

Räumliche Variabilität bodenchemischer Kenngrößen

Hubert Steindl und Rainer Kloss

Synopsis

In order to evaluate the spatial variability of soil characteristics, in three different landscapes, areas of 625 m² were sampled in a regular grid. Each landscape is considered to be homogeneous with regard to soil texture. The samples of the A_p-horizon were analysed for EDTA-extractable heavy metals, such as Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn, organic carbon, nitrogen content, and pH. The data analysis with classical statistics and with geostatistical methods showed obvious spatial variability. As an example for two different models of spatial dependence, the Cr contents of the loess site and the Zn contents of the clay site are presented. Isarithmic maps of the Cr contents of the loess site and of the Cu contents of the clay site show the distribution in the sampled areas. The evaluation of spatial variability is necessary for sophisticated and area related description of material cycles in landscapes.

spatial variability, heavy metals, soil chemistry

1. Einleitung

Um für Landschaftsausschnitte verlässliche flächenhafte Aussagen hinsichtlich bodenchemischer Kenngrößen zu treffen, ist es notwendig, die räumliche Variabilität dieser Bodeneigenschaften zu kennen. Räumliche Variabilität ist gekennzeichnet durch

- die Art der Verteilung,
- das Ausmaß der Streuung und
- die räumliche Abhängigkeit der Meßwerte.

Daraus ergeben sich Konsequenzen für eine repräsentative Beprobung von Flächen. Mit Hilfe von geostatistischen Verfahren kann die räumliche Variabilität erfaßt werden.

Das Ziel der Arbeit ist die beispielhafte Darstellung der räumlichen Variabilität von bodenchemischen Kenngrößen in drei homogenen Landschaftsausschnitten.

2. Material und Methoden

In drei Landschaftsausschnitten, die verschiedenen geologischen Einheiten angehören und sich hinsichtlich der Bodenart klar abgrenzen lassen, wurden Versuchsflächen (25 m x 25 m) im Raster (Gitterabstand 5 m) mit dem Bohrstock beprobt. Beprobte wurden ein Pelosol-Pseudogley aus Tonsedimenten des Dogger alpha, ein Kolluvium über einer Bänderparabraunerde aus Flugsand und eine Parabraunerde aus Lößlehm. Die Versuchsflächen wurden bei der Flächenauswahl und der nachfolgenden Geländeansprache durch das Bayer. Geologische Landesamt als in sich homogen hinsichtlich pedologischer und geologischer Merkmale angesehen.

Dargestellt werden die Ergebnisse aus den Analysen des A_p-Horizontes. Untersucht wurden:

- Schwermetall-Gehalte im EDTA(0,1 M)-Extrakt
- pH (0,01 M CaCl₂)
- C_{org}- und N_t-Gehalte

Die geostatistischen Methoden finden sich u. a. grundlegend behandelt bei CLARK (1979) und BURGESS & WEBSTER (1980 a, b). Eine Zusammenfassung von Methoden und Arbeiten über räumliche Variabilität gibt DAHIYA & al. (1984).

3. Verteilung

Die räumliche Variabilität von Bodenmerkmalen findet ihren Ausdruck in der Art der Verteilung von Meßwerten in einem Feld. Um verteilungsgebundene statistische Verfahren anwenden zu können, wurden die Meßwerte der Bodenmerkmale mittels "Kolmogorov-Smirnov"-Test auf Normalverteilung und Lognormalverteilung geprüft (s. Tab. 1).

Tab. 1: Mittelwerte und Art der Verteilung bodenchemischer Kenngrößen aufgrund des Kolmogorov-Smirnov-Tests. Vert. = Art der Verteilung, N = Normalverteilung, L = Lognormalverteilung, MW = Mittelwert (für Schwermetalle in µg/g; N_t, C_{org} in g/kg; H in µmol/l)

Kenngröße	Pelosol-Pseudogley		Bodentyp Kolluvium		Parabraunerde	
	Vert.	MW	Vert.	MW	Vert.	MW
Cd	L	0.17	N	0.14	N	0.15
Cr	N	1.01	L	0.65	N	0.36
Cu	L	8.61	N	2.76	N	6.40
Fe	N	2048	L	568	N	403
Mn	L	293	L	416	L	6.22
Ni	N	5.82	L	6.33	N	5.58
Pb	N	16.75	L	9.41	N	10.90
Zn	L	4.26	N	7.98	N	3.11
H	L	0.86	L	0.17	L	0.02
N _t	N	4.1	L	0.4	N	1.4
C _{org}	N	38.3	L	6.0	L	13.1

Der Test führt nicht immer zu eindeutigen Zuordnungen. Dies mag an einem zu geringen Stichprobenumfang liegen oder an der Prüfung an einem ungeeigneten Verteilungsmodell. In diesen Fällen wurde mit Hilfe des Wahrscheinlichkeitspapiers die Entscheidung für eine Verteilung getroffen.

