

2.3 Bodenzustand

2.3.1 Kohlenstoffvorrat

2.3.1a Kohlenstoffbindung oberirdische Biomasse

2.3.1b C-Vorrat im Waldboden Stichtag: 31.12.2009

Stand: 31.12.2016

Periode: 15 Jahre

2.3.1c Humusformen-Entwicklung

2.3.1d DOC-Konzentration in der Bodenlösung



Anlass und Ziel: Der Kohlenstoffvorrat im Boden spiegelt die Bodengenese sowie anthropogene Störungen und die Nutzungsgeschichte wider. Unter natürlichen Bedingungen entspricht er dem standortstypischen Fließgleichgewicht aus Streun-achlieferung und Zersetzung. Ziel der nachhaltigen forstlichen Bewirtschaftung ist die Erhaltung und Mehrung von Boden-kohlenstoff wegen dessen positiver Wirkung auf den standörtlichen Wasser- und Nährstoffhaushalt und als Beitrag zum Klimaschutz.

Bewertung



C-Vorrat Humusauflage

2.3.1b1

Methodik: Grundlage für die Betrachtung der Kohlenstoffbindung im Waldboden bilden die flächenrepräsentativen Stichproben der ersten (BZE-1, n=147, Aufnahme: 1992/93) und zweiten Bodenzustandserhebung (BZE-2 bzw. BZE-2a, n=322, Aufnahme 2007 bzw. 2009). Die Methodik folgt weitgehend der bundesweiten Arbeitsanleitung zur BZE (BMELV 2006). Anhand von Vergleichsstudien konnte bestätigt werden, dass methodische Unterschiede zwischen BZE-1 und BZE-2(a) hinsichtlich Probenahme und Laboranalytik (BZE-1: nasschemische Analyse, BZE-2(a): elementaranalytische C-Bestimmung) nicht zu systematischen Verzerrungen der Ergebnisse führten. Die Kohlenstoffvorräte beider Inventuren sind methodisch vergleichbar und Mittelwertunterschiede als Speicheränderungen zu interpretieren.

Ergebnis: Die Kohlenstoffvorräte in der Humusauflage haben zwischen den Inventuren BZE-1 und BZE-2(a) zugenommen. Die Verteilungsfunktionen haben sich von einer deutlich rechtsschiefen Verteilung zu einer nahezu normalverteilten Funktion entwickelt. Die Humusauflage bildet mengenmäßig einen wichtigen Kohlenstoffspeicher. So liegen im Durchschnitt aller Inventurpunkte etwa ein Drittel der gesamten C-Menge des Bodens als Auflagehumus vor.

Wertung: Ansteigender Kohlenstoffvorrat in der Humusauflage kann auf Störungen der Umsetzungsbedingungen hinweisen. Mögliche Ursachen können Bodenversauerung und atmogener N-Eintrag sein. Jedoch hat sich die Relation zwischen Kohlenstoffmenge in der Auflage und im Mineralboden zwischen den Inventuren nicht verändert. Insgesamt nehmen also sowohl Mineralbodenhumus als auch Auflagehumus in gleichem Maße zu. Eine Entkopplung des C-Kreislaufes ist somit nicht zu erkennen.

