

Zur Selenverteilung in Böden der DDR2. Mitteilung: Selen in Auenböden der Elbe

B. Voland und I. Metzner

Bergakademie Freiberg Sektion Geowissenschaften
Wissenschaftsbereich Geochemie/Mineralogie

In Fortsetzung des komplexen, das Element Selen einschließenden (VOLAND u.a., 1987) Programmes der geochemischen Charakterisierung von typischen, ausgewählten und flächenrepräsentativen Bodentypen auf dem Territorium der DDR als Vorstufe einer umfassenden geochemischen Regionalisierung erfolgte die Untersuchung von Bodentypen der Bodengesellschaften auf holozänen Sedimenten der Auen und Niederungen.

Die Böden dieser Bodengesellschaften weisen auf Grund ihrer speziellen Genese besondere, von anderen Bodentypen anderer Bodengesellschaften abweichende geochemische Verhältnisse auf. In der Literatur finden sich zur Problematik nahezu ausschließlich ältere, rein bodenkundliche oder geochronologische Arbeiten. Über die Geochemie dieser auf dem Territorium der DDR weitverbreiteten Böden existieren bisher nur sporadische und keine systematischen Untersuchungen. Ökologische und geochemische Arbeiten beschränken sich überwiegend auf die Untersuchung aktiver fluviatiler Sedimente (SALOMONS u.a., 1984). Verschiedene Autoren berichten über extreme Akkumulationen von umweltrelevanten Elementen wie Schwermetallen in Flußsedimenten und Auenböden auf Grund eines verstärkten Eintrages aus den teilweise erheblich belasteten Flüssen, die beispielsweise im Überschwemmungsgebiet von Niederrhein und Ruhr zu Anbaurestriktionen für die landwirtschaftliche Produktion führten (ARGE ELBE, 1980; MÜLLER u.a., 1981; CLAUSSEN, 1983; SALOMONS u.a., 1984).

Erste Erkenntnisse über das geochemische Verhalten des Elementes Selen innerhalb der Böden der Bodengesellschaften auf holozänen Sedimenten der Auen und Niederungen sollen am Beispiel ausgewählter Auenböden der Elbe vorgestellt werden.

Definition und Genese der Bodengesellschaften auf holozänen Sedimenten der Auen und Niederungen

Nach LIEBEROTH (1982) sind die das Substrat derartiger Böden darstellenden Auensedimente feinkörnige Hochwasserabsätze im Überschwemmungsbereich der Flüsse und Bäche.

Die Sedimentation der Auen erfolgte während des gesamten Holozäns.

In zeitlicher und ursächlicher Verbindung mit größeren Rodungsperioden, die starke Hangerosion und damit verbundene mächtigere Akkumulationen in den Außenbereichen zur Folge hatten, werden nach dem Alter ältere Auensedimente, deren Absatz von der Jungsteinzeit bis zur Bronzezeit erfolgte, und jüngere Auensedimente, die während der mittelalterlichen Rodungsperioden akkumuliert wurden, unterschieden (LIEBEROTH, 1982). Erstere sind in ihrer Verbreitung auf das Oderbruch, die Wische und die thüringischen Fluß- und Bachtäler beschränkt, wogegen letztere in allen Tälern und Tälchen, besonders im Südtail der DDR, auftreten (LIEBEROTH, 1982).

Nach MENSCHING (1951) müssen für eine Auelehmablagerung folgende Voraussetzungen vorhanden sein (REICHELT, 1953):

- (1) Das Einzugsgebiet des Flusses muß im Bereich größerer Lössvorkommen liegen oder in solchen Gebieten, deren Gesteine lehmige und tonige Verwitterungsböden liefern.
- (2) Die Resistenz der Böden im Nährgebiet gegen die Hangabspülung und Bodenerosion muß gering sein, damit genügend Material abgeschwemmt wird.
- (3) Die Niederschläge müssen zeitweise so stark sein, daß Überschwemmungen der Flüsse auftreten.
- (4) Die Fließgeschwindigkeit des Hochwassers darf nicht zu groß sein, weil oberhalb einer gewissen Grenze keine Auelehm-sedimentation mehr erfolgt.

