

# Grüne Leber für reine Luft

Entgiftung von Schadstoffen durch Pflanzen / Formaldehyd als Beispiel / Sondermüll in der Zellwand

Wälder und Parks werden oft als grüne Lunge bezeichnet. Physiologisch betrachtet ist dieser Begriff zwar fragwürdig, doch zweifellos trägt die Vegetation dazu bei, daß auch die Menschen in den Städten einigermaßen durchatmen können. Zum Beispiel verbessern Pflanzen die Luft, indem sie Wasserdampf abgeben und Staub binden. Weniger geläufig ist, daß die Vegetation nicht nur als grüne Lunge, sondern auch als grüne Leber wirkt. Ähnlich wie die Leber von Tier und Mensch ist die Pflanze in der Lage, organische Umweltchemikalien abzubauen. Wichtige Beiträge zum Verständnis des „pflanzlichen Leberstoffwechsels“ haben Wissenschaftler vom GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit in Oberschleißheim geleistet. Jüngstes Beispiel dafür sind Untersuchungen über den Abbau von Formaldehyd, einer „Umweltchemikalie“, die freilich auch natürlicherweise vorkommt.

In der ersten Hälfte der achtziger Jahre haben amerikanische Forscher darüber berichtet, daß manche Zimmerpflanzen die Konzentration von Formaldehyd in der Raumluft senken. Strittig blieb aber, ob die Gewächse das unerwünschte Gas tatsächlich abbauen oder lediglich adsorbieren, also an der Oberfläche binden. Auch die Rolle der Pflanzenerde und der in ihr enthaltenen Mikroorganismen ließ sich anhand dieser Experimente nicht genau beurteilen. Forscher um Heinrich Sandermann und Christian Langebartels am Institut für Biochemische Pflanzenpathologie der GSF haben unlängst nachgewiesen, daß Pflanzen durchaus zur Entgiftung von Formaldehyd fähig sind. Sogar pflanzliche Zellkulturen waren dazu in der Lage.

Daß Formaldehyd nicht nur adsorbiert wird, zeigten Versuche, bei denen die Wissenschaftler das Gas radioaktiv markier-

ten. Die Strahlung ließ sich anschließend in verschiedenen Fraktionen nachweisen, etwa in Zuckern und organischen Säuren. Sowohl bei den intakten Pflanzen als auch in den Zellkulturen wurde Formaldehyd offenbar in ähnliche Verbindungen eingebaut, zum Beispiel in die Aminosäure Serin, bestimmte Fette sowie das Lignin der Zellwand. Dies spricht für eine Verwertung der Substanz über normale Stoffwechselwege.

Entscheidend für den Abbau von Formaldehyd ist die Formaldehyd-Dehydrogenase. Dieses Enzym wandelt die Substanz in Ameisensäure um. Es ist schon lange von Mikroben und von der Leber der Tiere – auch des Menschen – her bekannt. Hinweise auf ein Vorkommen bei Pflanzen waren indes spärlich. Wie die Forscher in Oberschleißheim aber herausgefunden haben, läßt sich in vielen Gewächsen eine hohe Aktivität von Formaldehyd-Dehydrogenase nachweisen. Mittlerweile konnte man sogar das entsprechende Gen identifizieren. Ein weiteres Enzym, die Formiat-Dehydrogenase, vermag die entstehende Ameisensäure in Kohlendioxid umzuwandeln. Damit ist Formaldehyd entgiftet.

Eines der ersten untersuchten Objekte war die Grünstilbe (*Chlorophytum comosum*), eine verbreitete Zimmerpflanze. Die in ihr enthaltene Formaldehyd-Dehydrogenase kann beträchtliche Mengen des Gases abbauen. Die Enzym-Aktivität einer 300 Gramm schweren Grünstilbe reicht theoretisch aus, 50 Kubikmeter mit 0,1 ppm – das entspricht 120 Mikrogramm pro Kubikmeter – Formaldehyd belasteter Luft in eineinhalb Stunden zu reinigen. In der Praxis wird allerdings nur ungefähr ein Hundertstel dieser Abbauleistung erzielt. Das ist maßgeblich auf den eingeschränkten Gasaustausch zwischen Pflanzengewebe und

Umwelt zurückzuführen. Eintrittspforte für die Luft und das Formaldehyd-Gas sind die winzigen Spaltöffnungen.

