

Tagungsbeitrag zur Jahrestagung der
DBG, Kommission V
Titel der Tagung: Böden – divers &
multifunktional
Veranstalter: DBG
Termin und Ort der Tagung: 02.-08.
September 2023, Halle an der Saale
Berichte der DBG (nicht begutachtete
online Publikation),
<http://www.dbges.de>

Organische Kohlenstoffgehalte und -vorräte von Andosolen im Westerwald

TILMANN SAUER¹, THOMAS WIESNER²,
DORTHE PFLANZ², MICHAEL GOLDSCHMITT²
& MARTIN STEFFENS²

Stichworte: Andosole, Humusgehalt,
organischer Kohlenstoff, Westerwald

Anlass und Zielsetzung

Seit Sommer 2020 hat das Referat
Boden im Landesamt für Geologie und
Bergbau Rheinland-Pfalz etwa 75 Bo-
denprofile mit forstlicher Nutzung im
Westerwaldkreis beschrieben und be-
probt (PFLANZ & WIESNER 2022). Die
Feldarbeiten fanden im Rahmen einer
Kooperation mit Landesforsten statt.
Im Arbeitsgebiet treten häufig Locker-
braunerden aus Laacher See-Tephra
auf, die zukünftig nach der 6. Auflage
der Bodenkundlichen Kartieranleitung
in die neue Bodenklasse der Andosole
eingruppiert werden.
Andosole zeichnen sich durch mehrere
typische Merkmale aus, z.B. eine
besondere Mineralogie (Allophane),
eine geringe Trockenrohdichte, ein
hohes Phosphat- und Wasserreten-
tionsvermögen sowie einen hohen
Gehalt an organischem Kohlenstoff.

- 1) Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für
Klimawandelfolgen
tilmann.sauer@klimawandel-rlp.de
- 2) Landesamt für Geologie und Bergbau
Rheinland-Pfalz, Referat Boden
thomas.wiesner@lgb-rlp.de
dorthe.pflanz@lgb-rlp.de

In dieser Auswertung werden die
organischen Kohlenstoffgehalte und
-vorräte der aufgenommenen Ando-
sole beleuchtet. Ein Vergleich mit den
Werten für die nicht-andischen Böden
aus dem gleichen Naturraum ver-
deutlicht die Unterschiede in Bezug auf
diese Parameter.

Umfang des Datenkollektives

Nicht alle aufgenommenen Profile
gingen in die Auswertung ein. Ver-
wendet wurden nur Profile, die im
Bereich bzw. Umfeld des TK25-Blattes
Selters (5412) liegen. Hierdurch wird
eine größere naturräumliche Homo-
genität gewährleistet.
Zudem sind auf Grund der besseren
Vergleichbarkeit mit den Andosolen
nur braunerdeartige Böden aus bims-
freien oder bimsarmen periglazialen
Lagen in die Analyse eingeflossen.
Böden aus anderen Substraten (z.B.
Kolluvien, Auenböden) wurden nicht
berücksichtigt. Insgesamt wurden 39
Profile für die vorliegende Auswertung
verwendet (vgl. Abbildung 1):