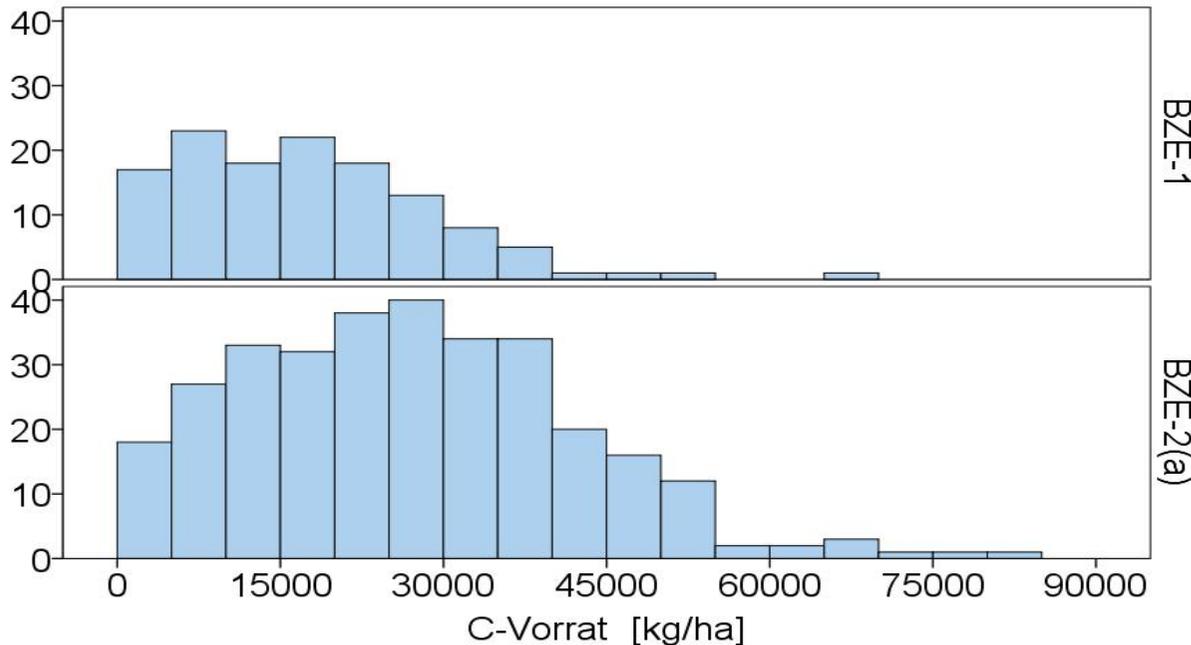
Maßnahmen zur Zielerreichung: Aktuell besteht eine hohe Dynamik der Kohlenstoffakkumulation, die auf eine Erholung der Jahrhunderte lang durch Humusverarmung geprägten Standorte hinweist. Der aktuelle Prozess der C-Akkumulation ist durch Walddumbau und standortsangepasste Nutzungsintensität zu unterstützen.

Monitoring-Verfahren: Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE)

Datenhalter: LFE

Bearbeiter: Riek, W.

Referenzen, Datenabruf: Riek, W. et al. (2015): Zustand und Entwicklung der brandenburgischen Waldböden. Ergebnisse der landesweiten Bodenzustandserhebungen BZE-2 und BZE-2a. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe. (in Vorbereitung). BMELV (2006): Arbeitsanleitung für die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II). 2. Aufl., Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.). GAFA (2006): Handbuch Forstliche Analytik - Eine Loseblatt-Sammlung der Analysemethoden im Forstbereich. Gutachterausschuss Forstliche Analytik. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.).



Legende: Histogramme der im Auflagehumus gespeicherten Kohlestoffvorräte im Vergleich von BZE-1 (Probennahme: 1992/93) und BZE-2(a) (Probennahme : 2006 bzw. 2009). Auf der Ordinate der Diagramme ist die Anzahl der BZE-Punkte dargestellt.



Anlass und Ziel: Der Kohlenstoffvorrat im Boden spiegelt die Bodengenese sowie anthropogene Störungen und die Nutzungsgeschichte wider. Unter natürlichen Bedingungen entspricht er dem standortstypischen Fließgleichgewicht aus Streun-achlieferung und Zersetzung. Ziel der nachhaltigen forstlichen Bewirtschaftung ist die Erhaltung und Mehrung von Boden-kohlenstoff wegen dessen positiver Wirkung auf den standörtlichen Wasser- und Nährstoffhaushalt und als Beitrag zum Klimaschutz.

Bewertung



C-Vorrat Mineralboden

2.3.1b2

Methodik:

Grundlage für die Betrachtung der Kohlenstoffbindung im Waldboden bilden die flächenrepräsentativen Stichproben der ersten (BZE-1, n=147, Aufnahme: 1992/93) und zweiten Bodenzustandserhebung (BZE-2 bzw. BZE-2a, n=322, Aufnahme 2007 bzw. 2009). Die Methodik folgt weitgehend der bundesweiten Arbeitsanleitung zur BZE (BMELV 2006). Anhand von Vergleichsstudien konnte bestätigt werden, dass methodische Unterschiede zwischen BZE-1 und BZE-2(a) hinsichtlich Probenahme und Laboranalytik (BZE-1: nasschemische Analyse, BZE-2(a): elementaranalytische C-Bestimmung) nicht zu systematischen Verzerrungen der Ergebnisse führten. Die Kohlenstoffvorräte beider Inventuren sind methodisch vergleichbar und Mittelwertunterschiede als Speicheränderungen zu interpretieren.

