

## Flora und Mineralien

### Pflanzen weisen auf metallische Bodenschätze

Die Beziehungen gewisser Pflanzen zu den Metallen bieten überraschende praktische Auswertungsmöglichkeiten.

Man weiß seit langem, daß die wilde und die angebaute Flora wertvolle Auskünfte über die chemische Beschaffenheit des Bodens geben kann. Die "Speisekarte" der Pflanzen ist ziemlich reichhaltig; sie besteht aus mindestens dreizehn verschiedenen "Gerichten", d. h. Mineralien. Aber genau wie Menschen und Tiere haben auch die verschiedenen Pflanzenarten ihre "Leibgerichte". Sie gedeihen nur dort, wo sich im Untergrund ganz bestimmte Mineralien befinden. Jede Art hat eine besondere Fähigkeit, aus ziemlich einseitiger Kost leben zu können, während andere Arten wegen Mangel an gewissen Mineralien sterben.

Kräuter, wie z. B. Melde, Strandgänsefuß, Salz- und Soda- kraut wachsen nur an Stellen mit hoher Salzkonzentration, also am Meer, oder dort, wo Salzlösungen von tiefergelegenen Schichten an die Erdoberfläche empordringen. Rohöl findet man bekanntlich oft unter geologischen Salzschieben, und das massenhafte Erscheinen der genannten Kräuter gibt Olexperten wichtige Winke.

Als die Bauern im vorigen Jahrhundert nach Mergellagern suchten, gruben sie meistens an solchen Stellen, wo Huf- lattich, Ackerwinde oder Habichtskraut wuchsen. Man wußte aus Erfahrung, daß diese Kräuter einen sehr lehmigen und kalkhaltigen Boden vorziehen. Dasselbe gilt für viele Orchideen. Bei Orleans in Frankreich entdeckten die Botaniker einen kilometerlangen, schmalen Streifen Kalk- bodenkräuter in einer sonst sehr kalkarmen Gegend. Als man etwas in den Grund hineingrub, erschien eine mit Kalksteinen belegte Straße aus der Zeit der Römer.

Man weiß jetzt so viel von diesen Test-Pflanzen, daß es notwendig ist, das Unkraut eines Feldes oder das Aussehen der darauf wachsenden Kulturpflanzen zu studieren, um Schlüsse über die Beschaffenheit des Bodens ziehen zu können.

Hafer gedeiht nicht ohne eine gewisse Menge Kupfer im Boden, Tabak nicht ohne minimale, aber lebensnotwendige Zufuhren von Lithium, Kupfer und Blei, Eiche nicht ohne Kobalt und Nickel, und Buche verlangt einen gewissen Silbergehalt im Boden — um einige Beispiele zu nennen. Normales Pflanzenleben erfordert, daß in jedem Kilo trockener Erde mindestens zwei Milligramm Kupfer vorhanden sind. Das entspricht einem Verhältnis von 1 : 500 000.

### Folgerungen

Von dort ist kein weiter Weg zur praktischen Auswertung. Überall in der Erdkruste gibt es außerordentlich kleine Mengen seltener, aber technisch unentbehrlicher und daher sehr begehrter Metalle. Ihre äußerst geringe Konzentration bewirkt manchmal, daß sich eine Gewinnung nicht lohnt, aber hier können gewisse Pflanzen gewissermaßen die Arbeit für uns leisten. Bei ihrer Nahrungsaufnahme konzentrieren sie nach und nach erhebliche Mengen solcher Metalle in ihren Stengeln und Blättern. Sie leisten anscheinend spielend leicht diejenigen Prozesse, die wir mit sehr langwierigen und vertuernden Ausscheidungsarbeiten nachahmen müssen.

Die Erde erzählt uns durch ihre Blumensprache, wo sie ihre Schätze verborgen hat. Geologen und Chemiker haben viele neue Funde von seltenen Metallen, wie Selen, Nickel und Uran gemacht, und zwar nicht durch mühevollen Grab- und Bohrarbeit, sondern einfach visuell oder durch Anwendung eines Geigerzählers.

Damit nicht genug: Der moderne Bergwerksbetrieb hat das älteste aller Gewerbe — die Landwirtschaft — in seinen Dienst genommen. Amerikanische Farmer ernten bald nicht nur Weizen und Mais auf ihren Äckern, sondern auch seltene und kostbare Metalle. Die US-Regierung finanziert z. B. großangelegte Versuche über den Anbau von "Metall- pflanzen" für die Industrie. Und hier kommen gar nicht einmal wenige Metalle in Frage.