4. Streuung

Als Maß für die Streuung von Werten einer Stichprobe dient der Variationskoeffizient. Die verschiedenen Bodenmerkmale streuen innerhalb eines Standortes unterschiedlich. Jedes Bodenmerkmal zeigt auf den verschiedenen Standorten eine unterschiedlich starke Variation (s. Tab. 2).

5. Räumliche Abhängigkeit

Um räumliche Abhängigkeiten zu ermitteln, wurden für alle untersuchten Bodeneigenschaften die Semivarianzen berechnet. Abb. 1 zeigt die Darstellung als Semivariogramm für Zink auf dem Pelosolstandort.

Die räumliche Abhängigkeit der Zinkgehalte folgt einem sphärischen Modell, der Einflußbereich liegt bei 12 m; der Schwellenwert beträgt 0.032, die nugget-Varianz ist 0.007.

Theoretische Modelle konnten nicht für alle Bodeneigenschaften die räumlichen Abhängigkeiten beschreiben. Auffällig ist der Trend, der sich bei den Schwermetallen im A_p-Horizont der Parabraunerde ergab. Abb. 2 zeigt das Semivariogramm der Chromgehalte im A_p-Horizont der Para-

braunerde. Die nugget-Varianz des linearen Modells ist gleich Null, die Steigung der Geraden ist 0.00156.

Tab. 2: Variationskoeffizienten (%) der untersuchten Bodenkenngrößen

Kenngröße	Pelosol-Pseudogley	Bodentyp Kolluvium	Parabraunerde
Cd	31.0	12.0	24.1
Cr	35.6	21.5	44.2
Cu	12.3	60.1	22.5
Fe	16.4	15.5	47.2
Mn	41.0	58.0	26.6
Ni	30.9	23.2	26.7
Pb	79.3	22.0	14.2
Zn	23.0	10.5	31.2
H	105.8	35.3	70.7
N _t	14.6	30.7	7.1
C _{org}	14.9	30.7	7.5

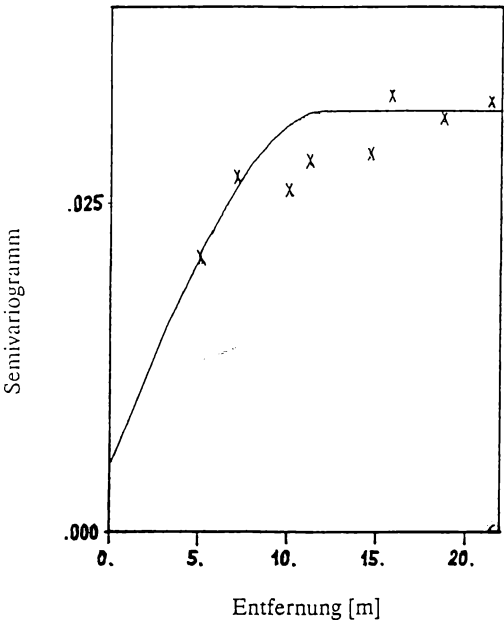


Abb. 1:
Semivariogramm der Zn-Gehalte im A_p-Horizont des Pelosols (logarithmiert)