Ergebnis:

Die Kohlenstoffvorräte im Mineralboden haben zwischen den Inventuren BZE-1 und BZE-2(a) deutlich zugenommen. Zu beachten ist hierbei, dass sich die C-Vorräte zur Zeit der BZE 1 im bundesweiten Vergleich auf niedrigstem Niveau befanden. Die zunehmend humusschonendere Bewirtschaftung der Bestände und der Unterbau mit Laubholzarten führten seither zu einer Entspannung der Humusmangelsituation. Bodenökologische Ursachen für die starke Akkumulation von organischer Bodensubstanz können in der Zunahme der Bodenacidität sowie in nachweislich häufigeren Trockenperioden gesehen werden, da sich beide Faktoren hemmend auf den mikrobiellen Humusabbau auswirken

Wertung:

Mineralbodenhumus wirkt sich positiv auf die Kationenaustauschkapazität der Böden und damit auf das Nährstoffspeicherungspotenzial aus und erhöht die nutzbare Wasserspeicherkapazität der Böden. Die Zunahme ist daher positiv zu bewerten.

Maßnahmen zur Zielerreichung:

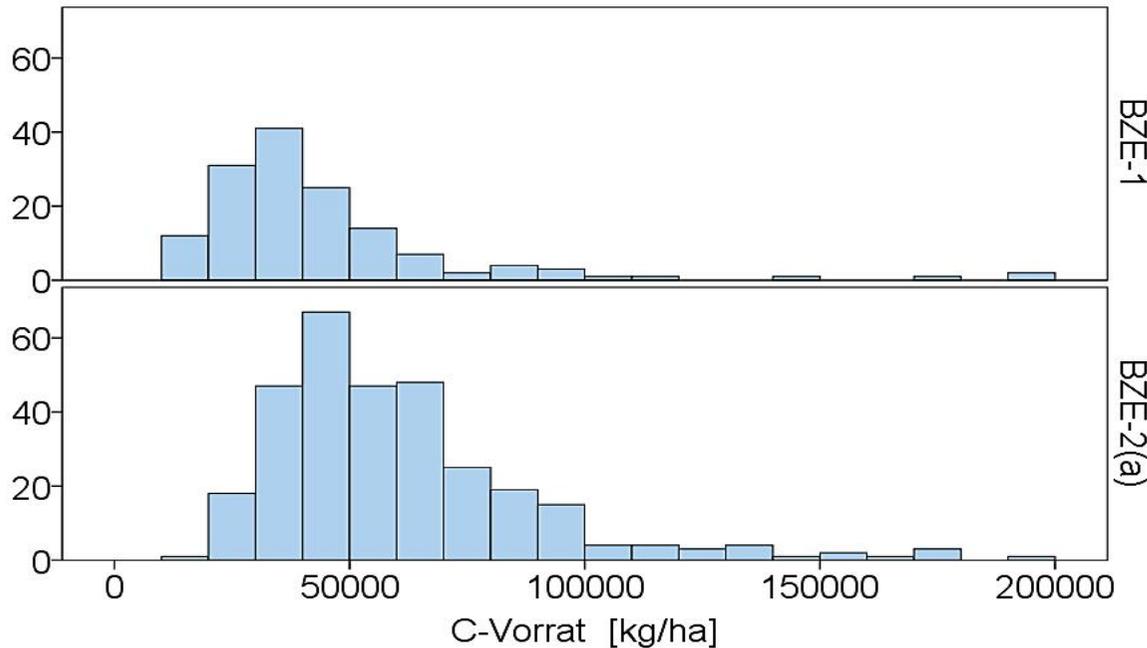
Der Trend der C-Akkumulation ist durch fortgesetzten Waldumbau und standortsangepasste Nutzungsintensität zu unterstützen.

