

Klimafolgenmonitoring

I-Bo-4 Bodenkohlenstoff

Basisinformationen

| | |
|--------------|---|
| Inhalt | Entwicklung der Kohlenstoffvorräte (C-Vorräte) in Acker- und Grünlandböden an Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) in Sachsen. |
| Klimawirkung | Der organische Kohlenstoff ist der Hauptbestandteil des Humusvorrats im Boden und spielt eine zentrale Rolle im globalen Kohlenstoffkreislauf. Inwieweit Böden den Kohlenstoff in Form von CO ₂ freisetzen oder binden, hängt von den Standortbedingungen (Klima/Witterung, Bodeneigenschaften, etc.) und nutzungsbedingten Einflüssen (Bewirtschaftung) ab. Neben der Senken-/Quellenfunktion für Kohlenstoff beeinflusst der Humus im Boden wesentlich weitere Bodenfunktionen wie die Speicherfähigkeit von Wasser und Nährstoffen, die biologische Aktivität und die Stabilität der Bodenstruktur. Damit ist der Humus ein entscheidender Faktor für die Bodenfruchtbarkeit vor allem im Zuge der zu erwartenden klimatischen Veränderungen. |

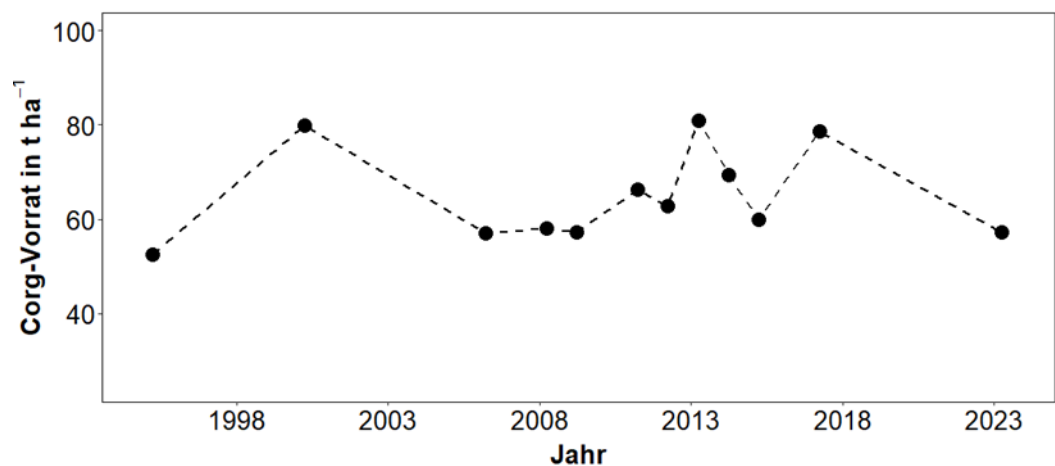
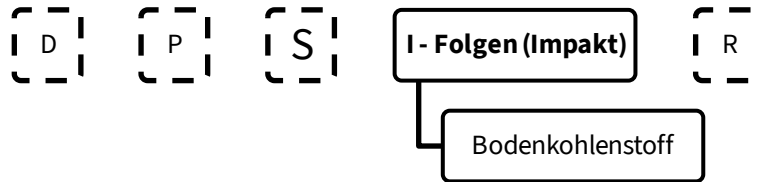


Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der Kohlenstoffvorräte in t/ha im Oberboden (0–30 cm) der BDF 43 Hilbersdorf

| | |
|--------------------------------------|---|
| Inhaltsbeschreibung | Gezeigt wird die zeitliche Entwicklung der Gehalte und Vorräte an organischem Kohlenstoff im Oberboden von Acker- und Grünlandböden in Sachsen seit Mitte der 1990-er Jahre. |
| Befund | An den BDF wurden sowohl negative (an 5 BDF) als auch positive (an 12 BDF) Trends der Entwicklung der Kohlenstoffvorräte beobachtet. Bei einem Großteil der Stationen (35 BDF) waren die Änderungen im betrachteten Zeitraum nicht statistisch signifikant, so dass derzeit kein Trend ausgewiesen werden kann. |
| Inhaltlicher Rahmen | Sächsisches Klimafolgenmonitoring (Klimaentwicklung in Sachsen - Klima - sachsen.de) |
| Weitere Indikatoren im Handlungsfeld | I-Bo-1 Bodentemperatur, I-Bo-2 Bodenwasser, I-Bo-3 Regenerosivität |

Einordnung und Systematik



DPSIR-Schema

Präambel

Es besteht die Möglichkeit von inhaltlichen und methodischen Abweichungen der Indikatoren im sächsischen Klimafolgenmonitoring von denen anderer Monitoringsysteme. Grund dafür sind unter anderem die Indikatorherleitung und die verwendete Datengrundlage. Entsprechende Indikatoren sind dadurch nur bedingt mit denen anderer Monitoringsysteme vergleichbar.

