

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der DBG, Kommission V

Titel der Tagung:

Böden – divers & multifunktional

Veranstalter: DBG**Termin und Ort der Tagung:**

02. - 08. September 2023, Halle (Saale)

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation) <http://www.dbges.de>**Zum C_{org} -Speicherpotenzial von Ackerböden und seinem aktuellen Erfüllungsgrad**Karin Schmelmer¹, Einar Eberhardt¹**Schlüsselwörter:** Ackerböden, Bodenfunktionen, BÜK 200, C-Speicherpotenzial, Kohlenstoff-Sequestrierung, Sensitivitätsanalyse**Einleitung und Ziele**

In unserem Beitrag zur Bestimmung der Ähnlichkeit zwischen Bodenprofilen der BÜK 200 und realen, untersuchten Bodenprofilen präsentierten wir die Ergebnisse einer Anwendung unserer Methode auf die Ermittlung der Kohlenstoff-Speicherfähigkeit von Acker-Oberböden (SCHMELMER & EBERHARDT, 2022). In Fortführung unserer Arbeiten nehmen wir dieses Thema wieder auf und stellen im vorliegenden Beitrag einen methodischen Ansatz vor, der die Ermittlung von Ergebniskorridoren für die Zielparame-ter C_{org} -Speicherpotenzial und Potenzial-Erfüllungsgrad ermöglicht. Ziel ist es, mittels Nutzung von Messwert-Spannweiten für Boden-Basisparameter anstelle von – wenn auch jeweils plausiblen – Einzelwerten besonders belastbare Ergebnisse bezüglich wichtiger Bodenfunktionen für kleinmaßstäbige Kartenwerke bereitstellen zu können.

Basierend auf der BÜK 200 (BGR & SGD DER LÄNDER, 1997-2021) wird die bundesweite Verteilung der Ergebnisse vorgestellt, die Methodik und die Ergebnisse im Folgenden diskutiert. Eine Sensitivitätsanalyse soll dazu dienen, die Bodeneigen-

schaften mit der stärksten Wirkung auf die Zielparame-ter zu identifiziert. Die exakte Bestimmung bzw. die Kenntnis dieser Antriebsparameter ist von besonders großer Bedeutung.

Methoden

Die Zielparame-ter rPot, das relative C_{org} -Speicherpotenzial des Bodens, und E_rPot, der Erfüllungsgrad dieses Potenzi-als, wurden nach SIX ET AL. (2002) bzw. VOGEL ET AL. (2019) ermittelt. Während rPot vom mineralischen Feinpartikelanteil < 20 μm (FPA) und dem volumetrischen Steingehalt bestimmt wird, hängt der Erfül-lungsgrad vom aktuellen C_{org} -Gehalt ab.

Wir verwendeten die folgenden Eingangs-daten: Jedem Acker-Oberboden der BÜK 200 wurde ein minimaler, ein mittlerer und ein maximaler numerischer Steingehalt (Vol.-%) sowie ein mittlerer Wert für die Trockenroh-dichte (TRD) zugeordnet, ent-sprechend den in der BÜK 200-Flächenda-tenbank angegebenen Skelett-Gehalts-bzw. Dichtestufen nach KA5 (AD-HOC AG BODEN, 2005). Zur Ermittlung der Werte-spannen für die Parameter FPA und C_{org} -Gehalt verwendeten wir die Messwerte der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft (BZE-LW, JACOBS ET AL., 2018). Der FPA wurde für jede Bodenart bestimmt, und zwar jeweils der Median, das Minimum, das Maximum und die 25%- und 75 %-Quantile (Q25, Q75). Der C_{org} -Gehalt wurde als Median jeder Bodenart und getrennt nach Bodentypen ermittelt und den BÜK 200-Ap-Horizonten entsprechend ihrer Humus-Gehaltsstufe zugeordnet. Auch für die Zielparame-ter errechneten wir jeweils die genannten statistischen Parameter.

Nach MCCUEN & SNYDER (1986) wurde die relative Sensitivität der Parameter rPot und E_rPot auf den schrittweisen Anstieg des FPA bzw. des Steingehaltes ermittelt. An-schließend wurden jeweils die Ergebnisse der Wertebereiche 0 - 50 % und 0 - 100 % ausgewertet.

