterungsversuche* mit Bienen zu unternehmen und frei von jedem Vorurtheil die Resultate sprechen zu lassen.

Wie nun das in rationeller Weise angreifen? Schon vor zwei Jahren hatte Herr Vogel in Lehmannshöfel für uns experimentirt. Man musste ein Mittel in der Hand haben, um die Resultate an Waben nicht am Ende aus dem schon vor der Fütterung im Körper vorhandenen Fett hervorgehen zu sehen. Zu dem Zwecke wurden die Bienen eingesperrt und so weit ausgehungert, bis sie flügelahm waren. Die Resultate bei diesem künstlich herbeigeführten krankhaften Zustande erwiesen sich als nicht wohl massgebend. Sie bauten aus dem Zucker-

wasser gar nicht, aus Honig etwas und aus Zuckerwasser mit Pollen auch sehr wenig — die Leiber schwellen an und die Thiere waren hinsterbend. — Es musste daher anders operirt werden und zwar in München selbst unter der Hand eines ebenso vorzüglichen Bienenkenners, der selbst einen eleganten Bienenpalast mit 40—50 Stöcken besitzt, denen er seine ganze Zeit und seine mikroskopische Thätigkeit widmet. Dieser Mann ist Herr Holz, Präsident des Münchner Bienenvereins, der mit Feuereifer in unsere Ideen einging und opferbereit die Versuche durchführte. Nach vielfachen Berathungen blieben wir endlich bei folgendem Verfahren stehen, das wir im Mai und Juni 1877 und heuer mit 19 Bienenstöcken in's Werk setzten. Einzelne Fütterungsversuche wurden doppelt ausgeführt. Die Versuche haben in *schlagender* Weise ergeben, dass die stickstoffhaltigen, die Eiweisskörper des verzehrten Futters, auf Wachs umgerechnet, nicht annähernd hinreichten, um das produzierte Wachs zu decken, im Gegentheil die Hauptmenge desselben auf Rechnung des *Zuckers* (der Kohlehydrate) zu setzen sei und somit die Liebig'sche Ansicht über Fettbildung ganz mit den Versuchsergebnissen übereinstimmt. Es hat gerade die eiweissreichste Futtermischung die *geringste* Wabenmenge aller Versuche geliefert, nämlich die mit Eiweiss und Zucker, während diejenige mit reinem Zuckersyrup 99,23 % Wachs lieferte. Hierbei waren die Bienen gesund, dort wurden sie krank. Wir wollten indess auch um jeden Preis sehen, ob die Bienen nicht aus *reinen Eiweisskörpern* Wachs bilden könnten. Vielleicht, dachten wir, gelingt es, mit Peptonen, also schon verdauten Eiweisskörpern, durch welche die Arbeit erleichtert würde. Es wurde somit reines Fleischpepton gelöst, mit Rosenöl parfümirt, um den Geruch zu verbessern, allein siehe da, sie rührten es nicht an und

waren nach vier Tagen krank und flügelahm. Nicht viel besser ging es, wenn dem Pepton etwas Zuckersyrup beigelegt wurde — sie lebten, doch nicht lange und hatten keine einzige Zelle gebaut; wurde dem Pepton viel Zucker beigelegt, so wurde etwas gebaut, allein sie erkrankten dennoch, offenbar war den Thieren der widerwärtige Geruch des Peptons und die stickstoffreiche Nahrung ein Gräuel. In der Meinung, ihnen angenehmer zu sein mit einem nicht riechenden stickstoffreichen Körper, wählten wir die Gelatine. Etwas besser ging es, jedoch nicht nach Wunsch; bei viel Zuckersyrup und wenig Gelatinelösung wurde viel gebaut, allein die Bienen waren nicht recht gesund; bei viel Gelatine und nur wenig Zucker wurde nichts gebaut, nichts gefressen, die Bienen gingen zu Grunde.

Noch nicht die Waffen streckend dachten wir: «es könnte uns gelingen, wenn wir ein Albuminat aus dem Pflanzenreiche darstellen, nämlich flüssigen Kleber. Er wurde dargestellt aus Weizen, verdaut mit Pepsin und Salzsäure bei 30°, gefällt mit Aether-Alkohol und nach dem Reinigen gelöst in Wasser. Das Präparat war sehr schön, roch und schmeckte nach Lebkuchen, war somit für den unbefangenen Beurtheiler ein stickstoffreicher Zucker, der unbedingt Erfolg haben musste. *Allein auch das war umsonst.* Bei Zusatz von nur wenig Zuckersyrup zu viel Kleberlösung wurde nicht einmal gefressen, geschweige denn gebaut — Bienen flügelahm und krank nach vier Tagen. Mischte man zu vielem Zuckersyrup wenig Kleberlösung, so frassen die Bienen das Futter, bauten aber nichts, waren aufgetrieben und starben. Bei mikroskopischer Untersuchung war der Honigmagen ganz gefüllt und versulzt, der Chylusmagen fast leer.

Was blieb uns nun Anderes übrig, als zu schliessen:
 „Die Bienen wollen mit stickstoffhaltiger Nahrung
 für den Wabenbau Nichts zu thun haben.“

Den Stickstoff bei der Milchfütterung, bei der Eigelbfütterung, wobei noch Lecithin und Fette neben Eiweisskörpern eine sehr bedeutende Rolle spielen, den Stickstoff ferner aus dem Pollen im Bienenbrod scheinen sie zu Körper- resp. Futtermaterial für die Jungen zu verwenden, die Königin macht einen ausgiebigen Gebrauch davon zum Brutansatz, allein als *Fettbildner* wollen sie davon nichts wissen. Wir suchten nun nach Anhaltspunkten *ausser* dem Bienenleben für diese uns ebenso unerwarteten als interessanten Resultate und vernahmen von Herrn Dr. Löw im pflanzenphysiologischen Institute von Professor v. Nägeli in München, dass seine jüngst gemachten Vegetationsversuche mit Schimmelpilzen, die einerseits mit reiner Zuckerlösung, anderseits mit Eiweisslösungen ernährt wurden, dargethan haben, dass diese Pilze bei beiden Nährformen Fett zu bilden im Stande waren, jedoch bauten sie 10 % Fett aus Zucker und nur 5 % aus Eiweisslösungen. Es wird somit auch hier mit Vorliebe aus Zucker Fett gebildet. Man könnte zu Gunsten der Eiweisstheorie sagen: Bei Zuckerfütterung wäre es denkbar, dass *aus Zucker sich im Organismus* Eiweiss bilde, und dieses sich in Harnstoff (resp. Harnsäure), Fett und Wasser spalte, allein die Löw'schen Versuche haben dargethan, dass der Stickstoffgehalt der Ammoniaksalze, die der Zuckerfütterung beigegeben waren, nicht hingereicht haben würde, um so viel Eiweiss zu bilden, als dem produzierten Fett entsprechen würde. Zudem ist kaum zu erwarten, dass der Organismus sich die Mühe nehmen würde, ein so komplizirtes Produkt, wie Eiweiss, zu bilden, wenn er viel geringere Arbeit mit Zuckerspaltung hat. Wer wollte auch

vermuthen, dass die Menge von Wachs im Pflanzenreiche aus dem verhältnissmässig so sparsam vertheilten Eiweiss sich bilden sollte, während die Natur von Zucker strotzt? Endlich haben direkte Versuche mit Hunden, die mit reinem Fibrin gefüttert wurden, dargethan, dass die Verdauungsflüssigkeiten viel Zucker enthielten, also *aus Eiweiss Zucker* gebildet wurde. In der That drängt Alles zu der Ansicht hin, es werde aus *Zucker* im Organismus der Thiere und Pflanzen Fett gebildet, und dass, wo eine Fettbildung bei Thieren aus reiner Eiweissfütterung nachweisbar, diese Bildung *stets nur* auf dem Wege der anfänglichen Umbildung von *Eiweiss in Zucker* und Spalten in Fett, Kohlensäure und Wasser, geschehe. Bei dieser Auffassungsweise, deren Richtigkeit weitere Forschungen mit grösster Wahrscheinlichkeit darthun werden, fielen auch alle Differenzen zwischen Liebig'scher und Voit'scher Anschauung weg, *jeder von Beiden hätte Recht*; allein die *Krone* würde doch dem unvergesslichen, alten und ewig jungen Liebig zukommen.

Es erübrigt mir noch, in kürzesten Zügen die Methode bei unseren Fütterungsarbeiten zu bezeichnen und die quantitativen Resultate, soweit bis heute berechnet, aufzuführen.

Schon oben habe ich bemerkt, dass sämtliche Kunstwaben den gleichen Schmelzpunkt haben von $63,5^{\circ}\text{C.}$, wie die vielen Wachse, die wir untersuchten und bei deren Schmelzpunktsbestimmung die *Piccard'schen* Röhrchen uns vorzügliche Dienste leisteten, während umgekehrt die eingetragenen Flüssigkeiten aus dem Futtermaterial, die ich kurzweg Honig nenne, durchwegs nichts Anderes als die dargereichte, direkt eingesogene und wieder ausgestossene Futterflüssigkeit waren, soweit sie flüssig und aufsaugbar war, mit dem einzigen Unter-

schiede, dass die sämmtlichen Honige etwas stickstoffreicher waren, als das Futter, aus dem sie aufgesogen wurden. Wir haben Honig wie Futtermaterial genau analysirt. Auch das Mehl bei der Fütterung mit Mehl und Zuckersyrup wurde mit aufgesogen, gerade so, wie es in der Mischung vertheilt war. Man hat hierin den Beweis, dass Honig kein Kunstprodukt der Bienen ist, sondern aufgesogener Nektar, in welchem sogar etwas Pollen sich befindet, konzentriert zur geeigneten Konsistenz und mit etwas Albuminaten, Speichel und Ameisensäure bereichert. Um bei diesen Fütterungsversuchen eine Vergleichsbasis zu haben, sind alle Versuche auf 100 Gramm Bienen ausgerechnet. Da die Exkremente nicht untersucht wurden, konnten die Spaltungsprodukte des Proteins nicht näher festgesetzt werden. Wir nehmen nun den für die Anschauung der Wachsbildung aus *Eiweiss* allergünstigsten denkbaren Fall an, dass sogar aller Kohlenstoff vom verzehrten Protein, ohne irgend welche Beeinträchtigung durch Spaltung in Wasser, Harnstoff und Fett zu erfahren, ganz ungeschmälert *nur* in Fett (Wachs) umgesetzt werde, als hier stattgefunden an. Der grösste Theil der hier gebildeten Waben fällt weitaus auf Rechnung vom *Zucker*.

Methode der Fütterungsversuche.

Schon im Februar des Jahres 1877 und 78 wurden Bienenstöcke angekauft und dieselben mit Zuckersyrup bestens gefüttert, so dass sie in sehr gesundem Zustande im Mai und Juni bei voller Trachtzeit zur Anwendung kamen; alle hatten Brut und Honig. Bei jedem Versuche wurde ein ganzer Stock geopfert und hierbei die Thiere aus dem Heimstock in einen neuen umlogirt, nachdem sie vorher sammt der Königin in eine kleine Kiste hinein-

gekehrt und gewogen worden waren. Jeder Versuchstock hatte acht gewogene Rähmchen mit Wabenanfängen, ferner vor dem Bienenhause, im Freien fest gehalten, einen Drahtvorbau von circa 40 Quadrat-Centimetern Vorderfläche und Bodenbrett. Die obere Seite des Vorbaues, sowie die Seiten verjüngten sich gegen das Flugloch hin. Futter und Futternäpfe waren gewogen und befanden sich im Stocke. Das Futter war analysirt. Vor jeder Abwägung der Bienen wurden 50 Stück zur Fettbestimmung in Chloroform getödtet, bei Seite gelegt; gleiches geschah nach vollendetem Versuch. Die Bienen wurden am Morgen des Versuchs nicht in's Freie gelassen. Jeder Versuch dauerte vier Tage und vier Nächte. Während der Operation hielten sich die Bienen fleissig im Vorbau auf und entleerten sich reichlich. Nach vollendetem Versuch wurde Alles wieder gewogen und die todten Bienen in Abzug gebracht. Dieselben betrugten meist sehr wenig und waren jedenfalls den heftigen Abkehroperationen mit dem Federwisch von den Waben weg in die Wägekiste erlegen. Der Zuckersyrup hatte Honigkonsistenz. Die Entfettung der Bienen geschah mit Aether und wurde jedes Mal der mit gelöste Zucker sorgfältig entfernt. Bei den Schmelzpunktbestimmungen, die vom Bienenfett vor und nach dem Fütterungsversuche gemacht wurden, zeigte sich überall, ausser bei Nr. 11 (Honig und Mehl), ein höherer Schmelzpunkt *nach* dem Versuch. Man möchte demnach vermuthen, dass die Fettstoffe durch das Verbleiben im Körper an Konsistenz gewinnen, also einen Entwicklungsprozess von leicht schmelzbaren Stoffen bis zu 63,5°, demjenigen des fertigen Wachses, durchmachen.