Nickel ist unentbehrlich für Stahl-Legierungen. In der zugänglichen Erdoberfläche meint man, nur 0,019% Nickel finden zu können. Dieses Metall kommt nur sehr sparsam in den Erzen vor, welche verarbeitet werden, und die Reinhaltung ist oft ziemlich kompliziert. Aber in der Asche von Kiefernadeln hat man bis zu 1900 g Nickel je t, in Birkenästen 2000 g und in Birkenblättern sogar 2500 g gefunden. Dort, wo das der Fall ist, muß der Untergrund notwendigerweise nickelhaltig sein.

Auch beim Uran ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Botanik und Metallurgie zustande gekommen. Seit Millionen von Jahren sind die berühmten versteinerten Wälder in den Wüsten von Colorado und Utah von uranhaltigen Salzen durchtränkt, und der Geigerzähler geht durch, wenn er in deren Nähe kommt. Uran sucht man heute mit stärkerem Eifer als seinerzeit den Goldstaub in Klondyke und Kalifornien, und die amerikanische Regierung zahlt hohe Prämien an erfolgreiche Uranjäger. Der Fund von nur einem einzigen versteinerten Baum kann einen Gewinn von ¼ Million Dollar bedeuten.

Die Uranjäger interessieren sich am meisten für Nadelbäume mit sehr tiefgehenden Wurzeln, welche das Vorhandensein des radioaktiven Grundstoffs in einer Tiefe von 20 Meter zeigen. Zur Anwendung gelangt auch eine von Melden. Wilde Zwiebelpflanzen können uns über Schwefel- und Uranlager Auskunft geben, die bis zu 9 Meter tief liegen.

Auch Selen gehört zu diesen Mineralien. Auf dem Weltmarkt ist Selen Mangelware. In der Erdkruste gibt es Milliarden von Tonnen, aber leider nur in sehr, sehr geringer Konzentration — kaum 2/1000 %. Das berühmte schwedische Erzlager Boliden in Norrland ist eine der wenigen Stellen in der Welt, wo man Selen als ein Nebenprodukt bei der Reinigung von Gold, Kupfer, Schwefel und Silber gewinnt.

In südlichen Teilen der USA ist die Erde selenhaltig. Ein gewöhnlicher Schmetterlingsblüter (*Astragalus racemosus*) kann dort bis zu 0,5 % Selen enthalten. Dieses Mineral wirkt aber auf Menschen und Tiere als Gift. Die Indianer vermieden diese Gegenden als Wohnplätze, weil die Büffelherden die Kräuter nicht fressen wollten oder an ihnen erkrankten. Als die weißen Ansiedler ihre Pferde und Rinder auf diesen üppigen Feldern weiden ließen, machten sie die gleiche Erfahrung. Aber die Ursache dieser Erscheinung wurde erst vor zwanzig Jahren gefunden. Heute experimentiert man in den USA mit dem Anbau von "Selenpflanzen" nach Art der genannten Schmetterlingsblüter. Und nach und nach ruft die Regierung diese Areale auf — besonders in den Staaten Süd-Dakota, Wyoming und Nebraska, wo die Farmer gewiß binnen kurzer Zeit auch Metall auf ihren Äckern ernten werden. In Wyoming zeigte sich, daß eine Art Astern nicht weniger als 221 Milligramm Molybdän je kg Pflanzensubstanz enthielt. In einem englischen Kleefeld ermittelte man 100 Milligramm je kg.

#### Blei- und Zinkpflanzen

Geologen, die nach neuen Zinklagern auf der Suche sind, lenken ihr Augenmerk besonders auf das Vorkommen von sog. gelben Galmeiveilchen, Pflanzen, die massenhaft in belgischen Zinkbergbaubezirken, bei Aachen, auf Silberberg, bei Osnabrück und in Oberschlesien wachsen. Die Zinksucher halten auch Ausschau nach einer Art Täschenkraut, Leimkraut und bestimmten Arten von Gras; denn alle diese ziehen sehr zinkhaltige Erde vor.

Einige Pflanzenarten können verblüffend große Zinkmengen konzentrieren, ohne zu verkümmern. In Florida sammelt man eine Art Gras mit 585 Milligramm Zink in jedem kg Pflanzensubstanz; das Gras wuchs sogar auf einem Boden, auf dem Mais wegen Zinkmangel verkümmerte. Den Rekord stellte eine Art Beifuß (*Artemisia*) auf, der bei einer Zinkmine in Arkansas gepflückt wurde: er enthielt nicht weniger als 3800 Milligramm je kg Pflanze, d. h. über hundertmal mehr als das, was Pflanzen normalerweise aufnehmen.

