

Brandenburg. Geowiss. Beitr.	Cottbus	Bd. 32/2025	S. 141–144	3 Abb., 9 Lit.
------------------------------	---------	-------------	------------	----------------

Bewertung der Bodenfruchtbarkeit und Kohlenstoffversorgung Brandenburger Böden

ROBERT SKORUPPA, JUDITH WALTER, CHRISTIAN LEHR & ALBRECHT BAURIEGEL

Internationale Vereinbarungen wie das Pariser Klimaschutzabkommen verpflichten die Bundesrepublik Deutschland zur Verringerung von Treibhausgasemissionen. In Brandenburg wurde daraus das Ziel zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2045 abgeleitet und mit einem Strategie- und Maßnahmenprogramm unteretzt, welches in verschiedene Handlungsfelder aufgefächert ist. Im Handlungsfeld Landwirtschaft setzt die Entwicklung von Maßnahmen und Förderprogrammen unter anderem Informationen zu Änderungen im Bodenkohlenstoffvorrat (C-Vorrat) voraus, da diese unmittelbar mit der Freisetzung oder Festlegung des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid verbunden sind.

In diesem Rahmen beauftragte das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz Brandenburg das Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) mit der Erhebung der Vorräte des organischen Kohlenstoffs in Mineralböden auf landwirtschaftlichen Flächen von Brandenburg. Ziel des Projekts „Bewertung der Bodenfruchtbarkeit und Kohlenstoffversorgung Brandenburger Böden“ ist die Bestandsaufnahme der C-Vorräte und die Erarbeitung von Karten zu dessen räumlicher Verteilung in mehreren Tiefenintervallen. Moorböden wurden dabei nicht berücksichtigt, da deren C-Vorräte bereits in einem früheren Projekt des LBGR erhoben wurden (FELL et al. 2015).

Das Projekt umfasst eine Beprobungskampagne mit 650 Standorten (Abb. 1), die nach einem stratifizierten design-basierten Verfahren ausgewählt wurden. Für die Stratifizierung wurden Umweltfaktoren ausgewählt, die sich auf Grundlage einer im Vorfeld durchgeführten Analyse der Brandenburger Bodenprofildatenbank als relevante Einflussgrößen auf den Kohlenstoffgehalt des Oberbodens ergeben haben. In der Beprobungskampagne wurde an jedem Standort 5 Schürfe angelegt (1 Zentralpunkt und 4 Satellitenpunkte in den Haupthimmelsrichtungen, s. Abb. 2) und bis zur Untergrenze der humosen Horizonte aufgegraben. Zusätzlich wurde an jedem Schurf eine Bohrstocksondierung bis in 1 m Tiefe durchgeführt. An den Profilschnitten erfolgte eine Geländeansprache inklusive Schätzung des Skelettgehalts nach Bodenkundlicher Kartieranlei-

tung (AG BODEN 2024). Die humosen Horizonte wurden volumengerecht beprobt und auf die Parameter Trockenrohddichte, pH, anorganischer und organischer Kohlenstoff sowie Gesamtstickstoff analysiert. Aus den Erhebungen wurde für jeden Standort der C-Vorrat in den vier Tiefenstufen 0–10, 0–30, 0–50 und 0–100 cm bestimmt.

Die räumliche Verteilung der C-Vorräte wurde mit Random Forest (BREIMAN 2001) in den vier Tiefenstufen in Abhängigkeit von einem umfassenden Set an Umweltvariablen modelliert. Dazu gehören

