

Jahrestagung der DBG
Böden – eine endliche Ressource
Kom. V, 05.-13.09.2009, Bonn
Berichte der DBG (nicht begutachtete online-Publikation)
<http://www.dbges.de>

Räumliche Verbreitung geogener Schwermetallgehalte in Böden des Taunus: Einfluss der periglazialen Deckschichtengese

Stefan Stückrad¹, Karl-Josef Sabel²
und Wolfgang Wilcke¹

Zusammenfassung

Solifluidale Massenbewegungen während des Periglazials führten zu einer Vermischung anstehenden Gesteins mit äolischen Ablagerungen und lokalen Erzgängen. Wir untersuchten den Einfluss des Reliefs auf Eigenschaften der Soliflukationsdecken, wendeten Mischungsmodelle an, um die Beiträge einzelner Substrate zu berechnen und nutzten die räumliche Verteilung der Pb-Gehalte und $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ -Verhältnisse, um die Transportweite der Solifluktion zu bestimmen. Dazu untersuchten wir 120 Böden entlang von sechs Transekten im Rheinischen Schiefergebirge. In allen B-Horizonten sowie in ausgewählten O-, A- und C-Horizonten wurden Spurenelementgehalte und teilweise $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ -Isotopenverhältnisse bestimmt. Unsere Ergebnisse zeigen, dass das Relief einen wichtigen Einfluss auf die Ausprägung von Soliflukationsdecken hat, dass auf Spurenelementgehalten basierende Mischungsmodelle geeignet sind, die Beiträge der Hauptkomponenten (z.B. anstehendes Gestein, Löss, Laacher See-Tephra und lokale Vererzungen) zu berechnen und dass die periglaziale Solifluktion Pb-Gehalte des Bodens bis in >100 m Entfernung von der „überfahrenen“ lokalen Vererzung erhöhen können.

Schlüsselworte: End-member-mixing-Modelle (EMMA), Pb-Isotopenverhältnisse, solifluidale Transportweite, lokale Erzgänge, Substratmischungen

¹ Forschungszentrum für Erdsystemwissenschaften, Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz, e-mail: s.stueckrad@cost.esf.org

² Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLuG), Rheingauerstr. 95, 65203 Wiesbaden

1. Einleitung

Während der Glazialphasen kam es in den europäischen Mittelgebirgen bedingt durch extensive solifluidale Massenbewegungen zur Bildung von Deckschichten. Diese Deckschichten repräsentieren eine Mischung verschiedener Substrate wie anstehendes Ausgangsgestein, äolische Ablagerungen und lokale Erzgänge. Die räumliche Ausdehnung der Metallkontaminationen verursacht durch kleinräumige Erzgänge wird durch die periglaziale Solifluktion verstärkt.

Die Ziele unserer Untersuchung waren,

- a) den Zusammenhang zwischen den Reliefeigenschaften und den Ausprägungen der solifluidalen Deckschichten und Böden aufzuklären,
- b) mittels Spurenelementgehalten und Blei-Isotopen-Verhältnissen als Eingangsdaten für Mischungsmodelle die Beiträge der einzelnen Substrate zum Ausgangsmaterial der Bodenbildung zu identifizieren und zu quantifizieren und
- c) die räumliche Verteilung von Blei (Pb) in Deckschichten, die über Bleierzgänge gewandert sind, zu untersuchen, die Transportweite des erzbürtigen Bleis zu berechnen und die kontrollierenden Faktoren der Transportweite zu bestimmen.

2. Standort und Methoden

Die Untersuchungen wurden auf zwei Standorten im Taunus (südwestliches Rheinisches Schiefergebirge) durchgeführt. Es wurden vier SW-exponierte Transekte im Westtaunus und zwei O-exponierte Transekte im Osttaunus bodenkundlich kartiert und beprobt. Die Probenahme der B-Horizonte erfolgte mittels Pürckhauer-Bohrung. Die Horizontansprache erfolgte nach AG Boden (2005). Alle Probenahmepunkte wurden mit GPS eingemessen.