Das Detail der Wägungen gehört nicht hieher und wird seiner Zeit seinen Platz an anderem Orte finden. Ich lasse hier nur die Reihenfolge in der Wachsproduktion

folgen, die aus den Futtermitteln hervorgegangen ist. *) Die grösste Wabenmenge (Fettmenge) lieferte die Fütterung mit Honig und Mehl 3,95 %, dann mit Zucker und Mehl 3,04 % (zwei Versuche), hierauf folgt Zucker allein 2,60 % (zwei Versuche), dann Honig allein 1,94 %, dann Zucker und Eigelb 1,33 %, dann Zucker und Gelatine 0,45 %, dann Zucker, Talg, Gummi, Rosenöl 0,50 %, dann Zucker, Pollen, Alkana 0,01 %, endlich Zucker und Eiweiss 0,00 %, also gar Nichts. Ebenfalls Nichts gebaut wurde aus Pepton mit wenig Syrup und aus Kleber mit wenig Syrup. Berechnet man die Wachsmenge, die auf Zuckerrechnung geht, nach Prozenten, so ist die Reihenfolge folgende: **)

Bei der Fütterung <i>mit Zucker allein</i> wird an Fett produziert	99,23 %.
Bei Zucker und Mehl geht auf Zucker- rechnung	97,36 » Fett.
Bei Zucker, Talg, Gummi, Rosenöl	94,00 » »

*) Also das direkt von je 100 Gramm Bienen gebaute und gewogene Wachs (Fett), ohne Rücksicht auf die Frage: „Stammt dieses Wachs vom Eiweiss oder vom Zucker oder von Beiden?“

) Ich verstehe darunter Folgendes: Zieht man von dem, von je 100 Gramm Bienen bei jeder einzelnen Fütterung gebauten Wachse dasjenige ab, welches aus Eiweisskörpern des Futters entstehen *könnte*, so bleibt als Rest dasjenige Wachs, welches **nur dem Zucker seine Entstehung verdanken kann. Um diese Zahlen auf eine Vergleichsbasis zu bringen, sind diese kleinen Wachsmengen jeder einzelnen Fütterung (auf je 100 Gramm Bienen bezogen) auf 100 Gramm Wachs berechnet worden. Die Zahlen geben also an, ein wie grosser Antheil von je 100 Gramm Wachs auf Zuckerrechnung gesetzt werden muss und nicht von Eiweisskörpern herkommen kann. Die erste Zusammenstellung und die nachfolgende Tabelle haben somit keine nähere Beziehung zu einander; die erste liefert die Menge des direkt gewogenen Wachses, das von je 100 Gramm Bienen bei verschiedenen Futterarten produziert wurde, und die nachfolgende die Prozentmengen an Wachs, die bei den verschiedenen Futterarten nur aus dem Zucker des Futters entstehen konnten.

Bei Zucker und Gelatine	93,33 % Fett.
» Honig	85,56 » »
» » und Mehl	77,64 » »
» Zucker und Eigelb	73,68 » »
» » » Eiweiss	0,00 » »

Aus den beiden Zusammenstellungen lässt sich in wenigen Worten das Resultat dahin zusammenfassen, dass die grösste Menge des Fettes (Wachses) aus den *zuckerreichsten Stoffen* geliefert wird und dass dieselbe rasch abnimmt bei den stickstoffreichen Futtermitteln, in der Weise, dass sie sich auf 0 reduziert beim Eiweiss, bei den Peptonen und dem Kleber.

Honig resp. Futterflüssigkeit wurde wiederum am reichsten eingetragen bei den zuckerreichen Futtern und am wenigsten bei den stickstoffreichsten und zuckerärmern. Die Fettzunahme der Bienen selbst war am grössten bei Zucker und Eigelb; eine schwache Fettabnahme während des Versuchs fand nur bei Zucker und Eiweiss und Honig mit Mehl statt. Auch haben unsere Versuche ergeben, dass die Bienen die zuckerreichsten Stoffe am raschesten aus dem Körper fortschaffen, d. h. reichlich als Honig austossen in die Zellen und rasch verdauen, während solches in dem Verhältniss langsamer geschieht, als die Stoffe stickstoffreich sind. Bei Futterarten, aus denen die Wabenbildung eine sehr mühsame scheint, wie den stickstoffreichen, unterliessen sie den Bau vollkommen und benahmen auf diese Weise der Königin die Möglichkeit des Eierlegens, möglicherweise in der Vorausahnung, dass die Existenz der Brut bei diesem Futter gefährdet wäre.

Nach allem Gesagten müssen wir somit zur Ueberzeugung hingedrängt werden, dass, sofern es die Bienen betrifft, *die Fettbildung ganz vorwaltend ihren Ursprung im Zucker zu finden habe.*

Der Weg ist noch weit bis zum Abschlusse des Ganzen in der Fettfrage, allein das glauben wir, dass dieses, wie jedes treue und ausdauernde Forschen, endlich zum Ziele führt und einen Baustein liefert zu jenem hehren Bau der Erkenntniss in der Natur.

Wir Naturforscher geben in sehr verschiedener Weise unsern freudigen Seelenregungen nach aussen hin Ausdruck in jenen ich möchte sagen geweihten Augenblicken, wo es uns gestattet ist, nach langem, mühsamem Forschen den Schleier zu lüften und einen entdeckenden Blick hinein zu thun in die grosse Werkstätte der Natur. Die Einen geniessen stillvergnügt, die Andern sind hingerissen mit ihrem ganzen Sein.

So pflegte der unsterbliche Gay-Lussac in seiner muntern Franzosennatur den jungen Liebig, damals in den zwanziger Jahren stehend, anlässlich ihrer denkwürdigen Arbeiten über das Knallsilber bei neuen Fortschritten in den Entdeckungen wiederholt zu erfassen und mit ihm im Tummel fröhlichster Begeisterung um den Laboratoriumstisch zu tanzen.

Sicherlich würde der alte Liebig, wenn er heute emporsteigen und sich bei uns niederlassen könnte, herzliche Freude haben, zu sehen, dass seine Fetttheorie, die mehrfach angefochtene, wenn auch nicht *volle Anerkennung*, so doch *neue Stützen* zur Gültigkeit erfahren hat. Möchte es uns gelingen, zu seinen Ehren volle Klarheit zu verbreiten. Dazu mögen die Bienen helfen!

II.

Les seiches, vagues d'oscillation fixe des lacs.*)



II^e discours

par

le D^r **F.-A. Forel**,
professeur à l'Académie de Lausanne.

J'ai déjà développé devant la Société helvétique des sciences naturelles, dans sa session d'Andermatt, l'hypothèse que les *seiches des lacs* ne sont pas autre chose qu'un mouvement très simple de balancement de l'eau, du type de l'oscillation fixe uninodale. Depuis cette époque nos études sur ce sujet ont avancé et pris de la précision. En mars 1876, j'ai construit mon limnimètre enregistreur

*) Littérature. *Vaucher*. Mémoire sur les seiches. Mém. soc. phys. de Genève. VI, 35.

F.-A. Forel. Première étude sur les seiches, Lausanne 1873. — Deuxième étude, 1875. Bull. soc. vaud. sc. nat. XII, 213; XIII, 510. — Les seiches, vagues d'oscillation fixe des lacs, premier discours. Actes soc. helv. sc. nat. Andermatt, 1875. — Le limnimètre enregistreur de Morges; Arch. des sc. ph. et nat. Genève 1876. N. P. LVI, 305. — La formule des seiches; Arch. 1876. LVII, 278. — Essai monographique sur les seiches du Léman; Arch. 1877. LIX, 50. — Les causes des seiches; Arch. 1878. LXIII, 113 et 189, etc.

de Morges; en juin 1877, M. Ph. Plantamour a fait établir un appareil analogue en sa campagne de Sécheron, près Genève; les tracés continus de ces deux instruments automates nous ont fourni un riche matériel de recherches et de comparaisons, et grâce à eux nous pouvons pénétrer un peu plus avant dans la connaissance de l'intéressant phénomène qui nous occupe.

Dans mon discours d'aujourd'hui je commencerai par résumer les preuves principales qui justifient la théorie nouvelle des seiches, puis j'aborderai plus spécialement l'étude des causes du phénomène.

Le balancement de l'eau dans un bassin fermé, l'oscillation fixe uninodale, est un mouvement pendulaire simple: la masse entière de l'eau se déplace en oscillant alternativement de chaque côté d'un axe qui la coupe en deux moitiés. Sur cet axe médian, l'eau subit uniquement un mouvement oscillatoire horizontal; des deux côtés de l'axe, le mouvement se complique, et l'eau, tantôt amenée en excès, tantôt enlevée par le balancement pendulaire, subit, outre le déplacement horizontal, des variations de hauteur; il en résulte que, dans les deux moitiés du lac, (que, d'après la nomenclature de l'oscillation fixe, on peut appeler des *ventres* d'oscillation, séparés par une *ligne nodale*) la surface de l'eau présente des dénivellations rythmiques, tantôt s'élevant au-dessus, tantôt s'abaissant au-dessous du niveau moyen.

Le mouvement de l'eau a son maximum, dans le sens horizontal suivant la ligne nodale, dans le sens vertical aux deux extrémités du diamètre perpendiculaire à la ligne nodale, aux ventres de l'oscillation; le mouvement de l'eau a une valeur nulle dans le sens horizontal aux ventres d'oscillation, dans le sens vertical sur la ligne nodale.

Dans les deux ventres d'oscillation la direction du mouvement vertical est opposée, c'est-à-dire que l'eau s'élève dans une des moitiés du bassin pendant qu'elle s'abaisse dans l'autre et vice-versâ.

Ces faits caractéristiques de l'oscillation de balancement peuvent se reconnaître dans les seiches des lacs; et ils nous permettent de démontrer l'identité des deux phénomènes.

Nous les avons étudiés à l'aide de deux instruments :

1° Le *Plémyramètre*, appareil à niveau d'eau très sensible, qui permet de constater le sens et la direction des oscillations en variation de hauteur de la surface de l'eau; cet appareil est portatif et permet facilement l'étude des seiches dans diverses stations et dans des lacs différents.

2° Le *Limnimètre enregistreur*, appareil automate qui inscrit d'une manière continue, sur une feuille de papier sans fin, les variations de hauteur subies par un flotteur établi dans un puits à l'abri des vagues.

Ces deux instruments nous permettent d'étudier une seule chose, à savoir les oscillations ou variations de hauteur de l'eau dans la station où ils sont établis; ils ne nous montrent rien des dénivellations des autres parties du lac, ni des déplacements dans le sens horizontal que peut subir l'eau. Ce ne sont donc que quelques-uns des traits seulement du mouvement pendulaire des seiches que nous sommes capables d'étudier actuellement; mais ces traits sont tellement caractéristiques et démonstratifs que je me sens autorisé à conclure avec précision et fermeté.

Les matériaux dont je dispose me permettent d'établir les faits suivants :

I. Dans les seiches, les variations de hauteur de l'eau présentent toujours le caractère d'une oscillation régulière; le rythme de cette oscillation est toujours le même dans la même station: Ainsi à Morges la durée des seiches est toujours de 10 minutes, à Genève de 73 minutes.

II. Le rythme de l'oscillation, autrement dit la durée des seiches, est le même aux deux extrémités du même diamètre du lac: Ainsi à Villeneuve comme à Genève la durée des seiches est de 73 minutes, à Amphion comme à Morges, elle est de 10 minutes. Cette durée est différente suivant que l'on considère des stations situées sur le grand ou sur le petit diamètre du lac; nous avons donc à distinguer dans un même lac les seiches longitudinales et les seiches transversales.

Dans le lac Léman les seiches longitudinales, oscillant de Villeneuve à Genève, ont une durée de 73 minutes, les seiches transversales, oscillant de Morges à Amphion, de la côte suisse à la côte de Savoie, ont une durée de 10 minutes.