- das Digitale Geländemodell sowie daraus abgeleitete lokale und regionale geomorphometrische Parameter wie Hangneigung, Exposition und Bodenfeuchteindex, welche als Teil der Geomorphographischen Karte vom LBGR publiziert wurden,
- die aktuelle Landnutzung (Grünland oder Acker), entsprechend dem Digitalen Basislandschaftsmodell des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (LGB 2024),
- die historische Landnutzung, welche aus dem Nutzungsmerkmal der Bodenschätzung abgeleitet wurde,
- die Bodenreflektanzkomposite, welche Informationen über die spektralen Eigenschaften der Bodenoberfläche enthalten und vom Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum basierend auf den Satellitenbildern der Sentinel-2-Mission zur Verfügung gestellt werden (HEIDEN, D'ANGELO & KARLSHOEFER 2024),
- die Fruchtfolge, die aus den Agrarantragsdaten abgeleitet wurde, welche für die Agrarförderung der Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union erhoben werden (LGB 2023),
- die Pedogenese, Geogenese und der Bodenartenschichttyp, welche Bestandteil der Konzeptbodenkarte des LBGR sind,
- die Erosionsgefährdungsklassifizierung und Bodenabtragsraten, welche aus den Bodenerosionskarten des LBGR entnommen wurden sowie
- Merkmale der Klassenflächen und beschreibenden Grablöcher der Bodenschätzung.

