

diese Versuche nachzumachen, sind sie mir misslungen. Wohl aber sind eine Reihe anderer chemischer Umwandlungen mittels aseptischer frischer Organzellen, welche man in mit Toluol gesättigter 0,8%iger Kochsalzlösung bei 38° durchlüftet, sicherer ausführbar. Diese Versuche empfehle ich mit und ohne Zusatz der zu prüfenden Substanz anzustellen. Dabei ergibt sich erstens, ob diese Substanz etwa selbst durch die Zellen umgewandelt wird. Es ergibt sich dabei zweitens, ob die Substanz die gleich zu nennenden Einwirkungen auf andere chemische Stoffe beeinflusst.

1. Brei von frischen **Nierenzellen** des Hundes ist auf die Bildung von Hippursäure aus benzoesaurem Natrium und Glykokoll zu prüfen.

2. Brei von frischen **Leberzellen** verschiedener Tierklassen ist zu prüfen

a) auf Umwandlung von gelöster Stärke in Zucker,

b) auf Spaltung von Glykosiden,

c) auf Spaltung von Estern (z. B. von Salol),

d) auf Bildung gepaarter Schwefelsäuren (z. B. aus Phenolen),

e) auf Umwandlung von neutralen Ammonsalzen in Harnstoff,

f) auf Bildung von Methyltellurid aus tellursauren Salzen,

g) auf Bildung von Rhodannatrium aus Cyannatrium.

3. Brei von frischen **Pankreaszellen** ist zu prüfen auf fermentative Wirkungen auf Eiweisse, Fette und Stärkearten.

4. Brei von Zellen des **Hodens**, der **Prostata** und der **Dickdarmschleimhaut** ist nach Altenburg<sup>1)</sup> auf seine jodabspaltende Kraft auf Jodoform zu prüfen.

5. Brei **beliebiger Zellen**, aber ohne Kochsalzlösung und ohne Durchlüftung, ist auf seine reduzierende Kraft mit und ohne Zutritt von Sonnenlicht nach Quincke<sup>2)</sup> zu prüfen.

6. Brei von **pneumonisch infiltrierter Lunge** wird, falls er ohne Zusatz im Wärmeschrank aufgehoben wird, nach Fr. Müller durch Autolyse allmählich verflüssigt. Es ist zu prüfen, ob diese Verflüssigung durch das Gift behindert wird.

7. Brei von abgeschnittenen **Epithelinseln** der Oberhaut der Säugetiere und des Menschen halten sich nach Wentscher<sup>3)</sup> sehr lange lebend, ja sie vertragen sogar Abkühlung auf fast Null Grad. Man prüfe, inwieweit das zu untersuchende Mittel die Vitalität dieser Zellenaggregate schädigt.

### CC. Versuche an höherstehenden ganzen Pflanzen.

Die physiologisch-chemischen Forschungen der letzten Jahrzehnte haben dargethan, dass nicht nur ganz analoge Enzyme, wie sie bei Menschen und Tieren vorkommen, sich auch in der Pflanzenwelt finden, sondern dass auch die Abbauprodukte der Eiweissstoffe, Kohlehydrate und Fette mit den Aufbau- und Abbauprodukten, welche der Pflanzenorganismus erzeugt, auffallende Analogien bieten. Unter solchen Umständen muss es ein immer grösseres Interesse gewinnen, die Versuche, welche H. R. Göppert<sup>4)</sup> vor mehr als 70 Jahren angefangen hat, mit Hilfe exakter Methoden zu wiederholen und fortzusetzen. Der Gang derselben ist am besten folgender:

<sup>1)</sup> Arch. internat. Pharmacod. 8, 1901, p. 125.

<sup>2)</sup> Pflügers Arch. Bd. 57, 1895, p. 123.

<sup>3)</sup> Chir. Cbl. 1900, Nr. 1.

<sup>4)</sup> Ueber das Verhalten der Gifte zum Pflanzenorganismus. Habilitationsschrift. Breslau 1827.