III. Dans les deux moitiés d'un même lac, de chaque côté de la ligne nodale, le mouvement vertical des seiches est simultanée, mais de direction opposée, c'est-à-dire que l'eau monte à l'une des extrémités du lac pendant qu'elle baisse à l'autre. C'est ce que nous avons démontré par des observations plémyramétriques sur les seiches longitudinales du lac de Neuchâtel, à Yverdon et à Préfargier. Nous pouvons faire cette même démonstration, à l'aide des tracés de nos limnimètres enregistreurs de Morges et de Genève, pour les seiches longitudinales du Léman; la ligne nodale de ces seiches est en effet située entre Morges et Genève, et par conséquent les mouvements de l'eau sont opposés de direction dans ces deux stations.

IV. L'amplitude du mouvement vertical des seiches a son maximum aux ventres d'oscillation; elle est nulle suivant la ligne nodale. C'est ce que nous pouvons vérifier sur les tracés des enregistreurs du Léman. En effet, la station de Genève étant située à l'extrémité de la longueur du lac, elle est sur l'un des ventres d'oscillation des seiches longitudinales; la station de Morges, étant située près du milieu de la longueur, n'est pas loin de la ligne nodale. Il en résulte que les seiches longitudinales qui sont énormes à Genève sont presque nulles à Morges, et que dans cette dernière station, on ne les reconnaît au milieu des autres oscillations que dans des cas exceptionnels. L'amplitude des seiches longitudinales est à Genève environ dix fois plus forte qu'à Morges.

V. Plus le lac est grand, plus grande est la durée des seiches; — dans le même lac les seiches longitudinales oscillant suivant le grand diamètre ont une durée plus forte que les seiches transversales oscillant suivant le petit diamètre; — enfin dans des lacs de même longueur la durée est d'autant plus grande que le lac est moins profond.

Ces faits, qui résultent de l'observation directe des seiches, dans les différents lacs de la Suisse, correspondent parfaitement avec ce que nous a appris l'étude de l'oscillation de balancement, dans des bassins de dimensions variables; la durée de l'oscillation fixe augmente avec la longueur du vase, et dans des bassins peu profonds diminue quand la profondeur de l'eau augmente.

VI. Une formule théorique, déduite par Rod. Merian de Bâle, en 1828, des équations qui expriment l'état d'équilibre d'un élément liquide contenu dans un vase, peut être simplifiée et ramenée à la forme:

$$t = \frac{l}{\sqrt{gh}}$$

t exprimant la durée d'une demi-oscillation fixe uninodeale,

l la longueur du bassin,

h sa profondeur moyenne.

Cette formule s'applique parfaitement aux seiches des lacs, et les valeurs que nous donne le calcul correspondent d'une manière frappante avec les chiffres que l'observation directe des seiches des lacs suisses nous à fournis.

Quant à la durée relative des seiches des divers lacs, elle peut d'après cette formule, confirmée par l'expérience, s'exprimer ainsi : « La durée des seiches est directement proportionnelle à la longueur de la section de lac suivant laquelle a lieu l'oscillation, et inversement proportionnelle à la racine carrée de la profondeur moyenne ».

VII. Enfin les allures même des seiches présentent tous les caractères des mouvements d'oscillation fixe déterminés par une impulsion unique. Comme dans l'oscillation du pendule, comme dans la vibration d'une corde tendue ou d'une cloche, le balancement de l'eau va en décroissant régulièrement d'amplitude jusqu'à ce que le mouvement soit entièrement éteint; les tracés des limnimètres enregistreurs montrent que les seiches, elles aussi, se présentent sous la forme de séries d'oscillations isochrones, dont la première a l'amplitude maximale, et qui vont progressivement en diminuant jusqu'à la disparition par atténuation extrême.

Ces séries de seiches peuvent empiéter les unes sur les autres, et les oscillations interférer entr'elles, ou s'additionner, ou s'annuler; il en résulte, comme nous

le montrent les tracés des limnimètres, un degré très variable dans la complication des ondulations des seiches.

La durée d'une même série de seiches peut être fort considérable; j'ai vu, sous l'action d'une seule impulsion, des séries de seiches transversales du Léman se dessiner encore pendant 6 ou 8 heures, et celle des seiches longitudinales pendant 2 et même 4 jours, avant que leurs oscillations, extrêmement atténuées, aient disparu sous de nouvelles séries de seiches.

Tous ces faits concordent ensemble pour prouver que le mouvement des seiches qui se traduit au bord du lac par des oscillations rythmiques du niveau de l'eau, est une des manifestations d'un mouvement de balancement de la masse générale de l'eau, mouvement d'oscillation fixe uninodale.

Quelques mots sur la fréquence des seiches.

Bien loin d'être un phénomène aussi rare et exceptionnel qu'on la cru jusqu'à présent, les seiches sont au contraire presque constamment reconnaissables; le fait rare c'est le calme plat au point de vue des seiches. Le plus souvent le mouvement rythmique du balancement des lacs est visible sur les tracés des enregistreurs, et je puis donner une idée de leur importance en disant que les oscillations des seiches ont, en moyenne, à Morges une amplitude de quelques millimètres, à Genève une amplitude de quelques centimètres.

Quant au maximum d'amplitude j'en donnerai une idée par les chiffres suivants: dans nos deux années d'observation avec les limnimètres enregistreurs nous avons vu à Morges des seiches transversales de 12 centimètres, à Genève des seiches longitudinales de 43 centimètres. D'un autre côté l'histoire nous fait connaître des

seiches ayant dépassé à Genève des amplitudes de 1^m.50 et même 1^m.87 (3 octobre 1841).

En combinant ces deux faits, existence presque continue des seiches, et durée des séries de seiches, qui pour les transversales du Léman ne me semble pas dépasser six ou huit heures, j'arrive à la notion que les impulsions qui déterminent ces séries de seiches doivent être relativement fréquentes; quand elles ne sont pas séparées par des calmes plat, ces impulsions doivent se succéder à des intervalles de moins de six ou huit heures.

Abordons maintenant la question de la cause des seiches.

Les seiches des lacs n'étant pas autre chose qu'une oscillation fixe de l'eau, demandons-nous d'abord comment, dans un bassin quelconque, se détermine cette forme particulière de mouvement d'un liquide. Je puis mettre en oscillation de balancement l'eau d'un bassin, ou bien en agitant d'une manière convenable l'eau contenue dans le vase, ou bien en agitant le vase qui contient l'eau.

Examinons d'abord ce dernier cas qui est le plus simple et qui dans le phénomène des seiches est représenté par les secousses de tremblements de terre.

Que des tremblements de terre puissent transmettre leur mouvement à l'eau des mers, c'est ce que montre l'histoire des ras de marée accompagnant les phénomènes seïsmiques (tremblements de terre du Callao, 1586, Port-royal de Jamaïque 1692, Messine 1763, Arica 1868, Iquique 1877). Que ces secousses puissent être appréciables sur les lacs c'est ce que nous apprend entr'autres le tremblement de 1755, dit de Lisbonne, qui a déterminé dans tous les lacs de Suisse et d'Allemagne des mouvements

oscillatoires appréciables. Les tremblements de terre étant capables d'agiter l'eau des lacs, peuvent donc être la cause des seiches.

Les seiches sont-elles ordinairement causées par des tremblements de terre? — La question peut se poser. En effet nous venons de voir que les impulsions des seiches sont très fréquentes; d'une autre part les travaux des observateurs italiens et les études de MM. d'Abbadie et Ph. Plantamour montrent la fréquence, très grande aussi, des secousses de la masse terrestre. Les tremblements de terre microseïsmiques pourraient donc être la cause des oscillations très faibles des lacs qui existent presque constamment.

Pour répondre à cette question laissons de côté les cas où les mouvements sont très faibles et échappent presque à l'observation, et considérons les cas extrêmes des très grandes seiches et des très forts tremblements de terre.

Or, d'un côté, les grandes seiches historiques de Genève (16 septembre 1600, 5 pieds d'amplitude, 3 août 1763, 4 pieds d'amplitude, 2 et 3 octobre 1841, 1^m.87), pas plus que les seiches extraordinaires dont nous avons pu mesurer l'importance sur les tracés de nos limnimètres (22 août 1876, Morges; 21 août 1877, Morges; 25 novembre 1877, Genève; 26 et 30 août 1878, Morges; 29 août 1877, Genève) n'ont, ni les unes, ni les autres, coïncidé avec des secousses de tremblements de terre connues. D'un autre côté, onze secousses de tremblement de terre ont été notées dans la Suisse occidentale depuis que nos enregistreurs fonctionnent, et aucune d'elles n'a été la cause de seiches appréciables; dans aucun cas une série spéciale de seiches n'a commencé au moment de la secousse.

De ces faits je conclurai que si les tremblements de terre peuvent être la cause de seiches, il n'y a pas de rapports nécessaires entre les deux ordres de phénomènes; qu'il peut y avoir seiches sans tremblements de terre, et tremblements de terre sans seiches; enfin que les cas de seiches causées par des tremblements de terre sont relativement rares.

Si ce n'est pas dans des secousses des parois des bassins que nous pouvons chercher les causes ordinaires des seiches, ce sera donc dans des secousses portées sur l'eau elle-même des lacs.

Dans quelles circonstances apparaissent ordinairement les seiches? Pour répondre à cette question et rechercher ainsi les causes probables des seiches, interrogeons les tracés de nos limnimètres. Voici les faits principaux que nous y constatons :

Les seiches sont faibles par le beau temps; elles sont fortes par le mauvais temps; les très fortes seiches coïncident toujours avec un orage; il y a parfois orage dans la vallée sans qu'il y ait seiches extraordinaires sur le lac; il y a enfin parfois d'assez fortes seiches sans qu'il y ait orage.

Je résumerai ces faits en disant que les causes normales des seiches doivent être cherchées dans les perturbations de l'atmosphère.

En me rapportant à la nature même des seiches, oscillation de balancement de l'eau, je dirai: Toute perturbation de l'atmosphère, qui détermine une rupture rapide de l'état d'équilibre de l'eau d'un lac est capable de produire l'impulsion génératrice d'une série de seiches. La notion de rapidité de l'action perturbatrice étant relative à la durée de l'oscillation, le raisonnement montre que la durée de l'impulsion capable de produire des

seiches dans une section donnée de lac, ne doit pas sensiblement dépasser la durée d'une demi-seiche.

Les perturbations de l'atmosphère capables de déterminer des dénivellations rapides sur les lacs, et par conséquent causes possibles des seiches, sont entr'autres :

1° Des variations locales de la pression atmosphérique.

2° Des coups de vent frappant obliquement la surface du lac.

3° Les orages, et plus précisément, le coup de vent vertical descendant de certains orages.

4° Les ouragans et les trombes.

5° L'interruption d'une dénivellation temporaire continue par la cessation subite du vent qui la causait.

En dehors de ces causes que l'on peut appeler normales, il en est d'autres possibles qui sont purement accidentelles, comme le vent d'une avalanche de neige, ou d'un éboulement de montagne, qui auraient lieu près d'un lac, ou encore l'éboulement d'une montagne dans le lac lui-même. Les faits de l'éboulement du Rossberg en 1806, et les ravages bien connus des avalanches dans les vallées des Alpes prouvent assez la puissance terrible de ces actions perturbatrices.

D'après l'expérience acquise, les plus fréquentes et les plus évidentes de ces causes des seiches sont les variations de la pression atmosphérique et l'orage; les plus puissantes sont l'orage, et probablement les tremblements de terre, les avalanches et les éboulements de montagnes. (Eboulement du Tauredunum, en 563 p. Chr. et ses effets sur le lac Léman.)

Les causes des seiches sont donc nombreuses et diverses. Toutes les actions que je viens d'énumérer, et d'autres encore peut-être, portées sur l'eau des lacs

peuvent déterminer le mouvement de balancement des seiches. Mais je dois ajouter qu'elles ne le déterminent pas nécessairement et en tous cas; ce n'est que dans certaines conditions convenables de lieu d'action, d'intensité, de direction et de rythme, qu'il en résulte l'impulsion génératrice d'une série de seiches.

En résumé, nos dernières études ont confirmé nos théories et précisé nos connaissances sur les seiches. Tous les faits concordent à prouver que ces légères oscillations de la surface de l'eau, qui passent le plus souvent inaperçues au milieu des mouvements plus apparents des vagues ordinaires du vent, sont la manifestation d'un balancement rythmique du lac dans son ensemble; que sous des impulsions diverses la masse entière du lac est capable d'entrer en oscillation pendulaire et de balancer, des deux côtés d'une ligne nodale médiane, avec un mouvement parfaitement régulier et suivant un rythme déterminé par les dimensions du bassin.

