

EU-Richtlinie zur Boden- überwachung

Walter W. Wenzel
Institut für Bodenforschung
Universität für Bodenkultur Wien

AGES Dialog Zukunft Pflanzenbau
Runder Tisch

Wien, 12.04.2024



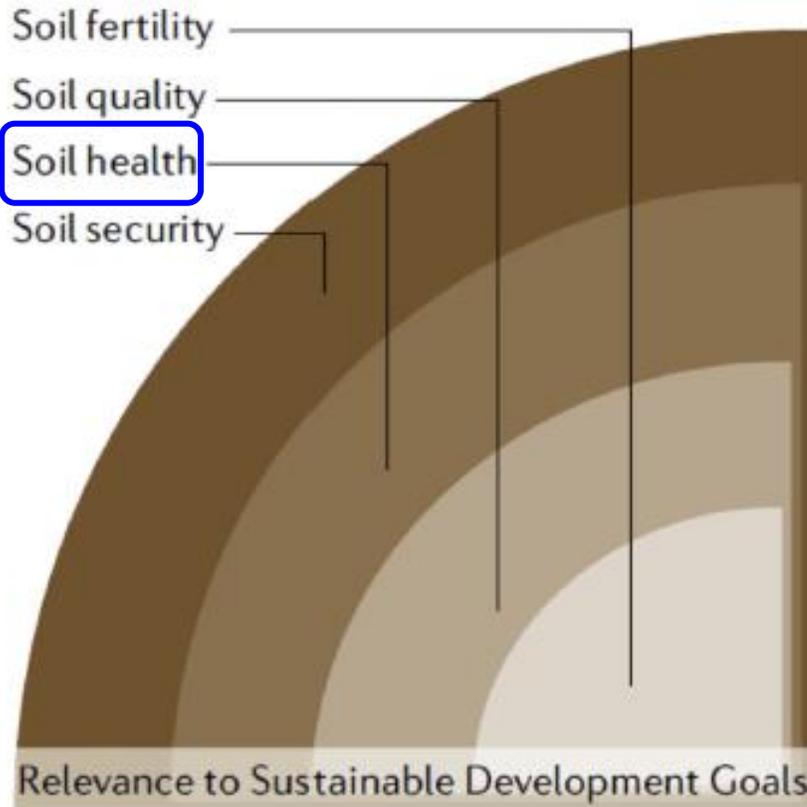
- Bodengesundheit – Definitionen & Konzepte
- EU-Richtlinie zur Bodenüberwachung & Resilienz
 - Wichtige Aspekte
 - Deskriptoren und kritische Werte
- (Verbleibende) Probleme (Auswahl)
 - Bodenprobenahme / Auswahl der Standorte
 - SOC: clay ratio
- Fokus der Rahmenrichtlinie hinterfragen
- Schlussfolgerungen & Danksagung

Bodengesundheit – Definitionen & Konzepte

- **Bodengesundheit** entspricht der Kapazität des Bodens **Ökosystemleistungen** im Einklang mit intrinsischen Bodeneigenschaften, Klima und Landnutzung nachhaltig bereit zustellen.
- **Gesunde Böden** sind charakterisiert durch physikalische, chemische und biologische Eigenschaften
 - welche **Multifunktionalität** ermöglichen,
 - die Kapazität zur **ausgewogenen** Bereitstellung von **Ökosystemleistungen** bestimmen,
 - und **Resilienz gegen Stress** unterstützen.
- Bodengesundheit wird durch **Prozesse der Bodendegradation** beeinträchtigt, sodass diagnostische **Indikatoren (Deskriptoren)** unter bzw. über **kritische Werte** zu liegen kommen.
- Der **Gesundheitszustand von Böden** kann durch ein Set **chemischer, physikalischer und biologischer Messungen** erfasst werden

Bodengesundheit – Definitionen & Konzepte

Lehmann et al. (2020), Nat. Rev. Earth Environ. 1, 544-553.

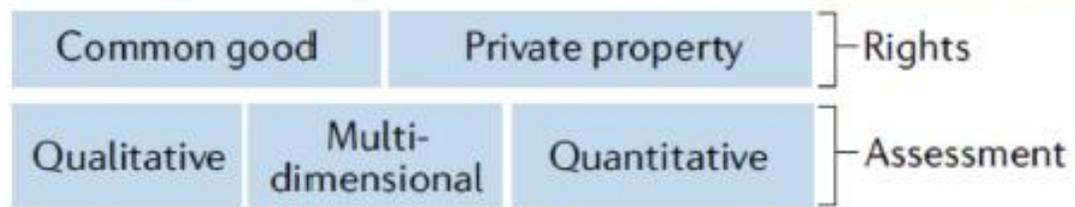


Scale	Functions	Services	Primary stakeholders
Global	Habitat provisioning	Policy Culture Human health	Global and national policymakers
National	Carbon sequestration	Biodiversity Climate control Recreation	Public
Regional	Water cycling	Water quality	Neighbours
Local	Nutrient cycling	Economic viability	
Field Pedon	Primary productivity	Plant production	Farmer, land user



Bodengesundheit im Vergleich zu anderen Konzepten:

