

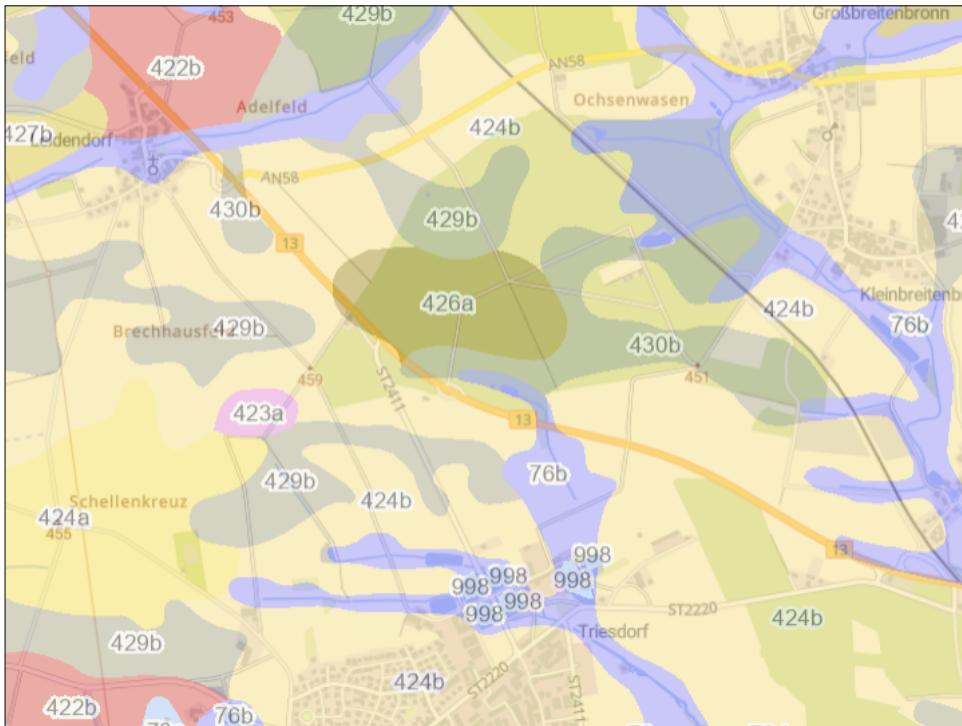
Bodenkultur und Düngung

Bodenkartierung, Bodendaten und KI

Prof. Dr. Mareike Ließ

WS 25/26

Rückblick: Übersichtsbodenkarte Bayern 1:25.000 (ÜBK)



ÜBK Bayern 1:25.000, 6729 Ansbach Süd, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, 2022.

76b Bodenkomplex: Gleye und andere grundwasserbeeinflusste Böden aus (skelettführendem) Schluff bis Lehm, selten aus Ton (Talsediment)

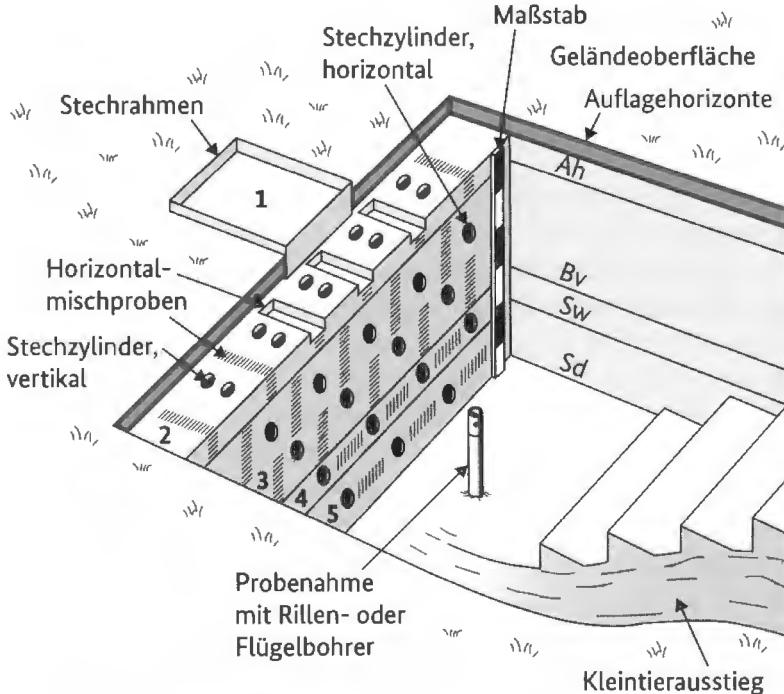
424b Fast ausschl. Braunerde (pseudovergleyt), unter Wald ger. verbr. podsolig aus (grusführendem) Sand (Deckschicht oder Sandstein) über (grusführendem) Schluffsand bis Sandlehm (Sandstein)