Andere Autoren sehen in dem Vorkommen von Löss im Einzugsgebiet eine der wesentlichsten Bedingungen für die Ausbildung einer zusammenhängenden Auelehmdecke (REICHELT, 1953; LITT u.a., 1987). Auf Grund der Vorflutregelung im Verlaufe der letzten Jahrhunderte kam es zu einem weitverbreiteten Trockenfallen dieser Böden, die darum als Altauenböden (paläohydromorphe Böden) bezeichnet werden. Im Gegensatz dazu werden die im Mittelpunkt dieser Untersuchungen stehenden sogenannten Jungauenböden immer noch überschwemmt.

Probenahme und Probevorbereitung

Der auf dem Territorium der DDR befindliche Flußabschnitt der Elbe wurde in regelmäßigen Abständen mit insgesamt 7 Vertikalbohrenprofilen belegt. Das verwendete Verfahren zur Probenahme und Probevorbereitung ist bei VOLAND u.a. (1987) beschrieben.

Analytik

Detaillierte Beschreibungen des Verfahrens zum Aufschluß und zur Bestimmung von Selen geben VOLAND u.a. (1987). Die Bestimmung erfolgte nach der Methode von MOHR u.a. (1983) am Atomabsorptionsspektrophotometer AAS-1 (VEB CARL ZEISS JENA).

Ergebnisse und Diskussion

Die Konzentration und Verteilung von Selen im Durchschnitt des Gesamtprofils und im A-Horizont der untersuchten Bodenvertikalprofile entlang der Elbe zeigt Abb.1.

Das vertikale Verhalten vom Selen innerhalb der einzelnen Vertikalbodenprofile ist in den Abb.2, 3 und 4 dargestellt.

Die Konzentration von Selen steigt in Richtung Unterlauf bei Maximalkonzentrationen im Bereich des unteren Mittellaufes stark an. Dieser Effekt tritt im Gesamtprofil deutlicher als im A-Horizont zutage. Während in den Auenböden im oberen Mittellauf der Elbe (Profile D 36 und D 37) nahezu Konzentrationen im Bereich des Bodenclarkwertes, der von LEVINSON (THORNTON, 1983) mit 0.2 ppm angegeben wird, auftreten, sind die Gehalte im unteren Mittel- und Unterlauf mit Schwerpunkttakkumulationen in den Profilen H 28 (Clarkekonzentration AN =12.5) und H 29 (Clarkekonzentration AN = 13.55) in extremer Weise erhöht.

Diese Konzentrationen liegen im Bereich der von TRELEASE u.a. (KOVALSKIJ, 1977) für die geochemischen Selenprovinzen der USA gefundenen Werte von 1 - 3 ppm. Im Boden der geochemischen Selenprovinz der ASSR Tuva wurden Maximalgehalte von 2 - 4 ppm Se nachgewiesen (KOVALSKIJ, 1977). Die Verwitterung von Haldenmaterial sulfidischer Erzlagerstätten im Ural (Gajsker Lagerstättenbezirk) führte zur Anreicherung von Selen in flußabwärts gelegenen Auenböden auf 0.7 - 15 ppm Se (KOVALSKIJ, 1977).

Für Böden außerhalb geochemischer Selenprovinzen bestimmten BYERS und WILLIAMS u.a. Gehalte von 0.01 - 0.5 ppm Se (KOVALSKIJ, 1977). KOVALSKIJ (1977) weist in einem Wiesenaueboden (Lucino, Bez. Moskau) 0.012 ppm Se im Oberboden nach.

Neueste Untersuchungen von HARTFIEL u.a. (1987) postulieren für die Böden der BRD eine unzureichende Selenversorgung und einen ausgeprägteren Selenmangel als in den Böden Finnlands, wo dieser zu erheblichen Tierverlusten in der landwirtschaftlichen Produktion führte (KOIVISTONEN, In: TOLONEN u.a., 1986; GLATTHAAR, 1987). Der durchschnittliche Gehalt in Ackerböden beträgt 0.123 ppm, der der Grünlandstandorte 0.158 ppm (HARTFIEL u.a., 1987).