Bund

BO-R-1 Humusgehalte von Acker- und Grünlandböden (Monitoring zur Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) Umweltbundesamt)
Länderinitiative Kernindikatoren → kein Indikator

Andere Bundesländer

5.3 Humusvorrat (Klimafolgen- und Anpassungsmonitoring in NRW)
R-BO-2 Humusentwicklung (Klimaanpassungsindikatoren Bayern)

Sachsen

Energie- und Klimaprogramm Sachsen 2021
Maßnahmenplan zur Umsetzung des EKP 2021, Nummer 9.03

Thematischer Bezug

Boden-Dauerbeobachtung Sachsen (BDF)
Abschlussberichte Vorstudie FuE C-Monitoring
Bodenzustandserhebung Landwirtschaft (BZE-LW)

Materialien und Methoden

Indikator

Entwicklung der Kohlenstoffvorräte in Oberböden unter Acker und Grünland

Berechnungsvorschrift

Die gemessenen organischen Kohlenstoffgehalte im Oberboden wurden für alle vorliegenden Analysen je Probenahmezeitpunkt gemittelt. Da die Beprobungen der BDF horizontweise erfolgten, kann die betrachtete Tiefenschicht 0–30 cm auch mehrere Horizonte umfassen und die untere Horizontgrenze von der Tiefenschichtgrenze abweichen. Daher wurden alle Horizonte der Zieltiefenstufe 0–30 cm jeweils in 1 cm-Schnitte unterteilt und für jede Einzelschicht durch Zuweisung der Bodenparameter die C-Vorräte berechnet. Der C-Vorrat jedes Einzelschnitts ergibt sich aus Multiplikation des C-Gehalts mit der Trockenrohddichte und der Mächtigkeit (1 cm) sowie Abzug des Skelettgehalts (vgl. Scherer & Kreher 2025). Der C-Vorrat der Tiefenstufe 0–30 cm berechnet sich aus der Summe der C-Vorräte der Einzelschichten bis 30 cm Tiefe. Die Trockenrohddichten wurden nicht bei jeder Probenahme bestimmt, sondern über den betrachteten Zeitraum je Einzelschicht gemittelt und über den Zeitraum als konstant angenommen. Für die zusammenfassende Darstellung in Abbildung 2 wurden die berechneten C-Vorräte aller BDF je Beprobungstermin jeweils für Grünland- und Ackerflächen gemittelt und die Standardabweichung in Form von Balken dargestellt. In Abbildung 3 sind die Ergebnisse der Trendanalyse der C-Vorräte jeder BDF mit ausreichend langer Datenreihe (≥ 20 Jahre) dargestellt. Der Trend der Entwicklung der C-Vorräte im Messzeitraum wurde durch lineare Regression und Prüfung der Trendsignifikanz mit dem Signifikanzniveau $p < 0,1$ berechnet.

Einschränkungen in der Interpretierbarkeit

Klimafolgenmonitoring

Der Bodenkohlenstoff unterliegt zahlreichen Einflüssen (v.a. Klima und Bewirtschaftung), welche eine hohe zeitliche und räumliche Variabilität der C-Vorräte bedingen. Infolgedessen sind zuverlässige Trendaussagen erst nach langen Zeiträumen möglich. Die Erfassung des Bodenkohlenstoffs erfolgt derzeit punktuell unter standortspezifischen Eigenschaften. Eine flächenhafte Aussage der Entwicklung der C-Vorräte für Gesamt-Sachsen ist derzeit nicht ableitbar.

| | |
|---------------------|--|
| Datengrundlage | Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF I) Berücksichtigt wurden 55 BDF-Stationen. Die Trendberechnung erfolgte für Datenreihen ≥ 20 Jahre, Messbeginn zwischen 1995 und 2006 (derzeit 52 von 55 BDF I, Stand März 2025) |
| Zeitliche Auflösung | Erhebung der Kohlenstoffgehalte i.d.R. 5-jährig, zeitlich verdichtet in Auen und im Rahmen von Projekten (1-2-jährig) |
| Datenverfügbarkeit | Datenherausgabe BDF I auf Anfrage |
| Ausblick | Fortschreibung 5-jährig jeweils nach der wiederholten Beprobung der BDF I. Integration weiterer Standorte in die Trendanalyse sobald Messreihen ≥ 20 Jahre erreicht sind. |