- Bodenfruchtbarkeit
- Bodenqualität
- Bodensicherheit



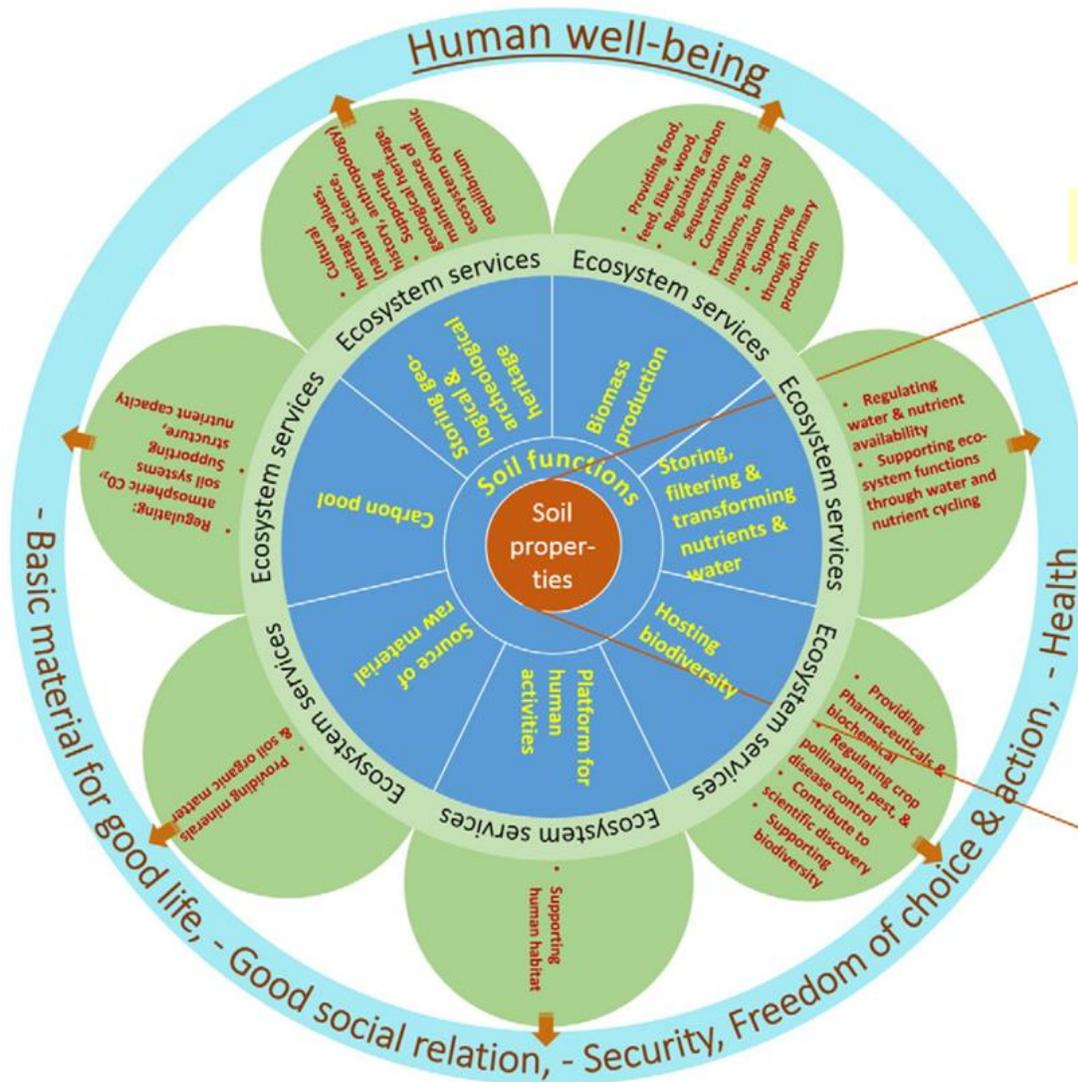
Bodengesundheit – Definitionen & Konzepte

Bodengefährdungen

Bodenverbrauch & Versiegelung
Erosion
Bodenverdichtung
Verlust organischer Substanz
Versalzung
Bodenkontamination
Verlust von Biodiversität



Adhikari & Hartemink (2016),
Geoderma 262: 101-111.