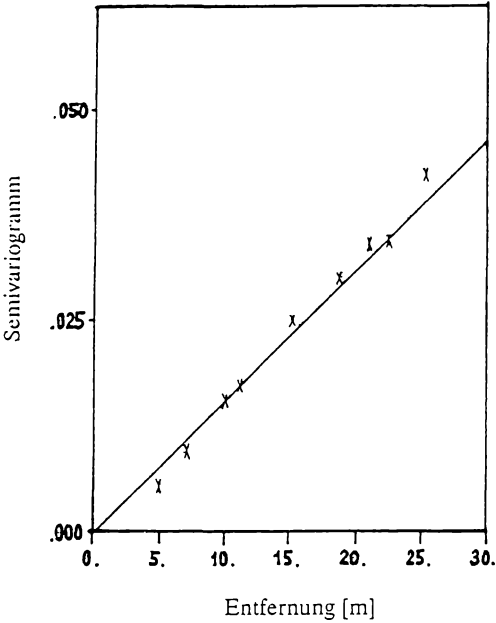


Abb. 2:
Semivariogramm der Cr-Gehalte im A_p-Horizont der Parabraunerde

6. Flächenhafte Darstellung

Die Isolinenkarte der Abb. 3 läßt den Trend erkennen, dem der Chromgehalt im A_p-Horizont der Parabraunerde unterliegt. Für die Konstruktion der Isolinen der Kupfergehalte in Abb. 4 wurden

zwei Verfahren angewendet. Die Isolinen, die nach der "Invers-Distance"-Methode berechnet wurden (gestrichelt), weichen von den Isolinen der "Kriging"-Methode ab (durchgezogen). Durch die Benutzung der Semivariogrammfunktion lassen sich Bodenkenngrößen mit höherer Genauigkeit abschätzen.

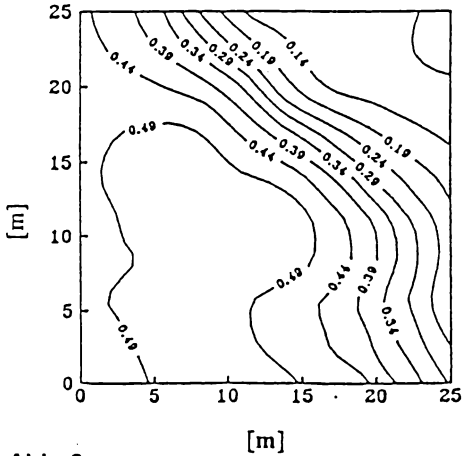


Abb. 3:
Isolinen der Cr-Gehalte im A_p -Horizont der Parabraunerde

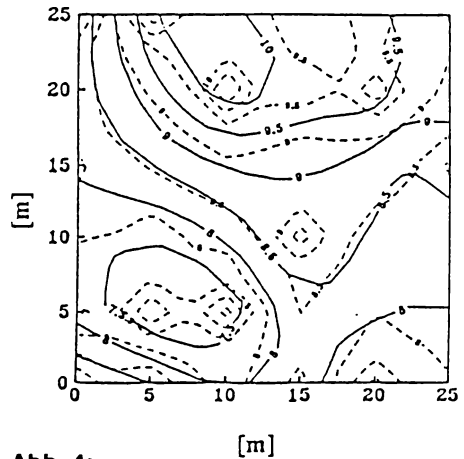


Abb. 4:
Isolinen der Cu-Gehalte im A_p -Horizont des Pelosols

7. Schlußfolgerung

Die untersuchten bodenchemischen Kenngrößen sind selbst auf Flächen, die durch ackerbauliche Nutzung wiederholt durchmischt, und die als pedologisch und geologisch einheitlich betrachtet werden, einer deutlichen räumlichen Variabilität unterworfen.

Mittelwert und Standardabweichung von Meßwerten einer Fläche sind für den Vergleich verschiedener Flächen die geeigneten Größen.

Dagegen erlauben Isolinenkarten aus Schätzwerten, die mit dem Kriging-Verfahren ermittelt wurden, eine differenziertere Betrachtung der Flächen.

Literatur

- BURGESS, T. M. & R. WEBSTER, 1980 a: Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties. I. The semivariogram and punctual kriging. *Journal of Soil Science* 31: 315-331.
 BURGESS, T. M. & R. WEBSTER, 1980 b: Optimal interpolation and isarithmic mapping of soil properties. II. Block kriging. *Journal of Soil Science* 31: 333-341.
 CLARK, I., 1979: *Practical Geostatistics*. Applied Science Publishers, Essex, England.
 DAHIYA, I. S., RICHTER, J. & R. S. MALIK, 1984: Soil spatial variability: a review. *Intern. J. Trop. Agri.* 2: 1-102.

Adresse

Hubert Steindl
 Rainer Kloss
 GSF München - Institut für Bodenökologie
 Ingolstädter Landstr. 1

W - 8042 Neuherberg

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [20_1_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Steindl Hubert, Kloss Rainer

Artikel/Article: [Räumliche Variabilität bodenchemischer Kenngrößen 41-44](#)