 C_{org} -Speicherung

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die Er-gebniskorridore für die Zielparame-ter rPot und E_rPot, die jeweils einen Wertebereich von 0 - 1 umfassen, in ihrer bundesweiten

¹ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Stilleweg 2, 30655 Hannover

Verteilung. Die maximalen Werte für rPot werden bei dem für jede Bodenart spezifischen maximalen FPA und gleichzeitig minimalem Steingehalt innerhalb der in der BÜK 200 angegebenen Skelett-Gehaltsstufe erreicht (Abb. 1). Zwischen der jeweils ungünstigsten und der günstigsten Bodenparameter-Kombination variieren die rPot-Werte um bis zu zwei Stufen: Selbst die sandigen Böden Norddeutschlands erreichen bei günstiger Parameterkombination ein relatives C-Speicherpotenzial in der

Werteklasse > 0,2 - 0,4, während es bei ungünstigster Kombination < 0,2 ist. Für die Schwarzerden Mitteldeutschlands zeigt der Ergebniskorridor Werte der Klassen > 0,2 - 0,4 und > 0,6 - 0,8. Schluffig-tonige und tonige Böden weisen hingegen auch bei ungünstigster Parameterkombination noch ein relatives C-Speicherpotenzial im Bereich von > 0,4 - 0,6 auf; bei günstigster Kombination liegt es sogar im Bereich von > 0,8 - 1,0.

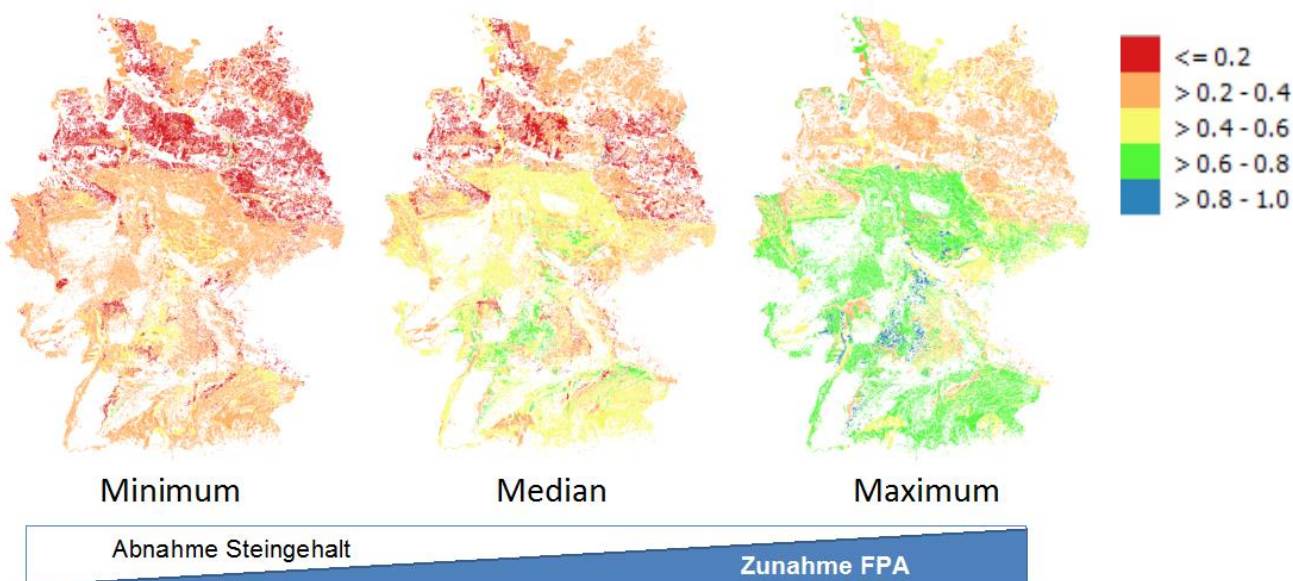


Abb. 1: Relatives C-Speicherpotenzial (rPot) der Acker-Oberböden entsprechend der in der BÜK 200 angegebenen Bodenart

