

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Gliederzelle eines Astes von *Ectocarpus confervoides* mit verschieden gestalteten Chromatophoren. Vergr. 600mal.
„ 2. Zelle aus einem Faden von *Pylaiella varia*. Vergr. 1200mal.
„ 3. Eine Zelle von *Ectocarpus arctus*. Vergr. 1200mal.
„ 4. Drei Zellen eines Fadens von *Leptonema fasciculatum*. Vergr. 1200mal.
„ 5. Zelle aus einem aufrechten Faden von *Ectocarpus terminalis*. Vergr. 1200mal.
„ 6. Zellen der äussersten Rindenschicht von *Scytosiphon lomentarius*; die plattenförmigen Chromatophoren befinden sich grösstentheils in Profilstellung. Vergr. 1200mal.
„ 7. Zellen der äussersten Rindenschicht von *Phloeospora tortilis*. Vergr. 1200mal.

Sämmtliche Figuren sind von Herrn Dr. F. SCHÜTT nach lebendem Material gezeichnet.

31. Ernst Ebermayer: Warum enthalten die Waldbäume keine Nitrate?

Eingegangen am 5. Juni 1888.

Da die salpetersauren Salze das geeignetste stickstoffreiche Nahrungsmittel für die meisten Kulturpflanzen bilden, so ist es von grosser Bedeutung, nähere Kenntniss über den Salpetergehalt unserer Kulturböden zu erhalten.

Dieser Umstand veranlasste mich in den letzten Jahren zur Vornahme zahlreicher Untersuchungen der Waldböden im Vergleich zu Acker- und Gartenböden.

Bekanntlich haben TH. SCHLOESING und A. MÜNTZ schon vor etwa 10 Jahren durch Versuche, die später von R. WARRINGTON bestätigt wurden, nachgewiesen, dass sehr wahrscheinlich die Bildung salpetrigsaurer und salpetersaurer Salze im Boden, speciell die auf Oxydation beruhende Umwandlung des bei der Verwesung stickstoffhaltiger Stoffe gebildeten Ammoniaks in Salpetersäure, der Lebensfähigkeit gewisser saprophytischer Bakterien, deren Natur noch un-

bekannt ist, zugeschrieben werden muss, indem bei Abwesenheit dieser Salpetersäure - Fermente die Salpeterbildung (Nitrification) unterbleibt oder auf ein Minimum eingeschränkt wird. Die Salpeterbildung wird daher auch wesentlich vermindert, sobald durch Erhitzen bis 100° oder durch antiseptische Mittel, wie Chloroformdämpfe, Carbolsäure, Schwefelkohlenstoff etc. die nitrificirenden Mikroorganismen in Erdproben getödtet oder unwirksam gemacht werden und für Abhaltung weiterer Keime aus der Luft Sorge getragen wird. Besonders leicht bilden sich salpetersaure Salze, wenn thierische (stickstoffreiche) Stoffe bei Gegenwart von Alkalien oder kohlensaurem Kalk im Sommer (bei höherer Temperatur) in Verwesung übergehen. Zum Nachweis der salpetersauren Salze bediente ich mich der Reaction mit Diphenylamin und concentrirter Schwefelsäure, welche im wässerigen Auszug der Erdproben selbst die geringsten Spuren von Nitriten und Nitraten durch Blaufärbung, resp. durch blaugefärbte Ringe an der Berührungsstelle der Schwefelsäure und des mit einigen Tropfen Diphenylaminlösung versetzten wässerigen Auszugs anzeigt. Man benutzt dieses äusserst empfindliche Reagens auch zur Erkennung der Nitrate im Brunnenwasser und neuerdings zum mikrochemischen Nachweis derselben in den Pflanzen (H. MOLISCH).

