

Bodenreinigung mit Pflanzen

Dass auf stark mit Schwermetallen belasteten Abraumhalden von Bergwerken, in der Nähe von Metall-verarbeitenden Betrieben oder am Ufer von Flüssen, die in Bergbauregionen entspringen, einige spezielle Pflanzenarten vorkommen, ist seit dem 19. Jahrhundert bekannt. Sie dienten früher als „Zeigerpflanzen“ bei der Suche nach Erzvorkommen. Doch Pflanzen können auf hochgiftigen Böden nur dann gedeihen, wenn sie ihren Stoffwechsel anpassen, so dass sie gegen Schwermetalle „immun“ sind.

Seit Ende der 1980er Jahre beschäftigen sich Pflanzenforscher intensiv mit so genannten Metallhyperakkumulatoren. Das sind Pflanzen, die Metall-Ionen in großen Mengen in ihren Blättern und Sprossen speichern können und eine bemerkenswerte Metalltoleranz aufweisen. Dieses Interesse entwickelte sich zeitgleich mit der Erkenntnis, dass Metall-Ionen in der Biologie generell eine wichtige Rolle spielen. Einerseits sind Metalle wie Kupfer, Zink, Eisen, Mangan oder Nickel in geringen Mengen lebensnotwendig. Wird ein solches Metall andererseits im Überschuss akkumuliert oder falsch verteilt, kann es zu schweren Schädigungen des Organismus kommen.



Ein mit Schwermetallen kontaminierter Standort von *Arabidopsis halleri* am Fluss Innerste nahe Goslar (Quelle: www.mpg.de)

Als Folge von Bergbau, Hüttenindustrie oder militärischer Nutzung sind Böden heute in zahlreichen Regionen mit Schwermetallen verunreinigt. Sie beeinträchtigen das Grundwasser, reichern sich in Nahrungsmitteln an oder dringen als Feinstaub in unsere Lungen ein. Mit Schwermetallen belastete Böden zu sanieren, ist daher von großem wirtschaftlichen und gesundheitlichem Interesse.

Forschungen am Max-Planck-Institut für Molekulare Pflanzenphysiologie in Potsdam, am Max-Planck-Institut für Pflanzenbiochemie in Halle und an der Universität Heidelberg erbrachten bereits Anfang dieses Jahrzehnts bahnbrechende Erkenntnisse über die Fähigkeit der Metallspeicherung in Metall-toleranten Pflanzenarten. Sie verwendeten dazu Pflanzen, die entfernt mit Raps und Blumenkohl verwandt sind. Die Art *Arabidopsis halleri* gehört zu den etwa 400 Pflanzenarten, die Schwermetalle in ihren Blättern und Sprossen speichern, und kommt in Deutschland auf stark mit Cadmium und Zink belasteten Böden vor. Als Vergleichspflanze wurde ihre Verwandte *Arabidopsis thaliana* verwendet, die Metalle bereits in den Wurzeln immobilisiert und diese Ionen nur in geringem Ausmaß in ihre oberirdischen Pflanzenteile transportiert.



Die „Metallsammel.Pflanze“ *Arabidopsis halleri* (links) und die genetische Modellpflanze *Arabidopsis thaliana* (rechts). Die Pflanzen sind 6 bis 7 Wochen alt und wurden in Hydrokultur aufgezogen (Quelle: www.mpg.de)

Arabidopsis halleri wächst auf Böden, auf denen „normale“ Pflanzen, wie ihre Verwandte *Arabidopsis thaliana* innerhalb kürzester Zeit absterben würden. Die Pflanze ist in der Lage, sich trotz extremer Lebensbedingungen zu entwickeln und dem Boden große Mengen an Schwermetallen zu entziehen. Dazu nimmt sie die Schwermetalle verstärkt über die Wurzeln auf, leitet sie in die oberirdischen Pflanzenteile weiter und speichert außergewöhnliche hohe Schwermetallkonzentrationen in den Blättern, in denen auch der empfindliche Prozess der Photosynthese stattfindet. Wird die Ausprägung eines einzigen Gens in der Pflanze künstlich verringert, geht nicht nur die Metallspeicherfunktion vollständig verloren, sondern auch die Metalltoleranz wird stark reduziert. Das Gen-Produkt ist ein Transportprotein in der Zellmembran, das als Metallpumpe Zink- und Cadmiumionen aus bestimmten Zellen der Wurzel hinaustransportiert und somit in die oberirdischen Pflanzenteile weiterleitet.

Ein sehr ähnliches Gen besitzt auch die Art *Arabidopsis thaliana*. Ein molekulargenetischer Vergleich beider Pflanzenarten zeigte, dass die Metallspeicherfunktion von einer stark erhöhten Ausprägung dieses Gens in *Arabidopsis halleri* abhängig ist. Diese wird durch die Verstärkung der Steuereinheit dieses Gens (Promotors) und einer Verdreifachung der Kopien dieses Gens in der Erbsubstanz bedingt.

Die Aufklärung der molekularen Mechanismen der Metallhyperakkumulation von Pflanzen wie *Arabidopsis halleri* hilft einerseits bei der Reinigung von mit Schwermetall verseuchten Böden, andererseits können jetzt neue Technologien zur natürlichen Anreicherung von Pflanzen mit Metallen wie Zink entwickelt werden.

An den Forschungen unter Leitung von Dr. Ute Krämer vom Heidelberger Institut für Pflanzenwissenschaften waren Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für molekulare Pflanzenphysiologie in Potsdam, des Max-Planck-Instituts für Entwicklungsbiologie in Tübingen, des Max-Planck-Instituts für chemische Ökologie in Jena sowie des Instituts für Lebenswissenschaften der Universität Lüttich in Belgien beteiligt. Die Ergebnisse wurden am 15. Mai 2008 im Wissenschaftsmagazin *Nature* veröffentlicht (Marc Hanikenne, Ina N. Talke, Michael J. Haydon, Christa Lanz, Andrea Nolte, Patrick Motte, Jürgen Kroymann, Detlef Weigel & Ute Krämer: Evolution of metal hyperaccumulation required cis-regulatory changes and triplication of HMA4. *Nature*, 15. Mai 2008; online-Vorabveröffentlichung 20. April 2008).

Mehr Informationen:

www.mgp.de, Presseinformationen Nr. B 57 / 2003 /137 vom 4. Dezember 2003 und B/2008 (101) vom 7. Mai 2008

Monika Huch, Adelheidsdorf (11.05.2008)