Bodeneigenschaften

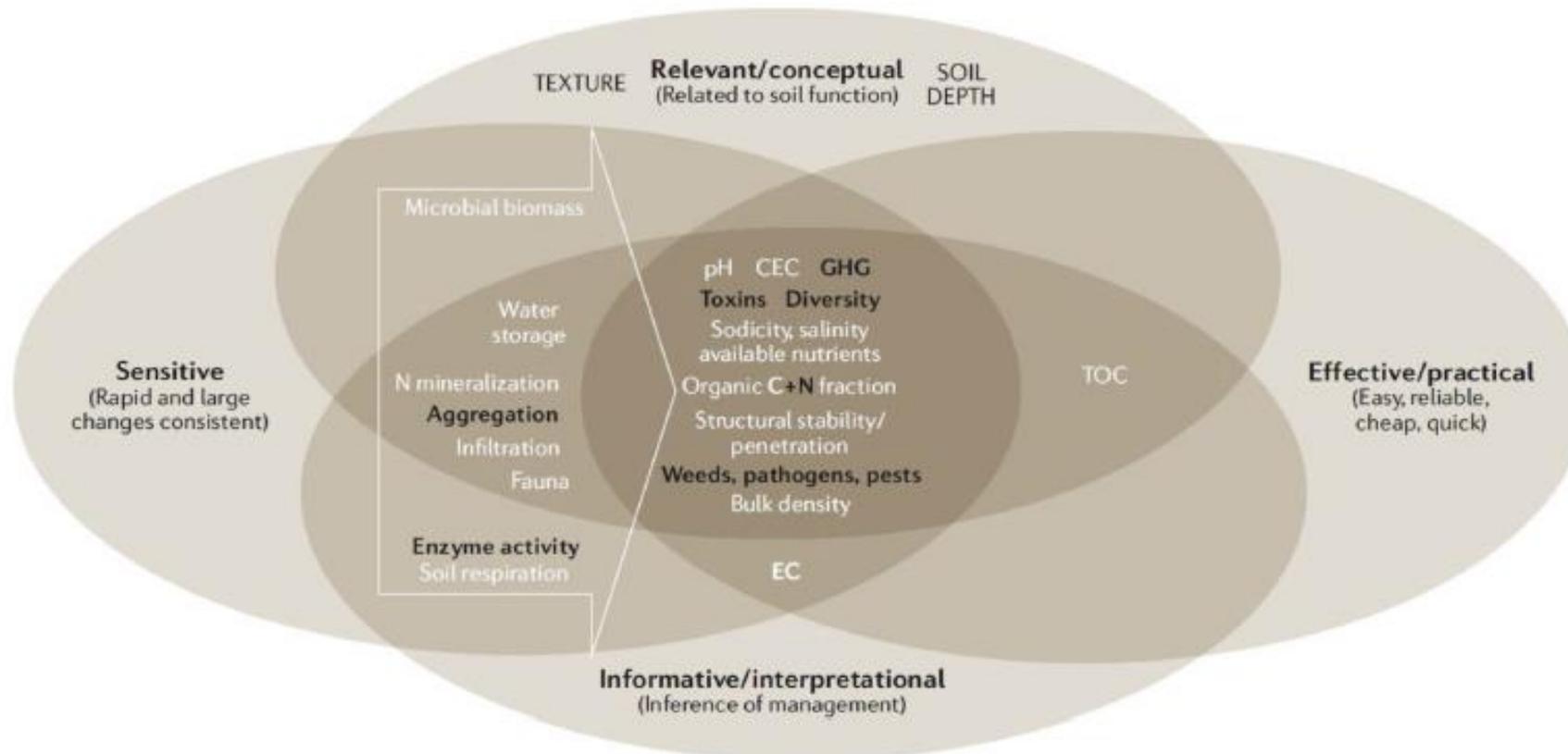
- Soil organic carbon
- Sand, silt, clay, & coarse fragments
- Soil pH
- Depth to bed rock
- Bulk density
- Available water capacity
- Cation exchange capacity
- Electrical conductivity
- Soil porosity & air permeability
- Hydraulic conductivity & infiltration
- Soil biota
- Soil structure & aggregation
- Soil temperature
- Clay mineralogy
- Subsoil pans

Die Definition von **Bodengesundheit** ist eng mit der ausgewogenen Bereitstellung von **Ökosystemleistungen** über verschiedene **Bodenfunktionen** verbunden, wobei letztere durch **Bodeneigenschaften** kontrolliert werden.

**Deskriptoren
(Indikatoren)**

**Kritische Werte
Zielwerte
Monitoring**

Bodengesundheit – Definitionen & Konzepte



Indikatoren (Deskriptoren) der Bodengesundheit sollten folgende Kriterien erfüllen:

- **Informativ / interpretierbar** (hinsichtlich Management)
- **Sensitiv** bezüglich Veränderungen (except capability indicators such as texture and soil depth)
- **Effektiv / praktikabel** (einfach, verlässlich, kostengünstig & rasch erhebbar)
- **Relevant** im Hinblick auf Bodenfunktionen und Ökosystemleistungen

EU Richtlinie – Wichtige Aspekte

- Gesunde Böden bis 2050
- Alle Böden
- Nachhaltiges Bodenmanagement
- Management kontaminierter Standorte
- **Schwerpunkt Bodenmonitoring**
 - Stratified random sampling
 - 0-30 cm
 - Alle 6 Jahre
- Bodenbezirke
- Bodeneinheiten
 - Bodenbezirke
 - Landnutzungskategorien
 - Bodenregionen der EU

- Erfassung der Bodengesundheit
 - hinsichtlich aller Bodengefährdungen
 - nachhaltige Zielwerte (nicht bindend) (target values)
 - Maßnahmenwerte (trigger values)
 - Erhebung von kritischen Verlusten an Ökosystemleistungen
 - Erfassung von Gebieten mit unzureichender Bodengesundheit
 - Maßnahmen
 - Information der Öffentlichkeit