426a Vorherrschend Braunerde, gering verbreitet Pseudogley-Braunerde aus (grusführendem) Lehm (Deckschicht) über (Grus-)Sand bis Sandlehm (Sandstein), selten über Sandstein

429b Fast ausschließlich Pseudogley und Braunerde-Pseudogley, selten Podsol-Pseudogley aus (grusführendem) Sand (Deckschicht oder Sandstein) über (grusführendem) Lehm bis Ton (Sedimentgestein)

430b Fast ausschließlich Pseudogley und Braunerde-Pseudogley aus (grusführendem) Schluff bis Lehm (Deckschicht) über (grusführendem) Lehm bis Ton (Sedimentgestein)

Rückblick: Bodenprofilsansprache



Probenahme aus:

- 1 Auflagehorizonten mit Stechrahmen
- 2 Gesamthorizont durch Mischproben und vertikale Stechzylinderentnahme (Horizontmächtigkeit ≤ 3 dm)
- 3 Gesamthorizont durch vertikale Mischproben; Bildung von Teilproben bei Horizontmächtigkeit > 3 dm; horizontale Stechzylinderentnahme
- 4/5 Horizontmitte durch horizontale Mischproben und horizontale Stechzylinderentnahme

Stechzylinderentnahme



Abbildung A2: Schematische Darstellung der Probenahme in Schürfgruben

Rückblick: Bodenprofilansprache (Aufnahmeblatt)

Titeldaten																	
TK-Nr. 1	Projekt-Nr. 2	Profil-Nr. 3	Datum d. Aufnahme Jahr Monat Tag			Bearbeiter/in 5	Ostwert 6a		Nordwert 6b		Höhe m (NHN) 8a	Aufschlussart/ Intensität 9	Aufnahmetiefe 10	Bemerkungen 11			
Aufnahmesituation																	
Relief					Bodenabtrag/-auftrag natürlich 17a		Nutzungsart künstlich 17b		Vegetation 18		Witterung 19	anthropogene Veränderungen 21		Bodenoberfläche 22	Versiegelung 23	Regenwürmer 24	Bemerkungen 25
Hangneigung 12	Exposition 13	Reliefformtyp 14	Lage im Relief 15	Mikrorelief 16													
Horizontbezogene Daten I																	
Lfd. Nr.	Horizontgrenzen		Farbe der Boden- matrix 28	Humusgeh. Boden- feuchte Konsistenz 29/32/33	Oxidations- merkmale 30	Reduktions- merkmale 31	weitere pedogene Merkmale 34	Boden gefüge		Hohlräume (Sekundärporen) 39	Zersetzungsstufe/Humifizierungsgrad 40	Durchwurzelungsintensität/Wurzelverteilung, Pilzmycel 41a/41b/41c	Packungsdichte 42	Horizontsymbol 58			
	Unter-/ Ober- grenze 26	Form, Schärfe, Lage 27						Gefüge- form 35	Lagerungsart / Lagerungsform / Verfestigungsgrad 36/37/38								
1			1. 2. 3.														
2			1. 2. 3.														
3			1. 2. 3.														
			1. -														

Rückblick: Bodentypen und Horizontsymbole



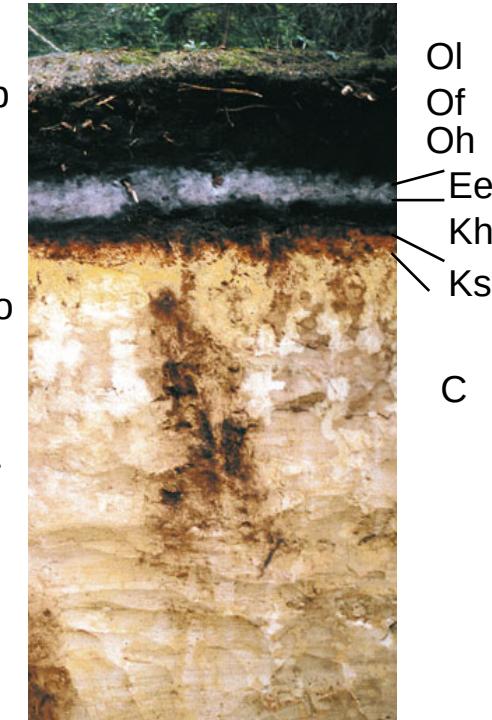
<https://www.bodenwelten.de/>



<https://www.bmleh.de/>



Zech et al., 2014.