Ces oscillations, gigantesques dans leur étendue (les seiches longitudinales du Léman ont une longueur d'onde de 72 kilomètres) quoique bien faibles dans leur amplitude, montrent dans l'eau des lacs une sensibilité mécanique admirable; sous des impulsions spéciales, nombreuses, fréquentes et diverses, l'eau réagit avec une netteté et une délicatesse qui dépassent celles de la plupart de nos moyens d'investigation; et en définitive des limnimètres suffisamment sensibles sont capables de nous fournir ainsi, d'une manière tout-à-fait inattendue, des notions nouvelles et très précises sur l'état des perturbations atmosphériques.

III.

Ueber die Entstehung der Centralmassive.

Von

Prof. **Albert Heim.**

Es ist eine noch nicht entschiedene Frage, ob die Alpen durch ein eruptives Hervorbrechen ihrer Centralmassive (Stöcke von Granit, Gneiss, Hornblendschiefer etc.) entstanden sind, oder ob diese letzteren durch eine Faltung der Erdrinde entstanden sind und einem gebirgsstauenden Horizontalschub in der Erdrinde ebenso passiv gegenüberstanden, wie die jüngeren sedimentären Gesteine (Wasserniederschläge, Kalksteine, Conglomerate, Thonschiefer etc.). Die Untersuchungen des Vortragenden suchen diese Frage zu entscheiden. Zunächst ergab sich, dass alle Eruptivgesteine in den Alpen älter sind, als die Hebung der Alpen, dass sie also bei der letzteren nicht activ mitgewirkt haben können, sondern dieser passiv gegenüberstanden. Eruptivgesteine können überhaupt keine Kettengebirge stauen. Die Contacterscheinungen, welche man in den Alpen zwischen Gesteinen der Centralmassive und Sedimentgesteinen beobachtet, deuten auf eine gegenseitige Verknetung durch mechanische Bewegungen hin, nicht aber auf eine activ eruptive Entstehung der ersteren. Alles was wir über die innere Structur der Centralmassive kennen, stimmt mit derjenigen Anschauung vollkommen

überein, welche sie als Falten der krystallinischen Rinde der Erde auffasst, indem wir alle Uebergänge vom breiten Gewölbe (Simplon) bis zur Fächerstellung der Schiefen (Gotthard und Mont-Blanc) finden. Mulden von Sedimentgesteinen, welche spitzgequetscht tief im Centralmassive, den Gneissen desselben vollständig parallel, steil stehend eingeklemmt sind, Schiefer sedimentären Ursprunges (Verucano, Kohlenschiefer), welche am Aufbau des Centralmassives wesentlichen Antheil nehmen, während sie ausserhalb wie die Sedimentgesteine liegen, beweisen die Faltenatur dieser Gebirgsmassen. Von besonderer Bedeutung ist aber der ganz scharfe Nachweis aus den umgebenden Falten der Sedimentgesteine, dass die Centralmassive nicht dilatirend, sprengend und bei Seite stossend im Alpenkörper gewirkt haben, sondern vielmehr Zonen der Erdrinde sind, welche selbst auf weniger als die Hälfte der ursprünglichen Breite zusammengeschoben worden sind, und dass sie nicht älter sind, als die Falten der tertiären Schichten. Die Erklärung für alle beobachteten Erscheinungen liegt darin, dass die tiefen Gesteine der krystallinischen Schiefer, des Gneisses etc. unter den Sedimenten in anderer Weise sich falten mussten, als die weniger belasteten aufliegenden Sedimentgesteine, welche in ihren Falten freier nach oben ausweichen konnten. Hierdurch entstand stellenweise discordante Lagerung zwischen beiden Gesteinsgruppen. Die Alpen weisen in jeder ihrer Zonen stets nur auf ein horizontales Insichzusammenschieben der Erdrinde als alleinige Ursache ihrer Entstehung hin. Sie sind in den Sedimentketten wie in den Centralmassiven ein Faltensystem, das dadurch entstehen konnte, dass der Radius der Erde sich um $\frac{1}{3} \%$ verkürzte.

IV.

Sur les refoulements géologiques.

Rapport du discours

de

M^r le professeur A. Favre.

M^r le professeur A. Favre expose les résultats d'expériences sur les refoulements auxquels est due la formation d'une certaine catégorie de montagnes. On peut résumer de la manière suivante les principales idées qui ont été émises sur ce sujet. Après qu'on eut renoncé à croire que la mer avait déposé les coquilles fossiles sur les sommets élevés des montagnes, on pensa que celles-ci étaient sorties des eaux et on arriva à trois théories sur leur formation. 1° Le soulèvement par une force agissant de bas en haut. 2° L'affaissement de toutes les régions situées autour d'une partie résistante, qui devient la montagne. 3° Le refoulement au moyen de forces agissant latéralement; cette idée émise par de Saussure (en 1795) a été adoptée et développée par Elie de Beaumont qui l'a désignée par l'expression d'écrasement latéral.

Ce refoulement se forme à la surface de la terre parce que la partie intérieure du globe diminue de volume par suite du refroidissement qu'elle éprouve, en sorte que la partie solide extérieure qui tend à s'appuyer

continuellement sur la partie intérieure devient trop ample, alors elle se ride, se plisse, se disloque et il se forme des vallées et des montagnes.

Pour rechercher si l'expérience vient à l'appui de ces idées théoriques,*) M^r Favre a placé des bandes d'argile humide, de quelques centimètres de largeur et de 3 à 5 centimètres d'épaisseur sur une plaque de caoutchouc fortement étivé; il a laissé le caoutchouc se détendre ce qui a refoulé l'argile et lui a donné des formes tout-à-fait semblables à celles qu'on reconnaît dans les montagnes: Alpes, Jura, Appalaches, etc. Il se produit toujours un épaissement de la couche d'argile accompagné de contournements de couches en formes de voûtes ou de plis droits ou déjetés. Ces voûtes sont complètes ou brisées à leurs sommets par une cassure longitudinale étroite en bas et large en haut. On voit aussi, dans une certaine expérience, se former au pied d'une montagne une cassure étroite en haut et large en bas, qui n'arrive point à la surface supérieure et qui rappelle la grande faille qui d'après L. de Buch détermine l'alignement des chaînes volcaniques. Il se fait dans l'argile, des failles, des cavernes, des vallons ouverts à l'une des extrémités et presque fermés à l'autre, — des zones dans lesquelles le refoulement s'est manifesté plus fortement que sur d'autres points, — des contournements à la limite des montagnes et de la plaine, par suite desquels les couches de cette dernière plongent sous la montagne; cette structure est bien connue des géologues, — il se forme encore de vrais renversements de couches, des pics élevés, etc.

*) On trouvera dans les comptes rendus de l'Académie des sciences du printemps dernier la description d'expériences faites dans le même but par M^r le professeur Daubrée.

Ces expériences confirment la théorie de la formation des montagnes par refoulement et on en peut conclure que l'exhaussement de ces dernières se fait avec une lenteur inouïe, puisqu'il n'est pas plus prompt que le raccourcissement du rayon terrestre lequel n'a subi aucune variation depuis 2000 ans.

M^r Favre présente à la Société des dessins, des photographies et des argiles refoulées. (Voir pour plus de détails les archives des sciences physiques et naturelles. Genève, Juin 1878.)

V.

Observations sur quelques maladies de la vigne

par

Fréd. Roux,
ancien pharmacien à Nyon.

Messieurs,

Appelé depuis 1874 à inspecter des vignes en vue du phylloxera, j'ai eu l'occasion de faire quelques observations qui me semblent valoir la peine de vous être communiquées.

Pour commencer, je me permettrai de vous signaler un exemple remarquable de la vitalité du phylloxera. Dans le but d'étudier une nouvelle fois l'aspect et les caractères distinctifs d'une vigne phylloxérée, je me rendis en août 1877 à Prégny, canton de Genève, où l'on venait de constater la réapparition du terrible puceron. Dans la vigne signalée, un seul cep avait été arraché; on ne voyait plus de phylloxera sur ses racines, mais seulement quelques petits points brillants dans lesquels je reconnus à la loupe des œufs de l'insecte. Deux ou trois des fibrilles qui en portaient furent enfermés dans un petit flacon soigneusement bouché, et apportées à la

maison. Les œufs examinés au microscope plusieurs jours de suite ne présentant aucun changement, je mis de côté le flacon enveloppé de papier et l'oubliai pendant près d'une année, c'est-à-dire jusqu'au 20 Juin 1878, date à laquelle, me proposant de montrer quelques exemplaires vivants de l'*Eumolpe de la vigne* à la Société vaudoise des sciences naturelles qui se réunissait le surlendemain à Avenches, j'eus l'idée d'utiliser le dit flacon pour les transporter. J'en sortis avec précaution les fibrilles de vigne entièrement desséchées et se brisant sous l'effort des brucelles, puis je rinçai le flacon avec une cuillerée d'eau qui fut ensuite versée dans un verre de montre pour être examinée au microscope. Il était facile d'y constater la présence des œufs détachés des radicules desséchées; ils étaient transparents, d'un beau jaune et en parfait état de conservation. Quatre ou cinq d'entre eux étaient éclos, sans doute peu de temps après leur réclusion, mais ils n'avaient acquis encore aucune augmentation de volume: ils apparaissaient absolument comme des œufs ayant pattes et antennes; ils semblaient privés de vie, raides, les six pattes étendues, et avaient cependant conservé leur transparence et leur couleur ambrée.

Après le départ d'une visite, c'est-à-dire demi-heure plus tard, retournant à mon observation, je ne fus pas peu surpris de voir les petits phylloxeras revenus à la vie, et s'agitant sur l'eau comme s'ils venaient d'éclore. N'en croyant pas mes yeux, je fis venir les habitants de la maison pour reconnaître la vérité de cette incroyable résurrection. La constatation bien établie, radicules, œufs et phylloxeras furent scrupuleusement réintégrés dans le logis où pendant près d'une année ces derniers avaient pu vivre, en état léthargique, privés d'air, d'humidité et de nourriture, réalisant ainsi à leur

manière la panacée universelle recherchée inutilement pendant tant de siècles par les alchimistes sans qu'ils aient pu jamais prolonger leur existence d'un seul jour.

Les conséquences qu'on peut tirer des faits qui précèdent sont : la facilité extrême de propagation de l'insecte destructeur, son étonnante vitalité et le danger qu'offre tout contact, quelque innocent qu'il puisse être, avec des vignes infestées par le terrible puceron. De là découle pour chacun l'obligation d'observer exactement les mesures de précaution prescrites par l'autorité en vue d'empêcher son introduction dans nos vignes.

Une seconde observation assez intéressante est l'analogie remarquable qui existe souvent entre les taches noires provenant des *coups de grêle* et celles dues à la maladie nommée *Charbon* et *Anthracose*.

Ce rapport n'existe pas seulement dans la couleur et dans la forme, mais aussi et surtout dans la disposition des taches, au point que souvent on peut les confondre. Sans doute il arrive qu'un cep est envahi si complètement par l'anthracnose que toutes les plaies se touchent : dans ce cas extrême, les parties atteintes se dessèchent et tombent. Mais d'autres fois ces blessures sont unilatérales, distinctes et assez espacées pour que le sarment atteint puisse continuer à vivre. C'est alors qu'elles présentent le singulier rapport que je signale et que j'ai eu l'occasion de constater plusieurs fois, en 1877, dans les vignes d'Allaman, où la grêle est tombée cette année-là à deux reprises les 5 Juin et 16 Juillet, ce qui ne les a pas empêchées d'être plus tard envahies par le charbon, comme la plupart des autres vignes.

Les blessures unilatérales causées soit par la grêle, soit par le charbon avaient une telle analogie qu'il était difficile de les distinguer et que je suis porté à croire que le champignon noir qui se produit dans ces deux

cas est au moins très près parent, s'il n'est pas absolument le même. C'est là un sujet de recherches que je ne perdrai pas de vue.

On s'explique d'ailleurs facilement l'unilatéralité des taches dans l'un et l'autre cas par ce qu'elle est due à la même circonstance. Le vent chasse la grêle dans une direction déterminée aussi bien que les gouttes de pluie qui transportent d'un cep à l'autre les spores du *Sphaceloma ampelinum*, champignon de l'anthracnose.