Bodengesundheit – Deskriptoren & kritische Werte

SML Annex Parts A - C

Aspekt der Bodendegradation	Deskriptoren der Bodengesundheit	Kriterien für gesunde Böden
Bodenversalzung	Elektrische Leitfähigkeit	$< 4 \text{ dS m}^{-1}$
Bodenerosion	Erosionsrate	Seichtgründige Böden: $\leq 2 \text{ Mg ha}^{-1}$ Tief entwickelte Böden: $\leq 5 \text{ Mg ha}^{-1}$
Verlust organischer Substanz	SOC: clay ratio (Mineralboden)	$> 1/13$ (Korrekturfaktor für Bodentyp / Klima möglich, mit Bezug zur Bodenstruktur)
Bodenverdichtung Unterboden	Gesättigte Leitfähigkeit Luftkapazität Rohdichte trocken	$> 10 \text{ cm d}^{-1}$ $> 5 \text{ Vol.-%}$ $1.47 - 1.80 \text{ g cm}^{-3}$ (Texturabhängig) (Anpassung an lokale Bodenbedingungen möglich)
Oberboden	wie für Unterboden	kein Kriterium
Bodenversauerung	pH-Wert Basensättigung	kein Kriterium kein Kriterium

Bodengesundheit – Deskriptoren & kritische Werte

SML Annex Parts A - C

Aspekt der Bodendegradation	Deskriptoren der Bodengesundheit	Kriterien für gesunde Böden
Bodenkontamination	Schwermetalle (As, Sb, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Tl, V, Zn) Ausgewählte organische Verbindungen	kein Risiko
Verlust an Wasserrückhaltekapazität und Infiltration in Einzugsgebieten	Wasserhaltekapazität Gesättigte Leitfähigkeit Luftkapazität	> Minimalwert (Hochwasser- & Dürrerisiko)
Überhöhter Nährstoffgehalt	Phosphor Stickstoff C:N Verhältnis	< Maximalwert kein Kriterium kein Kriterium
Verlust an Bodenbiodiversität	Metabarcoding, PFLA, Abundanz (Collembolen, Ameisen), DNA (bakterielle Diversität) (zumindest ein Deskriptor)	kein Kriterium

Problem: Monitoringstandorte

- Rahmenrichtlinie: Random stratified sampling
- Bodenmonitoring in Österreich: Rastersystem
- Verlust des Bezugs zu früheren Aufnahmen
- Archivproben
- Zusätzlicher Aufwand
- Möglichkeit detaillierter Karten aus Rastersystem (Machine Learning)

Problem: Monitoringstandorte

Covariates based on the SCORPAN factors

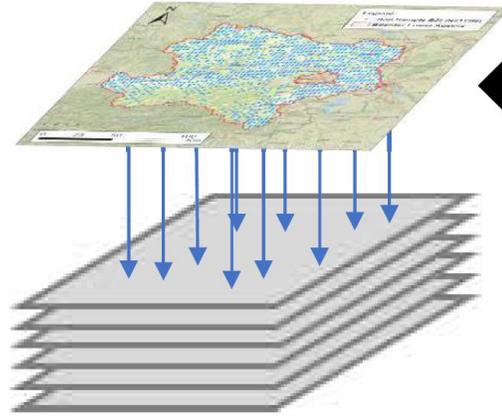
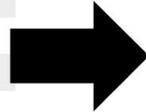
$$S = f(s, c, o, r, p, a, n) + e$$

- Topography
- DEM (elevation)
- Aspect
- Slope
- Curvature
- Roughness
- Topographic Wetness Index (TWI)

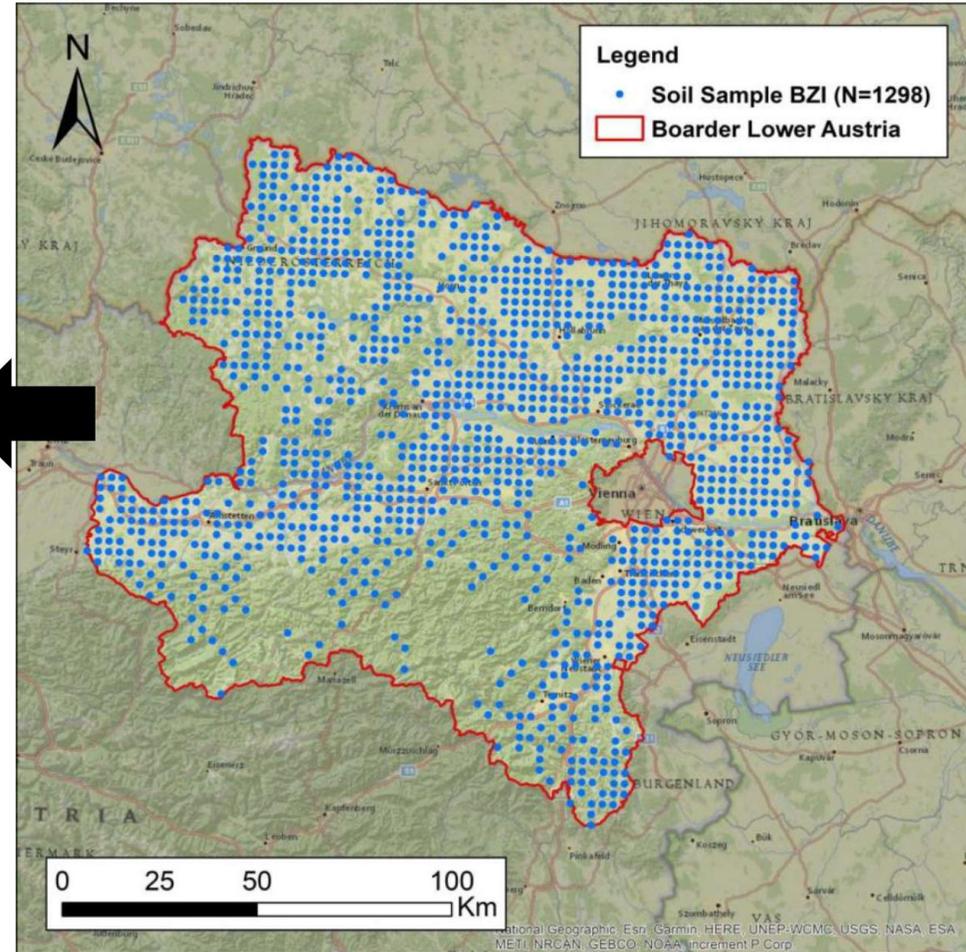
- Soil Parameters (eBOD)
- Textur Classes
- Soil Type
- Soil Class
- pH
- Lime
- SOM

