

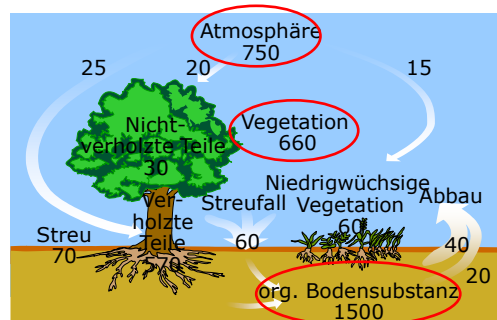
Wieviel Humusaufbau ist in Bayern möglich? Umsetzungsmöglichkeiten der 4‰-Initiative

Martin Wiesmeier, Johannes Burmeister, Melanie Treisch, Robert Brandhuber

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz
Arbeitsgruppe Humushaushalt und Umwelt-Mikrobiologie

Bedeutung von Böden als Kohlenstoffsenke

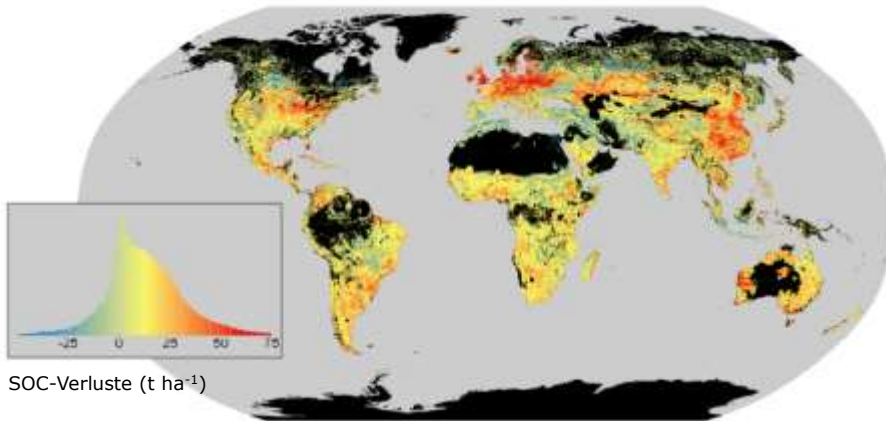
- Humus als Schlüsselkomponente für Bodenfunktionen: Lebensraum und Nahrungsquelle für Organismen, Reinigung und Speicherung von Wasser, Nährstoffspeicherung und –nachlieferung, Stabilisierung der Bodenstruktur, Erosionsschutz etc.
- Humus besteht zu ca. 58% aus Kohlenstoff (C): Böden größte terrestrische C-Speicher der Erde



(in Milliarden t C)

Rückgang Bodenkohlenstoff durch Landnutzung

- Große Verluste von Bodenkohlenstoff (SOC) durch Landnutzungswechsel und landwirtschaftliche Nutzung



SOC-Verluste (t ha⁻¹)

Sanderman et al., 2017



3

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

Klimaschutz durch Humusaufbau?

- Durch veränderte Landnutzung und verbesserte Bewirtschaftung von Böden könnte Humus gezielt aufgebaut werden
= C-Sequestrierung
- Mögliche Maßnahmen: Belassung von Ernterückständen, optimierte Fruchtfolgen, ökologischer Landbau, Dauerkulturen, Agroforstwirtschaft, Biokohle, optimierte Bewirtschaftung von Grünland/Mooren, Umwandlung von Acker- zu Grünland etc.



4

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

Die 4‰-Initiative: globales Programm zum Humusaufbau

- **4‰-Konzept** (Klimakonferenz Paris 2015):
Steigerung der globalen Kohlenstoffvorräte um 4‰ pro Jahr in den ersten 40 cm aller Böden würde anthropogene CO₂-Emissionen ausgleichen (www.4p1000.org)



SOC (0-40 cm) 820 Gt

CO₂-Emissionen 8,9

C-Senke Land -2,8

C-Senke Ozeane -2,6

C-Defizit (4‰) -3,5

(4‰ = 3,5/820)

Abbildung: ESDAC

„a major paradigm shift of historic significance“ (Lal, 2016)



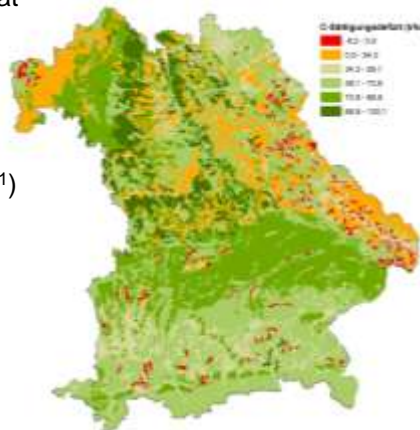
5

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

C-Sequestrierungspotential bayerischer Böden

- Begrenztes SOC-Speicherpotential, abhängig vom Feinanteil (Schluff+Ton)
- C-Sequestrierungspotential (C-Sättigungsdefizit) =
C-Speicherpotential – aktueller C-Vorrat
- Ackerböden im Mittel nur zu 50% C-gesättigt, Grünland zu 73%
- Insgesamt können zusätzlich
108 Mt C gespeichert werden (35 t ha⁻¹)

→ **Humusaufbau ist nahezu flächendeckend in Bayern über mehrere Jahrzehnte möglich**