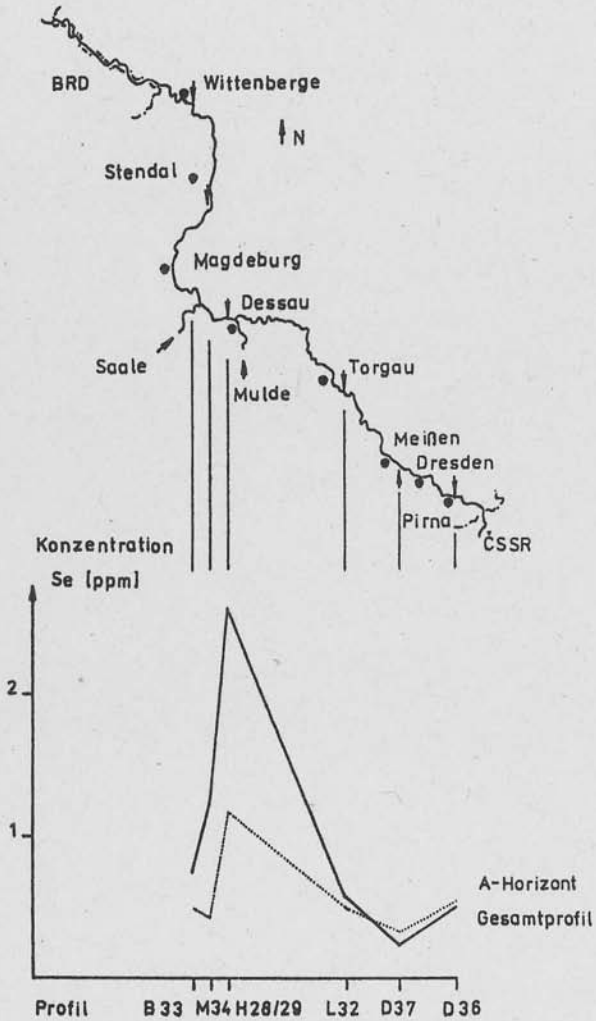


Abb.1: Selen in Auenböden der Elbe - Horizontalprofil entlang des auf dem Territorium der DDR befindlichen Flußabschnittes

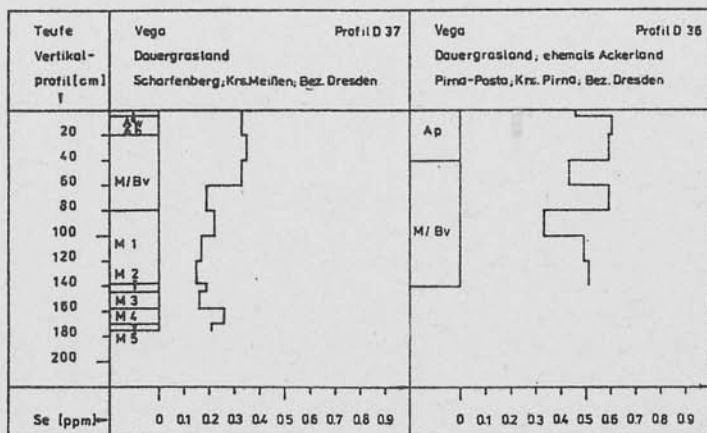


Abb.2: Vertikale Verteilung von Selen in den Vertikalbodenprofilen des oberen Mittellaufes der Elbe

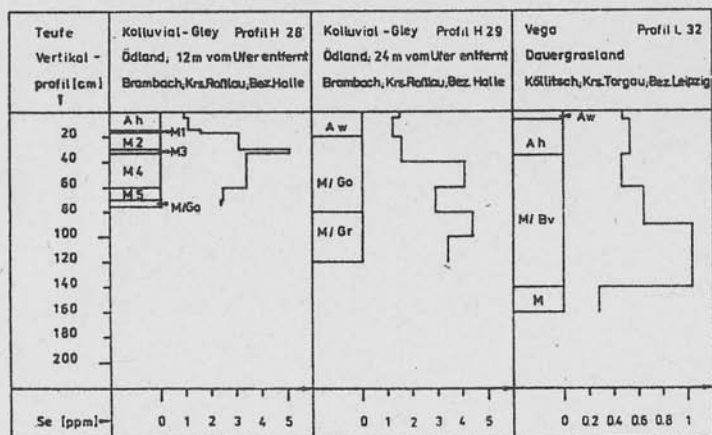


Abb.3: Vertikale Verteilung von Selen in den Vertikalbodenprofilen des unteren Mittellaufes der Elbe

