

Mitt. österr. geol. Ges.	79 (1986) Umweltgeologie- Band	S. 127–129	Wien, Dezember 1986
--------------------------	--------------------------------------	------------	---------------------

Wann ist ein Schadstoff ein Schadstoff?

Von Peter DOLEZEL *)

Wesen der Schwermetallbelastung

Wenn wir die über den Boden in die Pflanzen (und weiter in die Lebewesen) migrierenden Schwermetalle betrachten, so wissen wir, daß es eine Grundbelastung an jenen Metallen gibt, die z. T. zum Aufbau verschiedener Bestandteile des Organismus unbedingt notwendig sind, d. h. ihr Fehlen ruft Mangelerscheinungen – Krankheiten – hervor (z. B. Cu, Mo).

Nun ist aber unser Ökosystem anthropogen mit Schwermetallen belastet, sei es durch Düngung, sei es durch wasser- oder lufttransportierte Verunreinigungen und das Angebot an Schwermetallen für die Lösungen, die die pflanzenverfügbaren Stoffe verfrachten, steigt.

So es nicht zu gravierenden Veränderungen der Pflanzen durch dieses Überangebot kommt, merken wir erst am Ende der Nahrungskette, bei der Untersuchung unserer Lebensmittel, daß die Konzentrationen an Schwermetallen die von uns gesetzten sogenannten unbedenklichen Gehalte weit überschritten haben.

Analysenmethoden

Die Feststellung des Istzustandes an Elementgehalten ist die Aufgabe der analytischen Chemie.

Im Vergleich mit Analysenmethoden vor nur 20 Jahren ist die Nachweisempfindlichkeit bis um den Faktor 10^6 gestiegen, wir bestimmen heute Konzentrationen im ppb bis ppt Bereich. (Als Vergleich: 1 ppb entspricht einer 5köpfigen Familie bezogen auf die derzeitige Weltbevölkerung).

Wir haben Geräte zur Verfügung, die im obigen Empfindlichkeitsbereich simultan bis zu 36 Elemente quantitativ in einer Probe, rd. 100 Proben in 5 Stunden analysieren können.

Chemische Elemente, deren Bestimmung im Spurenbereich vor Jahren nur erschwert möglich war, können heute mit ausgefuchsten Methoden bis weit unter dem geochemischen Untergrund erfaßt werden, z. B. Quecksilber, Arsen, Selen, Cadmium, Blei. Gerade diese toxischen Elemente „verdanken“ ihre Bestimmbarkeit einem Analysensystem, das in den letzten zwei Jahrzehnten für den ungeheuren Aufschwung in der Analytik von Metallen gesorgt hat: der Atomabsorptionsspektalanalyse.

Dieses doch so einfache Verfahren, auf dessen Grundlagen und Theorie hier nicht eingegangen werden soll, hat durch die Analyse unserer Umweltproben revolutionäre Erkenntnisse gebracht.

*) Adresse des Verfassers: Dr. Peter DOLEZEL, Geotechnisches Institut, Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Objekt 210, Faradaygasse 3, A-1030 Wien, Österreich.

Analysenprobleme

Damit ist aber die Analytik nicht voll ausgelastet. Wir haben noch Analysenprobleme mit einigen Elementen, die im Ultraspurenbereich Schwierigkeiten machen, wie Mo, Al, aber die Fortentwicklung der Flammenspektroskopie durch die ICP-optische Emissionsspektalanalyse wird zunehmend bei Analysen von Umweltproben dank ihrer Empfindlichkeit, Schnelligkeit und Selektivität eingesetzt. Nicht optimal ist bis jetzt die schnelle Analyse von Elementen in verschiedenen Wertigkeitsstufen (Cr^{3+} – Cr^{6+}).

Die Herabsetzung der Nachweisgrenzen hatte aber noch einen weiteren Nebeneffekt: Die Ansprüche an die Reinheit der Chemikalien stieg sprunghaft an und im Verbund mit der hohen Empfindlichkeit der Analysenverfahren konnten die Blindwerte drastisch gesenkt werden. So sind sicher etliche Analysen von früher falsch, d. h. überhöht, die die Untergrundbelastung aus den Reagentien und die eingeschränkte Empfindlichkeit höhere Werte indizierte.

Außer dem ICP-OES-Verfahren sind noch die Polarographie und die Spektralphotometrie als nachweisstarke Verfahren zu nennen. Die Massenspektrometrie und die Neutronenaktivierungsanalyse wurden als relativ teure und aufwendige Methoden, die über exzellente NWG's verfügen, aber nicht in jedem chemischen Umweltlabor leicht anzuschaffen und zu betreiben sind, ausgeklammert.