Mittlerweile haben die Wissenschaftler mehrere Arten von Zimmerpflanzen auf die Intensität des Gasaustausches und die Aktivität der Formaldehyd-Dehydrogenase hin untersucht. Dabei stellte sich heraus, daß die Birkenfeige (*Ficus benjamina*) besonders geeignet ist, das Gas aus der Luft zu entfernen. Eine mittlere Abbauleistung wird unter anderem der Strahlenalarie (*Schefflera arboricola*), der Efeutute (*Epipremnum pinnatum*) und der Purpurtute (*Syngonium podophyllum*) bescheinigt. Die Grünstilbe ist hingegen wegen ihres geringen Gasaustausches weniger wirksam.

Wie man den praktischen Nutzen von Pflanzen bei der Luftreinigung auch beurteilen mag – wissenschaftlich betrachtet ist die „grüne Leber“ zweifellos interessant. Anders als Formaldehyd kommen viele Umweltchemikalien, darunter Herbizide, Pestizide und Holzschutzmittel, natürlicherweise nicht vor. Man bezeichnet sie deshalb als Xenobiotika. Dennoch scheint es keine organische Verbindung zu geben, die von den Pflanzen nicht umgesetzt werden könnte. Die Gewächse verfügen über ein großes Arsenal sogenannter Isoenzyme, mit denen sie diese umwandeln. Es handelt sich dabei um unterschiedliche Formen bestimmter Enzyme. Die Abweichungen sind genetisch manifestiert. Solche Isoenzyme scheinen für die Umsetzung von Fremdstoffen geradezu maßgeschneidert zu sein. Woher dies rührt, ist unklar, gibt es doch die künstlichen Substanzen erst seit einigen Jahrzehnten. Die Forscher schließen nicht aus, daß es sich bei den Enzymen um Relikte handelt. Möglicherweise waren die Pflanzen in früheren Zeiten ihrer Stammesgeschichte Substanzen mit ähnlichen funk-

tionellen Gruppen ausgesetzt. Für diese These spricht, daß Meerespflanzen rund 2000 natürliche chlorierte Stoffe bilden können.

Das Spektrum der Fremdstoffe, das Zimmerpflanzen entgiften können, reicht von stark polaren Verbindungen wie dem Herbizid Glyphosat bis zu unpolaren Stoffen wie DDT und Hexachlorbenzol. Wie in der Leber lassen sich beim Abbau drei Ebenen unterscheiden. Auf der ersten Stufe werden die Xenobiotika chemisch verändert, meist durch Oxydation. Dabei werden verschiedene funktionelle Gruppen angehängt, zum Beispiel eine Hydroxylgruppe. Reduktionen finden seltener statt. Sie lassen sich etwa beim Abbau nitroaromatischer Verbindungen beobachten. Auch die hydrolytische Spaltung, etwa von organischen Phosphorverbindungen, ist eine Reaktion der Stufe eins.

Kennzeichnend für die zweite Stufe ist die Bildung von Konjugaten. Die chemisch bereits veränderte fremde Substanz wird hierbei zum Beispiel mit Zuckern oder Aminosäuren verknüpft. Anschließend, im dritten Schritt, „entsorgt“ die Pflanze das Produkt. Als Ort kommt zum Beispiel die Vakuole in der Zelle in Frage. Eine andere Möglichkeit ist die Lagerung in der Zellwand oder außerhalb der Zelle. Sie bietet sich vor allem für unlösliche Verbindungen an. Dieser Weg wird zum Beispiel bei der Entgiftung von Pentachlorphenol in Weizenpflanzen beschritten. Nach der Entfernung einer Chlorgruppe und gleichzeitiger Hydroxylierung in Stufe eins sowie der anschließenden Konjugation mit Lignin verbleibt der nunmehr entschärfte Fremdstoff auf Dauer in der Zellwand. Die grüne Leber ist also, anders als die der Tiere, zugleich ein Endlager für Sondermüll aus dem Stoffwechsel. REINHARD WANDTNER