

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG, Kommission V,
AG Digital Soil Mapping

Titel der Tagung:

„Unsere Böden – Unser Leben“

Veranstalter:

DBG

Termin und Ort:

05. – 10.09.2015 in München

Berichte der DBG

(nicht begutachtete online Publikation)

<http://www.dbges.de>

Eignung der Gammasspektrometrie zum Kartieren der Mächtigkeit und der C-Vorräte von Moorböden

Billen, N.¹, Kern S.²,
Kuhfeld H.², Herrmann L.²

Schlüsselwörter

Moorboden, Torfmächtigkeit,
Kohlenstoffvorrat, Gammasspektrometrie

Hintergrund

Die feldbodenkundliche Kartierung ist ein kostenintensiver Prozess. Daher wird seit Jahrzehnten nach kostenreduzierenden Verfahren gesucht. Besonders nicht-invasive Verfahren der proximalen und distalen Erkundung sind hier von Interesse, wie z.B. zerstörungsfreie, gammasspektrometrische Analysen zur Bestimmung chemischer und physikalischer Eigenschaften von Böden und Gesteinen (Dickson und Scott 1997). Allerdings sagen nur wenige Verfahren direkt etwas über die Bodeneigenschaften aus. Bei den Meisten müssen standortabhängige Regressionen eingesetzt werden, um Bodeneigenschaften abzuleiten.

¹ bodengut - Büro für nachhaltige Bodennutzung,
Riedgrasweg 26, 70599 Stuttgart,
nbillen.bodengut@t-online.de

² Univ. Hohenheim, Institut für Bodenkunde und
Standortslehre, Emil-Wolff Str. 27, 70599 Stuttgart

Die Gammasspektrometrie erlaubt im Gelände direkte Aussagen zu den Gesamtelementkonzentrationen von Kalium, Thorium, Uran und Caesium. Allerdings sind die Messwerte abhängig von einer Reihe anderer Bodenvariablen wie z.B. der Lagerungsdichte und dem Wassergehalt. Auch die organische Bodensubstanz als Quasi-Nichtstrahler „verdünnt“ das mineralbürtige Gammasignal. Daher kann das Gammasignal potentiell auch für die Erkundung der organischen Bodensubstanz eingesetzt werden.

Untersuchungsziel

Moore stellen einen der großen variablen Bodenspeicher für organisches C dar. In Abhängigkeit von Nutzung, Management und Klima verändern sich deren Treibhausgasemissionen und C-Vorräte (Byrnes et al. 2004, Drösler et al. 2012). Aus diesem Grund besteht großes Interesse an Verfahren, die diesen Speicher wiederholbar bei geringen Kosten abschätzen können. In verschiedenen Ländern wie z.B. Irland oder Norwegen (z.B. Beamish 2013) wurden bzw. werden Moorkartierungen auf der Basis der Gammasspektrometrie durchgeführt. Hier sollte im Rahmen von Untersuchungen zur Wirkung von Moorschutzstrategien (s. Billen et al. 2014) geprüft werden, ob dieses Verfahren auch für Moore in Baden-Württemberg anwendbar ist (siehe Abbildung 1).

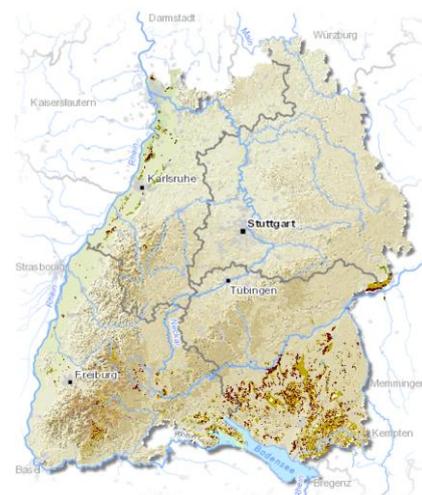


Abbildung 1: Verbreitung der Moore in Baden-Württemberg gemäß Moorkataster nach LUBW (2015).

Ergebnisse

Die Abhängigkeit der Gammasignale von der Mächtigkeit der organischen Auflagehorizonte auf einem Transekt im Pfrunger-Burgweiler Ried ca. 25 km nördlich des Bodensees in Baden-Württemberg zeigen die Regressionskurven in Abbildung 2. Die Ergebnisse belegen die erwartete exponentielle Abschwächung. Die gefitteten Funktionen ergeben ausreichende Bestimmtheitsmaße mit $r^2 = 0,78$ bis $0,90$. Die härtere Uranstrahlung lässt eine Differenzierung bis zu größeren Tiefen zu. Torfmächtigkeiten über einen Meter lassen sich jedoch nicht ausreichend differenzieren. Damit ist die Methode an diesem Standort nur in den Randbereichen zur Torfmächtigkeitskartierung nutzbar.