- Climate
- Precipitation
- Radiation
- Temperature

- Corine Land Cover
- Geology

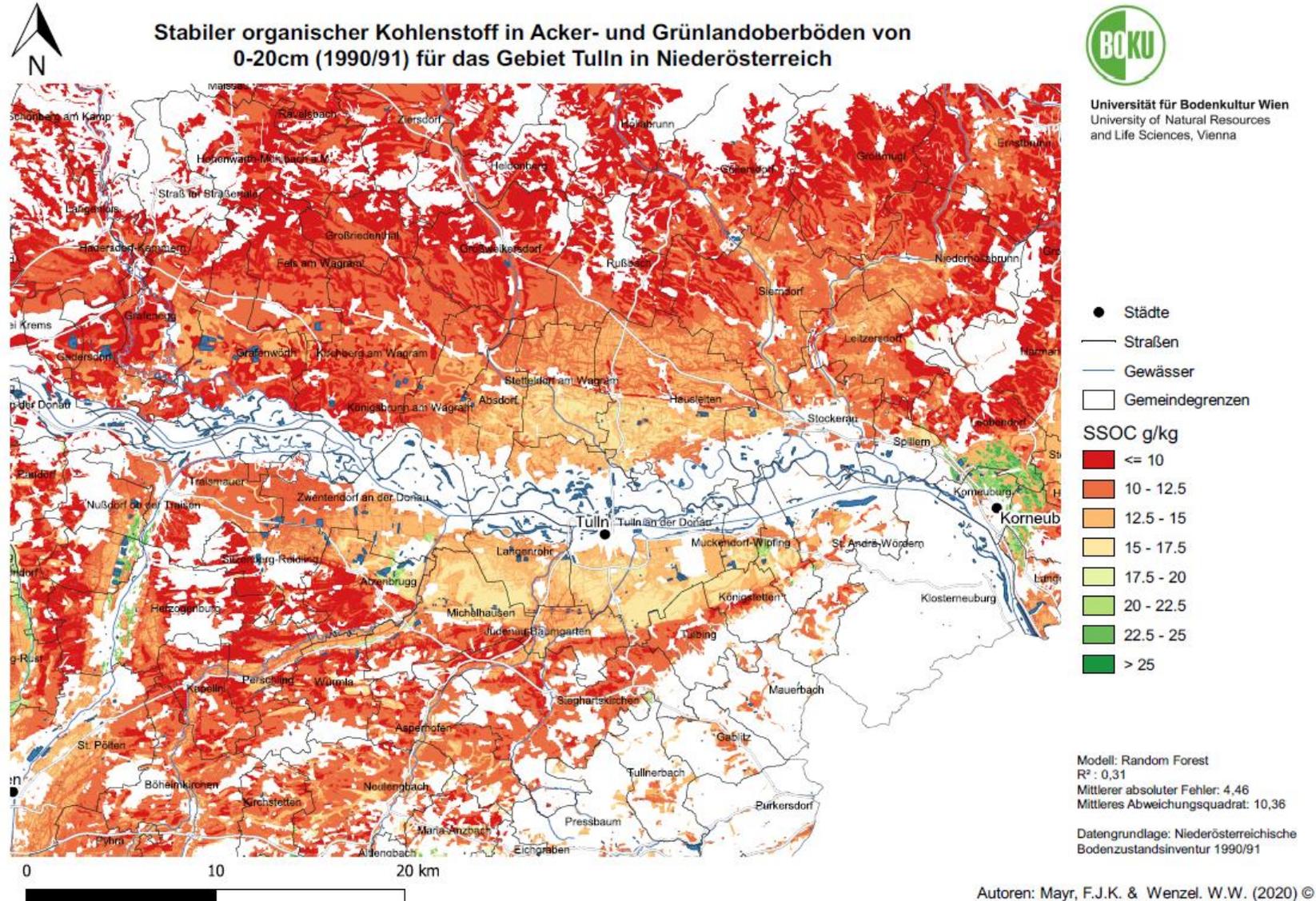


Modelling



Niederösterreichische Bodenzustandsinventur (BZI, 1991/92)

