

Bodenlandschaftsmodellierung mittels *boosted regression trees* zur Analyse und Vorhersage von Bodeneigenschaften

Boris Schröder^{1,2}, S. Stang³, W. Hierold³, S. Koszinski³ und M. Sommer^{1,3}

¹ Universität Potsdam, Institut für Erd- und Umweltwissenschaften
² ZALF, NAWI II, Biodiversitäts- und Bodenlandschaftsmodellierung
³ ZALF, Bodenlandschaftsforschung

Vom Punkt in die Fläche

Regionalisierung des organischen Bodenkohlenstoffs SOC (*soil organic carbon*) in der Agrarlandschaft eines kleinen Wassereinzugsgebietes im nordostdeutschen Jungmoränengebiet unter Berücksichtigung von Textur und Topographie¹.

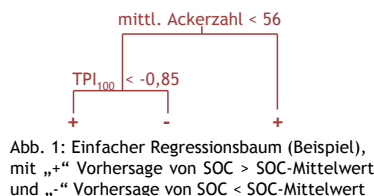
Material und Methode

Das ZALF stellt insgesamt 210 SOC-Messpunkte [%] von Pflughorizonten in unterschiedlicher Bemessungsdichte für die Modellbildung zur Verfügung.

Surrogate erklärender Umweltvariablen:

- Mittlere Ackerzahl der Bodenschätzung [1]
- *Topographic Position Index* TPI² [m], abgeleitet aus dem DGM25
- Hangneigung [%], abgeleitet aus dem DGM25

Der *boosted regression tree* BRT-Ansatz³ schätzt die Beziehung zwischen SOC und den erklärenden Variablen, indem eine große Anzahl an einfachen Regressionsbäumen unter Devianzminimierung angepasst wird (Bsp Abb. 1). Die Ergebnisse sind aus 100 BRTs gemittelt.



Ergebnisse

Nach interner Kreuzvalidierung erklärt das erstellte Bodenlandschaftsmodell rund 42 % der SOC-Variabilität.

Anhand der partiellen Antwortkurven sowie des relativen Einflusses der Umweltvariablen (beides Abb. 2) ist die mittlere Ackerzahl für das Modell am wichtigsten.

Die Karten der SOC-Schätzungen sowie der Unsicherheit enthält Abb. 3.

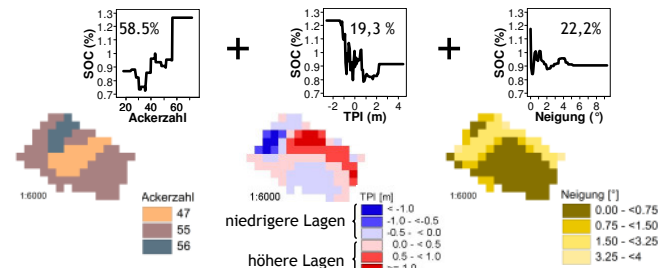


Abb. 2: Mittlere partielle Antwortkurven der Modelle mit prozentualer Angabe der relativen Bedeutung der Variable bei der Modellbildung (oben) und räumliche Darstellung der Umweltvariablen eines Raumausschnitts (unten).

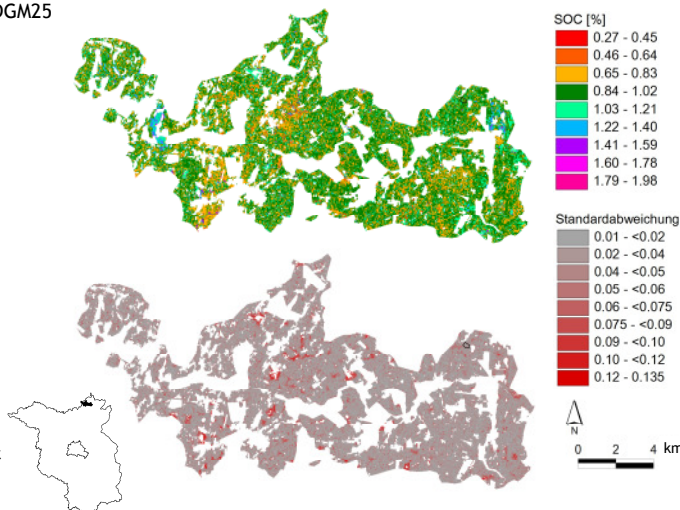


Abb. 3: Mittelwerte der räumlichen SOC-Schätzung [%] im Pflughorizont der Ackerflächen des Quillow-Einzugsgebietes mittels BRT (oben) sowie räumliche Verteilung der Standardabweichungen dieser SOC-Werte (unten) und Lage des EZG in Brandenburg (schwarz in der Graphik unten links).

Diskussion

- Kurze SOC-Gradientenlänge (Abb. 2 & 4); bedingt durch die Agrarlandschaft
- SOC-Variabilität in der Landschaft und in Einzel-Schlägen ähnlich (Abb. 4)

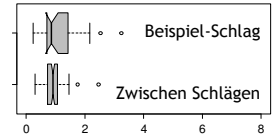


Abb. 4: Boxplots der SOC-Variabilität [%] innerhalb eines Beispielschlags (oben) und zwischen Schlägen (unten).

Von der Oberfläche in die Tiefe

Erstellen kontinuierlicher Tiefenfunktionen mit *equal-area quadratic smoothing splines* EAQSS⁴.

Methode und Ergebnis

Um Stichproben mit wenigen Tiefeninformationen (z.B. eine Messung je Horizont) kontinuierlich und in beliebiger Auflösung abzubilden, eignen sich quadratische Splines. Bei dieser Interpolationsmethode wird die Funktion so an die SOC-Gehalte angepasst, dass die Horizontwerte im Mittel erhalten bleiben.

Für einige charakteristische Bodentypen des Quillow-Einzugsgebietes sind diese berechnet (Abb. 5).

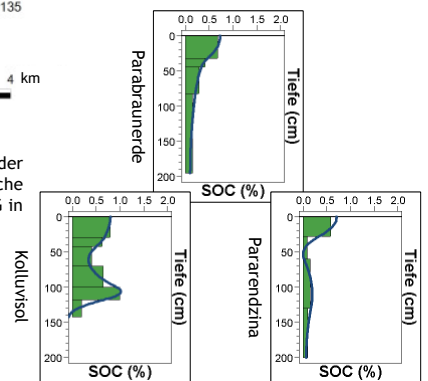


Abb. 5: Beispielhafte Darstellung von Tiefenprofilen als diskrete Horizonte (grün), und Splines berechnet in cm-Schritten (blau).

Ausblick

Mit den angewandten Methoden kann die Menge an organischem Kohlenstoff [kg/m²] auf der Landschaftsskala (BRT) in unterschiedlicher Tiefenauflösung (EAQSS) geschätzt werden. Damit ist die SOC-Variabilität in 3D charakterisier- und analysierbar.

Literatur

- Stang (2010): Soil landscape modelling as a basis for process-based models of carbon dynamics. unveröffentlichte Diplomarbeit. 39 S.
- Jenness (2006): Topographic Position Index (tpi_jen.avx) extension for ArcView 3.x, v. 1.3a. Jenness Enterprises. Verfügbar unter: <http://www.jennessent.com/arcview/tpi.htm>.
- Elith et al. (2008): A Working Guide to boosted regression trees. *J Anim Ecol.* 77, 802-813.
- Malone et al. (2009): Mapping continuous depth functions of soil carbon storage and available water capacity. *Geoderma.* 154, 138-152.