Die Schwächung der eU-Gammasignale in Abhängigkeit von der Menge Wasser und Kohlenstoff bezogen auf 1m^2 Oberfläche an vier Standorten im Pfrunger-Burgweiler Ried zeigen die Streudiagramme in Abbildung 3. Während die Wassermenge einen ausreichenden exponentiellen Zusammenhang zur Signalschwächung über alle Standorte zeigt, ist das für Kohlenstoff nicht der Fall. Nur bei getrennter Betrachtung der Einzelstandorte scheinen sich sinnvolle Beziehungen abzubilden. Welche Faktoren für diese Differenzierungen zwischen den Standorten ausschlaggebend sind, kann hier noch nicht beantwortet werden.

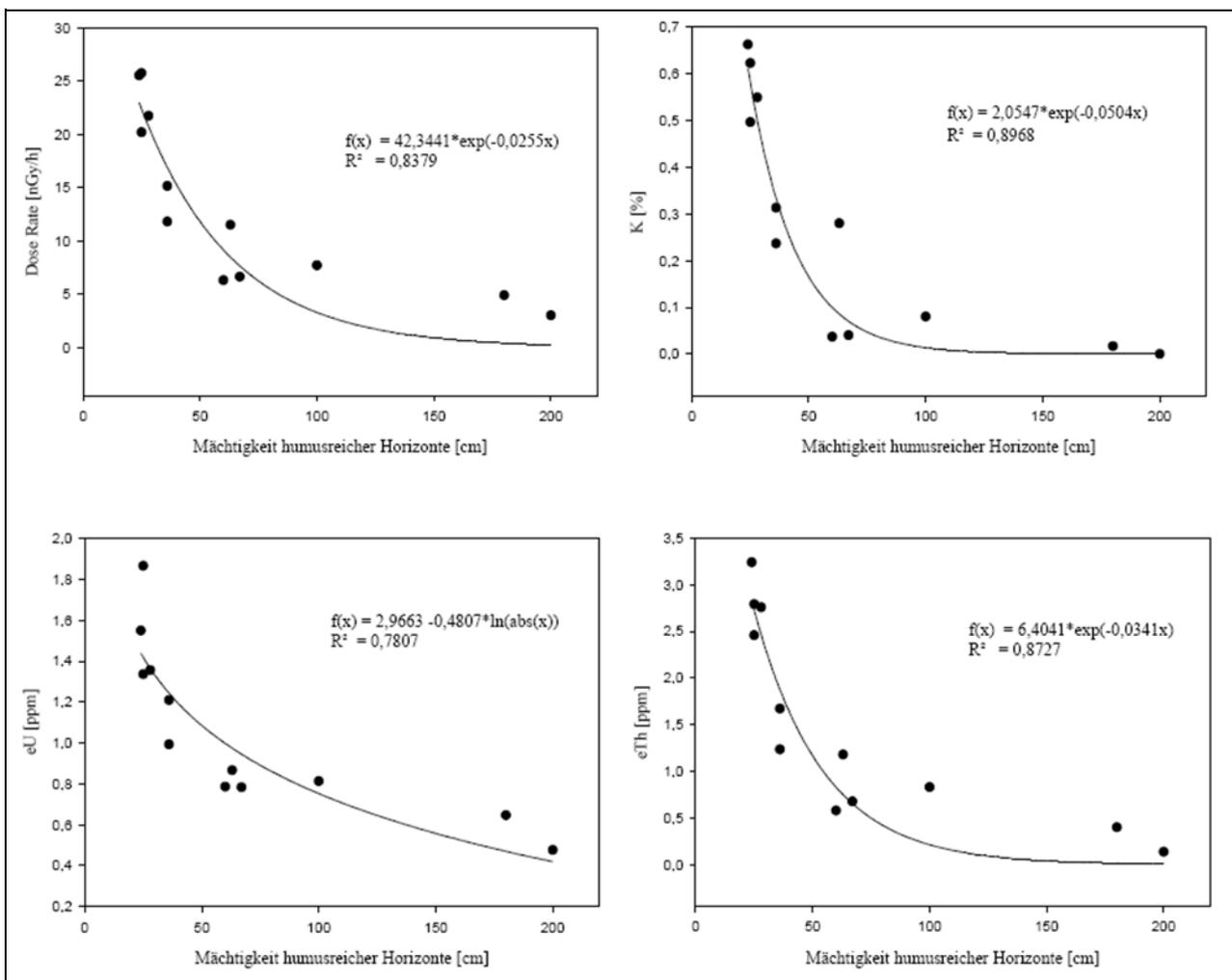


Abbildung 2: Abhängigkeit der Gammasignale von der Mächtigkeit der organischen Moorbodenhorizonte auf einem Transekt im südwestdeutschen Pfrunger-Burgweiler Ried (Kern 2012)