Auswertung und Darstellung

| | |
|----------------------|---|
| Befund | Bei einem Großteil der Stationen waren die Änderungen der C-Vorräte im Oberboden nur gering bzw. nicht statistisch nachweisbar. An 5 BDF (2 Grünland- und 3 Ackerstandorte) wurden signifikant negative Trends, d.h. abnehmende C-Vorräte im betrachteten Zeitraum beobachtet. Für 12 BDF wurden signifikant zunehmende C-Vorräte festgestellt (2 Grünland- und 10 Ackerstandorte). |
| Ergebnisbeschreibung | <p>In Abbildung 1 ist beispielhaft die Entwicklung der C-Vorräte im Oberboden der BDF Hilbersdorf dargestellt. Es sind deutliche Schwankungen mit Ab- und Zunahmen im Messzeitraum zu erkennen, die durch klimatische Bedingungen in einzelnen Jahren und Bewirtschaftungsmaßnahmen bedingt sein können. Im Zeitraum 1997 bis 2005 wurde beispielsweise mehrfach Stallmist aufgebracht, ebenso in 2017. Diese Maßnahme trug zwischenzeitlich zur Erhöhung der C-Vorräte bei. Ein eindeutiger Langzeittrend mit Ab- oder Zunahme ist an dieser BDF derzeit nicht zu erkennen.</p> <p>Die für die Probenahmejahre gemittelten C-Vorräte aller BDF sind in Abbildung 2 jeweils für Acker und Grünland gezeigt. Getrennt nach Nutzungsart lässt sich insgesamt kein Langzeittrend ableiten. In einzelnen Jahren können, je nachdem wie viele und welche BDF beprobt wurden, starke Schwankungen auftreten. Daher können zur Betrachtung von Langzeittrends lediglich die Entwicklungen an einzelnen Standorten mit ihren spezifischen Standorteigenschaften und Bewirtschaftungseinflüssen herangezogen werden. Verallgemeinerte Aussagen auf Basis gemittelter Werte für alle BDF in Sachsen können nicht getroffen werden.</p> <p>Der Langzeittrend jeder Einzelstation ist in der Karte in Abbildung 3 dargestellt. An zwei Grünland- und drei Ackerstandorten wurden signifikant negative Trends, d.h. abnehmende C-Vorräte im betrachteten Zeitraum beobachtet. Für zwei Grünland- und zehn Ackerstandorte wurden signifikant zunehmende C-Vorräte festgestellt.</p> |

Abbildungen

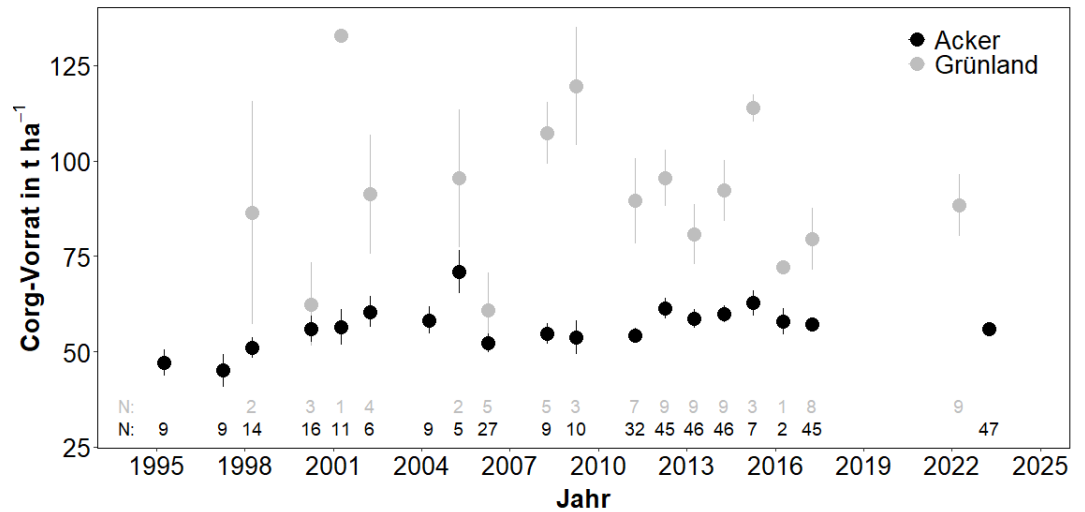


Abbildung 2: Kohlenstoffvorräte als Mittelwerte der Acker-/Grünland-BDF je Probenahmejahr (schwarze/graue Punkte) mit Standardabweichung (Balken). N gibt die Anzahl der beprobten Acker-/Grünland-BDF je Probenahmejahr an.