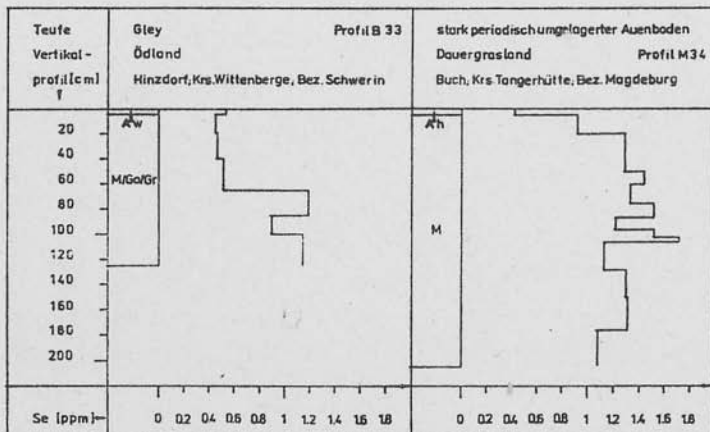


Abb.4: Vertikale Verteilung von Selen in den Vertikalbodenprofilen des Unterlaufes der Elbe

Der Vergleich mit den o.g. Beispielen gestattet eine Quantifizierung des Ausmaßes der nachgewiesenen Akkumulationen.

Während die vertikale Verteilung von Selen in den untersuchten Profilen mit Konzentrationen im Bereich des Bodenclarkewertes (D 36, D 37, L 32) durch maximale Akkumulationen im oberen und mittleren Profildbereich gekennzeichnet sind, treten in den Profilen mit starker bis extremer Selenanreicherung (H 28, H 29, M 34, B 33) die Höchstgehalte im Unterboden auf. Die Selenakkumulation korreliert gleichzeitig mit dem Hydromorphiegrad des Bodens.

Die Hauptursache für die erhöhten Selengehalte stellt mit Sicherheit wie auch von HARTFIEL u.a. (1987) gefunden ein erhöhter anthropogen-technogen bedingter Eintrag dar. Dem geochemischen Milieu im Boden kommt aber dennoch eine wesentliche modifizierende Wirkung zu. Reduzierende Verhältnisse (Hydromorphiegrad!) und saure Bodenreaktion bewirken eine gute Festlegung von Selen im Boden (H 28, H 29), möglicherweise in Form von Selenid, wogegen gute Durchlüftung und basische Bodenreaktion die Migrationsfähigkeit von Selen stark erhöhen (HOWARD, 1977), was letztlich zu einer deutlichen Abreicherung (Unterbodenbereich D 37) führt. Obwohl wie bereits von VOLAND u.a. (1987) vermutet die Auenböden im Vergleich zu anderen Bodentypen der DDR stark erhöhte Selengehalte aufweisen und mit dem Auftreten von primär bedingtem Selenmangel im Verbreitungsgebiet der Böden dieser Bodengesell-

schaften nicht zu rechnen ist, kommt es in keinem Fall zu einer Überschreitung der zulässigen Höchstkonzentration im Ackerboden nach KLOKE u.a. (1984).

Zusammenfassung

Die Böden der Bodengesellschaften auf holozänen Sedimenten der Auen und Niederungen sind durch im Vergleich zu anderen Bodentypen anderer Bodengesellschaften stark erhöhte Selengehalte gekennzeichnet.

Die ständige Zunahme der Selenkonzentration in Richtung Unterlauf des Flusses verweist auf einen überwiegend anthropogenen Eintrag in den Boden.

Das geochemische Milieu wirkt modifizierend auf Konzentration und vertikale Verteilung von Selen im Bodenprofil.

Bei stark bis extrem erhöhten Selengehalten im Gesamtprofil treten die maximalen Akkumulationen im Unterboden auf.

Die Selenkonzentration im Profil korreliert mit dem Hydromorphiegrad des Bodentyps.

Obwohl die Selengehalte teilweise im Bereich von für endemische Selenprovinzen charakteristischen Konzentrationen liegen, besteht auf Grund der guten Fixierung des Selens infolge überwiegend schwach saurer Bodenreaktion und teilweise sogar negativen Redoxpotentials keine unmittelbare Gefahr für das Auftreten von primär bedingten Intoxikationen.