In Usbekistan bemerkte man, daß die Blüten der Tulpen in ganz bestimmten Gegenden einige ungewöhnlich dunkelrote Längsstreifen aufwiesen. Die Blumen wurden chemisch analysiert, und auf diese Weise ermittelte man neue Bleierzlager. Im USA-Staate Wisconsin fanden die Geologen Bleilager auf ihrer Suche nach dem Busch *Amorpha*, der bei uns in den Gärten angebaut wird. Und in Spanien weiß man, daß dort, wo besonders viele Ackerwinden einer bestimmten Art wachsen, in unmittelbarer Nähe phosphathaltige Bodenschichten zu finden sind.

Die Asche des amerikanischen Hickorybaums (nahe mit unserer Walnuß verwandt) kann bis zu 37 % Aluminium enthalten. Sogar Gold und Silber wachsen an — oder richtiger — in den Bäumen. Zwei kanadische Forscher fanden diese Edelmetalle u. a. in Douglaskiefer, Wachholderstrauch, Pappel und Weide auf gold- und silberhaltigem Terrain — aber jedoch in so kleinen Mengen, daß eine regelrechte Metall-Forstwirtschaft sich nicht lohnen würde. Aber in gewissen Gegenden von Amerika kann unser wohlbekanntes Unkraut Schachtelhalm so viel Gold enthalten, daß sich eine Goldproduktion auf Schachtelhalmfeldern tatsächlich lohnen könnte. Übrigens spähen die Goldgräber nach einem bestimmten Busch mit weißen Blüten, die das Grundwasser vom goldhaltigen Kiesgrund vorziehen. Auf der Malakka-Halbinsel ist es eine Art Federnelke, die uns Gold offenbart, in Queensland in Australien eine Art Geißblatt oder "Kapri-folium". Zu den Silberpflanzen zählt man in Amerika eine Art Knöterich und *Mirabilis* oder "Wunderblume", die bei uns eine bekannte Zimmerpflanze ist.

Aber wichtige Auskünfte sind auch aus fehlendem oder teilweise fehlendem Gewächs erhältlich. Es gibt fast gar keine wilde Flora über den reichen Platinminen, die im Jahre 1924 in Südafrika entdeckt wurden; platinhaltige Erdschichten sind nämlich arm an Nahrungsstoffen.

Nach der Erfindung des Transistors hat man in der ganzen Welt nach Germanium gesucht. Vor zehn Jahren war die Herstellung von Germanium nur sehr gering. Heute ist die Produktion erheblich. Dabei muß man bedenken, daß Germanium ein sehr seltenes Metall ist. Um ein Kilo Germanium zu gewinnen, müssen riesige Mengen Ausgangsmaterialien verarbeitet werden. Nun hat man entdeckt, daß gewisse Pflanzen in Gegenden mit besonderen geologischen Bodenverhältnissen den größten Teil der Arbeit leisten können. Sie nehmen germaniumhaltige Salze auf und lagern das Element in den äußeren Stengeln und Blättern ab. Man hat deshalb damit begonnen, diese Kräuter in großem Ausmaß zu sammeln und anzubauen. Sie werden getrocknet, gebrannt, und aus der Asche werden die Germaniumsalze ausgelaut.

Vor wenigen Jahren hat man im mittleren Finnland ein großes Kupfer- und Nickellager gefunden. Dort war es die Asche von Birken, die die gesuchten Metalle enthielt. Dasselbe war an einem Ort im nördlichen Schweden der Fall. Und kürzlich fanden norwegische Geologen ein reiches Kupferlager, indem sie mittels "Peilen" an Hand der sog. Kupfermoose das Lager einkreisten. Das geradezu Mystische bei diesen Pflanzen ist, daß sie es vorziehen, in der Nähe eines Metalls zu leben, das sonst der Todfeind der meisten lebenden Wesen ist. Bekanntlich war Kupfervitriol früher ein sehr viel angewandtes Mittel gegen Unkraut, — ehe die Hormonpräparate üblich wurden. Aber auf irgendeine Weise kann dieses Moos seinen Stoffwechsel mittels einer Oxydation des Schwefels, den es aus dem Kupfererz herausholt, durchführen, ein Vorgang, den man bisher nur bei gewissen Bakterien gekannt hat.

Der künftige Anbau von "Metallpflanzen" und die anomale Lebensweise dieser Gewächse sind Dinge, die tatsächlich die Phantasie beleben. Aber viel Phantasie ist auch notwendig, wenn man versucht, die technischen und wissenschaftlichen Möglichkeiten der nächsten Jahre zu beurteilen. Die Forschung marschiert auch auf diesem Gebiet mit Siebenmeilenstiefeln . . .