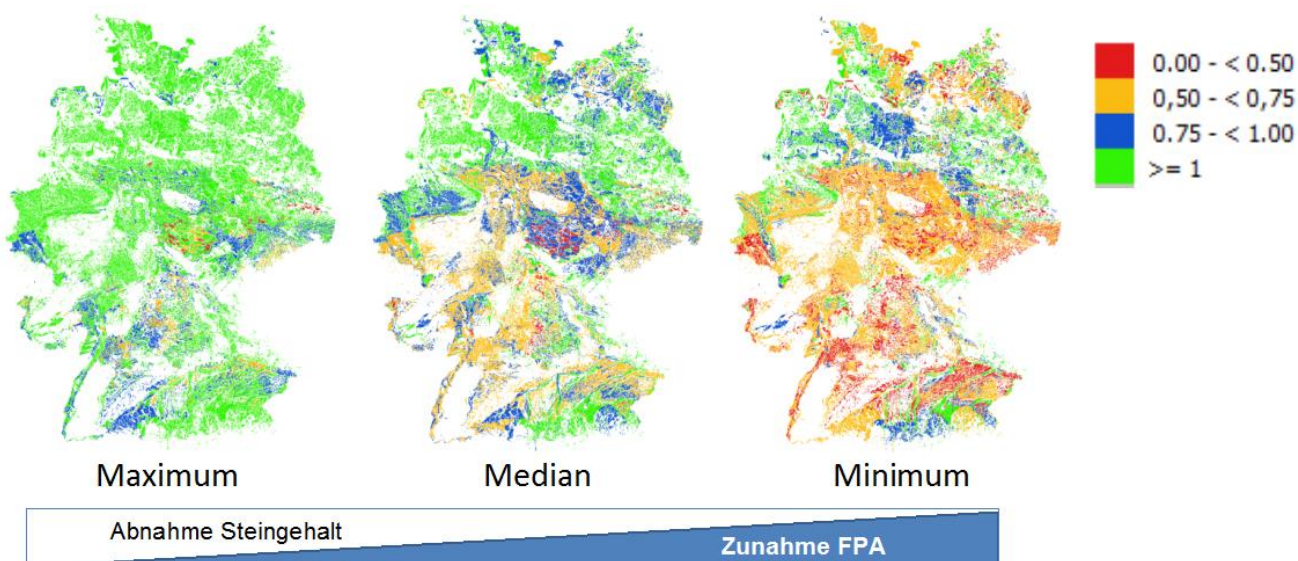


Abb. 2: Erfüllungsgrad des relativen C-Speicherpotenzials (E_rPot) der Acker-Oberböden entsprechend der in der BÜK 200 angegebenen Humusgehaltsstufen

Beim Potenzial-Erfüllungsgrad E_{rPot} verhält es sich umgekehrt im Vergleich zu $rPot$: Bei gegebenem C_{org} -Gehalt bedingt ein niedrigeres Speicherpotenzial einen höheren Erfüllungsgrad als ein höheres Speicherpotenzial. Die Werte nehmen also mit zunehmendem FPA innerhalb jeder Bodenart ab (Abb. 2). Daraus ist zu schließen, dass die feinkörnigen und skelettarmen Böden oftmals noch ungenutztes Speicherpotenzial besitzen. Im Mittel weisen 68,5 % der Acker-Oberböden einen Erfüllungsgrad des relativen C_{org} -Speicherpotenzials von $< 1,0$, also von unter 100 %, auf (Abb. 2, mittlere Karte). Dieser Anteil ist bei maximalem FPA mit 81,5 % etwas höher, wobei eine starke Verschiebung zu den beiden unteren Klassen erfolgt (0 - $< 0,50$ und $0,50 - < 0,75$). Bei ungünstigster Bodenparameter-Kombination beträgt der Anteil der Acker-Oberböden mit einem Erfüllungsgrad < 1 nur 22,4 % (Abb. 2, linke Karte). Die betroffenen Regionen können als jene definiert werden, in denen Maßnahmen zur Verbesserung der C-Speicherpotenzial-Nutzung durch Anpassung der Bodenbewirtschaftung prioritär zu prüfen wären. Es handelt sich insbesondere um einige Löss- sowie um Tonbodengebiete.

Sensitivitätsanalyse

Erwartungsgemäß sind die Vorzeichen des Sensitivitätsparameters SP für $rPot$ bezüglich der beiden Antriebsparameter entgegengesetzt, da $rPot$ mit dem FPA zunimmt und mit dem Steingehalt abnimmt (Tabelle 1). Im unteren Teil des Parameterraumes (0 - 50 % FPA bzw. Steinanteil) ist die Ver-

Tab. 1: Sensitivitätsparameter SP: Der Einfluss von FPA bzw. des Steingehaltes auf $rPot$ und E_{rPot}

Antriebsparameter mit Wertebereich		Zielparameter	
		$rPot$	E_{rPot}
SP-Werte			
Steingehalt	0 - 50 %	- 0,351	----
FPA	0 - 50 %	0,597	- 0,800
Steingehalt	0 - 100 %	- 1,038	----
FPA	0 - 100 %	0,748	- 1,302

änderung der $rPot$ -Werte durch den Anstieg des FPA größer (0,597) als durch einen zunehmenden Steingehalt (-0,351). Im gesamten Wertebereich (0 - 100 %) hat jedoch der Steingehalt einen größeren Einfluss auf $rPot$ als der FPA, da sehr hohe Steingehalte einen starken prozentualen Rückgang von $rPot$ bewirken.

In beiden Wertebereichen der Antriebsparameter ist der Einfluss des FPA auf E_{rPot} größer als auf $rPot$, wobei die SP-Werte für E_{rPot} aufgrund des negativen Zusammenhangs ein entsprechendes Vorzeichen tragen. Der Steingehalt hat auf die E_{rPot} -Werte keinen Einfluss, da er in die Berechnung zweier Kohlenstoffparameter eingeht, die zur Ermittlung dieses Zielparameters erforderlich sind und die dazu miteinander in Relation gesetzt werden (vgl. VOGEL et al., 2019; SCHMELMER & EBERHARDT, 2022).

