

Tagungsbeitrag zu: Kommission V, V/3
 Titel der Tagung: „Böden
 Lebensgrundlage und Verantwortung“
 Veranstalter: DBG, Sept. 2013, Rostock
 Berichte der DBG (nicht begutachtete
 online Publikation) <http://www.dbges.de>

Anwendbarkeit von Radiosignaturen zur Bodenkartierung in der nördlichen Wetterau

Vashev, B.¹, Herrmann, L.² und Felix-
 Henningsen, P.¹

Zusammenfassung

Die Möglichkeit die Feldspektroskopie als Hilfsmittel für die Bodenkartierung anzuwenden, wurde in der Wetterau für drei typische Ausgangssubstrate und fünf häufig vorkommende Bodentypen untersucht.

Besonders jüngste äolische Ablagerungen von Laacher See Tephra (LST) wiesen signifikant höhere Radiosignatur, bei allen Werten der drei gemessenen Isotopen (K, eU und eTh) verglichen mit Löß und frischen Basalt, auf. Löß und Basalt zeigten sehr ähnliche Gehalte an K⁴⁰. Jedoch waren die eU und eTh Signaturen von Löß signifikant höher als beim Basalt. Anhand von Feldmessungen der Radiosignaturen war es möglich, die Anteile von Löß und Tephra in zwei Horizonte eines Tschernosem-Parabraunerde aus Löß/LST-Gemisch, zu berechnen. Die berechneten Anteile wiesen gute Übereinstimmung mit den Modellierungen der Anteile, basiert auf XRF-Daten, auf.

Die an der Oberfläche gemessenen Signaturen typischer Böden haben aufgezeigt, dass prinzipiell flachgründige Böden aus Basalt, Lößböden und Böden aus Basaltsaprolit oder verallitische Bodensedimente voneinander differenziert werden können.

Schlüsselworte: Laacher See Tephra, Löss, K⁴⁰, eTh, eU, Radiosignatur

¹ Justus Liebig Universität Gießen, Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung,

² Universität Hohenheim, Intitut für Bodenkunde und Standortslehre

Boris.Vashev@umwelt.uni-giessen.de

Allerdings bei Zweischichtprofilen mit einer Mächtigkeit der oberen Schicht > 3 dm ist keinen Nachweis von den tiefer liegenden Bodensubstraten mehr möglich. Ebenfalls problematisch ist die Unterscheidung von Basalt und Lößböden.

Einführung und Zielsetzung

Miozäne Basalte, Basaltsaprolite, periglaziär umgelagerte ferralitische Bodensedimente, Laacher See Tephra (LST) und Löß stellen die wichtigsten Bodenbildende Substrate in der Wetterau dar. Diese weisen unterschiedliche Herkunft, Chemismus und Alter auf. Das Potential der Feldgammaspectroskopie für die schnelle Diagnostik verschiedener Substrate und die räumliche Zuordnung verschiedener Böden wurde untersucht. Es wurde angenommen, dass Basalt, LST und Löß unterschiedliche radiometrische Signaturen aufweisen. Um diese Hypothese zu prüfen, wurde eine Tschernosem-Parabraunerde am Rand der Basaltgrube der Firma Buss Basalt GmbH, bei Gambach (Münzenberg) ausgewählt. Zusätzlich wurden 5 repräsentative Bodenprofile in der Wetterau mit bekannter Genese und Eigenschaften ausgewählt, um ihre charakteristischen Oberfläche nahen γ -Strahlung zu ermitteln.

Methoden

Mittels "Geophysical Gamma-Ray Spectrometer GRM-260" der Firma Gf Instruments, Czech Republic, wurde die radioaktive Strahlung von K, eU und eTh von den zu untersuchenden Bodensubstraten und -horizonten gemessen. Die Messungen wurden in vier Wiederholungen durchgeführt.

Die Daten wurden mit der Software Gamma Surveyor übertragen und mit Excel statistisch ausgewertet. Die Signifikanz wurde durch zweistichproben t-Test getestet. Mit Excel wurden iterativ die hypothetischen Löß- und LST-Anteile der A_{xh} und iC_v Horizonte des Hauptbodenprofils modelliert, die die aktuelle Radiosignatur der Bodenhorizonte bedingen.