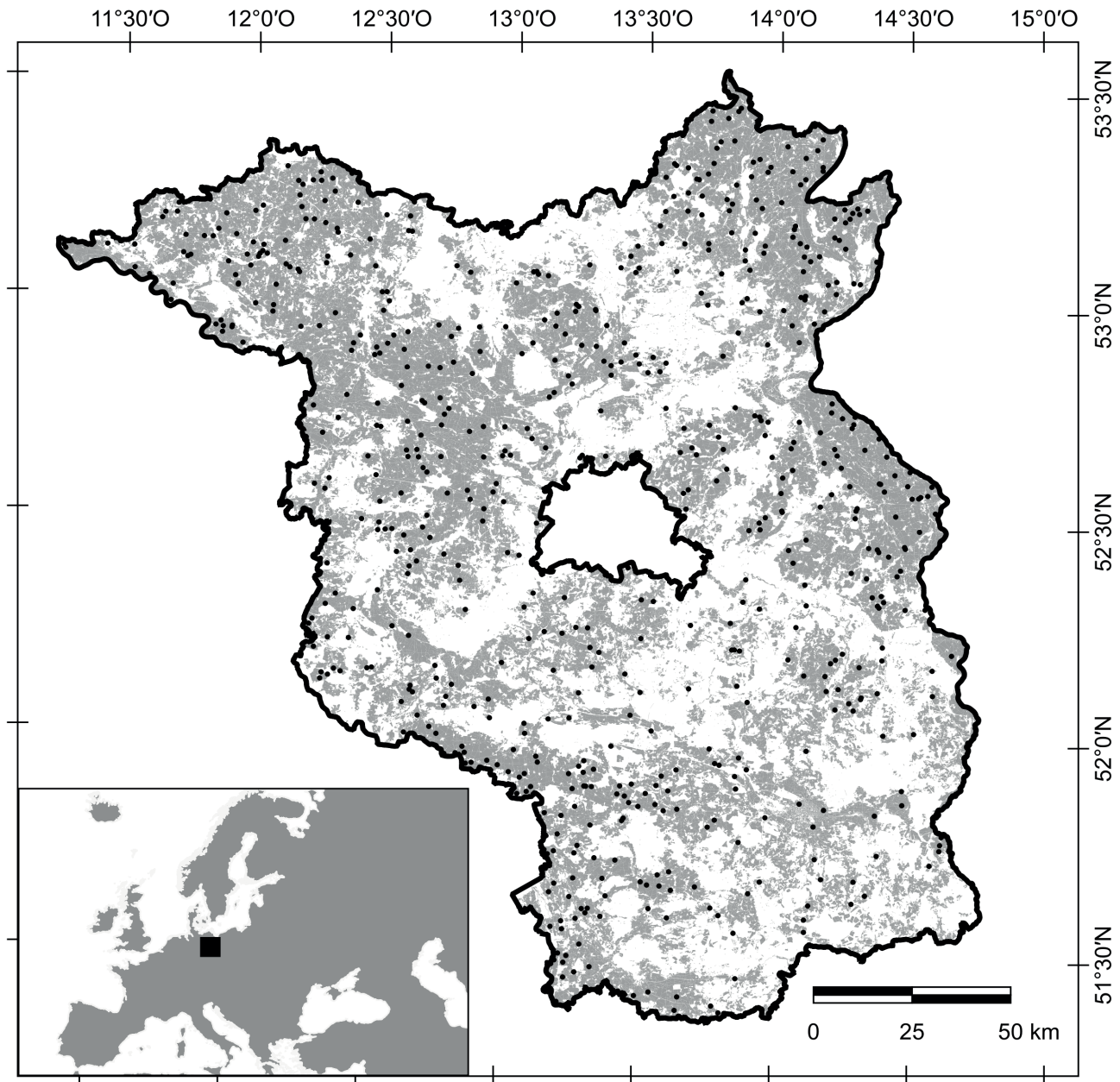


Abb. 1: Lage der 650 Standorte der Beprobungskampagne des Projekts (schwarze Punkte) sowie der Agrarflächen (graue Schattierung) in Brandenburg. Eingebettete Abbildung: Lage der Detailkarte (schwarzes Rechteck) in Europa (graue Schattierung). Externe Kartendaten von LGB (2024, 2025) und OSM (2025). Die Koordinaten sind im Koordinatenreferenzsystem mit EPSG-Code 4326 angegeben.

Die Modellgüte der vier Random-Forest-Modelle wurde mit den Out-Of-Bag-Daten validiert und daraus die Metriken Pseudo- R^2 (R^2) und Root Mean Square Error (RMSE) abgeleitet.

Vorläufige Ergebnisse sowie Prototypen der vier tiefenstufenbezogenen C-Vorratskarten wurden aus einer Teilmenge von 373 Standorten, für die bereits Laboranalyseergebnisse vorliegen, abgeleitet (Abb. 3). Diese Auswertungen zeigen, dass der C-Vorrat in der Tiefenstufe 0–100 cm im Mittel $6,5 \text{ kg m}^{-2}$ beträgt und zwischen $1,4$ und $27,3 \text{ kg m}^{-2}$ variiert. Dies ist niedriger als der C-Vorrat von Mineral-

böden im gesamtdeutschen Durchschnitt (JACOBS et al. 2018). Bereits in früheren Studien wurde der niedrige C-Vorrat von Mineralböden der Bodenregion Jungmoränenlandschaften, die in großen Teilen mit der Landesfläche von Brandenburg überlappt, nachgewiesen (JACOBS et al. 2018). Böden mit hohen C-Vorräten befinden sich unter Grünland, auf grundwassernahen Standorten und in den Altauen der Flussniederungen (z. B. Oderbruch) während die Böden der Hochflächen unter Acker niedrige C-Vorräte aufweisen.

Die Modellgüte der vier Random-Forest-Modelle nimmt mit zunehmender Tiefenstufe ab. Die Metriken RMSE und R^2 liegen in der obersten Tiefenstufe (0–10 cm) bei $0,7 \text{ kg m}^{-2}$ und 0,69 und in der untersten Tiefenstufe (0–100 cm) bei $3,0 \text{ kg m}^{-2}$ und 0,53. Die Umweltvariablen mit der höchsten Variable Importance, einem Maß für den

erklärenden Beitrag von Kovariablen in Random-Forest-Modellen (BREIMAN 2001), sind die Landnutzung, die Bodenreflektanzkomposite, die Geogenese der Konzeptbodenkarte und die Zustandsstufe der Bodenschätzung, unabhängig von der Tiefenstufe des Modells.

Die weiteren geplanten Arbeitspakete bis zum Abschluss des Projekts sind die Überarbeitung des Modellierungsansatzes zur Erhöhung der Modellgüte, die Aktualisierung der Prototypen der C-Vorratskarte mit dem Gesamtdatensatz der 650 Standorte sowie die Erarbeitung von Karten zur Vorhersageunsicherheit der C-Vorräte.