Mehr als 100 an den verschiedensten Orten, grösstentheils im bayerischen Gebirge vorgenommene Untersuchungen führten zu dem überraschenden Resultate, dass die Waldböden und Torfmoore entweder ganz frei von Nitraten sind, oder nur äusserst geringe Mengen enthalten, während die mit menschlichen Excrementen oder mit thierischen Stoffen (Jauche, Stallmist etc.) gedüngten Acker- und Gartenböden durchgehends sich sehr reich an diesem sehr werthvollen Pflanzennahrungsmittel zeigten. Selbst der in den Wäldern der bayerischen Alpen oft mächtig angehäuften schwarze Waldhumus ist frei oder enthält nur Spuren von Nitraten.

In gleicher Weise konnte in den oberbayrischen Torfmooren und im Moorwasser (gesammelt in einem Reservoir oberhalb des Thonwerkes Kolbermoor in Oberbayern) keine Salpetersäure nachgewiesen werden. Daraus folgt, dass sowohl im Waldboden als in Torfmooren keine salpeterbildenden Mikroorganismen vorkommen und die Bedingungen für die Nitrifikation in allen jenen Bodenarten äusserst ungünstig sind, welche nur vegetabilischen Humus enthalten. Die Zersetzung der stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile (Eiweissstoffe) scheint hier mit der Ammoniakbildung beendet zu sein.

Der Umstand, dass die sehr löslichen salpetersauren Salze aus dem Boden leicht ausgewaschen werden, veranlasste mich, die Untersuchungen auch auf Quellen und Bäche auszudehnen, die ihren Ursprung in bewaldeten Gebirgen haben. Aber auch diese zahlreichen Prüfungen in den verschiedensten Gebieten ergaben keine Reactionen oder kaum

nachweisbare Mengen von Nitraten; nur in solchen Fällen, wo das Wasser auf seinem Wege durch Excremente etc. verunreinigt wurde, trat starke Reaction auf¹⁾. Selbst das Wasser der bayerischen Gebirgsseen (Schliersee, Funtensee, Eibsee) und des Racheesee im bayerischen Walde erwies sich ganz frei von Salpetersäure oder bewirkte nur eine sehr schwache Reaction (Tegernsee, Königssee, Chiemsee, Starnbergersee, Kochelsee, Walchensee). Flüsse, die durch Waldquellen und Waldbäche gespeist werden, wie die Salach bei Reichenhall, die Partnach bei Partenkirchen, die Naab und der Regen bei Regensburg, die Ilz bei Passau (welch' letztere 3 ihren Ursprung im bayerischen Walde haben und durch gelöste humussaure Alkalien gelblich braun gefärbt sind) enthielten gleichfalls keine Nitrate, dagegen zeigten Flüsse, welche auf ihrem Wege durch Kanalwasser, Jauche oder andere thierische Abfälle verunreinigt wurden, schwache Salpetersäure-Reaction, wie z. B. die Salzach bei Salzburg, der Inn bei Passau und Rosenheim, die Donau bei Passau und Donauwörth, die Wörnitz bei Donauwörth, die Wertach und der Lech bei Augsburg u. a. Sehr salpeterreich sind Brunnenwässer in Städten und Dörfern, wenn sie Cloakenwasser, Jauche etc. aufgenommen haben und sich in verunreinigtem Boden befinden. Alle diese Beobachtungen berechtigen zu dem Schlusse, dass nur die stickstoffreichen thierischen Stoffe, insbesondere die flüssigen und festen menschlichen Excremente (Cloakendünger), dann der Urin unserer Haussäugethiere, der stickstoffreiche Pferdedünger und Schafmist, die Excremente der Vögel, viel weniger die stickstoffärmeren festen Excremente des Rindviehs zur Entwicklung und Vermehrung der salpeterbildenden Bakterien geeignet sind, und dass diese Stoffe bei Gegenwart von Wärme, Luftzutritt, mässiger Feuchtigkeit und alkalischen Basen das Material zur Bildung der salpetersauren Salze in der Natur liefern, während die stickstoffarmen vegetabilischen Stoffe im Wald- und Moorboden zu Nitrifikation ungeeignet sind. Die städtische Spüljauche enthält salpeterbildende Mikroorganismen in so reicher Menge, dass Brunnenwässer, welche damit verunreinigt sind, Zusätze von Ammoniak sehr rasch in Salpetersäure umwandeln, während in nicht-inficirten Brunnenwässern ein gleicher Zusatz viel länger unverändert bleibt²⁾. Auch die Praxis der Salpeterplantagen, die Bildung des sogenannten Mauersalpeters (Mauerfrasses) in Viehställen, Abtrittsgruben etc. spricht für die Nothwendigkeit der thierischen Stoffe bei der Salpeterbildung. Selbst die überaus mächtigen Lager von Natron-