Problem: Monitoringstandorte

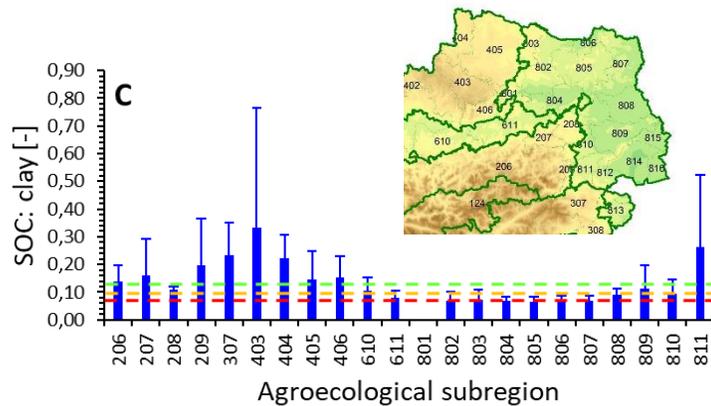
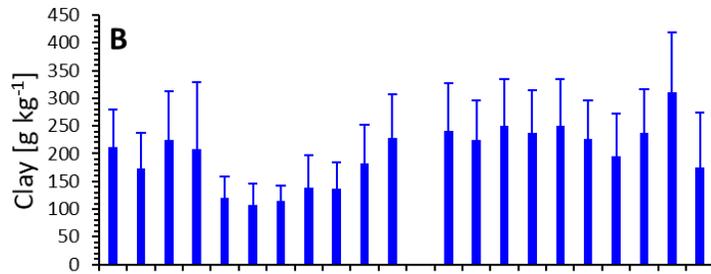
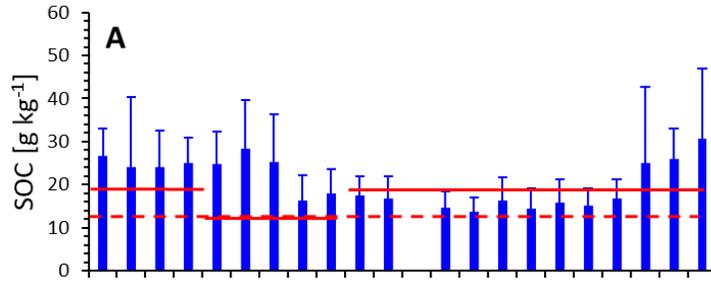


Problem: SOC: clay ratio

- SOC Konzentration
- Kohlenstoffvorräte
- Variieren mit ökologischen Bedingungen (Ausgangsmaterial, Klima etc.)
- Normalisierung zu Tongehalt
- SOC: clay ratio
- Gesucht:
 - Funktionale, interpretierbare Deskriptoren mit Bezug zu Bodenfunktionen / Ökosystemservices
 - Einheitliche Kriterien der Bodengesundheit für unterschiedliche Bedingungen (Europa)
- Einige (wenige) Veröffentlichungen zeigen Bezug zwischen SOC: clay ratio und der Qualität der Bodenstruktur bzw. des Porenraums
 - Westschweiz (Johannes et al., 2017)
 - England & Wales (Prout et al., 2021)
- EU-Richtlinie stützt sich auf diese Arbeiten