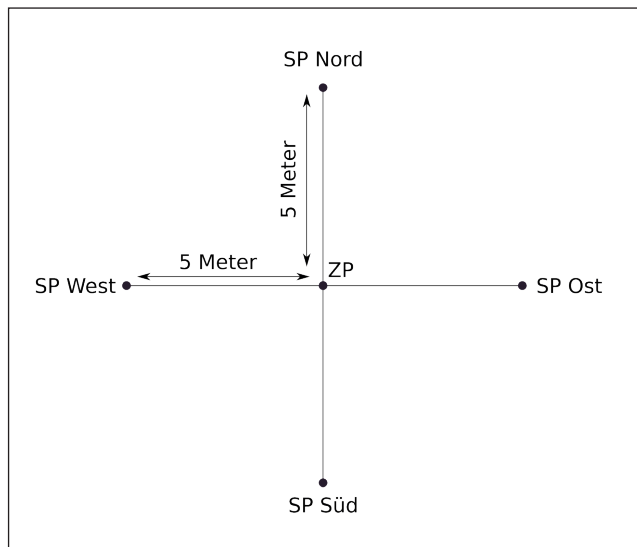


Abb. 2:
Schematische Darstellung der Anordnung der 5 Beprobungspunkte [1 Zentralpunkt (ZP) + 4 Satellitenpunkte (SP)] eines Standorts