Alle O-, A-, B- und C-Horizontproben wurden mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) auf ihre Spurenelementgehalte und teilweise auf ihre $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ -Isotopenverhältnisse analysiert.

Die Textur wurde nach Köhn bestimmt. Zur Datenverwaltung/Modellbildung diente das HLuG-Datenbankprogramm BOFA 2.5 (Profil- und Texturdaten). Mittels ArcGIS 9.2 wurden die Transekte bzw. Probenahme-punkte mit den bodenkundlichen und geologischen Informationen kombiniert sowie mit dem digitalen Höhenmodell (DHM) und den daraus abgeleiteten Reliefparametern ver-schnitten.

Neben der Bestimmung der periglazialen Transportweiten in den einzelnen Transekten wurde mit statistischen Methoden (Regressions-, Korrelations- und Hauptkomponenten-Analyse, sowie Kreuztabellen) die steuernden Faktoren der periglazialen Transportweite analysiert.

Zur Quantifizierung der Beiträge anthropo-genen bzw. erzbürtigen Bleis zum Gesamtbleigehalt in den einzelnen Horizonten wurden Zwei- bzw. Vier-Komponenten-Mischungsmodelle eingesetzt.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die steuernden Faktoren der Verteilung und Eigenschaften periglazialer Deckschichten sind neben der Petrographie, Reliefeigenschaften wie Exposition, Hangneigung, Hangposition und Krümmung (Ergebnisse nicht gezeigt). Abhängig von den Reliefeigenschaften und -positionen reichen die ausgeprägten Bodentypen von sauren Braunerden bis zu Pseudogley-Parabraunerden.

Außer für Pb lagen die Spurenelementgehalte im Rahmen niedriger Hintergrundgehalte. Die Pb-Gehalte lagen zwischen 20-135 mg kg⁻¹. Abnehmende Spurenelementgehalte und ²⁰⁶Pb/²⁰⁷Pb-Isotopenverhältnisse zeigen, dass nahezu kein Pb aus atmosphärischer Deposition in die B-Horizonte verlagert wurde. Eine Hauptkomponentenanalyse (PCA) der Spurenelementgehalte identifizierte vier Hauptsubstratquellen der untersuchten B-Horizonte (Tonschiefer [Cr], Löss [Zr], Laacher-See-Tephra LST [Nb] und lokale Pb-Erzgänge [Pb]) (Abb. 1).

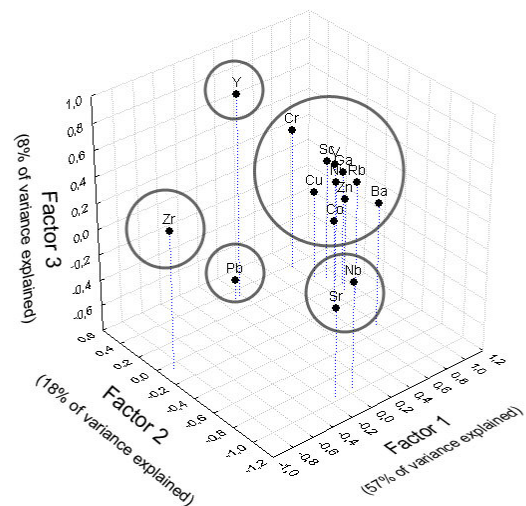


Abb. 1: Illustration der Spurenelementgehalte in den B-Horizonten der drei Hauptkomponenten.

Entlang der untersuchten Transekte traten lokale Gehaltsmaxima von Pb auf, die in räumlicher Beziehung zu lokalen Erzgängen stehen (Abb. 2).