Ergebnisse

Die Abbildung 1 zeigt die Gehalte an radioaktiven K, eU und eTh für Basalt, LST und Löß. K^{40} ist das Isotop mit dem höchsten Gehalt in allen Substraten. Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Basalt und Löß und zwischen LST aus der unteren und mittleren LST Schicht gefunden. Hingegen wiesen eU und eTh signifikante Unterschiede bei allen untersuchten Substraten auf.

Die potenzielle Anwendung von Radio-Signaturen, für die Bestimmung von Anteilen verschiedener Komponente von äolischen bodenbildenden Substraten, wurde an einer erodierten Tschernosem-Parabraunerde aus LST und Löß getestet.

Die Radiosignaturen von den reinen Ausgangssubstraten: Löß, untere Laacher See Tephra (LLST), mittlere Laacher See Tephra (MLST), den Axx-Bt und ilCv Horizonten wurden gemessen.

und die berechneten Radiosignaturen sind in der Abbildung 2 dargestellt.

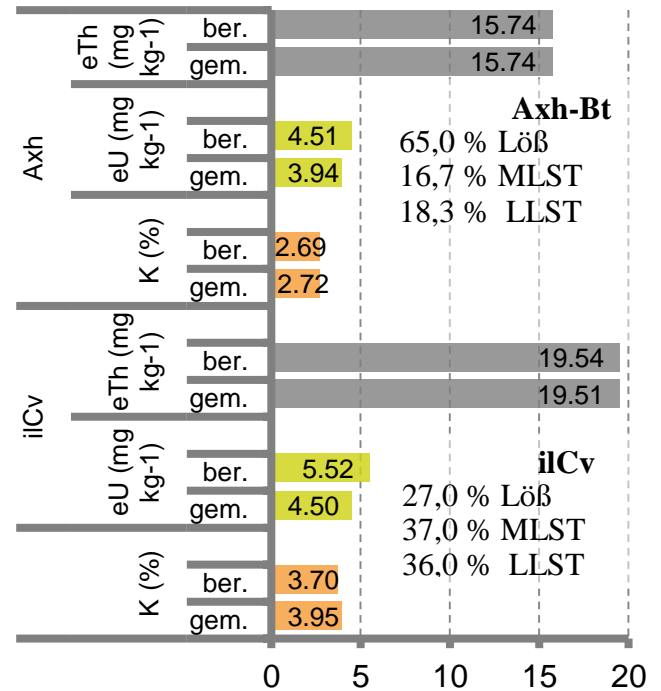


Abb.2: Horizontbezogene Radiosignaturen eines Tschernosems aus Löß und LST.