1. Man prüft an **keimfähigen Samen** möglichst verschiedener Pflanzenklassen, ob die zu prüfende Substanz die Entwicklung des Keims und der Kotyledonen beeinflusst. Die Applikation geschieht, indem man mit der wässrigen Lösung der Substanz geglähten Sand oder sterile Wundwatte tränkt und die Samen darin einpackt. Zur Kontrolle werden stets einige Samen in nur mit Wasser benetzten Sand oder Wundwatte ganz ebenso eingepackt und bei gleicher Temperatur gehalten. Sehr verdünnte Lösungen z. B. von Blausäure oder von Jodcyan wirken bei derartigen Versuchen begünstigend auf die Keimung, etwas stärkere schläfern das keimende Pflanzenleben für beliebig lange Zeit ein, ohne es jedoch abzutöten; noch grössere wirken abtötend. Sublimat wirkte bei 1%iger Lösung auf Weizenkörner nach Bruttini<sup>1)</sup> noch abtötend; fast ebenso giftig war Eisenchlorid; dann folgte Platinchlorid. So gut wie ungiftig erwiesen sich Kobaltchlorid, Rhodankalium, Ferrocyankalium, Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlorbaryum, Kaliumpermanganat und Kaliumnitrat. Analoge Versuche, welche Ugol. Mosso<sup>2)</sup> an Samen von *Phaseolus multiflorus* mit organischen Substanzen anstellte, ergaben, dass verdünnte Lösungen einiger Alkaloide die Keimung begünstigen, konzentriertere sie hemmen. Für Atropin und Kokain war 0,01 %, für Strychnin 0,05 %, für Morphin 0,001 %, für Atropin 0,0005 % die die Keimung am meisten begünstigende Konzentration; 1%ige Lösungen wirkten bereits erheblich giftig.

2. An **entwickelten Wasserpflanzen** bzw. an wenn möglich in Wasserkultur gezogenen **entwickelten Landpflanzen** prüft man nach Zusatz des Giftes zum Wasser

a) ob die jungen Pflanzen in normaler Weise weiter wachsen, blühen und fruktifizieren oder gegen Kontrollpflanzen an Grösse, Gewicht und Schönheit des Aussehens zurückbleiben. Kupfersulfat soll z. B. nach K. B. Lehmann<sup>3)</sup> die Wurzelbildung beeinträchtigen. Nach F. W. Cord<sup>4)</sup> wirkten bei derartigen Versuchen Arsenik, Sublimat und freie Schwefelsäure sehr giftig; Alkohol, Akonitin und Strychnin erwiesen sich in kleinen Dosen als unwirksam. Die Giftwirkung des Arsens ist nach J. Stoklasa<sup>5)</sup> bei Sonnenschein stärker als im Dunkeln. Wenn Knop die Arsensäure wesentlich ungiftiger fand als die arsenige Säure, so dürfte dies wohl daran liegen, dass erstere nur sehr wenig aufgenommen wird. An Getreidepflanzen von 3—4 cm Höhe stellte H. Coupin<sup>6)</sup> fest, dass Calciumkarbonat, -sulfat, -fluorid, Baryumsulfat, -oxalat und -karbonat ihrer geringen Löslichkeit wegen ungiftig sind. Von Calciumsalzen erwies sich das Jodid als sehr giftig, weniger giftig waren das Acetat und das Chlorid und am ungiftigsten das Bromid, Phosphat und Nitrat. Die Strontiumverbindungen verhielten sich analog. Von den Baryumverbindungen waren auch das Nitrat, Acetat und Chlorid erheblich giftig. Ein Ersatz des Calciums im Pflanzenorganismus durch Strontium oder Baryum ist, wie Suzuki<sup>7)</sup> noch durch besondere Versuche dargethan hat, natürlich nicht möglich.

b) Man prüft, ob die Stärke- und Zuckerbildung normal vor sich geht. Bei derartigen Versuchen an *Lemna minor* und an *Elodea canadensis* stellte A. Maracchi<sup>8)</sup> fest, dass Chinin die Umwandlung von Stärke in Zucker selbst im Dunkeln behindert, während Strychnin und Morphin diese hindernde Wirkung nur bei Lichtzutritt entfalten.

c) Man prüft, ob die Chlorophyllbildung irgend wie beeinflusst wird. Besonders das Kupfer hat nach Tschirch<sup>9)</sup> grosse Neigung, mit Chlorophyll eine feste Verbindung einzugehen.

d) Man prüft, ob die Pflanzen nach dem Einern das Gift aufgespeichert enthalten, in welchen Teilen und wie viel. Ich habe schon S. 18 über den zufälligen Uebergang einzelner Elemente in die Pflanzen

<sup>1)</sup> Staz. sperim. agrar. ital. **27**, 1894, p. 30.

<sup>2)</sup> Arch. ital. de Biologie **21**, 1894, p. 231.