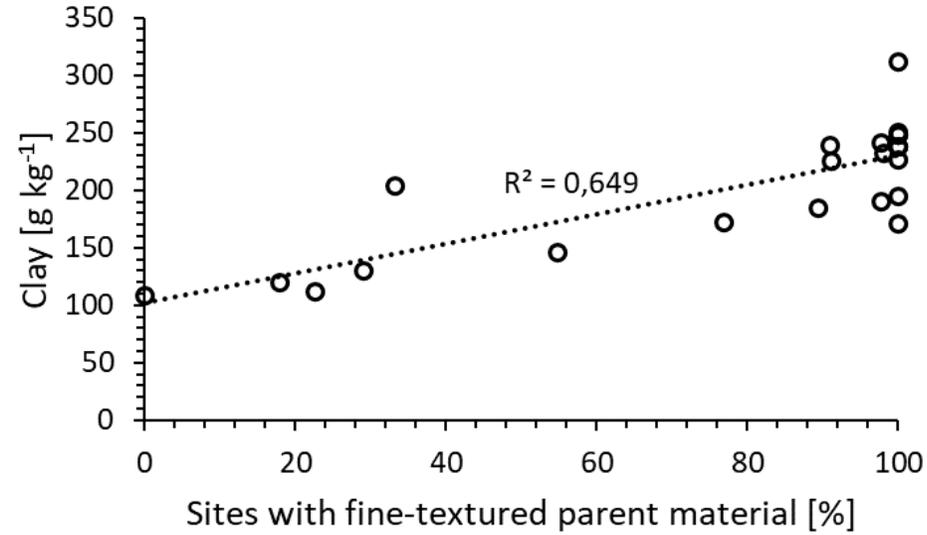
Problem: SOC: clay ratio

Cultivated soils

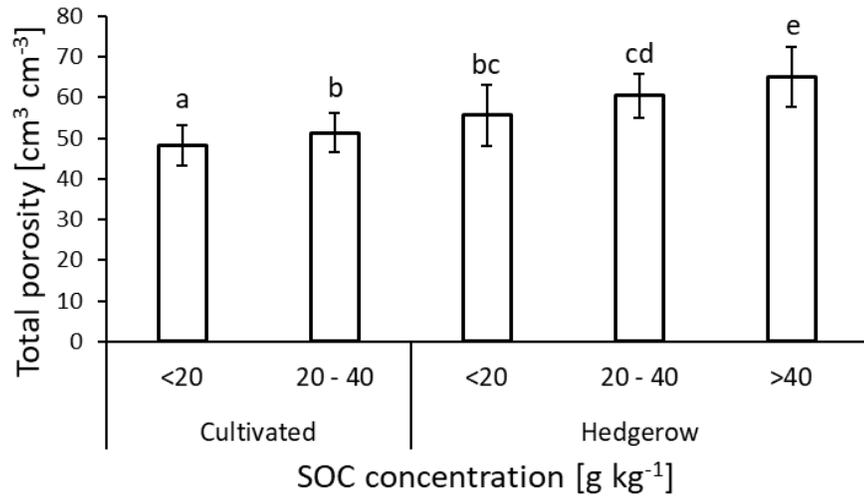
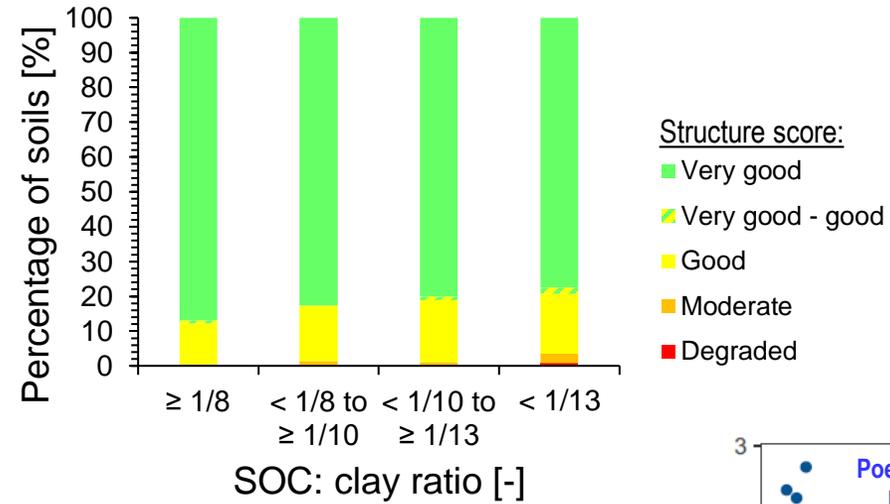
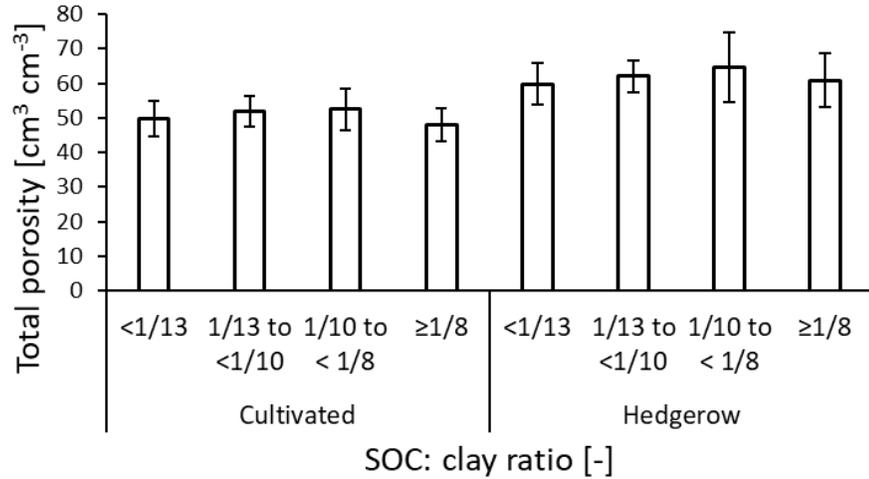


Wenzel et al. (2024), *Geoderma*, in revision,
<http://ssrn.com/abstract=4725180>.

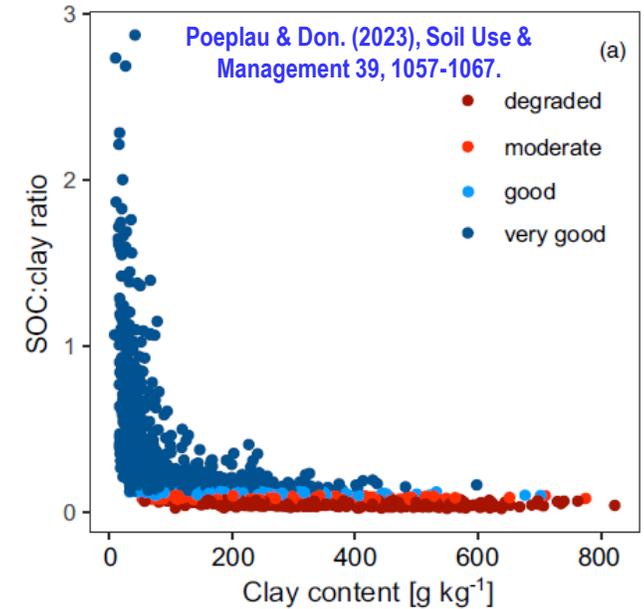
- Tongehalt und SOC variieren weitgehend unabhängig zwischen Kleinproduktionsgebieten und Bodentypen
- Tongehalt im Oberboden hängt wesentlich vom Ausgangsmaterial ab
- Verzerrung des SOC: clay ratio
- Einheitliche Kriterien (Zielwerte) nicht sinnvoll, auch wenn Korrektur möglich ist