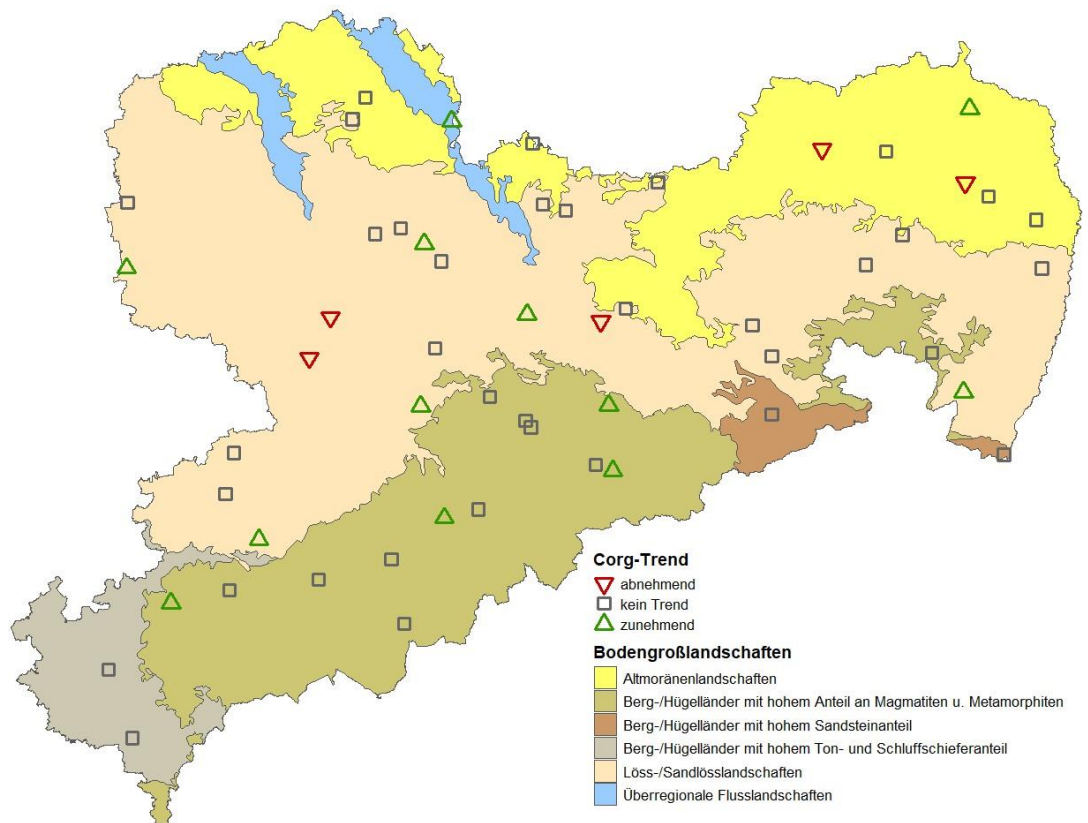


Abbildung 3: Trend der organischen Kohlenstoffvorräte im Oberboden (0–30 cm) der BDF in Sachsen. Dreiecke symbolisieren Standorte mit signifikant abnehmendem (rot) bzw. zunehmendem (grün) Trend seit Messbeginn.

Entwicklung

Die Standorte mit langfristigen Zu- bzw. Abnahmen zeigen keine Abhängigkeit von der Lage in Sachsen in Bezug auf Höhenlage, Ost-Westausrichtung oder Naturraum. Sehr wahrscheinlich dominieren hier die Bewirtschaftungseinflüsse die Entwicklung der organischen C-Vorräte im Boden. Der Großteil der Standorte zeigt in den derzeit vorliegenden Daten keine nachweisbaren Langzeitverände-

rungen. Die hier vorgestellten Ergebnisse für die sächsischen BDF sind vergleichbar mit den Ergebnissen der Langzeitbeobachtung in anderen Bundesländern (vgl. R-BO-2 Humusentwicklung Bayern).

Literaturverzeichnis

1. BZE-LW https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn064478.pdf
2. CAPRIEL, P. (2010): Standorttypische Humusgehalte von Ackerböden in Bayern. Schriftenreihe der Bayerischen LfL
https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/schriftenreihe/p_38740.pdf (zuletzt aufgerufen am 13.04.2021)
3. ADAM, S. & JACKISCH, C. (2025): Kohlenstoffuntersuchungen der Böden in Sachsen - Wissenschaftlich methodische Vorarbeiten und Leitfaden. LfULG-Schriftenreihe, Heft **XX**/2025, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
4. SCHERER, V. & KREHER, M. (2025): Kohlenstoffvorräte der Böden in Sachsen - Landesweite Abschätzung und Darstellung. LfULG-Schriftenreihe, Heft **XX**/2025, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Autor: Dorit Julich; Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie;
Abteilung 4; Referat 42; Telefon: 03731 294-2806; E-Mail: Bodendaten.lfulg@smekul.sachsen.de,
FachzentrumKlima.lfulg@smekul.sachsen.de; Redaktionsschluss: 31.01.2025; www.lfulg.sachsen.de