Un dernier phénomène à signaler est l'apparition sérieuse de l'*Eumolpe* dans une partie des vignes du prince Napoléon, à la villa de Prangins, seule localité de la Suisse où, à ma connaissance, il se soit produit jusqu'ici.

Déjà en 1877, ce coléoptère y avait fait une première apparition, mais alors il était si clair-semé qu'il ne produisit aucun dommage; il fut même assez difficile de m'en procurer quelques individus vivants.

Cette année il n'en a pas été ainsi, et dès le commencement de Mai il se montra si nombreux et si vorace que les pousses de deux hectares de vignes furent littéralement dévorées: tiges, feuilles, fleurs, tout y passa, et la vigne prit l'aspect qu'elle a au sortir de la taille. Cependant les racines ne parurent pas en avoir souffert, car avec la sève du mois d'Août, les ceps se sont de nouveau revêtus d'une abondante verdure. Reste à savoir si les nouveaux sarments pourront arriver à une maturité suffisante.

Plusieurs moyens ont été proposés dans le but de se débarrasser de cet hôte nuisible. Dans le midi de la France, où l'on a souvent à le combattre, on se sert de larges entonnoirs munis d'une échancrure qui permet de le placer sous le cep, et qui sont terminés inférieurement par un petit sac où tombe l'*Eumolpe* quand on

secoue un peu la plante. A la villa de Prangins, j'ai assisté à une chasse pratiquée au moyen de deux planchettes enduites de goudron de gaz, et qui se rapprochaient sous le cep grâce à une entaille ronde faite entre les deux parties de ce petit plancher. Les Eumolpes (qui restaient sur le cep) tombaient en effet sur la planchette quand on imprimait une secousse au cep, mais le goudron n'était pas assez adhésif pour le retenir, il courrait dessus comme sur une surface mouillée et parvenait souvent à s'échapper. Je conseillai l'emploi de la glu qui, je crois, a mieux réussi, mais on comprendra que sur une grande étendue de vigne ces procédés soient absolument impraticables, soit en raison du coût de la main-d'œuvre, soit surtout parce qu'ils sont insuffisants.

En effet, ce rusé coléoptère entend de loin les pas des opérateurs et au moindre bruit il se rapetisse, plie ses pattes et se laisse choir dans les inégalités du terrain où il devient invisible; mais, dès que le bruit cesse, il remonte sur la plante et recommence à brouter. On n'en détruit ainsi qu'une partie.

M. Paul Thénard a recommandé de secouer sur le sol de la vigne, avant de rompre, 1200 kilogrammes par hectare de tourteaux pilés de graines de crucifères, capables de fournir de l'essence de moutarde qui par sa diffusion dans le sol détruirait les *larves* de l'Eumolpe. Pour cela, il est indispensable de broyer ces graines et d'en extraire l'huile grasse à froid et sans l'intermédiaire de l'eau, autrement on ne conserverait pas aux tourteaux leur vertu. Mais la grande difficulté est de se procurer ces graines en suffisante quantité. Il s'agit donc, pour se débarrasser de l'Eumolpe, d'arriver à un procédé plus pratique, plus expéditif et plus complet, et dans ce but, il est de la plus haute importance de bien connaître les mœurs, les habitudes et les conditions d'existence

de l'insecte, sur lesquelles il ne semble pas qu'on soit encore d'accord.

L'*Eumolpe de la vigne*, *Eumolpus vitis*, est un petit coléoptère qui appartient selon Latreille à la famille des *Cycliques*. On l'a aussi nommé *Bromius vitis* et Kirby l'appelle *Adoxus vitis*. Les vigneron français le nomment *Ecrivain* parce qu'il laisse sur les feuilles, en les rongant, des traces qu'on a comparées à des caractères d'écriture. Il a les élytres d'un rouge-brun et le reste du corps entièrement noir.

« D'après *Dubreuil*, ce serait à l'état de *larve* que
« l'Eumolpe est surtout redoutable. Il se présente sous
« forme d'un petit ver allongé, d'abord blanchâtre et qui
« devient ensuite de couleur brune. Cette larve passe
« l'hiver en terre et ronge les racines de la vigne; au
« printemps elle dévore les bourgeons et les jeunes
« feuilles. »

Malheureusement, mes propres observations ne concordent pas avec ce qu'écrit *Dubreuil*. A la *villa de Prangins*, les *larves* n'ont nullement été aperçues, et dès le début du développement des bourgeons de la vigne, ce sont les *insectes parfaits* qui, jusqu'en Juillet, moment de leur disparition, les ont dévorés et les ont empêchés de venir à bien.

Ensuite, si les racines eussent été gravement attaquées par les larves, il me semble difficile que la sève d'Août eût pu ramener une aussi belle végétation que celle qui s'est produite. Il y a donc quelques points à éclaircir dans les allures de l'Eumolpe. Ou bien ses mœurs ne sont pas encore suffisamment connues, ou bien elles changent selon le climat.

J'ai capturé quelques-uns de ces insectes vivants qui, renfermés dans un flacon spacieux et nourris de feuilles de vigne, ont pondu sur les feuilles et les parois

du flacon, en Juin, Juillet et Août, des œufs de couleur jaunâtre, cylindriques, à extrémités arrondies, mesurant environ $\frac{1}{4}$ millimètre d'épaisseur sur 2 à 3 millimètres de longueur. En Août, les œufs se sont peu à peu transformés en de petits vers jaunâtres à tête noire qui, prenant ensuite une couleur brune, deviennent des larves ovales, plus larges et plus grandes. Je n'ai pas encore vu la métamorphose des larves en insecte parfait, mais j'espère être plus complètement renseigné au printemps prochain.

En tout cas, espérons que ce parasite, nouveau dans le pays, s'en tiendra à cette première visite et ne reparaitra pas avec l'intention de s'établir dans nos vignobles.

VI.

Materialien für das Gotthardprofil.

Schichtenbau des Ursernthales

von

F. M. Stapff.

(Mit zwei Tafeln.)

Im Mai 1875 beauftragte mich die Centralbauleitung der Gotthardbahn, den *zweckmässigsten Anlagepunkt* für einen behufs *Voruntersuchung* der Andermatter Ebene in der Tunnellinie eventuell abzusenkenden *Schacht* anzugeben. Von der Voraussetzung ausgehend, dass ein solcher Schacht die besten Aufschlüsse geben könnte, wenn er mitten über den *Kalkschichten von Altekirche* (in deren Schnitt mit der Tunnelebene) niedergebracht würde, bestimmte ich die Lage der Ausbisse genannter Schichten 304^m E und 1005^m W von der Tunnellinie bei *Altekirche* und *Rüestili* und theilte in Separatbeilage Nr. 11 zu dem *Göschener Monatsbericht pro Juni 1875* der Centralbauleitung mit, dass auf Grund der vorgenommenen Messungen und Untersuchungen die *nördliche Kalkgrenze* im Tunnel bei 2626^m *vom Portal* zu gewärtigen sei,*) und

*) Das Gleiche theilte ich auch der naturforschenden Gesellschaft bei ihrer Zusammenkunft in Andermatt, 12.—14. Sept. 1875, mit. Vide Verhandl. der schweizer. naturforschenden Gesellschaft, 58. Jahrgang, pag. 137.

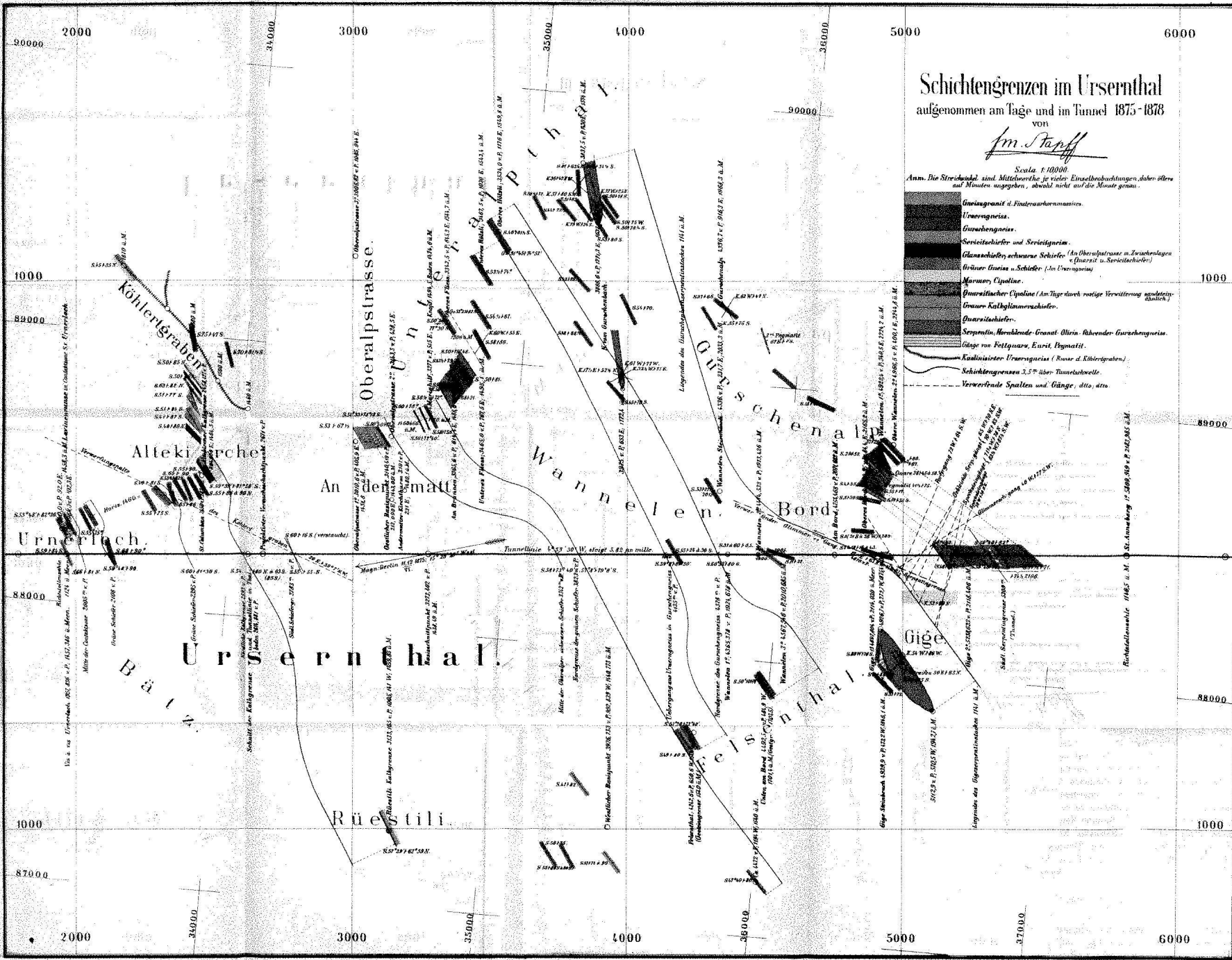
dass ein eventueller *Versuchsschacht* bei ca. 2671^m angesetzt, *mitten über den Kalkschichten* stünde.

Diese Vorausbestimmungen haben sich insoweit bewährt, als im Oktober 1875 die *Altekircher Kalkschichten* vom Tunnel bei 2593^m angeschnitten wurden, und als sie sich von da zu 2766^m erstreckten, so dass ihr *Mittelpunkt* im Tunnel bei 2679,5^m fällt.

Die zur Lösung dieser rein technischen Frage im Juni 1875 vorgenommenen Messungen und geologischen Aufnahmen in der Umgebung des *Ursernthales* habe ich behufs Construction des *Gotthardtunnelprofiles* mit Genehmigung der Centralbauleitung zwar schon im Sommer 1876 weiter ausgedehnt und beendet, bin aber erst jetzt infolge eines im Tunnel erlittenen Beinbruchs in die Lage gekommen, alle Berechnungen und Constructionen zusammenhängend auszuführen und mit den unterdessen durch den Tunnelbau gewonnenen Aufschlüssen zu combiniren. Beiliegend erlaube ich mir ein Resultat dieser Arbeiten vorzulegen, durch Tab. I: *Situationsplan* über charakteristische *Schichtengrenzen* (3,5^m über Tunnelchwelle) und Tab. II: *Längenprofil* in der Tunnelebene, beide im Maassstab 1 : 10,000.

Construction der Grenzlinien; allgemeiner Verlauf derselben.