Mithilfe eines auf ²⁰⁶Pb/²⁰⁷Pb-Isotopenverhältnissen basierenden Mischungsmodells konnten 14 Bereiche lokaler Pb-Gehaltsmaxima ausgewiesen werden, die 76-100% erzbürtigen Bleis enthalten. Mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems wurden die Transportweiten des erzbürtigen Bleis mit 30 bis 110 m bestimmt. Die steuernden Faktoren der Transportweite sind dabei die Vertikalkrümmung und die Schluffgehalte (Abb. 3).

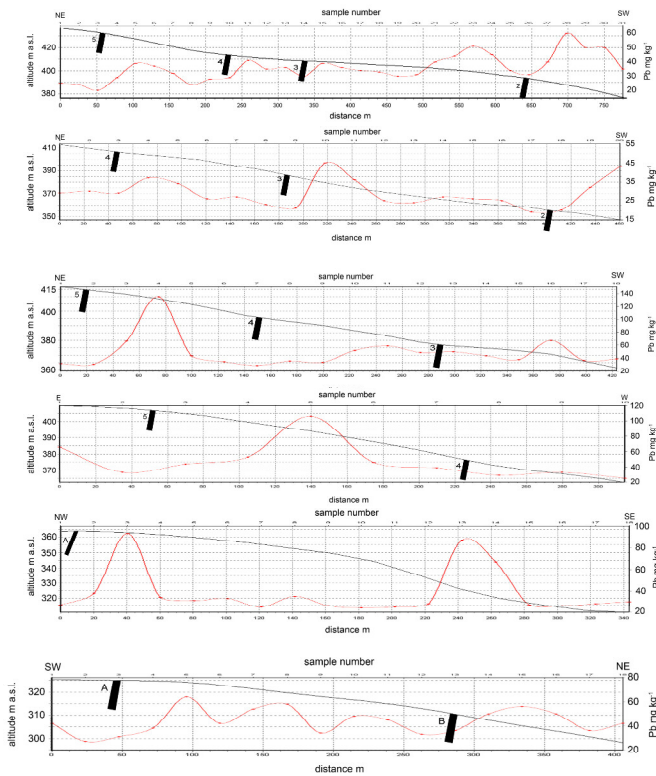


Abb. 2: Reliefdarstellung aller Transekte mit Lage der Erzgänge und Probenahmepunkte. Die rote Linie illustriert die Pb-Gehalte in den B-Horizonten.

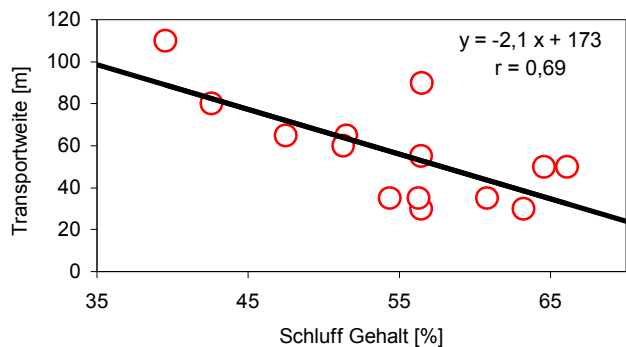


Abb. 3: Korrelation der Transportweite mit dem Schluffgehalt

Der Massenbeitrag des Pb-Erzes zur Substratmischung lag bei <0,1%.

4. Schlussfolgerungen

Unsere Untersuchung zeigt, dass

- Reliefeigenschaften und Reliefposition einen entscheidenden Einfluss auf die Ausprägung der Deckschichten und Böden im europäischen Mittelgebirgsbereich haben,
- Mischungsmodelle in Kombination mit Spurenelementanalysen und Isotopenverhältnissen ein wichtiges Werkzeug zur Bestimmung der Beiträge der einzelnen Glieder in Bodensubstratmischungen darstellen, sowie
- lokale Bleierzgänge die natürlichen Pb-Gehalte in Böden, entwickelt in periglazialen Deckschichten der letzten Vereisungsphase (Würm), bis über 100 m Entfernung erhöhen können.

5. Danksagung

Wir danken dem Exzellenzcluster „Geocycles“ für die finanzielle Förderung.