Während der Zusammenhang zwischen dem FPA und $rPot$ sowie zwischen dem Steingehalt und $rPot$ linear ist, verläuft er zwischen FPA und E_{rPot} logarithmisch. Abbildung 3 veranschaulicht die besonders große Wirkung eines FPA-Anstiegs im Wertebereich sandiger Böden auf den Rückgang von E_{rPot} durch den starken Abfall der Kurve bis etwa 10 % FPA. Bei feinkörnigen Böden nimmt diese Wirkung mit steigendem FPA ab.

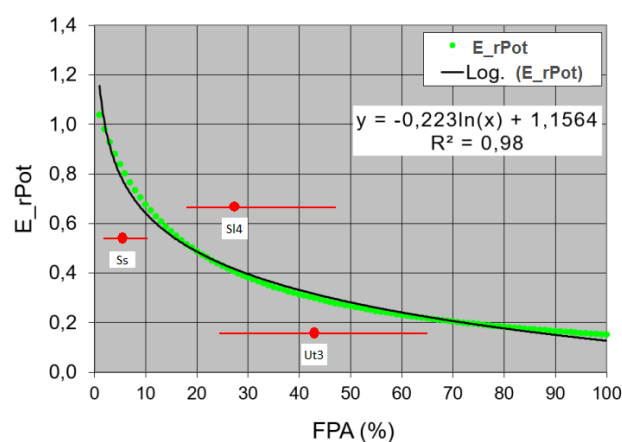


Abb. 3: Zusammenhang zwischen dem Feinpartikelanteil (FPA) des Bodens und dem Erfüllungsgrad seines relativen C_{org} -Speicherpotentials E_{rPot} bei gegebenem C_{org} -Gehalt. In rot: Beispiele für Median (Punkt) und Wertespanne (Linie) des FPA einzelner Bodenarten.

Fazit und Ausblick

Mittels Verwendung von Messwert-Spannbreiten für die mit klassierten Werten in der BÜK 200-Datenbank belegten Bodenparameter können belastbare Ergebniskorridore für die Zielparameter wissenschaftlicher Untersuchungen berechnet und gleichzeitig räumlich sehr differenzierte Resultate vermittelt werden. Auf bundesweiter Ebene sind Regionen mit prioritärem Bodenschutzbedarf zuverlässig zu identifizieren.

In Bezug auf den Humusstatus von Ackerböden ist die besondere Bedeutung eines höheren mineralischen Feinpartikelanteils innerhalb des Wertebereiches von Sandböden zu nennen.

Die hier beschriebenen Methoden einschließlich der Sensitivitätsstudien werden künftig im Zusammenhang mit Bodenprozessmodellen angewendet werden.

McCuen, R.H. & W.M Snyder (1986): Hydrologic Modelling: Statistical Methods and Applications. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

SCHMELMER, K. & E. EBERHARDT (2022): Nutzung regionalisierter Bodendaten in Bodenprozessmodellen – Definition und Bewertung der Ähnlichkeit zwischen Bodenprofilen. Berichte der DBG, Online-Publikation, <https://eprints.dbges.de/1852/>

SIX, J.; CONANT, R.; PAUL, E. A.; PAUS-TIAN, K. (2002): Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. Plant soil 241, 155-176, DOI: 10.1023/A:1016125726789

VOGEL, H.J., EBERHARDT, E., FRANKO, U., LANG, B., LIEB, M., WELLER, U., WIESMEIER, M., WOLLSCHLÄGER, U. (2019): Quantitative evaluation of soil functions: potential and state. Frontiers in Environmental Science, 7, art 164. DOI: 10.3389/fenvs.2019.00164

Förderung

Das Verbundvorhaben BonaRes (Boden als nachhaltige Ressource für die Bioökonomie, <https://www.bonares.de>) wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert; FKZ 031B1064E.

Literatur

AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung (5. verbess. u. erw. Aufl.), Hannover.

BGR & SGD DER LÄNDER (Hrsg.) (1997-2021): Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000, m. Sachdatenbank Vers. 0.7.

JACOBS, A., FLESSA, H., DON, A., HEIDKAMP, A., PRIETZ, R., DECHOW, R., GENSIOR, A., POEPLAU, C., RIGGERS, C., SCHNEIDER, F., TIEMEYER, B., VOS, C., WITTNEBEL, M., MÜLLER, T., SÄURICH, A., FAHRION-NITSCHKE, A., GEBBERT, S., JACONI, A., KOLATA, H., LAGGNER, A., et al. (2018): Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland – Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Thünen Report 64, DOI: 10.3220/REP154 2818391000