Literatur

1. Schwermetalldaten der Elbe. Bericht über die Ergebnisse der Schwermetalluntersuchungen im Elbabschnitt von Schnackenburg bis zur Nordsee 1979/80 Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe der Länder Hamburg- Niedersachsen- Schleswig-Holstein-ARGE ELBE.- Hamburg: Wassergütestelle Elbe, 1980
2. Claussen, T.: Schwermetallverunreinigungen in Überschwemmungsgebieten von Niederrhein und Ruhr.- In: Umwelt.- Düsseldorf 13 (1983).- S. 426-427
3. Glatthar, B.: Spurenelemente bei Mensch und Tier.- In: Vitamine Mineralstoffe Spurenelemente in Medizin, Ernährung und Umwelt.- Stuttgart 2 (1987) 4.- S. 193-198
4. Hartfiel, W.; Bahners, N.: Selenmangel in der Bundesrepublik Deutschland.- In: Vitamine Mineralstoffe Spurenelemente in Medizin, Ernährung und Umwelt.- Stuttgart 2 (1987).- S. 125-131
5. Howard, J.H., III: Geochemistry of selenium: formation of ferro-

- selite and selenium behaviour in the vicinity of oxidizing sulfide and uranium deposits.- In: *Geochimica et Cosmochimica Acta.*- Oxford; New York; Paris; Frankfurt 41 (1977) 11.- S. 1665-1678
6. Kloke, A.; Sauerbeck, D.R.; Vetter, H.: The contamination of plants and soils with heavy metals and the transport of metals in terrestrial food chains.- In: *Changing Metal Cycles and Human Health/* hrsg. von J.O. Nriagu.- Berlin /West/; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer-Verlag, 1984.- S. 113-141
 7. Kovalskij, V.V.M.: *Geochemische Ökologie-Biogeochemie* (deutschsprachige Ausgabe)/ hrsg. von A. Hennig.- Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1977.- 351 S.
 8. Lieberoth, I.: *Bodenkunde.*- 3., neu bearbeitete Auflage.- Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1982.- 431 S.
 9. Litt, T.; Kohl, G.; Görzdorf, J.; Jäger, K.-D.: Zur Datierung begrabener Böden in holozänen Ablagerungsfolgen.- In: *Jahreschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte.*- Halle/S. 70 (1987) 12.- S.177-180
 10. Mohr, F.; Luft, B.; Bombach, H.: Bestimmung von Spurenkonzentrationen in hochreinem Phosphor mittels Hydridtechnik am AAS-1N.- *Jenaer Rundschau.*- Jena (1983) 3.- S. 120-122
 11. Müller, G.: Sedimente als Kriterium der Wassergüte. Die Schwermetallbelastung des Neckars und seiner Nebenflüsse.- In: *Umschau.*- Frankfurt/Main 81 (1981) 15.- S. 455-459
 12. Reichelt, G.: Über den Stand der Auelehmforschung in Deutschland.- In: *Petermanns Geographische Mitteilungen.*- Gotha: 97 (1953).- S. 245- 261
 13. Salomons, Wim; Förstner, Ullrich: *Metals in the Hydrocycle.*- Berlin /West/; Heidelberg; New York; Tokyo: Springer-Verlag, 1984.- 333 S.
 14. Thornton, Iain: *Applied Environmental Geochemistry.*- London; New York; Paris; San Diego; San Francisco; Sao Paulo; Sydney; Tokyo; Toronto: Academic Press, 1983.- 501 S.
 15. Tolonen, M.; Westermarck, T.; Halme, M.; Sarna, S.: Selen-Gehalt des Vollblutes und Erythrozyten- Glutathionperoxidase in Finnland- Eine Korrelationsstudie.- In: *Vitamine Mineralstoffe Spurenelemente in Medizin, Ernährung und Umwelt.*- Stuttgart 1 (1986) 1.- S. 21-24
 16. Volland, B.; Metzner, I.; Bombach, G.: Zur Selenverteilung in Böden der DDR.- In: *Mengen- und Spurenelemente (Teil 1)/* hrsg. von Manfred Anke; Christoph Brückner; Herbert Gürtler; Manfred Grün.- Leipzig: Karl-Marx-Universität, 1987.- S. 1-10