Problematik der Probenahme

Die Analyse stützt sich auf übergebene bzw. gezogene Probe, und die ist mit besonderer Sorgfalt zu behandeln. Die Fachwissenschaftler haben dem Probenehmer zu sagen, wann, wo, wie oft, womit die Probe zu nehmen ist. Auch die Weiterbehandlung wie konzentrieren, trocknen, tiefgefrieren, aufbereiten muß in Übereinstimmung mit dem Analysenauftrag gesehen werden (z. B. Wasser, müssen für die Bestimmung von Spurenelementen stabilisiert werden, sonst gibt es Adsorptionseffekte an Gefäßwänden usw.).

In Sedimenten, Böden, ist ein Element bioverfügbar, wenn es mobilisierbar ist, d. h. die zirkulierenden (Poren)lösungen den Transport bewerkstelligen.

Laugungsverfahren zur Elementextraktion

Es gibt Ansätze, die meinen, durch geeignete Laugungsverfahren diese Elemente extrahieren zu können und dann die Konzentrationen zu bestimmen.

Im wesentlichen sind es drei Verfahren, die angewendet werden:

1. Das Normverfahren DIN 38414 S 4:

Es ist eine Regenwasserimitation: Destilliertes Wasser wird unter def. Bedingungen mit der Probe geschüttelt. Das Überstehende wird analysiert.

Einwand: Destilliertes Wasser ist wesentlich aggressiver als Regenwasser.

2. TESSIER, SALOMONS und FÖRSTNER haben ein schrittweises Verfahren entwickelt, das die Regenwasserimitation in der 1. Stufe als MgCl_2 -gepufferte Lösung enthält. Die weiteren Stufen sollen in der organischen Fraktion des Bodens, der karbonatischen, der sulfidischen, der Fe- und Mn-hydroxiden und im Restbestand die Bestimmung und Zuordnung der interessierenden Elemente ermöglichen.

chen. Das Problem ist die Überschneidung der Löslichkeit bei steigendem pH, allerdings läßt die Methode eine erste Abschätzung, wohin welches Element vorwiegend gehört, zu.

3. Es gibt eine Anzahl von Versuchen, mittels eines Laugungsverfahrens eine spezielle Untergruppe im Mineralbestand des Bodens oder die Porenlösung selbst zu gewinnen. Ein ganz ähnliches Problem haben die Explorationsgeochemiker, die den an bestimmte Phasen gebundenen Elementen nachspüren, da diese für vermutliche Mineralisationen wesentlich aussagekräftiger sind als Totalgehaltsbestimmungen.
4. Für die klärschlamm-belasteten Böden gibt es ein Normaufschlußverfahren, das nicht die verfügbaren Elemente erfaßt sondern praktisch ein Totalaufschluß ist (kochendes Königswasser). Diese Analysen helfen bei der Bewertung der Verfügbarkeit nicht weiter und können zu Fehlschlüssen führen.

Bindung und Remobilisierung der Schwermetalle

Die Natur macht es uns nicht leicht. Auf der einen Seite sind die scheinbar unregelmäßig vorkommenden Lösungen in den Böden keine aggressiven Chemikalien, und doch extrahieren sie die verschiedensten chemischen Elemente auf weiten Transportwegen in die Pflanzen.

Auf der anderen Seite gibt es so viele Parameter zu untersuchen, wie Korngröße, Porosität, pH-Eh, Verweilzeit, Aus- und Umfällungen, Komplexierungsvorgänge, bakterielle-mikrobielle Umsetzungen, Druck, Temperatur und die ungeklärte Rolle der Huminsäuren.

Die von außen eingetragenen Schwermetalle gehen sicher nicht linear zu einer Bindungsform im Sediment über, sondern richten sich nach einem (statistischen) Optimierungsverhalten auf verschiedene Phasen aus, sicher durch obige Parameter ausgerichtet.

Remobilisierungen durch Parameteränderungen im Kleinstbereich spielen eine gewichtige Rolle, kein Vorgang ist allerdings 100%ig reversibel.

Noch schwerer sind die qualitativen und quantitativen Sorptions-Desorptionsvorgänge an Laborproben nachzuvollziehen, aber es sollte ein Weg sein, diese Probleme im Ansatz zu verstehen.

Steuerung der Schwermetallbelastung – eine interdisziplinäre Aufgabe

Was uns zur Lösung dieser Aufgabe bevorsteht, ist die fachübergreifende Zusammenarbeit aller Umweltnaturwissenschaftler. Es müssen neue Lösungsansätze interdisziplinär diskutiert und bearbeitet werden, um diese oben angedeuteten Mechanismen der Natur zu enträtseln.

Erst wenn wir dies wissen, können wir der Belastung gegensteuern und die Zukunft der gesamten belebten Natur sicherstellen.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 9. Juli 1986.