Monitoring-Verfahren: Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE)

Datenhalter: LFE

Bearbeiter: Riek, W.

Referenzen, Datenabruf: Riek, W. et al. (2015): Zustand und Entwicklung der brandenburgischen Waldböden. Ergebnisse der landesweiten Bodenzustandserhebungen BZE-2 und BZE-2a. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe. (in Vorbereitung). BMELV (2006): Arbeitsanleitung für die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II). 2. Aufl., Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.). GAFA (2006): Handbuch Forstliche Analytik - Eine Loseblatt-Sammlung der Analysemethoden im Forstbereich. Gutachterausschuss Forstliche Analytik. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.).



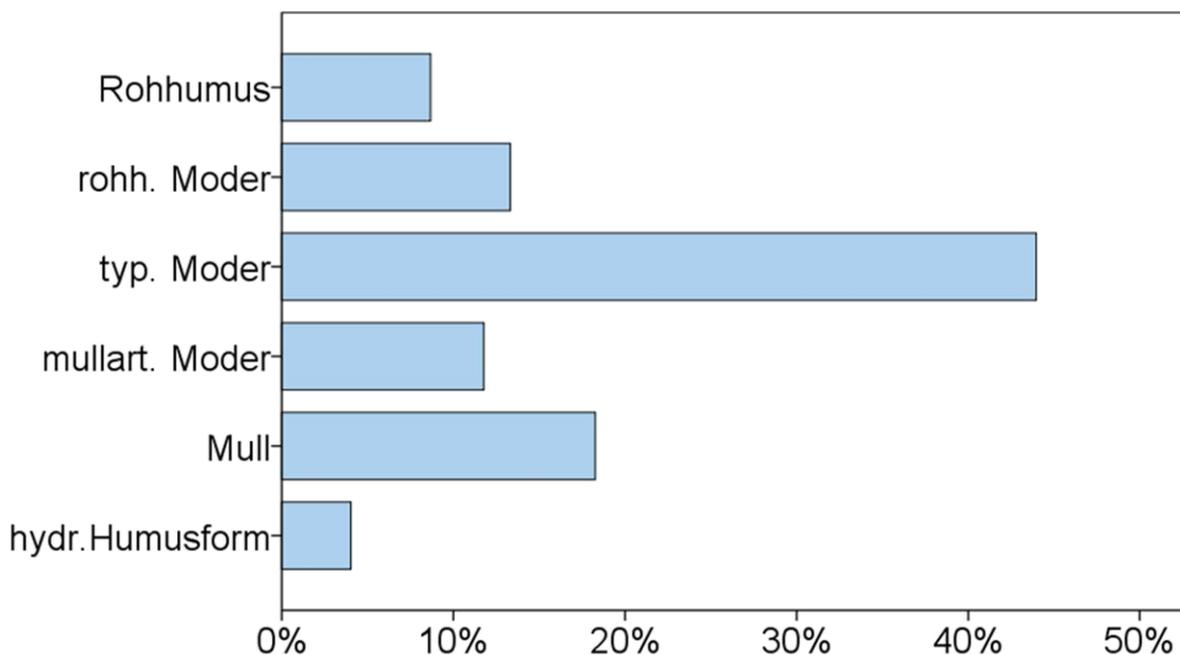
Legende: Histogramme der im Mineralboden bis 90 cm Tiefe gespeicherten Kohlestoffvorräte im Vergleich von BZE-1 (Probennahme: 1992/93) und BZE-2(a) (Probennahme : 2006 bzw. 2009). Auf der Ordinate der Diagramme ist die Anzahl der BZE-Punkte dargestellt.



Anlass und Ziel:

Die Humusform kennzeichnet die unterschiedlichen makroskopischen Erscheinungsformen des Humus und ist integraler Ausdruck der Stoffumsetzung an einem Standort. Der Verschlechterung der Humusform durch übermäßige nutzungsbedingte Nährstoffzüge sowie atmogene Säure- und Stickstoffeinträge ist durch (waldbauliche) Maßnahmen entgegenzuwirken.

Bewertung



Legende: Prozentuale Anteile der morphologischen Humusformen Mull, mullartiger Moder, typischer Moder, rohhumusartiger Moder sowie zusammengefasst aller hydromorphen Humusformen in der Stichprobe der BZE-2(a) (Probennahme: 2006 bzw. 2009).