1) Bei dieser Gelegenheit kann ich nicht unterlassen, Herrn Forstrath und Hofjagd-Inspector KREMBS, der gelegentlich der Jagden Sr. kgl. Hoheit des Prinzregenten im Hochgebirge bei Berchtesgaden Quellwasser sammelte, ferner Herrn Forstmeister FEDERL im Oberaudorf für seine wiederholten Quellwassersendungen aufrichtigen Dank zu sagen.

2) ALEX. MÜLLER, Landw. Versuchs-Station. 6. Bd., S. 241. 23. Bd., S. 13.

oder Chilisalpeter, die an der Westküste von Südamerika (Chili und Peru) vorkommen, verdanken ihre Salpetersäure den stickstoffreichen Bestandtheilen des Guanos (Excrementen von Seevögeln), der als Staub von der Westküste her zugeweht worden sein soll ¹⁾.

Durch den Mangel oder die ausserordentliche Armuth des Wald- und Moorbodens an salpetersauren Salzen erklärt sich die von MONTEVERDE ²⁾, MOLISCH ³⁾ und von FRANK ⁴⁾ gemachte Beobachtung, dass die oberirdischen Theile (Stämme, Zweige, Blätter) der Holzgewächse zu keiner Zeit Nitrate enthalten, und nur im Saft der feinen Saugwurzeln einzelner Bäume (Eschen, Akazien) sehr geringe Mengen erkannt werden konnten. Es ist durch Vegetationsversuche in nitrathaltigen und nitratfreien Lösungen von MOLISCH und FRANK nachgewiesen worden, dass Pflanzen nur dann Nitrate enthalten, wenn solche im Boden enthalten sind und den Wurzeln zur Aufnahme geboten werden; und dass Pflanzen nicht befähigt sind, in ihrem Körper aus aufgenommenem Ammoniak oder aus freiem Stickstoff durch Oxydation auch nur eine Spur von Salpetersäure zu bilden. Pflanzen, die auf salpeterlosem Boden wachsen, können keine Nitrate enthalten. Da man aber bis jetzt von der grossen Salpeterarmuth des Waldbodens keine Kenntniss hatte, erklärte MOLISCH den Salpetermangel in Bäumen durch die Annahme, dass die Nitrate im Boden in den tiefern Schichten zu Nitriten und schliesslich in noch tieferen Regionen zu Ammoniak reducirt werden, und dass daher die Bäume mit ihren tiefgehenden Wurzeln zumeist nur Ammoniakverbindungen, aber keine Nitrate vorfinden. FRANK stellte kürzlich die Hypothese auf, dass die von den Holzgewächsen aufgenommene Salpetersäure schon in den Wurzeln assimiliert und zur Bildung stickstoffhaltiger organischer Stoffe (Eiweissstoffe) verwendet werde, weshalb sie nicht in die Blätter und Zweige gelangen könne. Durch meine Untersuchungen ist aber festgestellt, dass der Waldboden den Bäumen keine oder höchstens Spuren von salpetersauren Salzen darbietet und dass sie von diesem Nährmittel keinen oder nur sehr geringen Gebrauch machen können. Bäume, die auf gedüngtem Acker- oder Gartenboden erwachsen sind, enthalten Nitrate, wie z. B. *Sambucus nigra*, wo die Rinde, die Zweige, die Blattstiele und die Hauptrippen der Blätter Nitratreaction geben. Zu den typischen Salpeterpflanzen, die bis zur Frucht- und Samenbildung viel Nitrate in ihrem Körper aufhäufen, gehören alle krautartigen Pflanzen, welche auf gedüngten Aeckern und in Gärten kultivirt werden, oder welche sich auf salpeterreichen Schutthaufen entwickeln. Durch grossen