Zur Erläuterung der Construction des Schichtengrenzenplanes sei erwähnt, dass die am Tage aufgesuchten und trigonometrisch eingemessenen Gesteinsgrenzen nach den beobachteten Einfallwinkeln auf die Tunnelebene hinabgetragen und sodann mit den entsprechenden im Tunnel beobachteten Grenzen durch Tangenten und eingeschaltete Kreisbögen verbunden wurden. Da zwischen je zwei Tangentenpunkte (Beob-



Leere Seite
Blank page
Page vide


Leere Seite
Blank page
Page vide

achtungspunkte) immer nur je ein oder zwei Bögen *symmetrisch* eingelegt wurden, so kann man die Construction nicht der Willkürlichkeit zeihen. Dass sie aber den Schichtenlauf im Ganzen naturgemäss ausdrücken, ergibt sich theils aus dem harmonischen Gang sämtlicher Linien, welche doch jede für sich entworfen sind, theils aus der Uebereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung. Die *Nordgrenze* der *Altekircher Kalkschichten* bildet z. B. eine windschiefe Fläche, welche bei *Alteikirche* *südwärts*, bei *Rüestili* *nordwärts* einfällt und zwischen den genannten Punkten (nach der Construction) vier Biegungen macht. Trotz dieser verwickelten Form ergab die Construction der Fläche aus den Beobachtungen an zwei Punkten einen Schnitt mit der Tunnellinie, welcher um nur $2626 - 2593 = 33^m$ von dem nachmals im Tunnel aufgeschlossenen abweicht.

Im grossen Ganzen *convergiren* die *Schichtengrenzen* *nordwärts*; — in derselben Richtung, in welcher sich die Kalkschichten auskeilen und in welcher die Zusammenschnürung des *Oberalppasses* sich befindet.

Auffällig sind ferner die *scharfen Kniee* unmittelbar *S* vom *Urnerloch*; — ein Causalzusammenhang zwischen denselben und dem *Reussdurchbruch* am *Urnerloch* scheint nicht unwahrscheinlich.

Endlich ist nicht zu verkennen, dass die *wesentlichsten Buchtungen* *verschiedener Schichtenlinien* in einige *wenige Gerade* fallen. Eine solche, vom *Reussdurchbruch* (am *Urnerloch*) gegen SSE gezogen, schneidet durch die eben erwähnten Kniee bis zur Thalmitte; eine zweite, vom *westlichen Basispunkt* gegen SE nach dem *Bord* gezogen, durchschneidet die gegen NW convexen Biegungen von vier verschiedenen Schichtencomplexen; — diese Conformität der Biegungen veranlasste oben den Ausdruck «harmonischer Gang» der Grenzlinien.

Die *Grenzlilien im Profil* ergeben sich einfach durch Construction der Schnitte zwischen den erwähnten wind-schiefen Flächen und der vertikalen Tunnelebene. Diese Schnitte sind im Allgemeinen -förmig, doch fällt der obere Theil der Schlingen meist oberhalb der Terrainlinie, entzieht sich also der Darstellung. Das Profil der *Gurschen-Gige-Serpentinmasse* musste noch unterhalb der Terrainlinie abgeschlossen werden, in jener Meereshöhe, wo am Tage die Serpentinstöcke zu beiden Seiten der Tunnellinie ausspitzen. (Die in ihren Streichrichtungen auf die Tunnelebene projecirten, am Tage eingemessenen Grenzen dieser beiden Stöcke sind auf dem Profil durch punktirte Figuren bei den Namen «*Gurschen*» und «*Gige*» dargestellt.) Das Hauptfallen und Hauptstreichen dieser Serpentinstöcke ist übrigens nicht nach den mit Handboussole ermittelten Winkeln eingetragen, sondern wurde aus den Coordinaten je der Grenzpunkte bezeichnet.

Bildungsweise der Schichtenwindungen.

Die auf der SE-seite des Situationsplanes ausgesetzten Streichrichtungen der Schichtenausbisse zeigen in ihrem allgemeinen Verlauf eine Uebereinstimmung mit der Serpentinegrenze (in Tunnelniveau), welche zur Ueberzeugung führt, dass die Windungen der letzteren nicht etwa individuelle Eigenthümlichkeiten der Serpentinmassen sind, sondern dass sie durch dieselben Ursachen, nach denselben Gesetzen hervorgerufen wurden, welche zugleich auch die umgebenden Schichten beugten. Dieselbe Ueberzeugung müssen auch die Schichtenbiegungen hervorbringen, welche auf dem Profil zwischen 4650 und 4870 dargestellt sind. Von letzteren sind zwar nur je ganz kleine Bögen im Tunnel der Beobachtung zugänglich geworden. Das successive steiler, dann seiger, endlich nördlich werdende Einfallen der Schichten und deren

schliessliches Anschmiegen an die Serpentinegrenze bei 4870 lässt aber nicht wohl eine andere Interpretation zu, als die auf dem Profil dargestellte. (Die geologischen Monatsprofile pro *August, September, Oktober* 1877 und die zugehörigen Berichte an die Centralbauleitung enthalten im Detail alle Beobachtungsdaten, wonach dieser Theil des Profiles construirt wurde; eine vorläufige schematische Skizze desselben findet sich im Bericht pro *Oktober*.)

Ich bin jedoch weit entfernt, diesen Schichten eine *solche* Plasticität zuzuschreiben, dass sie ohne Brüche hätten gebogen werden können. In Wirklichkeit lösen sich die hier als continuirlich verlaufende Curven dargestellten Schichtengrenzen in eine Menge von Polygonseiten auf, welche nicht immer mit mathematischer Pünktlichkeit aneinander stossen, und deren *Aufeinanderfolge* in einer Kette (Paternostergänge der Bergleute des Mittelalters) die Curven versinnlichen. Es ist diess nicht Hypothese, sondern Erfahrungssatz.

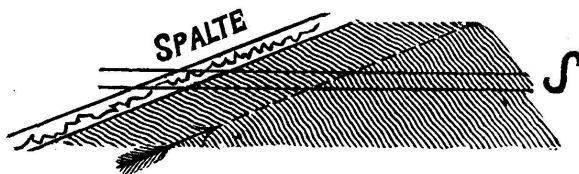
Durch den Tunnelbau wurden auf der uns hier interessirenden Strecke hunderte von *lettingen Klüften, Spalten* und *Gängen* aufgeschlossen (auf den geologischen Durchschnitten in 1 : 200 sind sie alle eingetragen und in den angehörigen Berichten besprochen; auf dem hier mitgetheilten Profil in 1 : 10,000 konnten nur einige wenige angedeutet werden), an denen hin Gebirgsbewegungen stattgefunden haben. Diese Bewegungen brachten gleichsinnige Verwerfungen der von ihnen ergriffenen Gebirgsparthieen hervor, und das summarische Resultat der letzteren sind die scheinbaren Windungen der einzelnen Schichten in toto et tanto.

Besonders lehrreich in dieser Beziehung waren die *lettingen Spalten* bei 3725, 3780, 3831^m (siehe Monatsberichte und Profile pro *November, Dezember* 1876,

Januar 1877), und der *Glimmerschiefergang*, welcher bei 4870^m das nördliche Sahlband der grossen Serpentineinlagerung bildet (Profil und Bericht pro *Oktober 1877*). Die Schichtenstauchungen an diesem N 17 E |— 63 NW gerichteten Gang bekunden eine aufwärts und gegen SW gerichtete Bewegung der hangenden Gebirgsparthie; durch diese Bewegung wurden die zu Tage am *Gurschenbach* und bei *Gige* ausstreichenden Serpentineinlagerungen so verzogen, dass sie ca. 470^m südlicher im Tunnel erschienen, als ohne die Verschiebung der Fall gewesen sein würde. Mit dieser Verschiebung war zugleich eine *Schleppung* entlang dem verwerfenden Glimmerschiefergang verknüpft, wie das *Anschmiegen* der Schichten des Nebengesteines an denselben verräth. Uebrigens gehören die erwähnten verwerfenden Spalten etc. etc. verschiedenen Perioden an, wie zahlreiche Beobachtungen über ihr *Absetzen gegen einander* und *Verwerfen durch einander* beweisen. Durch die ältesten Gebirgsbewegungen wurde in der Regel die von dem Verwerfer nordwärts liegende Gebirgsparthie in die Höhe geschoben (Beispiel: der eben erwähnte Glimmergang bei 4870^m), durch die jüngsten dagegen die südwärts liegende (Beispiele: die Verwerfungen bei 3725, 3780, 3832^m). Diess deutet ja daraufhin, dass das *Gotthardmassiv* später emporgeschoben worden ist, als das *Finsteraarhornmassiv*!

Während den älteren Verwerfungen die Biegungen und Fältelungen der Schichten wesentlich ihre Form mit verdanken, sind durch die späteren Verwerfungen diese Biegungen und Fältelungen wieder deformirt und zerstückelt worden. Die Klüfte, welchen entlang erstere stattfanden, sind meist geschlossen oder sie erscheinen als wieder vernarbte Gänge; die jüngsten Verwerfungsspalten sind dagegen oft mit einer lettigen Reibungsbreccie des in ihrer Umgebung faulen Nebengesteines

gefüllt und folgen häufig der allgemeinen Schieferungsrichtung; doch mit Ausnahmen, deren einige auf dem Profil angedeutet sind. Unmittelbar S von der *Altekircher Kalk- und Schieferzone* setzt z. B. eine sehr mächtige, mit *kaolinisirtem Glimmergneiss* und *Gypsknauern* gefüllte *Spalte* durch den Tunnel, welche N 20 E |— 39 NW verläuft. Ihr nach diesen Richtungswinkeln auf dem Terrain ausconstruirter Ausbiss fällt genau in die tiefe Runse des *Köhlertgraben*, welche gleichfalls in zersetztem Gneiss ausgewühlt ist. Unmittelbar im Liegenden dieser Spalte verfläichen sich die Schichten (im Tunnel) von 55° auf 16°; eine Stauchung, welche darauf hinweist, dass die Gebirgsparthie südlich von der Spalte die emporgeschobene ist.



Schichtenfalten im Ursernthal.

Die *Schichtenfalten des Ursernthales* strecken sich von der Contactzone des *Finsteraarhorngneissgranites* bei 2000 à 2010^m zu 4135 à 4325^m, wo der zum *Gotthardmassiv* gehörige *Gurschengneiss* (Glimmergneiss) anhebt. Letzteres Gestein ist durch so vielfache Uebergänge und gemeinsame Schichten mit dem der *Ursernmulde* angehörigen sogen. *Urserngneiss* verknüpft, dass sich seine Nordgrenze nicht wohl genauer präcisiren lässt, als hier geschehen. Ausser dem *Urserngneiss* und den ihm eingeschalteten Schichten von *graugrünem Schiefer* (resp. *Gneiss*) und *Quarzitschiefer*, nehmen an der Constitution des *Ursernbodens* noch wesentlich Theil: *Sericitschiefer* (resp. *Sericitgneiss*), durch spärliche *Kalkstreifen* hin und wieder *kalkglimmerschieferähnlich*; *Glanzschiefer* (resp.

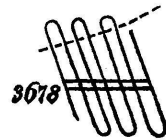
schwarze Schiefer); *Kalkglimmerschiefer*; *Cipolin*; *quarzitische Cipoline*. Hinsichtlich der petrographischen Eigenschaften dieser Gesteine verweisen wir auf die geologischen Monatsberichte und Tabellen zu den geologischen Durchschnitten, wo sie eingehend beschrieben sind.

Diese Gesteinsschichten *wiederholen sich durch Zusammenfaltungen mehrfach*; es würde aber kaum möglich sein, die einzelnen Mulden und Luftsättel auszuconstruiren, wenn nicht einerseits die *schwarzen Glanzschiefer* eine leicht erkennbare Leitschicht abgäben, andererseits die *quarzitschieferähnlichen* und die *grünen Einlagerungen* im *Urserngneiss* verriethen, dass dieselben Schichten, welche auf der Nordseite des *Ursernthales* von 2010 bis 2582^m anstehen, auch auf der Südseite von 3802 bis 4135 à 4325^m vorhanden sind. Diese Schichtencomplexe bilden die beiden *Grenzflügel* der *Ursernschichtenmulde*. Innerhalb derselben lassen sich jedoch 6, z. Thl. zusammengeklappte, Mulden ausfindig machen, deren Construction auf dem Profil einer Motivirung bedarf.

