

Blei im Boden entlang der Großglockner Hochalpenstraße

Margit Palzenberger, Hannes Pohla, Thomas Rücker und Helmut Wittmann

Synopsis

Soil trace element analyses were undertaken in order to determine the pollutant impact of a touristic road in an alpine national park area. Built in 1935, the road recently carries a traffic volume of 900 cars a day. It passes the geochemically extremely heterogenous area of the Tauernfenster (Eastern Alps, Austria) encompassing metamorphic rocks of diverse origin, intermingled in the small scale. Samples were collected at 100 locations and 2 depths in different distances from the road. The rather high lead concentrations (median 75 ppm in the top soil) are highly scattered (20-170 ppm). There is no simple correlation of lead values with distance from the road. After allowance for confounding parameters via multiple regression, however, a significant proportion of the variance can be explained by the location of the sampling area relative to the road.

Boden, Spurenelemente, Schwermetalle, Geochemie, Straße, alpine Region.

Soil, trace elements, heavy metals, geochemistry, motorway, alpine region.

1. Einleitung

Die Großglockner Hochalpenstraße wurde bereits 1935 errichtet, um eine wichtige Transitroute über den Alpenhauptkamm zu schaffen, aber auch damals schon, um das landschaftlich faszinierende Gebiet der Hohen Tauern dem Tourismus zu erschließen. Seit der Schaffung eines Nationalparks in diesem Bereich werden zunehmend Fragen laut, inwiefern durch den Betrieb dieser Straße unerwünschte Beeinträchtigungen des Ökosystems zu erwarten sind. Mit dem Teilbereich "Immissionsbezogene Bodenanalytik" wurde daher im Sommer 1991 eine Studie zur Erfassung verkehrsrelevanter persistenter Schadstoffe im Boden entlang der Straße in Auftrag gegeben. Die Verkehrsfrequenz auf der Großglockner Hochalpenstraße erreicht an Schönewettertagen Spitzen von bis zu 5000 PKW. Auf Grund unregelmäßiger Auslastung und einer langen Wintersperre zählt sie aber mit einem Jahresschnitt von nur 900 Fahrzeugen pro Tag zu den wenig befahrenen Strecken. Sie führt dabei durch ein geologisch besonders heterogenes Gebiet, die penninische Schieferhülle des Tauernfensters. Die vorliegenden Gesteine entstammen weitreichenden mesozoischen Sedimentationsräumen und wurden im Zuge der Tauernmetamorphose kleinräumig vermischt. So finden wir nun mit quarzitischen und tonigen Phylliten, Kalken und Dolomiten, Kalkglimmerschiefern und Grüngesteinen nebeneinander die unterschiedlichsten Ausgangsmaterialien für die Bodenbildung vor. Die aus dem Muttergestein hervorgegangenen jungen Böden (Rendzinen, Pararendzinen und Ranker, lokal alpine Braunerden) sind noch wesentlich von diesem mitgeprägt.

2. Material & Methoden

Entlang von etwa 40 km der Straße (Ferleiten bis Heiligenblut, Seehöhe 1100 - 2400 m) wurden Grünlandflächen ohne Abschirmung durch höheren Bewuchs beprobt. An 24 Transekten normal zur Straße wurden bis zu einer Entfernung von 200m in 2 Bodentiefen (0-5 cm, 5-10 cm) Proben gewonnen. Der Elementgehalt von Mischproben aus je 10 Einzelproben (< 2 mm) wurde im Königswasserauszug mittels ICP-AES (27 Metalle) sowie gaschromatographisch nach Verbrennung (C, N, S) bestimmt. Weitere Bodeneigenschaften wie $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ (ÖNORM L-1083-88), Kationenaustauschkapazität (L-1086-88) und organischer Kohlenstoff (C_{org} , L-1080-88) sowie zahlreiche Standortmerkmale (Seehöhe, Hangneigung, Straßensteigung, ...) wurden erfaßt. Alle Parameter mit Ausnahme typischer anthropogen bedingter Spurenelemente (Zn, Cd, ...) wurden in einem schrittweisen multiplen Regressionsverfahren (Aufnahme nach max. F bis $P \leq 0,05$) auf ihre Korrelation mit dem Bleigehalt hin untersucht. Da sehr komplexe Verteilungen vorliegen, wurden alle Analysen parameterfrei (Rangdaten) durchgeführt. Der allgemeineren Vergleichbarkeit wegen wurden jedoch die Koeffizienten der so selektierten Variablen zusätzlich parametrisch ermittelt.