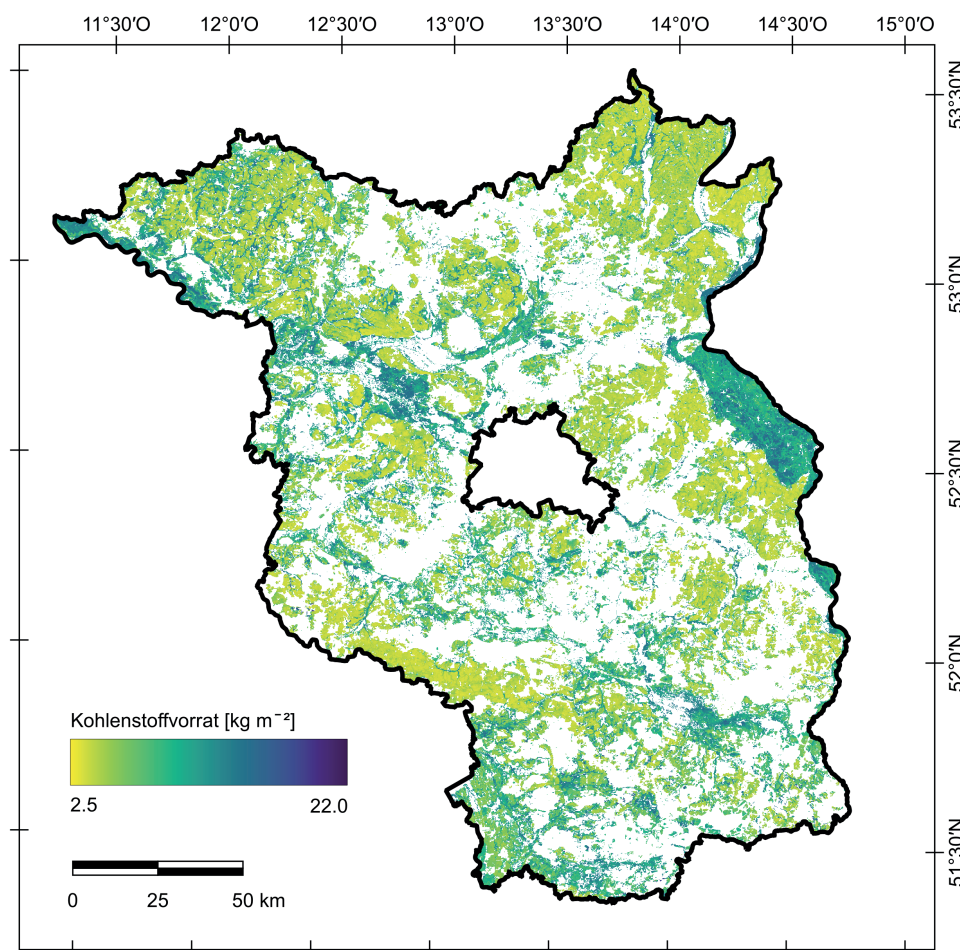


Abb. 3:
Räumliche Verteilung des C-Vorrats im Tiefenintervall 0–100 cm der Mineralböden auf landwirtschaftlichen Flächen in Brandenburg. Externe Kartendaten von LGB (2025). Die Koordinaten sind im Koordinatenreferenzsystem mit EPSG-Code 4326 angegeben.

Literatur:

AG BODEN (2024): Bodenkundliche Kartieranleitung. – Bd. 2, 6. Aufl., 552, Stuttgart (Schweizerbart Science Publishers)

BREIMAN, L. (2001): Random Forests. – Machine Learning **45**, 1, S. 5–32

FELL, H., ROSSKOPE, N., BAURIEGEL, A., HASCH, B., SCHIMMELMANN, M. & J. ZEITZ (2015): Erstellung einer aktualisierten Moorkarte für das Land Brandenburg. – TELMA **45**, S. 75–104

HEIDEN, U., D'ANGELO, P. & P. KARLSHOFER (2024): SoilSuite – Sentinel-2 – Europe, 5 year composite (2018–2022). – URL <https://geoservice.dlr.de/data-assets/qkud-8cudg596.html> (Stand 29.03.2025), Lizenz: Creative Commons Attribution 4.0 International

JACOBS, A., FLESSA, H., DON, A., HEIDKAMP, A., PRIETZ, R., DECHOW, R., GENSIO, A., POEPLAU, C. et al. (2018): Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland - Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. – 284 S., Braunschweig (Johann Heinrich von Thünen-Institut)

LANDESVERMESSUNG UND GEOBASISINFORMATION BRANDENBURG (LGB) (2023): Daten aus dem Agrarförderantrag, Agrarantragsdaten. – URL <https://metaver.de/search/dls/?serviceId=CD558692-A468-486B-B5E6-98BDD707D87F> (Stand 20.06.2023), Lizenz: © MLUK, dl-de/by-2-0, <https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>

LANDESVERMESSUNG UND GEOBASISINFORMATION BRANDENBURG (LGB) (2024): Objektart „AX_Landwirtschaft“ des Basis Digitalen Landschaftsmodells des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems Brandenburg. – URL https://isk.geobasis-bb.de/ows/at-kisbdm_nas_wfs (Stand 01.06.2024), Lizenz: © GeoBasis-DE/LGB, dl-de/by-2-0, <https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>

LANDESVERMESSUNG UND GEOBASISINFORMATION BRANDENBURG (LGB) (2025): Layer „Fläche Brandenburg“ aus Web Feature Service „Verwaltungsgrenzen Brandenburg mit Berlin“. – URL https://isk.geobasis-bb.de/ows/vg_wfs (Stand 28.03.2025), Lizenz: © GeoBasis-DE/LGB, dl-de/by-2-0, <https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>

OPENSTREETMAP (OSM) (2025): Land polygons, Large simplified polygons not split, use for zoom level 0-9. – URL <https://osmdata.openstreetmap.de/data/land-polygons.html> (Stand 18.03.2025), Lizenz: © OpenStreetMap contributors, <https://www.openstreetmap.org/copyright>

Anschriften der Autoren:

Robert Skoruppa
Dr. Judith Walter
Dr. Albrecht Bauriegel
Landesamt für Bergbau, Geologie
und Rohstoffe Brandenburg
Inselstraße 26
03046 Cottbus

Christian Lehr
Institut für Umweltwissenschaften
und Geographie, Universität Potsdam
Karl-Liebknecht-Str. 24-25
14476 Potsdam-Golm