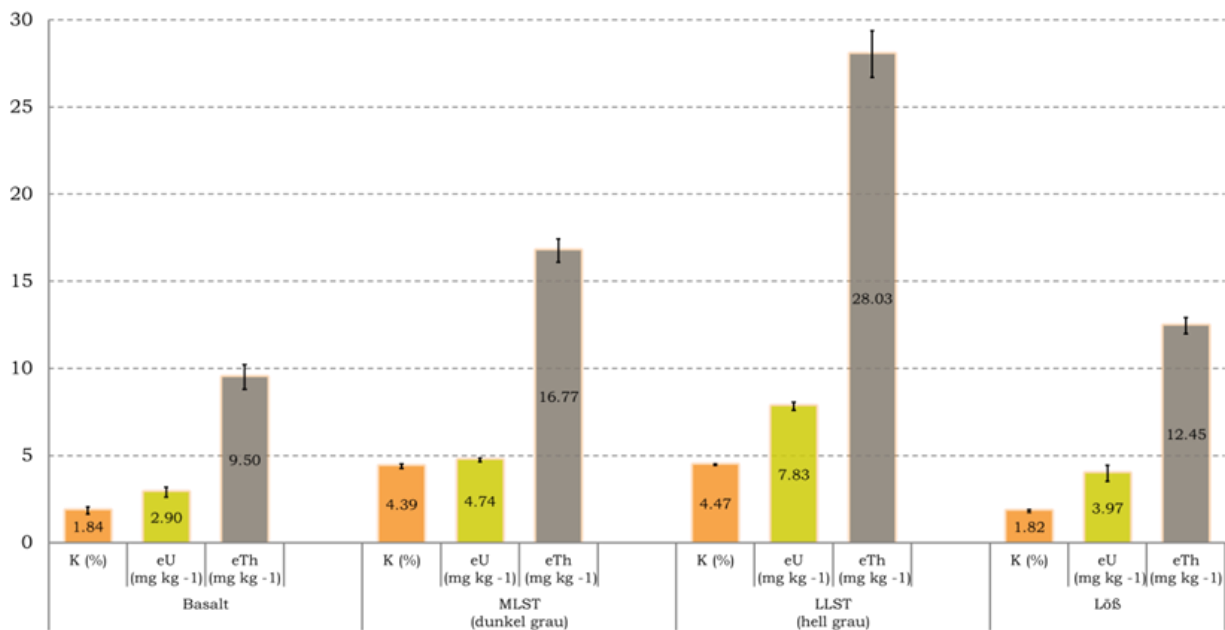


Abb. 1: Gehalte an natürlichen radioaktiven Elementen der bodenbildenden Substrate der nördlichen Wetterau

Die hypothetischen Anteile der beiden Ausgangssubstrate Löß und LST an den daraus entwickelten Bodenhorizonten wurden iterativ berechnet. Die gemessenen

Der Axx-Bt-Horizont wies insgesamt niedrigere Werte der gemessenen radioaktiven Isotope im Vergleich zum ilCv auf. Dies bestätigt eindeutig den höheren Anteil an LST im ilCv-Horizont, welcher durch optische und mikroskopische Beobachtungen vermutet wurde.

Die geringste Summe der Fehler zwischen den gemessenen und berechneten

Radiosignaturen wurde in dem Axb-Bt-Horizont bei einem Mischungsverhältnis Löß/LST = 65/35% und in dem ilCv-Horizont Löß/Tephra = 27/73% gefunden.

Die Radiosignaturen gemessen an der Oberfläche 5 typischer Böden der Wetterau sind in der Abbildung 3 dargestellt.