<sup>3)</sup> M. m. W. 1902, Nr. 8. Vergl. dagegen auch A. Tschirch, Schweiz. Wehschr. Chem. Pharm. **33**, 1895, p. 113.

<sup>4)</sup> Americ. Journ. of Pharm. vol. **68**, 1896, p. 218.

<sup>5)</sup> Chem.-Ztg. 1896, Nr. 19.

<sup>6)</sup> Compt. rend. T. **130**, 1900, p. 791.

<sup>7)</sup> Chem. Cbl. 1900, Bd. **2**, p. 126.

<sup>8)</sup> Nuovo Giornale Botanico Italiano 1895, p. 222.

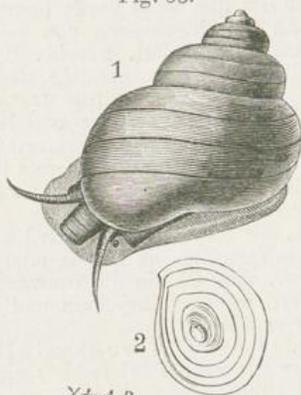
<sup>9)</sup> Das Kupfer vom Standpunkte der gerichtl. Chemie, Toxikologie u. Hygiene. Stuttgart 1893 (mit erschöpfenden Citaten).

gesprochen. Es giebt aber auch zahlreiche Versuche<sup>1)</sup>, bei denen absichtlich den Pflanzen fremde Substanzen zugeführt wurden. Ich führe beispielsweise nur Blei und Jod an. Dem, was ich S. 18 über das Giftigwerden des Grases fürs Vieh auf Bleiglanzboden gesagt habe, ist hier nachzutragen, dass Gartenland, welches durch eine benachbarte Bleiweissfabrik mit Blei verunreinigt worden war, wohlgeratene rote Beten, Möhren und Endivien hervorbrachte, welche bei Menschen schwere Bleivergiftung veranlassten. Die von Loos<sup>2)</sup> angestellte Untersuchung ergab in 272 g Mohrrüben 17 mg Blei, in 650 g roten Rüben 10 mg und in 4 Endivienbüschen sogar 100 mg Blei. Versuche über den Uebergang von Jod aus der Ackererde in die Kulturpflanzen hat P. Bourcet<sup>3)</sup> angestellt und nachgewiesen, dass, auch wenn der Boden nur 0,8—0,9 mg Jod pro 100 kg Erde enthält, einige Pflanzen wie Spinat, Zwiebeln, Knoblauch und Porree es daraus reichlich aufnehmen und aufspeichern. Umgekehrt hat Gorup-Besanez schon vor 40 Jahren dargethan, dass zahlreiche andere unorganische Stoffe, auch wenn sie reichlich dem Boden zugeführt werden, doch nur spurweise in die meisten Pflanzen übergehen. Für organische Stoffe fehlt es an einschlägigen Versuchen.

#### DD. Versuche an grösseren wirbellosen ganzen Tieren.

Leider fehlt es gerade auf diesem Gebiete noch sehr an einer Uebersicht des bisher Geleisteten. Es lässt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass jede Klasse dieser Tiere sich gegen einige Gruppen von Giften besonders empfindlich, gegen andere aber und zwar besonders gegen solche, welche auf den Menschen sehr stark

Fig. 53.



1 Die grosse lebendig gebärende Sumpfschnecke, *Paludina vivipara* Lam.;  
2 Deckel dazu.

Fig. 52.



Die hämoglobinhaltige grosse Tellerschnecke, *Planorbis corneus* L.

Fig. 54.



Durchsichtige Larve des Taumelkäfers, *Gyrinus natator* Gz.

wirken, als relativ unempfindlich erweisen wird. Leider sind die Versuche des Mannes, welcher auf diesem Gebiete am meisten zu arbeiten versucht hat, C. F. W. Krukenbergs<sup>4)</sup>, wegen Mangel an pharmako-

<sup>1)</sup> Die ältere Litteratur siehe angeführt in Tschirchs Monographie p. 12.

<sup>2)</sup> Virchow Jbt. 1876, Bd. 1, p. 407.

<sup>3)</sup> Compt. rend. T. 129, p. 768.

<sup>4)</sup> Vergleichend-physiologische Vorträge (Heidelberg 1882—86), Heft 1—6. — Vergleichend-physiologische Studien, erste und zweite Reihe (Heidelberg 1879—87).