Methodik:

Grundlage für die Betrachtung der Humusfomentwicklung bildet die flächenrepräsentative Stichprobe der zweiten Bodenzustandserhebung (BZE-2 bzw. BZE-2a, n=322, Aufnahme 2007 bzw. 2009). Die morphologische Humusformansprache erfolgte hierbei nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung der AG Boden (2005). Ein Vergleich mit der BZE-1 erscheint aufgrund methodischer Unterschiede bzw. unterschiedlicher Nomenklaturen und deren Interpretation durch verschiedene Bearbeiter nicht sinnvoll.

Ergebnis:

In der Häufigkeitsverteilung der morphologischen Humusformen überwiegt der typische Moder. Dieser kennzeichnet auf sandigem Ausgangsgestein mit natürlicherweise nährstoffärmeren Waldböden insbesondere unter Berücksichtigung des überwiegend erfolgenden Kiefernbaus relativ günstige Bedingungen hinsichtlich des Stoffhaushalts.

Wertung:

Der Befund, dass Rohhumus und rohhumusartiger Moder gegenüber typischem Moder nur mit geringem Anteil an der Waldfläche vertreten ist, weist auf weitgehend intakte Stoffumsetzungsbedingungen hin. Es gibt keine akuten Hinweise auf eine übermäßige Reduktion der Abbauleistung von Zersetzern durch Stickstoff-, Schwermetall- und Säurebelastung. Allerdings sind Schwierigkeiten bei der morphologischen Ansprache der Humusformen zu berücksichtigen. So war eine eindeutige Zuordnung der Humusform aufgrund der Vergrasung älterer Kiefernbestände bzw. infolge von Oberbodenstörungen (z.B. Wildschweine, Maßnahmen bei der Bestandesbegründung) oft nicht sicher möglich.

Maßnahmen zur Zielerreichung

Die Entwicklung der Mächtigkeit und Struktur von Auflagehorizonten sind (ggf. mit zeitlich höherer Auflösung) zu erfassen und als objektiver Ausdruck der morphologischen Humusform weiter zu beobachten.

Monitoring-Verfahren: Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE)

Datenhalter: LFE

Bearbeiter: Riek, W.

Referenzen, Datenabruf:

Riek, W. et al. (2015): Zustand und Entwicklung der brandenburgischen Waldböden. Ergebnisse der landesweiten Bodenzustandserhebungen BZE-2 und BZE-2a. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe. (in Vorbereitung). BMELV (2006): Arbeitsanleitung für die zweite bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II). 2. Aufl., Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.). AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Aufl. Stuttgart.

Indikator 2.3.1b Kohlenstoffbindung im Boden

Zusammenfassende Charakteristik der Merkmale

Merkmale		Veränderung	Erläuterung
b1	C-Vorrat Humusauflage	zugenommen	Humusakkumulation
b2	C-Vorrat Mineralboden	zugenommen	Humusakkumulation
c	Humusformenentwicklung	indifferent	-

Gesamtbewertung:

Die im Waldboden gespeicherten Kohlenstoffmengen sind im Zeitraum zwischen BZE-1 und BZE-2(a) flächendeckend deutlich angestiegen. Gründe hierfür werden u.a. in einer zunehmend Humus schonenderen Bewirtschaftung der Bestände und im Unterbau mit Laubholzarten gesehen. Die Humusakkumulation wirkt sich positiv auf den Nährstoff- und Wasserhaushalts der Standorte aus und ist daher durch fortgesetzten Waldumbau und standortsangepasste Nutzungsintensität weiter zu unterstützen.

Zusätzliche bodenökologische Ursachen der C-Zunahme können die erhöhte Bodenacidität sowie nachweislich häufigere Trockenperioden sein, da sich beide Faktoren hemmend auf den mikrobiellen Humusabbau auswirken. Eine kritische Entkopplung des C-Kreislaufes – sichtbar durch überproportionales Anwachsen der als Auflagehumus gespeicherten C-Mengen und Verschlechterung der Humusform - ist jedoch nicht zu erkennen.