3. Ergebnisse

Ein eindeutiger Einfluß des Verkehrsträgers auf den Bodenbleigehalt kann auf den ersten Blick nicht ausgemacht werden. Wie Abbildung 1a zeigt, variiert der Bleigehalt der untersuchten Böden stark und scheinbar unabhängig von der Straße. Die Konzentrationen reichen von 32 bis 167 mg/kg in der oberen Bodenschicht und von 23 bis 152 mg/kg in größerer Bodentiefe. Die Mediane sind mit 75 mg/kg in 0-5 cm und 58 mg/kg in 5-10 cm Bodentiefe signifikant verschieden ($P \leq 0,0001$). Der 'Anreicherungsfaktor' korreliert ebenfalls nicht mit der Entfernung zur Straße. Mit Hilfe multivariater Analysen wurde jedoch klar, daß sich die chemischen Charakteristika der Böden in unmittelbarer Nähe der Straße deutlich ändern. Es erschien daher zweckmäßig, den Bleigehalt auf Basis von Proben abseits der Straße (≥ 10 m) zu modellieren und den Vorhersagewert eines solchen Modells für Probenahmestellen an der Straße zu testen. Etwa 75% der Varianz (parameterfrei) können damit unter straßenfernen Bedingungen erklärt werden. In Straßennähe kann nun tatsächlich eine gegenüber den 'Vorhersagen' des Modells signifikante Zunahme des Bleigehaltes in 0-5 cm Bodentiefe nachgewiesen werden ($P \leq 0,0001$; Abb. 1b).

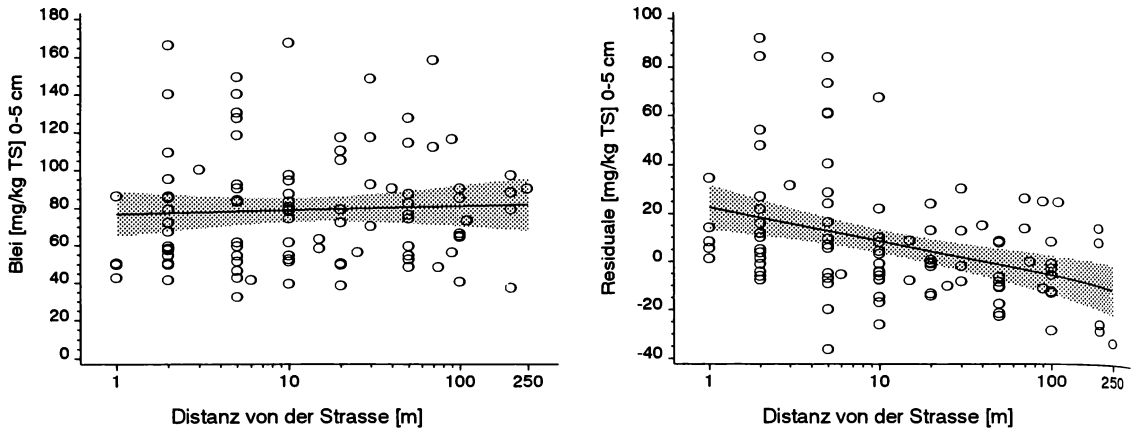


Abb. 1: a - Bleigehalte (0-5 cm) in Beziehung zur Distanz von der Straße. Lineare Regressionsgerade und 95% Vertrauensgrenzen (schattierter Bereich); $P > 0,60$.
b - Abweichungen (Residuale) vom Vorhersagewert des (parametrischen) multifaktoriellen Modells (errechnet aus 59 Standorten ≥ 10 m): $\log(\text{Pb [ppm]}) = 1,12 + 0,53 \log(\text{C}_{\text{org}} [\%]) + 0,22 \text{ Seehöhe [km]} + 0,37 \log(\text{La [ppm]}) + 0,21 \log(\text{K} [\%]) - 0,05 \text{ pH}_{\text{CaCl}_2}$; P für C_{org} , Seehöhe und $\text{La} \leq 0,0001$, $\text{pH} \leq 0,005$ und $\text{K} \leq 0,03$; $R^2 = 0,65$.