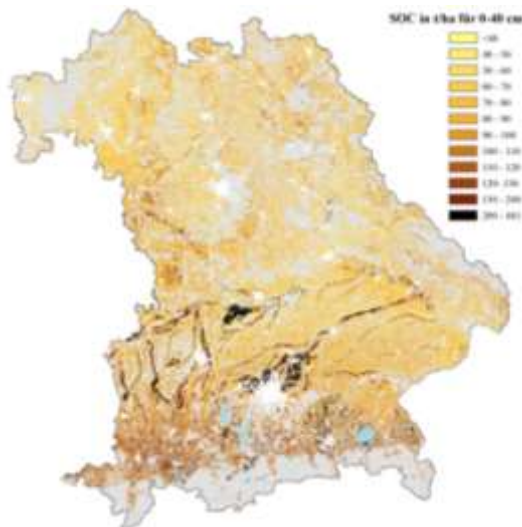
6

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

Wieviel SOC ist vorhanden? Eine Humuskarte für Bayern

- Erstellung SOC-Karte für landw. genutzte Böden Bayerns (0-40 cm) auf Basis von ca. 800 Bodenprofilen
- Insgesamt 276 Mt SOC (158 Mt in Ackerböden, 118 Mt in Grünlandböden)

→ **4‰-Zielvorgabe Bayern:**
1,1 Mt SOC pro Jahr
(0,36 t ha⁻¹ yr⁻¹)



7

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

Szenarien Humusaufbau

- Ableitung von C-Sequestrierungsraten verschiedener Maßnahmen zum Humusaufbau aus der Literatur
- Analyse des Ist-Zustands anhand von InVeKoS-Daten (2012-2015)

Maßnahme	C-Sequestrierungsrate (t ha ⁻¹ yr ⁻¹)
Zwischenfruchtanbau	0,32 ± 0,08
Verbesserte Fruchtfolge	0,16 ± 0,05
Ökolandbau	0,27 ± 0,37
Umwandlung Acker- zu Grünland	0,73 ± 0,17
Agroforstwirtschaft	0,68 ± 0,30
Mittel	0,43
4‰-Ziel Bayern	0,36



8

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

Szenarien Humusaufbau

- ❑ **Winterzwischenfrucht:** Ausweitung auf 29% der Ackerfläche Bayerns möglich (559.000 ha) → **0,18±0,04 Mt C pro Jahr**
- ❑ **Verbesserte Fruchtfolgen:** 18% der Ackerfläche Bayerns mit relativ einseitigen, humuszehrenden Fruchtfolgen (341.600 ha), Integration humusmehrender Kulturen → **0,05±0,02 Mt C pro Jahr**
- ❑ **Agroforstsysteme:** Umbau zu Agroforstsystemen auf 5% der landw. genutzten Fläche (95.700 ha) → **0,04±0,06 Mt C pro Jahr**



Foto: Rico Hübner



9

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

Szenarien Humusaufbau

- ❑ **Ökolandbau:** Ausweitung von 7% (Stand 2015) auf 12% (BioRegio Bayern 2020) → **0,07±0,03 Mt C pro Jahr**
- ❑ **Umwandlung Acker- zu Grünland:** Umwandlung zum Dauergrünlandanteil des Referenzjahrs 2003 (GAP-Reform) → **0,04±0,01 Mt C pro Jahr**

→ **Insgesamt jährlicher Humusaufbau von ca. 0,37 Mt C möglich, lediglich 30% des 4‰-Ziels von 1,1 Mt C**

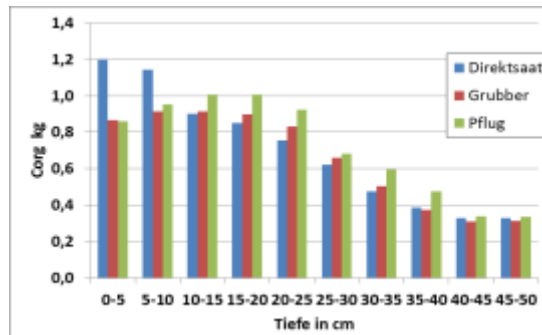


10

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

Nicht berücksichtigte Maßnahmen

- Schlechte Datenlage für weitere Optionen: Einbringung organischer Substanz Unterboden, Belassung von Ernterückständen, Biokohle, verbessertes Management von Grünland und Mooren etc.
- Verminderte Bodenbearbeitung: keine Humusmehrung, lediglich Umverteilung im Bodenprofil



SOC-Vorräte bis
50 cm Tiefe in
25-jährigem
Feldversuch



11

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

Fazit

- Landwirtschaftlich genutzte Böden Bayerns nur zu 50% C-gesättigt, großes Potential für Humusaufbau (vermutlich über mehrere Jahrzehnte)
- In landwirtschaftlich genutzten Böden Bayerns aktuell ca. 276 Mt C gespeichert, 4‰-Zielvorgabe 1,1 Mt C pro Jahr
- Geschätztes Gesamtpotential verschiedener Maßnahmen zum Humusaufbau ca. 0,37 Mt C pro Jahr, lediglich ca. 30% der Zielvorgabe
- Detailliertere Studien notwendig: Verwendung spezifischer C-Sequestrierungsraten für Bayern, Ausschluss von organischen Böden, Berücksichtigung sozioökonomischer Aspekte, Kosten etc.
- Humusaufbaupotential trotzdem beträchtlich; weitere Vorteile: erhöhte Bodenfruchtbarkeit/Wasserspeicherkapazität, verbesserte Bodenstruktur, verringertes Erosionsrisiko, verringerte Dünge- und Treibstoffkosten



12

Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz

Danke für Ihr Interesse!