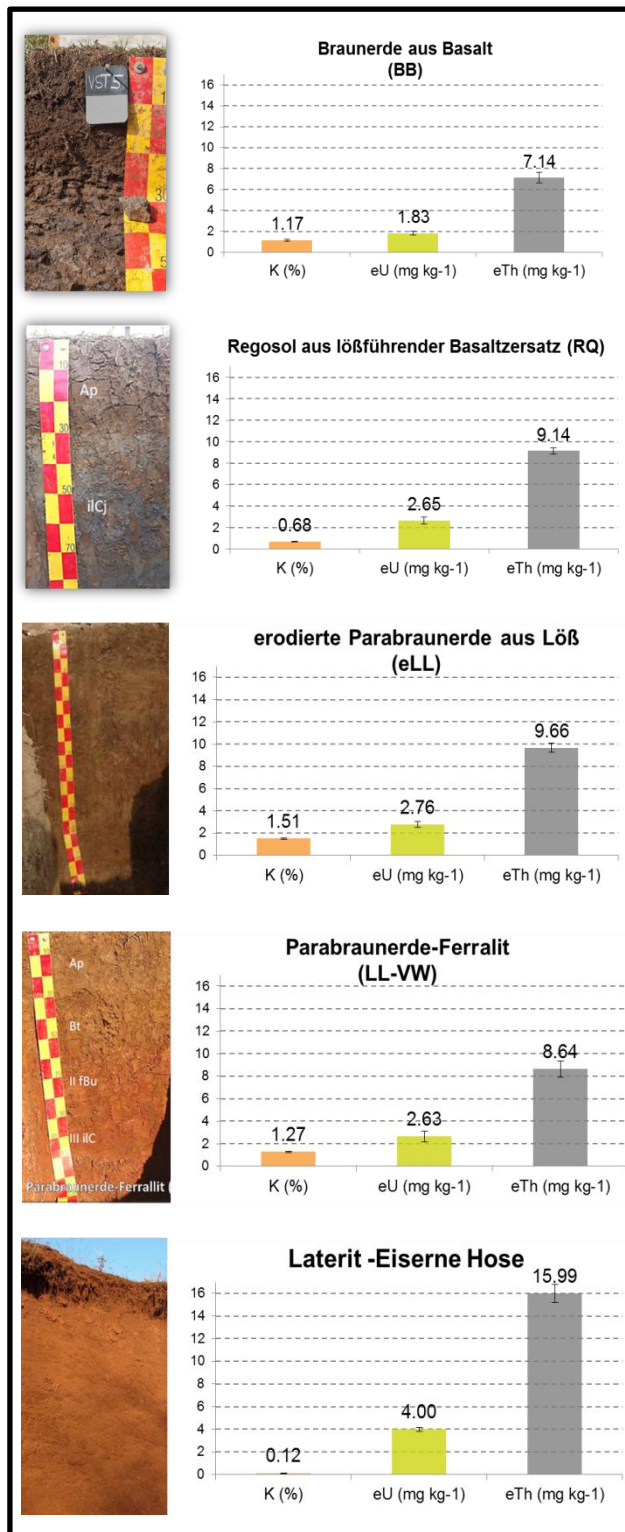


Abb. 3 Oberflächennahe Radiosignaturen 5 typischer Böden der Wetterau

Alle Radioisotope zeigten signifikante Unterschiede bei folgenden Böden: Braunerde vs. Regosol, Braunerde vs. erodierter Parabraunerde, Braunerde vs. Laterit, Regosol vs. Laterit, erodierte Parabraunerde vs. Laterit und Parabraunerde-Ferralit vs. Laterit.

Bei den Vergleichen Braunerde vs. Parabraunerde-Ferralit zeigten nur eU und eTh signifikante Unterschiede. Während bei Regosol vs. erodierter Parabraunerde, Regosol vs. Parabraunerde-Ferralit und erodierte Parabraunerde vs. Parabraunerde-Ferralit nur der K^{40} signifikant verschieden war.

Diskussion

Die absoluten Werte der Radioisotopen von untersuchten bodenbildenden Substraten verdeutlichen, dass nur der eTh oder der eTh * eU Index (Erbe et al. 2011) bei allen Substraten als zuverlässiger Indikator dienen kann. Im Gegensatz bieten K und eU und der K/eTh (Schuler et al. 2011) keine zuverlässige Möglichkeit die Substrate zu unterscheiden. Problematisch erscheint vor allem die Unterscheidung zwischen Basalt und Löß. Jedoch ist LST sehr gut von ihnen auf Grund ihrer hohen Radioaktivität zu unterscheiden. Dies könnte beim Nachweisen von Tephra im Boden genutzt werden. Die hier präsentierten Anteilsberechnungen für die Tschernosem-Parabraunerde weisen eine gute Übereinstimmung mit den von Lederer et al. (2013) modellierten Anteilen von Löß und LST, für denselben Standort, basiert auf den stabilen Hauptelementen (XRF-Daten), auf.

Die Feldspektroskopie weist Potential auf, junge flachgründige Böden, wie Braunerden aus Basalt in einer Lößlandschaft zu differenzieren. Auch Böden, entwickelt aus Basaltsaprolit oder tertiären Bodensedimenten können damit zuverlässig ausgewiesen werden. Problematisch ist die Unterscheidung zwischen Parabraunerden

aus Löß und Braunerden aus Basalt sowie auch zweischichtige Böden, wie z.B. Löß über ferralitische Bodensedimente bei einer Lößmächtigkeit von mehr als 30 cm.

Literatur

Erbe, P., Schuler, U., Stahr, K. und Herrmann, L., 2011. Gammaskpektrometrie –eine vielversprechende Methode zur Feldbestimmung und luftgestützten Erkundung von Böden. Berichte der DBG. Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG, Kommission V, Titel der Tagung: Böden – eine endliche Ressource.

Lederer, R., Vashev, B. und Felix-Henningsen, P., 2013. Der Einfluss von Laacher See Tephra auf die Genese und die Erhaltung eines Tschernosems in der nördlichen Wetterau. Berichte der DBG. Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG, Kommission V, Titel der Tagung: „Böden Lebensgrundlage und Verantwortung“.

Schuler, U., Erbe, P., Zarei, M., Rangubpit, W., Surinkum, A., Stahr, K. und Herrmann, L., 2011. A gamma-ray spectrometry approach to field separation of illuviation-type WRB reference soil groups in northern Thailand. J. Plant Nutr. Soil Sci. 2011, 174, 536–544