Fig. 1: a - Relation of lead concentrations within top soil to distance from the road. Linear regression line with 95% confidence limits (shaded area).
b - Residuals of the multifactorial model predicting lead (calculated from 59 sites ≥ 10 m off the road)

4. Diskussion

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen, wie wichtig ein multifaktorielles Konzept für die Evaluierung von Spurenmetalleinträgen in ein derartig heterogenes System ist. Ohne eine solche Vorgangsweise wäre ein sehr wahrscheinlicher Eintrag von Blei durch den Straßenverkehr durch andere, gegenläufig wirkende Parameter völlig überdeckt worden. Es sei allerdings angemerkt, daß der Beitrag der Verkehrsimmissionen nur innerhalb der ersten 5 m abseits der Straße und nur in der oberen Bodenschicht nachzuweisen ist und im Vergleich zur anderweitig bedingten Variabilität dieses Elementes in den Hintergrund tritt. Die Bleigehalte in den untersuchten Böden müssen auch abseits der Straße als relativ hoch eingestuft werden. Sie liegen deutlich über denen eines 'durchschnittlichen' Bodens, der Gehalte von etwa 15-25 mg/kg aufweist. Allerdings gehen viele Autoren von einer natürlichen Bandbreite von etwa 2 bis 200 mg/kg aus (ADRIANO 1986). Ein oft als Richtschnur verwendeter 'Grenzwert' von 100 mg/kg (KLOKE 1980) wurde für Kulturböden definiert und ist aus einer Vielzahl von Gründen für das untersuchte Material nur wenig geeignet (Geochemie, Nutzung, ...). Die deutlichsten Korrelationen zeigen sich mit der Seehöhe und dem Gehalt an organischem Kohlenstoff. Die Immobilisierung von

Blei durch Huminstoffe wurde bereits vielfach aufgezeigt und bedingt wohl auch den signifikanten Unterschied zwischen den beiden Bodentiefen. Für den Anstieg der Bleigehalte mit zunehmender Seehöhe können autochthone Faktoren wie auch ein Ferneintrag verantwortlich sein. Eine geogen bedingte Zunahme wird durch die Ergebnisse von Bachsedimentanalysen (GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT 1985) wahrscheinlich gemacht. Die in großer Höhe deutlich zunehmenden Niederschläge könnten aber auch zu einer verstärkten Deposition von weit verfrachteten Staubpartikeln führen.

Danksagung

Wir danken der Großglockner Hochalpenstraßen AG, insbesondere ihrem Direktor Dr. Golleckner, für die Veranlassung und Finanzierung dieses Projektes, sowie ihrem technischen Direktor Ing. Pils für organisatorische Hilfe. Dr. Krautgartner, Herr Ortner und Frau Schachermayr leisteten technische Assistenz.

Literatur

- ADRIANO, D.C., 1986: Trace Elements in the Terrestrial Environment. - Springer, New York/Berlin/Heidelberg/Tokoyo: 533 pp.
- GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT, 1985: Geochemischer Atlas der Republik Österreich 1:100.000 (Böhmische Masse und Zentralzone der Ostalpen). - Wien.
- KLOKE, A., 1980: Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden. - Mitt. VDLUFA H. 1-3: 9-11.

Adressen

Mag. Margit Palzenberger, Dr. Hannes Pohla, Institut für Zoologie, Universität Salzburg, Hellbrunnerstr. 34, A-5020 Salzburg.

Dr. Thomas Rucker, Dr. Helmut Wittmann, Institut für Ökologie, Haus der Natur Salzburg, Arenberggasse 10, A-5020 Salzburg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [23_1994](#)

Autor(en)/Author(s): Palzenberger Margit, Pohla Hannes, Rucker Thomas, Wittmann Helmut

Artikel/Article: [Blei im Boden entlang der Großglockner Hochalpenstraße 131-133](#)