Die nördlichsten beiden Mulden enthalten die sogen. *Altekircher Kalkschichten*, in deren Folge eine gewisse Symmetrie statt hat, indem die quarzitischen Cipolinlagen in der Nähe der begrenzenden schwarzen Schiefer angesammelt sind, während graue Kalkschiefer, Cipoline und dünne Marmorstreifen das Innere der Mulden einnehmen. Da nun die eben genannten Schichten vor und nach dem mittleren schwarzen Schieferkeil petrographisch identisch sind, ebenso die schwarzen Schiefer, so ergibt sich als ursprüngliche Schichtenfolge: Urserngneiss (mit Streifen von Quarzit und grünem Schiefer); schwarzer Schiefer; quarzitischer Cipolin; grauer Kalkschiefer, Cipolin (Marmor). Durch die präsumirte doppelte Zusammenfaltung müssen diese Schichten genau in eine

solche gegenseitige Lage kommen, wie sie die Tunnelaufschlüsse (und mit Unterbrechungen die natürlichen Entblössungen an der Oberfläche) ergeben haben und wie sie das Profil zur Anschauung bringt.

Die südlichen drei Doppelfalten bestehen aus *schwarzen Schiefer* (der *Oberalpstrasse*) mit vielen dünnen Zwischenlagen von z. Thl. quarzitischem, hin und wieder kalkhaltigem Schiefer und Urserngneiss. Es würde kaum möglich sein, diese vielfach repetirten dünnen Schichten ohne Willkürlichkeit in Falten zu gruppiren, wenn nicht durch den Tunnel die untere Schlinge einer solchen bei 3720 à 3730^m direkt aufgeschlossen wäre (vide: geologischer Bericht und Profil pro *November 1876*), und eine zweite durch die Verwerfung bei 3780^m verrathen würde (vide: geologischer Bericht und Profil pro *Dezember 1876*). Bedenkt man, dass der südlichste Faltenflügel der schwarzen Schiefer nothwendig *aufwärts* gerichtet sein muss, so wird auch die Annahme einer dritten Muldenfalte zur Nothwendigkeit, und die schwarzen Schiefer zwischen 3678 und 3802^m erscheinen so zusammengeklappt, dass der schmale Streif bei 3678^m nur als der nördliche Flügel einer weiten Mulde inmitten des *Ursernthales* gedeutet werden kann. (In der That zeigt dieser Streif Tendenz zu concaver Biegung, indem er nahe der Tunnelfirste 86° S, nahe der Sohle 85° N einfällt.)



Es bleibt nun nur *ein* Weg übrig, die *südlichen schwarzen Schiefer von Altekirche*, die *im Tunnel bei 3263 bis 3276^m aufgeschlossenen Schiefer-* (und dünnen *Kalk-*) *streifen* und den eben erwähnten *Schieferstreif bei 3678^m* mit einander zu combiniren, nämlich durch die Annahme eines *Luftsattels* zwischen (rund) 2800 und 3200^m, und einer *Mulde* zwischen 3200 und 3700^m.

Diese Darstellungsweise der *Ursernschichtenfalten* ist nicht die erste, welche ich versucht habe (etwas abweichende schematische Skizzen enthält z. B. der Monatsbericht pro *November 1876*), und vielleicht auch noch nicht die endgültige, denn sie setzt im erwähnten Luftsattel zwischen 2783 und 3208^m (im Tunnel) Urserngneiss voraus, welcher *älter* ist, als die *Altekircher* Kalk- und Schieferzone, in der darauffolgenden grossen Mulde dagegen Sericitschiefer, welcher dann gleich alt oder jünger wäre. Nun wird zwar das Gestein von 3208^m an entschieden *glimmerschieferähnlicher*, als das vorgehende, es enthält spärliche Adern und Streifen von *Kalk* (besonders bis 3332^m); auf Klüften und in lettigen Fugen wenig *Gyps*; hin und wieder *Magneteisenkörner*; *glasige Quarzkörner*, welche auf dem Hauptbruch als glimmerumhüllte Knoten erscheinen — aber im Ganzen ist es von dem «*Urserngneiss*» zwischen 2783 und 3208^m petrographisch doch nicht wesentlich verschieden, und dem Complex zwischen 2783 und 3208^m fehlen gänzlich die Einlagerungen von Quarzitschiefer und grünem Schiefer, welche in den äussersten Muldenflügeln des Ursernthales so häufig sind und die Zone des Urserngneisses charakterisiren.

Umfassende vergleichende *chemische* und *mikroskopische Untersuchungen* würden zur Aufklärung dieser Frage wesentlich beitragen können. Ich erlaube mir in dieser Beziehung darauf aufmerksam zu machen, dass *mikroskopische Granaten* und *Hornblendenadeln* im Urserngneiss vor den *Altekircher* Kalken vorkommen. Finden sich solche in dem Gestein zwischen 2783 und 3208^m wieder, und fehlen sie etwa im Sericitschiefer zwischen 3208 und 3678^m? Ist der von Herrn *Meyer* in Tunnelgesteinproben der Ursernschichten aufgefundene *Zirkon* gewissen dieser Schichten eigenthümlich?

Die vielen von der *Gotthardbahngesellschaft* ausgegebenen Tunnelgesteinsammlungen dürften wohl hinreichendes Material zur Beantwortung dieser und ähnlicher Fragen liefern.

Die *Radien* der *Bögen*, welche die eben besprochenen Mulden und Luftsättel auf dem Profil andeuten, sind nicht ganz willkürlich angenommen. Durch Verwerfungen bei 3780 und 3832^m sind höhere und tiefere Segmente einer und derselben Muldenschale aneinander gerückt und dadurch das Mittel geboten, nicht nur die Sprunghöhe, sondern (aus den verschiedenen Einfallwinkeln der aneinander geschobenen Segmente) auch den Radius fraglicher Muldenschalen zu berechnen. Dieser Radius ist z. B. für die grünen Schiefer bei 3820 bis 30 : 123^m (vertikale Verschiebung 23^m); für die schwarzen Schiefer bei ca. 3780 aber 275^m (Vertikalaufwärtsschiebung 70^m, seitliche Verschiebung 11^m). Aus dem von letzterwähntem Radius bestimmten Kreismittelpunkt ist der Muldenbogen zwischen ca. 3280 und 3675^m construiert; die übrigen Bogenradien wurden sodann den Weiten der resp. Mulden (und Sättel) proportional angenommen. Die äussersten Grenzbögen des Ursernmuldencomplexes ergeben sich aus den Einfallwinkeln der Grenzschichten und der Mittellinie des grossen Luftsattels. Dieses Constructionsverfahren ist selbstverständlich nicht in irgend welchem Naturgesetz begründet; es schliesst aber wenigstens Extravaganzen aus, zu welchen jede Willkürlichkeit so leicht führen kann.

Zur Geologie der Ursernschichten.

Noch seien einige Bemerkungen gestattet über die *Entstehungsweise* und *geologische Stellung* der Schichten des *Ursernthales*. (Hieher gehörige Notizen enthält der Monatsbericht pro *November 1876*.) Ohne Ausnahme

scheinen sie uns *sedimentäre*, nachmals *metamorphosirte Bildungen*. Hinsichtlich der Cipoline und Kalkschiefer mit *Crinoidenstängeln* und *Corallenresten*, der zwischenliegenden kalkhaltigen Quarzitschiefer, der Sericitschiefer mit Kalkstreifen, der von Graphit gefärbten schwarzen Schiefer mit *Fucoidenabdrücken* bedarf diese Anschauung keiner Rechtfertigung. Da aber die schwarzen Schiefer der *Oberalpstrasse* mit dünnen Schichten von Urserngneiss wechsellagern, so ist auch die sedimentäre Entstehungsweise des letzteren und der zwischen ihnen eingeschalteten grünen Schiefer so gut wie erwiesen. Als ferneres Argument für sedimentäre Bildungsweise können wir die so häufigen, abgerundeten, glasigen Quarz- (Sand-) körner, besonders in den Sericitschiefern, anführen, sowie einige Arkose- oder Verrucano-ähnliche Schichten im südlichen Flügel des Urserngneisses.

Die Entstehung dieser ursprünglich klastischen Gesteine setzt ein *Festland südlich von der Ursernmulde* voraus. Auf dem Boden der *Tiefsee nördlich von diesem Festland* kam zunächst das *sandige und schlammige Material* für den *Urserngneiss* zum Absatz. Die *grünen* (chloritischen, glaukonitischen?) *Schiefer* desselben wecken den Gedanken an das Vorhandensein von *Bathybien*.*) Auf dem durch Niederschläge und gleichzeitige successive *Hebung des südlichen Festlandes* erhöhten Meeresboden lagerte sich *zusammen mit Tangüberresten das mineralische Material* zu den *schwarzen Schiefern* ab, nahe dem Strand zu wiederholten Malen mit *feinem Detritus überschüttet*, welcher *fast frei von Organismen das Material* zu den zwischen die schwarzen Schiefer (der *Oberalpstrasse*) *eingeschobenen Gneiss- etc. etc. Schichten* lieferte.

* Inzwischen sind die Bathybien wieder aus dem Bereich der Organismen verwiesen.

Dann war eine *Meerestiefe hergestellt*, in welcher *kalkbildende Organismen* wuchern konnten. Sie lieferten das Material zu den *Kalkschichten von Altekirche*, nahmen mit der nach dem Festland hin (südwärts) abnehmenden Meerestiefe an Menge ab, so dass *näher dem Strand Sedimente mit nur spärlichen Kalkstreifen* zum Absatz kamen, während *gleichzeitig seeeinwärts reinere Kalkschichten* entstanden. Es erscheinen so die *kalkhaltigen Sericitschiefer* der Mulde zwischen 3208 und 3678^m als *gleichzeitige geologische Aequivalente der Andermatter Kalke*. Man sollte hiebei nicht vergessen, dass die petrographische Verschiedenheit dieser Gesteine mehr auf quantitativen als qualitativen Verhältnissen ihrer Mineralbestandtheile beruht. Wo lassen sich scharfe Grenzen ziehen zwischen Marmor, Cipolin, Kalkglimmerschiefer, Glimmerschiefer (Sericitschiefer) mit einzelnen Kalkstreifen, Sericitschiefer, wenn in allen der krystalinische Kalk von gleicher Zusammensetzung und die Glimmerspecies dieselbe ist? wenn ausserdem in allen quarzische Schichten mit abgerundeten Quarzkörnern und Kohlensäureporen auftreten?

Bei den *Metamorphosen*, durch welche Kalkschlamm in krystalinischen Kalk (resp. Dolomit), Thonschlamm in Schiefer und Gneiss verwandelt wurde, können wir uns hier nicht aufhalten. Was aber die *Zusammenfältelung der Schichten* betrifft, so müssen wir sie in nahen Zusammenhang mit dem *Emporschieben des Finsteraarhornmassives* bringen, während nachmalige *Deformationen der Schichtenfalten* hauptsächlich Verwerfungen zuzuschreiben sind, welche mit dem *Emporschieben des Gotthardmassives* zu seiner jetzigen (ungefähren) Höhe verknüpft waren.

Ausser der kainozoischen giebt es vielleicht keine *geologische Periode*, welcher die *Andermatter Kalke und Schiefer* nicht schon zugetheilt worden wären. In dieser

Beziehung hat der Tunnel keine neue entscheidende Aufschlüsse gegeben, durch welche die jetzt wohl allgemeinste Auffassung, dass die *schwarzen Schiefer liassisch*, die *Kalkschiefer* aber *jurassisch* seien, geändert würde. Und wie kann man auch erwarten, dass durch die ganz lokale unterirdische Entblössung eines Schichtencomplexes *mehr Petrefacten* zum Vorschein kommen sollten, als bisher und seit Jahrzehnten das Absuchen meilenweit natürlich aufgeschlossener Ausbisse desselben Complexes geliefert hat?

Ausser den bereits erwähnten *Fucoiden* aus den schwarzen Schiefen, *Crinoidenstängeln* aus den Kalkschiefern, und einigen *problematischen Formen* sind mir aus den Kalk- etc. etc. Schichten des *Tunnels* nur die *corallenähnlichen mikroskopischen Gebilde* zu Gesicht gekommen, welche ich in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft XXX. Band, 1. Heft, pag. 138, 1878 abgebildet habe.

Serpentineinlagerungen südlich vom Ursernthal.