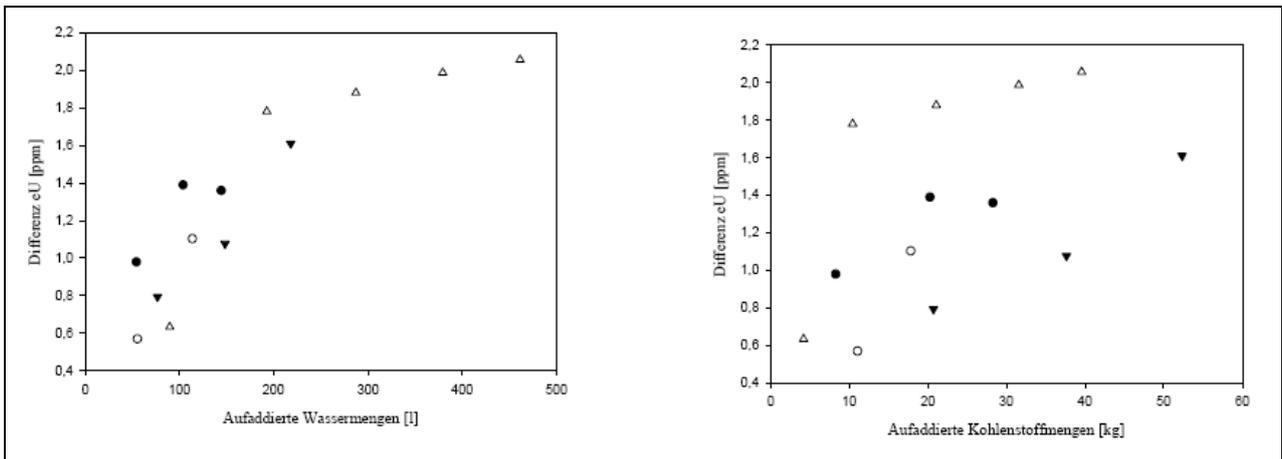


Abbildung 3: Schwächung der eU-Gammasignale in Abhängigkeit von der Menge an Wasser und Kohlenstoff bezogen auf 1m² Oberfläche an vier Standorten (siehe unterschiedliche Symbole) im südwestdeutschen Pfrunger-Burgweiler Ried (Kern 2012)

Tabelle 1: Gammaskpektrometrische Messergebnisse für K, U und Th an verschiedenen in Baden Württemberg den Mooren unterliegenden Substraten (Kuhfeld 2013).

Moor	Region	Substrat der Moorbasis	Substrat ohne Torfauflage			Maximal messbare Torfauflage [cm]
			K [%]	eU [ppm]	eTh [ppm]	
Rotmeermoor	Schwarzwald / Süd	Granit-geschiebe	3,8	7,5	17	90
Donauried	Donau-Iller	Mudde	1,2	3,2	10	77
Graben-Neudorf	Oberrhein	Bach-sediment	0,9	1,8	4	65
Lichtel	Main-Tauber	Mudde	0,5	1,4	4	53
Hohlohsee	Schwarzwald / Nord	Mittlerer Buntsandstein	0,1	0,5	2	35

Die Tabelle 1 zeigt Gamma-Messwerte für die liegenden Substrate an fünf unterschiedlichen Moorstandorten in Baden-Württemberg. Die Daten belegen die breite Spanne an möglichen Messwerten in Abhängigkeit vom Substrat. Je geringer die Messwerte im liegenden Substrat umso geringere Moormächtigkeiten können mit der Methode differenziert werden. Es zeigt sich die Tendenz, dass alle Strahler gleich gerichtet abnehmen (Beispiel: wenn Kalium niedrig, dann auch Thorium).