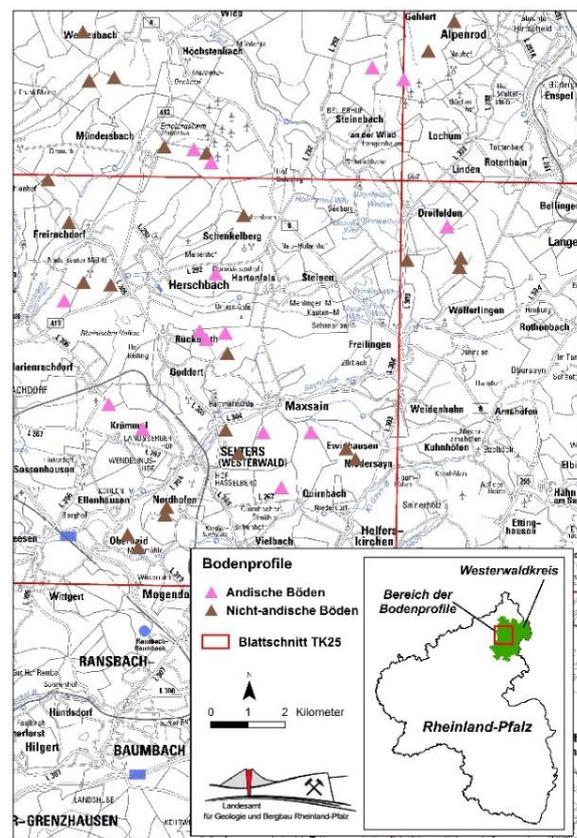


Abb. 1: Lage der Bodenprofile

Bestimmung der Andosol-Kriterien

Bei den Profilaufnahmen wurde immer der Allophan-Feldtest nach FIELDS & PERROTT (1966) durchgeführt. Aus allen Horizonten wurden gestörte Proben für die bodenchemische Analytik entnommen. Eine ungestörte Probenahme für die bodenphysikalischen Kennwerte erfolgte bevorzugt bei den Andosolen.

Die Andosol-Laboranalytik wurde bei allen Profilen nach dem Handbuch „Forstliche Analytik“ (Oxalat-Extrakt zur Bestimmung des oxidischen Fe und Al) durchgeführt.

Auf Basis der Laborergebnisse wurde der Datensatz mit den Bodenprofilen in zwei distinkte Kollektive unterteilt:

- in allophanfreie bis -arme Böden (nicht-andische Böden) mit insgesamt 24 Profilen und
- in sehr allophanreiche bis -reiche Böden (andische Böden) mit insgesamt 15 Profilen.

Bestimmungen und Berechnungen zum organischen Kohlenstoff

Die Gehalte an organischem Kohlenstoff wurden für alle Profile mittels Elementaranalyse bestimmt.

Die Berechnung der Kohlenstoffgehalte und -vorräte erfolgte analog zur Methodik in SAUER & WIESNER (2021). Die Humusaufgaben wurden nicht berücksichtigt. Ausgewertet wurden die Tiefenstufen 0-30 cm, 30-100 cm sowie 0-100 cm.

Ergebnisse der C_{org}-Berechnungen:

In Abbildung 2 werden die Mittelwerte der organischen Kohlenstoffgehalte für die Datenkollektive gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass die allophanreichen Böden bzw. die Andosole deutlich höhere Kohlenstoffgehalte aufweisen. Die allophanreichen Böden enthalten in der Tiefenstufe 0-30 cm im Mittel 4,17 Masse-% und in der Tiefenstufe 30-100 cm 1,06 Masse-% organischen Kohlenstoff. Bei den allophanfreien

und -armen Böden liegen die Werte bei 1,94 bzw. 0,35 Masse-% C_{org}.

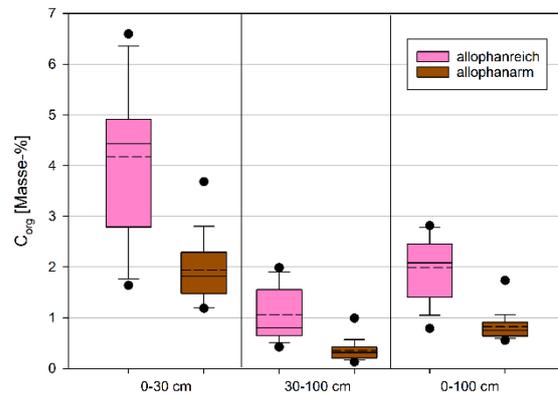


Abb. 2: Organische Kohlenstoffgehalte für die zwei Datenkollektive [in %].