Es wurde zwar schon weiter oben versucht, zu erklären, wie durch Verschiebung und Schleppung entlang einem Glimmerschiefergang die am Tage bei *Gurschenbach* und *Gige* entblössen *Serpentineinlagerungen* in ihre jetzige gegenseitige Lage gerathen sind, welche zur Folge hat, dass sie vom Tunnel weiter südlich und in etwas grösserer Mächtigkeit aufgeschlossen wurden, als ohne Berücksichtigung der Schichtenbiegungen zu erwarten gewesen wäre. Es ist auch gesagt worden, dass das sonderbar scheinende Profil des Serpentinstockes sich unmittelbar durch die Construction des Schnittes zwischen seiner windschiefen Grenzfläche und der vertikalen Tunnelebene ergibt. Wir müssen jedoch nochmals auf diese Serpentineinlagerungen zurückkommen, schon weil sich Erfahrungen

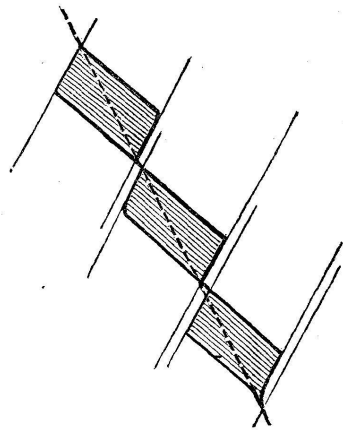
an dieselben knüpfen, welche für die Beurtheilung des Schichtenbaues in dem noch nicht durchfahrenen Theil des *Gotthardmassives* massgebend sind.

Die grösste am Tage beobachtete *Mächtigkeit des Serpentinstockes bei Gige* beträgt (parallel Tunnelrichtung) 100^m; durch den mit erwähnter Schleppung verknüpften spitzwinkeligen Schnitt hätte sich der Tunnel auf ca. 170^m im Serpentin bewegen können; statt dessen hat auf eine Länge von 440^m Serpentin und damit verwandtes Gestein angestanden! Diese räthselhafte Erscheinung hatte ich zuerst durch Annahme wiederholter Uebereinanderschiebungen von Streifen derselben Serpentinmasse zu erklären gesucht (vide Monatsbericht pro *Januar 1878*), und solche existiren ohne Zweifel. Jetzt aber, da der Tunnelstollen auf ca 600^m erlängt ist, ohne gewisse am Tage vorliegende Schichten zu durchschneiden, genügt dieser Erklärungsversuch nicht mehr völlig, und es müssen noch anderweitige Verwerfungen mit in Rechnung gezogen werden, welche übrigens schon auf dem zur *Pariser Ausstellung gesandten Gotthardprofil* generell angedeutet worden sind.

Es lag nahe, den *Serpentin vom Gurschenbach* und von *Gige* als aus der *Zersetzung von dichtem granatführendem Hornblendegestein* (wie Nr. 123 der Südseite) hervorgegangen zu betrachten, denn durch den Tunnel bei 4411 und 4834^m aufgeschlossene *Streifen* sind nichts anderes, als solches, aber *serpentinisirtes Hornblendegestein*; und der bei 4870^m beginnenden grossen Serpentinmasse gehen dünne *Streifen* von ineinander gefilzten, theilweise zersetzten *Hornblendenadeln* unmittelbar voraus.

Professor *Fischer*, welcher auf Herrn *Desor's* Veranlassung Serpentin aus dem Tunnel mikroskopisch untersuchte, fand denselben jedoch überwiegend aus zersetztem *Olivin* bestehend (briefl. Mittheilung des Herrn *Koller*),

womit sich der scheinbar *durchgreifende* Schichtenverband der Serpentineinlagerungen des *Gotthardmassives* (*Guspisthal, Kastelhorn, Gurschenbach, Gige, Bord*) nach Analogien von *Zöblitz, Reichenstein, Ytteröen bei Dronthjem, Röraas* u. a. O. in Einklang bringen liesse. Die Gneiss-schichten sind an diesen Punkten gegen den Serpentin fast immer verstaucht (ihr südliches Einfallen geht an den Sahlbändern in nördliches über u. dergl.), und ein Blick auf den beiliegenden Schichtengrenzenplan zeigt sofort, dass der Ausbiss des Serpentinstreifen *N vom Gurschenbach im Ganzen* discordant zum umgebenden Gurschengneiss streicht. Dies gilt jedoch nicht von einzelnen Theilen desselben, und den Rundungen des Serpentinstockes bei *Gige* schmiegen sich die umgebenden Gneiss-schichten in der Streichrichtung wohl an. Wir schliessen daraus, dass die ursprünglichen Serpentinbänder den umgebenden Schichten concordant eingelagert sind, dass sie aber (wie schon Eingangs bei Erörterung der Schichtenbeugungen im Allgemeinen angeführt wurde) nachmals durch Klüfte vielfach zerschnitten und in gleichem Sinn verworfen wurden. Die einzelnen verschobenen Stücke des Bandes erscheinen nun als *rhomboidische Linsen*, deren *Verbindungslinie* (Diagonale) die Schieferungsrichtung des Nebengesteins spitzwinkelig schneidet.



Der Nachweis von *zersetztem Olivin* im Serpentin des Tunnels führte dazu, die *Hornblende-, Granat- und Olivin-führenden*, theils quarzitischen, theils gneissartigen, theils dichten dunkeln *Gesteinsschichten*, welche ich bereits 1876 und 1877 oben *am Bord* östlich von und in der Tunnellinie aufgefunden und eingemessen hatte (siehe Schichtengrenzenplan), mit der südlichen

Parthie des im Tunnel aufgeschlossenen Serpentin zu combiniren. Petrographisch sind diese Gesteine zwar nicht identisch; ihre Verschiedenheit liegt aber hauptsächlich doch nur in der relativen Menge und Frische der genannten charakteristischen Mineralien. Am Tage ist zwischen den *Hornblende-Olivin-Granatgesteinen* eine 70^m mächtige *Gneisschichte* eingeschoben, welche wir auch im Tunnel bei 5125 à 5202^m wieder erkennen, daselbst allerdings mit Serpentin *reichlich* durchflochten. Am Tage liegt nahe der Südgrenze genannter Schichten ein mächtiger *Fettquarzgang*; im Tunnel, an der Südgrenze des Serpentin, ein *Pegmatitgang*. Legen wir zu den 170^m *Gige-Serpentin*, welche der Tunnel voraussichtlich zu durchhörtern hatte, die *am Bord* mit 220^m Mächtigkeit anstehenden verwandten Gesteine, so erhalten wir 390^m; die noch fehlenden 440 — 390 = 50^m sind auf Rechnung der oben angedeuteten Ueberschiebungen zu setzen. Die zu Tage streichenden *Hornblende-Olivin-Granat-führenden Schichten* hätte der Tunnel bei ca. 4575 à 5695^m durchfahren müssen — sie sind aber auch in den darauffolgenden 300^m*) ausgeblieben, und wir können sie im Tunnel nirgends anders suchen, als unmittelbar hinter dem *Gurschen-Gige-Serpentin*. Dahin sind sie durch *Verwerfungen* gelangt (auf dem Profil ist der Einfachheit wegen nur *eine* solche angedeutet), welche unabhängig von jenen älteren Verschiebungen sind, durch die das *Gurschen-Gige-Serpentinband* gewunden wurde.

Die *Richtung* der verwerfenden Klüfte ist durch Beobachtung festgestellt. Am Tage sind bei 5360^m vom Portal in 2120^m ü. M. die Gneisschichten gegen das südliche Sahlband des «Serpentin» so verstaucht, dass sie daselbst N 52 E — 71 NW verlaufen. So gerichtete Klüfte

*) Siehe Schlussbemerkung.

müssten den Tunnel bei 4960^m schneiden. Auf dem geologischen Profil pro *November 1877* finden wir in der That zwischen 4950 und 60^m N 52 E |— 69 NW gerichtete Klüfte verzeichnet.

Durch ein Aufschieben des im Hangenden dieser Klüfte belegenen (nördlichen) Gebirgsstückes, oder durch ein Niedergleiten des in ihrem Liegenden befindlichen (südlichen) kamen die Köpfe der im Tunnel *serpentinisirten Granat-Hornblende-Olivin führenden Schichten* zu Tage *am Bord*.

Noch habe ich auf dem Schichtengrenzenplan und dem Profil einige der im Tunnel beobachtete NW |— SW verlaufende *Gänge* von *Porphygrundmasse, Glimmerschiefer, Speckstein* und *talkigem Letten* ausgesetzt, an denen hin *Bewegungen* stattgefunden haben, wie *Harnischriefen*, und im Letten eingewickelte *abgeriebene Brocken des Nebengesteines* dokumentiren. *Diesen* Bewegungen hat man die *Uebereinanderschiebungen* einzelner Streifen derselben Serpentinmasse zuzuschreiben, durch welche die Totalmächtigkeit derselben scheinbar vergrößert wird (um ca. 50^m).

Resümiren wir nochmals die verschiedenen hier angedeuteten mechanischen Prozesse, welchen die im Tunnel bei 4870 bis 5310^m anstehende Serpentinmasse ausgesetzt gewesen ist, so präsentiren sich folgende Momente:

1) *Verbiegung des Gurschen-Gige-Serpentinbandes* in eine windschiefe Fläche, durch zahlreiche gleichsinnige Verwerfungen an NNE |— NW-Klüften, welche Verwerfungen vermuthlich Folge der Emporschiebung des *Finsteraarhornmassives* waren.

2) *Emporschiebung* des im Hangenden von NE |— NW-Klüften befindlichen Gebirgsstückes, welche die Köpfe der südlichen im Tunnel anstehenden Serpentin- etc. etc.

Schichten *am Bord* zu Tage förderte. (Diese Emporschiebung muss auch das grosse gewundene Serpentinband mit ergriffen haben, dessen vorherige Lage auf dem Profil punktirt angedeutet ist.)

3) *Uebereinanderschiebung* einzelner Streifen der Serpentinmasse, entlang NW |— SW-Klüften, — erfolgten gleichzeitig mit den letzten Hebungen im *Gotthardmassiv*.

Das *summarische Resultat* dieser drei hier angedeuteten *Translokationen* ist, dass bei 5000 à 6000^m vom Nordportal Schichten, welche *in der Profilebene* des Tunnels 71° S einfallen, 975^m unter Tage 385^m *weiter nördlich* vom Tunnel angeschnitten werden, als dem angegebenen Einfallwinkel entspricht.

Gleichzeitig haben die Aufnahmen auf der *Airoloseite* ergeben, dass Schichten, welche bei 4000 à 5000^m vom Südportal (d. i. 10,000 à 11,000^m vom Nordportal) *in der Tunnelebene* 70° N einfallen, 1076^m unter Tage ca. 350^m *weiter nördlich* angeschnitten werden, als dem Einfallwinkel (bei Berücksichtigung der Biegung in der Fallrichtung) entspricht.

Hieraus lässt sich eine *entsprechende Verschiebung im Inneren des Gotthardmassives* schliessen, welche ich in ihren Hauptzügen auf dem zur Ausstellung nach *Paris* geschickten *Gotthardprofil* darzustellen versucht habe.

Airolo, 4. August 1878.

Schlussbemerkung.

Vorstehende Darstellung der *Serpentineinlagerungen* südlich vom Ursernthal erleidet einige Modifikationen durch die Beobachtungen im Tunnel (vom Serpentin süd-

wärts), welche ich erst im September 1878 wieder aufnehmen konnte. Die Serpentineinlagerung wird (südlich) von einer der Schieferung *im ganzen* Konkordanten mächtigen *Verwerfungsspalte* begrenzt, welche mit *braunspathführendem Topfstein, Talkschiefer, amfiboldurchflochtenem Giltstein, braunem häutigem Glimmer* gefüllt ist, aber nur *wenig* zerquetschten und kaolinisirten *Pegmatit* führt, wovon man mir Handstücke gebracht hatte. Auch sind südlich von 6000^m *Hornblendegesteinschichten* durchfahren worden, welche den « *am Bord* » ausstreichenden gleichen. Hierdurch bekommt zwar das Bild (südlich vom Serpentinstock) ein etwas anderes Aussehen; doch werden seine Hauptzüge kaum geändert. Die Uebereinanderschreibungen im *Gotthardmassiv* sind auch durch die neueren Tunnelaufschlüsse bestätigt worden, doch hat sich herausgestellt, dass *Richtung* und *Maass* der Verschiebung bei den einzelnen Gebirgsstreifen verschieden sind; dadurch werden auch die *Sprünge* in den einzelnen vom Tage zum Tunnel setzenden Schichten manchfaltig und summiren sich oder kompensiren einander.