Problem: SOC: clay ratio



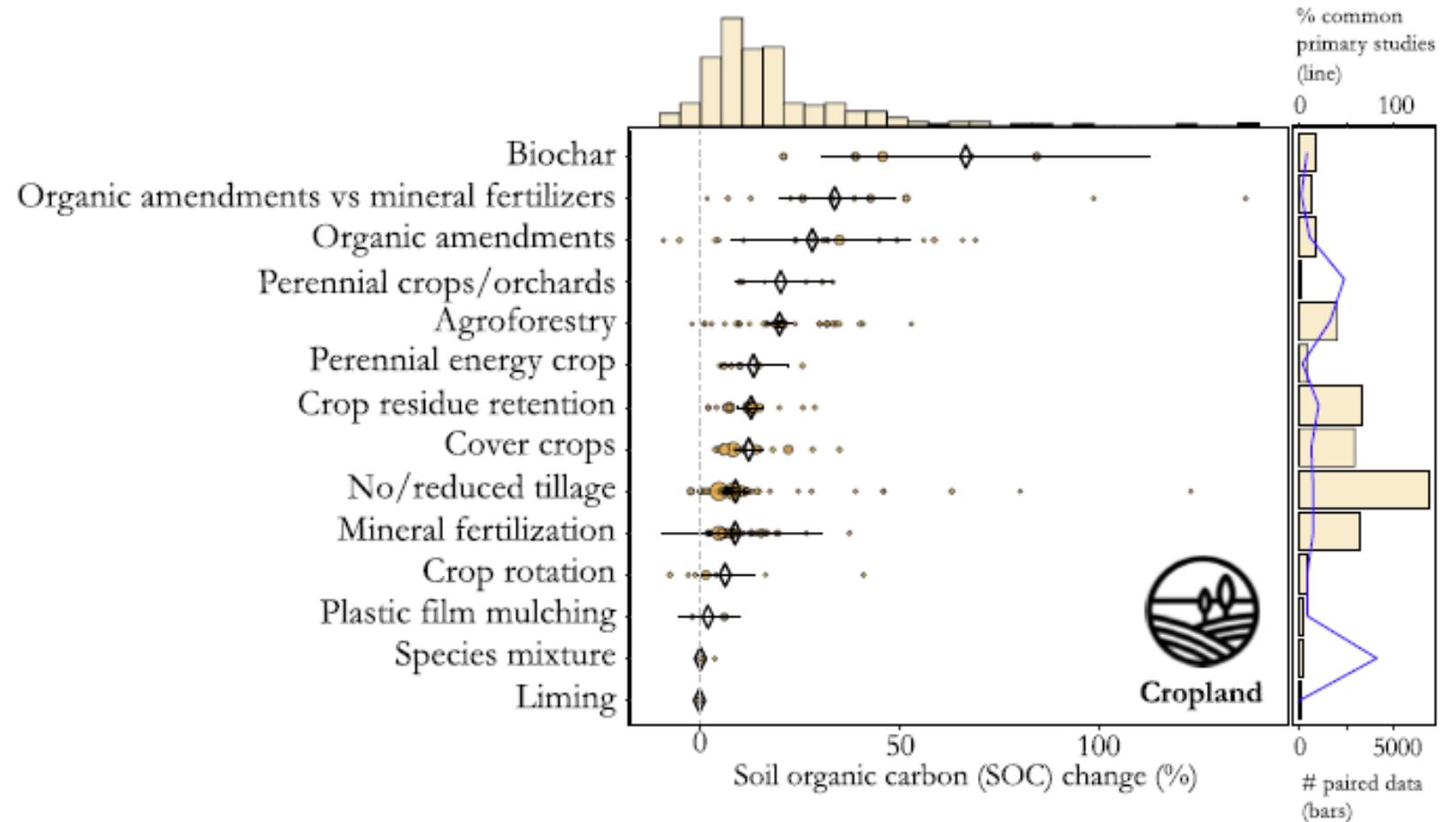
Wenzel et al. (2024), Geoderma, in revision,
<http://ssrn.com/abstract=4725180>.



Fokus auf Maßnahmen zielführender

- Erfolgskontrolle von Maßnahmen über Bodenmonitoring sehr aufwändig
- Besser validierte Maßnahmen priorisieren / finanzieren und deren Umsetzung überprüfen (ähnlich ÖPUL)

Beillouin et al et al. (2023), Nature Communications, 14, 3700.



- Zweite Revision der Rahmenrichtlinie deutlich verbessert
- Allerdings wesentliche verbleibende Probleme (z.B. Monitoringstandorte, SOC: clay ratio)
- Methoden zur Erfassung der Bodengesundheit noch unreif für gesetzliche Regelung sofern dieses auf ein harmonisiertes Bodenbeobachtungssystem mit generell gültigen Kriterien fokussiert
- Es wäre effizienter, die Bodenbeobachtung den Mitgliedstaaten zu überlassen und die Verbesserung der Bodengesundheit über validierte Maßnahmen zu steuern

- NÖ Landschaftsfonds Projekt ABB-LEBO-777/0001 (Bodengesundheit: NÖ als Beispielsregion)