Ein vergleichbares Bild zeigt sich bei den Vorräten an organischem Kohlenstoff. Die allophanreichen Böden weisen in der Tiefenstufe 0-30 cm 111 t/ha an organischem Kohlenstoff auf. Dagegen enthalten die allophanfreien bzw. -armen Böden nur 54 t/ha. Für die Tiefenstufe 30-100 cm ergeben sich 67 t/ha (allophanreiche Böden) und 25 t/ha (allophanfreie bzw. -arme Böden).

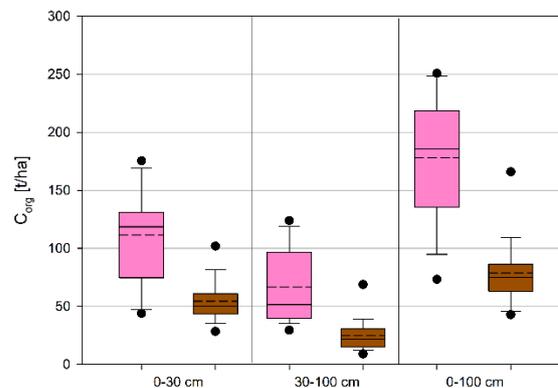


Abb. 3: Vorräte an organischem Kohlenstoff für die zwei Datenkollektive [in t/ha].

Ursachen der Differenzen

Für die Berechnung der organischen Kohlenstoffvorräte sind die Parameter Trockenrohdichte (TRD) und Skelettgehalt von Bedeutung. Die allophanreichen Böden bzw. Andosole weisen substratbedingt durchweg sehr geringe Trockenrohdichten und sehr geringe

Grobbodengehalte auf. Sowohl TRD, als auch Skelettgehalt sind deutlich niedriger als bei den allophanfreien bzw. -armen Böden (vgl. Abb. 4 & 5).

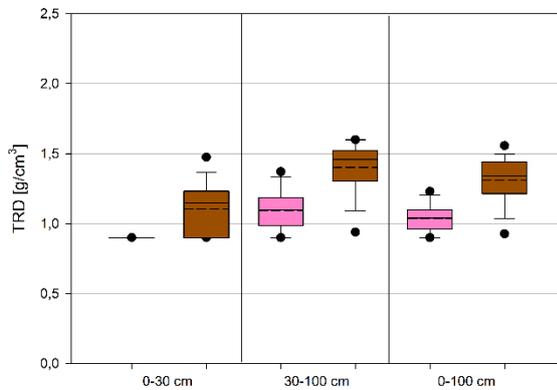


Abb. 4: Trockenrohdichten in den beiden Datenkollektiven nach Tiefenstufen.

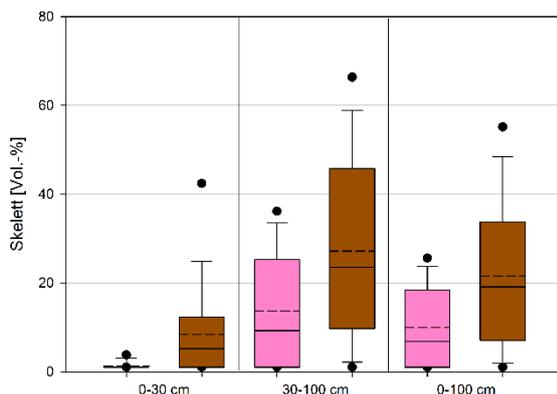


Abb. 5: Skelettgehalte in den beiden Datenkollektiven nach Tiefenstufen.

Einen nur schwierig genau zu bestimmenden Einfluss auf die organischen Kohlenstoffgehalte und -vorräte weisen die Allophane bzw. die short-range-order-Mineralen auf (vgl. u.a. RENNERT et al. 2014, CHEVALLIER et al. 2019).

Für eine erste Quantifizierung dieses Einflussfaktors wurden für alle Profile im Arbeitsgebiet die B-Horizonte selektiert. D.h. es werden die allophanfreien bzw. -armen Bv-Horizonte der Braunerden und die allophanreichen Bfv-Horizonte der Bims-Lockerbraunerden bzw. der Andosole gemeinsam betrachtet.