1) OCHSENIUS, die Bildung des Natronsalpeters aus Mutterlaugensalzen. Stuttgart 1887.

2) Bot. Centralblatt. 12. Bd. S. 257

3) Bericht d. deutschen Bot. Gesellsch. 1883. Bd 1 S. 1.

4) Bericht d. deutschen Bot. Gesellsch. 1887. S. 472.

Salpetergehalt zeichnen sich aus: *Helianthus annuus*, *Phaseolus vulgaris* und *multiflorus*, *Pisum sativum*, *Cucumis sativus*, *Brassica oleracea* und viele andere Gemüsearten; *Zea Mais*, *Borago officinalis*, *Nicotiana Tabacum*, die Rübenarten und andere¹⁾. Wildwachsenden Pflanzen kann nach den mitgetheilten Beobachtungen assimilirbarer Stickstoff nur in Form von Ammoniak dargeboten werden; ebenso können die Waldbäume als Stickstoffnahrung nur Ammoniaksalze oder stickstoffhaltige organische Verbindungen (Amide) aufnehmen, die bei der Verwesung der Pflanzenabfälle durch Zersetzung der Eiweissstoffe gebildet werden, zum Theil im Wasser löslich sind und mit verdünnten Säuren oder mit Alkalien gekocht, Ammoniak abspalten. Unseren Untersuchungen zufolge enthält Waldhumus in der That neben Ammoniak auch Amidverbindungen, von welchen jedenfalls jene Bäume Gebrauch machen, welche Wurzelpilze (Mykorrhizen) besitzen. Dass aber von den Bäumen auch Ammoniaksalze als Stickstoffnährmittel verwendet werden, geht daraus hervor, dass in den Baumsäften Ammoniaksalze vorkommen. Schon J. V. LIEBIG hat darauf aufmerksam gemacht, dass der zuckerhaltige Ahorn- und Birkenensaft ziemlich starken Ammoniakgeruch entwickelt, wenn er, mit einigen Tropfen Salzsäure versetzt, abgedampft und zum Rückstand etwas Kalk oder Alkalien gesetzt wird. Aus dem schwarzen Waldhumus können die Bäume aber nicht nur ihre Stickstoffnahrung, sondern auch die erforderlichen Mineralsalze beziehen. Davon kann man sich in den bayerischen Alpen überzeugen, wo Waldhumus nicht selten in so mächtigen Schichten (bis 1 m tief) abgelagert ist, dass Fichten, Tannen, Buchen ihre Wurzeln einzig und allein in diesem Material verbreiten und sich sehr kräftig entwickeln. Man findet dies z. B. am Fuss des Waxenstein in der Nähe der Zugspitze u. a. a. O.

1) Als eine typisch salpeterfreie Pflanze hat FRANK die gelbe Lupine erkannt, die in keinem Organ auch nur eine Spur von Nitrat enthält. Es ist dies deshalb bemerkenswerth, weil die Lupine zu den Stickstoffsammlern gehört, welche atmosphärischen Stickstoff zur Bildung ihrer Eiweissstoffe benutzen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Ebermayer Ernst Wilhelm Ferdinand

Artikel/Article: [Warum enthalten die Waldbäume keine Nitrate? 217-221](#)