Fazit

Grundsätzlich lassen sich in den Moorrandbereichen Torfmächtigkeiten bis zu

einem Meter in Abhängigkeit der Strahlungseigenschaften des unterliegenden Substrates durch Gammaskpektrometrie differenzieren. Voraussetzung hierfür ist jedoch ein homogener Strahler (Sediment, Gestein) im Liegenden, so dass in Landschaftsräumen mit unterschiedlicher Geologie auch getrennte Kalibrierungen erforderlich sind.

Darüber hinaus war bei Gesteinen wie z.B. bei einigen Schichten im Buntsandstein, die extrem schwache Gammastrahler sind, nahezu keine Differenzierung der Torfmächtigkeit möglich. Der Wassergehalt modifiziert das Gammasignal in Mooren zusätzlich. Auch Carroll (1981) oder Grasty (1997) erkannten in der Boden-

feuchte einen entscheidenden Faktor für die Schwächung bzw. Absorption von Gammastrahlung in Böden. Daher sind nach extremen Trockenphasen andere Ergebnisse zu erwarten als nach starken Niederschlagsereignissen oder bei hohen Wasserständen.

Insgesamt könnte also nur eine systematische Formalisierung basierend auf differenzierenden Untersuchungen der mineralischen Moorbasis und der Wassergehalte das störungsfreie Messen von Torfmächtigkeiten bis ca. 1 m mittels Gammaspектrometrie ermöglichen. Somit bedarf das Verfahren einer Weiterentwicklung um für die Praxis tauglich zu sein.

Danksagung

Die vorgestellten Untersuchungen wurden dankenswerterweise unterstützt durch die Fiat Panis Stiftung (Ulm) und das Förderprogramm BWPLUS des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Förderkennzeichen BWM 10002)

Referenzen

Beamish, D. (2013): Gamma ray attenuation in the soils of Northern Ireland, with special reference to peat. *J Environ Radioact.* 115 (2013), 13 – 27, doi: 10.1016/j.jenvrad.2012.05.031, Epub 2012 Aug 2.

Billen, N., Böker, R., Holz, I., Kalia, A., Kaule, G., Marggraff, V., Peringer, A., Schwarz-v.Raumer, H.-G., Stahr, K. und Wiedmann, K. (2014): Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg (MooreBW) – Teil 1: Ökologische Grundlagen, Entwicklungsoptionen, Landnutzung und THG-Emissionen. Abschlussbericht BWPLUS BWM 10002/10003, 118 S. + Anhang (<http://www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de>)

Byrnes, K.A., Chojnicki, B., Christensen, T.R., Drösler, M., Freibauer, A., Friborg,

T., Frohling, S., Lindroth, A., Mailhammer, J., Malmer, N., Selin, P., Turunen, J., Valentini, R., and Zetterberg, L. (2004). EU Peatlands: Current Carbon Stocks and Trace Gas Fluxes. Contribution to the project Concerted Action CarboEurope-GHG Lund/Sweden (ftp://ftp.bgc-jena.mpg.de/pub/outgoing/athuille/Umweltgeochemie/Peatreport_final.pdf)

Carroll, T.R. (1981): Airborne soil moisture measurement using natural terrestrial gamma radiation. *Soil Science* 132 (5), 358-366.

Dickson, B.L., Scott, K.M. (1997): Interpretation of aerial gamma-ray survey – adding the geochemical factors. *AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics* 17, 187 – 200.

Drösler, M., Schaller, L., Kattelhardt, J., Schweiger, M., Fuchs, D., Tiemeyer, B., Augustin, J., Werhan, M., Förster, C., Bergmann, L., Kapfer, A. und Krüger, G.-M. (2012). Beitrag von Moorschutz- und -revitalisierungsmaßnahmen zum Klimaschutz am Beispiel von Naturschutzgroßprojekten, *Natur und Landschaft* 87(2), 70–76.

Grasty, R.L. (1997): Radon emanation and soil moisture effects on airborne gamma ray measurements. *Geophysics* 62 (5), 1379-1385.

Kern, S. (2012): Eignung gammaspектrometrischer Erkundung zur Abschätzung von Kohlenstoffvorräten in Mooren am Beispiel des Pfrunger Rieds. – Bachelorarbeit am Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim, 93 S. (unveröffentlicht)

Kuhfeld, H.S. (2013): Das Potential von Gammaspектrometrie zur Kartierung der Torfmächtigkeit in Baden-Württemberg. – Bachelorarbeit am Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Hohenheim, 53 S. (unveröffentlicht)

LUBW (2015): Umwelt-Daten und -Karten Online (UDO) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg - <http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de>