Die Auswertung zeigt, dass mit zunehmendem Gehalt an den für Andosole typischen oxalatlöslichen Elementen ($Al_{ox} + \frac{1}{2} Fe_{ox}$) die Corg-Gehalte in der Regel steigen. Die Zusammenhänge zwischen den genannten Parametern zeigt Abbildung 6.

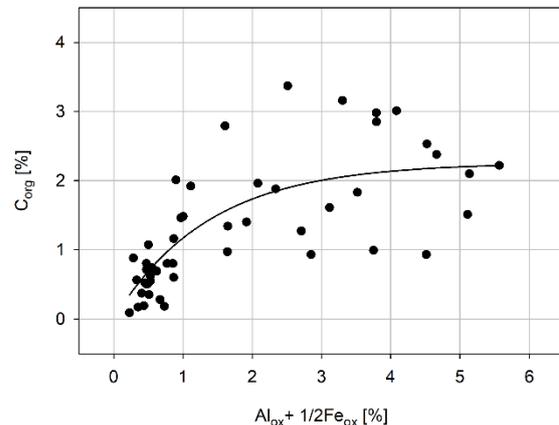


Abb. 6: Organische Kohlenstoffgehalte im Verhältnis zu $Al_{ox} + \frac{1}{2} Fe_{ox}$.
Exponential Rise to Maximum; Single, 2 Parameter $f = a \cdot (1 - \exp(-b \cdot x))$

Bodentypologischer Vergleich:

Bodentypen unterscheiden sich unter anderem auch durch die in ihnen enthaltenen Mengen an organischem Kohlenstoff. So weisen beispielsweise flache, skelettreiche Ranker geringere, tiefgründige Kolluvisole dagegen meist höhere Kohlenstoffgehalte auf.

Diese Variabilität der Bodentypen in Bezug auf die organischen Kohlenstoffvorräte verdeutlicht Abbildung 7.

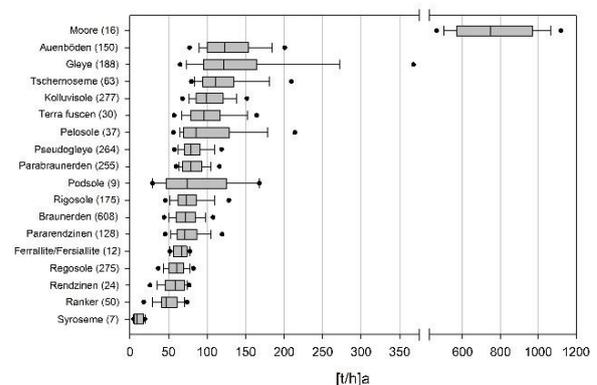


Abb. 7: Vorräte an organischem Kohlenstoff für die Leitprofile der BFD50 nach Bodentypen (in t/ha für 0-100 cm). In () die Anzahl der Leitprofile (aus: SAUER & WIESNER 2021).

Werden die organischen Kohlenstoffvorräte für die allophanreichen Böden bzw. Andosole betrachtet, so zeigt sich: Für die Tiefenstufe 0-100 cm betragen die organischen Kohlenstoffvorräte knapp 180 t/ha.

Damit haben diese Böden höhere mittlere Kohlenstoffvorräte als Auenböden oder Tschernoseme, welche Vorräte von etwa 110 bis 125 t/ha aufweisen (SAUER & WIESNER 2021).

Allophanreiche Böden bzw. Andosole fungieren somit als hervorragende Kohlenstoffspeicher und sind auch auf Grund dessen in hohem Maße schützenswert.

Zusammenfassung und Fazit:

Hohe Humusgehalte in Andosolen bzw. Bims-Lockerbraunerden wurden mit Bezug zu Rheinland-Pfalz schon von STÖHR (1963) erwähnt.

Dass allophanreiche Böden bzw. Andosole höhere organische Kohlenstoffgehalte als vergleichbare nicht andische Böden aufweisen, gilt als empirisch gesichert (CHEVALLIER et al. 2019, DINCA et al. 2012, RODRIGUEZ RODRIGUEZ et al. 2006).

Die Auswertung zeigt, dass auch die in Rheinland-Pfalz vorkommenden Andosole besonders hohe Gehalte an organischem Kohlenstoff aufweisen.

Damit werden die in der Literatur genannten höheren organischen Kohlenstoffgehalte der Andosole mittels der im Westerwaldkreis bearbeiteten Bodenprofile erneut empirisch bestätigt. Zugleich werden die organischen Kohlenstoffgehalte und -vorräte der rheinland-pfälzischen Andosole am Beispiel des Westerwaldkreises quantifiziert.

Danksagung:

Für die Ermöglichung der Geländearbeiten und die konstruktive Zusammenarbeit danken die Autoren allen involvierten Mitarbeitern der Forstlichen Standortkartierung Rheinland-Pfalz und den jeweiligen Forstämtern.

Literatur:

CHEVALLIER, T., FUJISAKI, K., ROUP-SARD, O., GUIDAT, F., KINOSHITA, R., DE MELO VIGINIO FILHO, E., LEHNER, P. & ALBRECHT, A. (2019): Short-range-order minerals as powerful factors explaining deep soil organic carbon stock distribution the case of a coffee agroforestry plantation on Andosols in Costa Rica. In: SOIL, **5**, S. 315-332.

CHEVALLIER, T., WOIGNIER, T., TOUCET, J. & BLANCHART, E. (2010): Organic carbon stabilization in the fractal pore structure of Andosols. In: Geoderma, **159**, S. 182-188.

DINCA, L.C., SPARCHEZ, GH, DINCA, M. & BLUJDEA, V.N.B. (2012): Organic carbon concentrations and stocks in Romanian mineral forest soils. In: Ann. For. Res., **55 (2)**, S- 229-241.

FIELDES, M. & PERROTT, K .W. (1966): The nature of allophane in soils. Part 3: Rapid field and laboratory test for allophane. N.Z.J. Sci., **9**. S. 623-629.

HFA (2005ff): Handbuch Forstliche Analytik. Eine Loseblatt-Sammlung der Analysenmethoden im Forstbereich. Hg. Gutachterausschuss Forstliche Analytik. Göttingen.

RODRIGUEZ RODRIGUEZ, A., ARBELO, C.D., GUERRA, J.A., MORA, J.L., NOTARIO, J.S. & ARMAS, C.M. (2006): Organic carbon stocks and soil erodibility in Canary Islands Andosols. In: Catena, **66**, S.228-235.

PFLANZ, D. & WIESNER, T. (2022): Andosole im Westerwald. In: Jahrestagung der DBG, Titel der Tagung: Grenzen überwinden, Skalen überschreiten, 03.-08.09.2022. Trier. (<https://eprints.dbges.de/1845/>)

RENNERT, T., EUSTERHUES, K., HIRADATE, S., BREITZKE, H, BUNTKOWSKY, G., TOTSCHKE, K. U. & MANSFELD, T. (2014):

Characterisation of Andosols from Laacher See tephra by wet-chemical and spectroscopic techniques (FTIR, ^{27}Al - ^{29}Si -NMR). In: Chemical Geology, **363**, S. 13-21.

SAUER, T. & WIESNER, T. (2021): Berechnung der Bodenkohlenstoffvorräte auf Basis der Bodenflächen-daten 1:50.000 (BFD50). Mainz.
(<https://e-docs.geo-leo.de/handle/11858/9935>)

STÖHR, W. TH. (1963): Der Bims (Trachyttuff), seine Verlagerung, Verlehmung und Bodenbildung (Lockerbraunerden) im südwestlichen Rheinischen Schiefergebirge. In: Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **91**, S.318-337. Wiesbaden.