Zech et al., 2014.

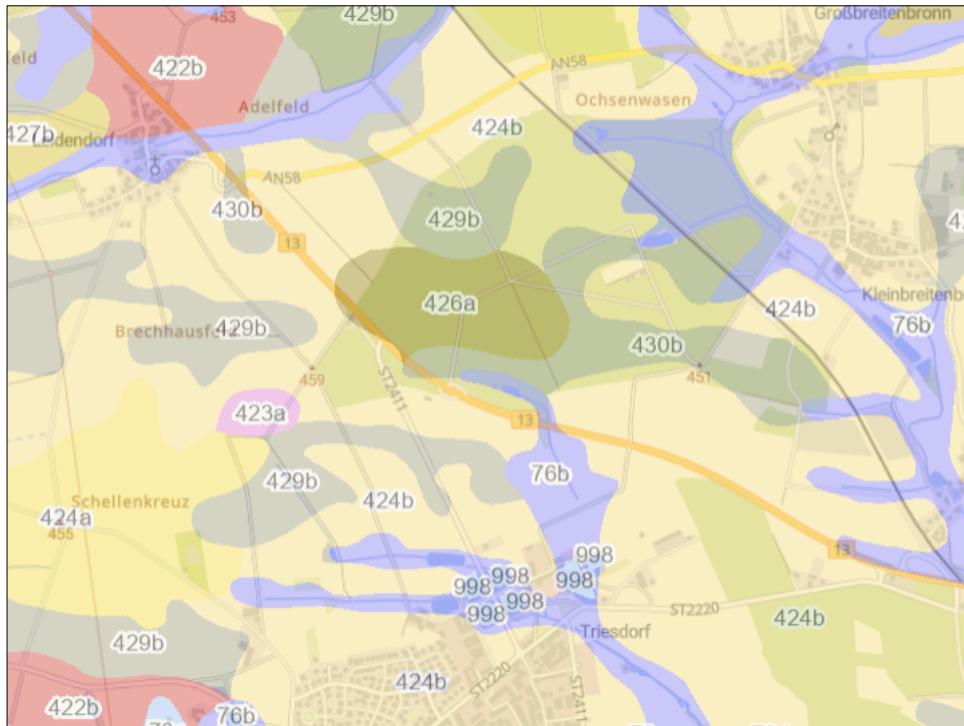
Bodenprofildaten unterschiedlicher Qualität und Quantität (DE)

Qualität (Methodik)	Messbereich (Auflösung)	Quantität (Anzahl der Standorte)	Aktualität
Bodenprofil- ansprache (KA)	Oberboden	Bodenzustands- erhebung LW: 3100 (DE)	Bodenprofildaten- banken der Länder: Altdaten
Bodenschätzung	Bodenhorizonte		
Labormessdaten	Tiefenstufen	Bodenprofildaten- banken der Länder: 38.800 Profile + 87.800 Bohrstock- einschläge (BY)	Bodenzustands- erhebung LW: 2018
Sensordaten	anderer Bereich	Bodenschätzung	

Bodenprofildaten unterschiedlicher Qualität und Quantität (DE)

Qualität (Methodik)	Messbereich (Auflösung)	Quantität (Anzahl der Standorte)	Aktualität
Bodenprofilansprache (KA)	Oberboden	Bodenzustands-erhebung LW: 3100 (DE)	Bodenprofildaten-banken der Länder: Altdaten
Bodenschätzung	Bodenhorizonte	Bodenprofildaten-banken der Länder: 38.800 Profile + 87.800 Bohrstock-einschläge (BY)	Bodenzustands-erhebung LW: 2018
Labormessdaten	Tiefenstufen		
Sensordaten	anderer Bereich	Bodenschätzung	

Rückblick: Übersichtsbodenkarte Bayern 1:25.000 (ÜBK)



ÜBK Bayern 1:25.000, 6729 Ansbach Süd, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, 2022.

76b Bodenkomplex: Gleye und andere grundwasserbeeinflusste Böden aus (skelettführendem) Schluff bis Lehm, selten aus Ton (Talsediment)

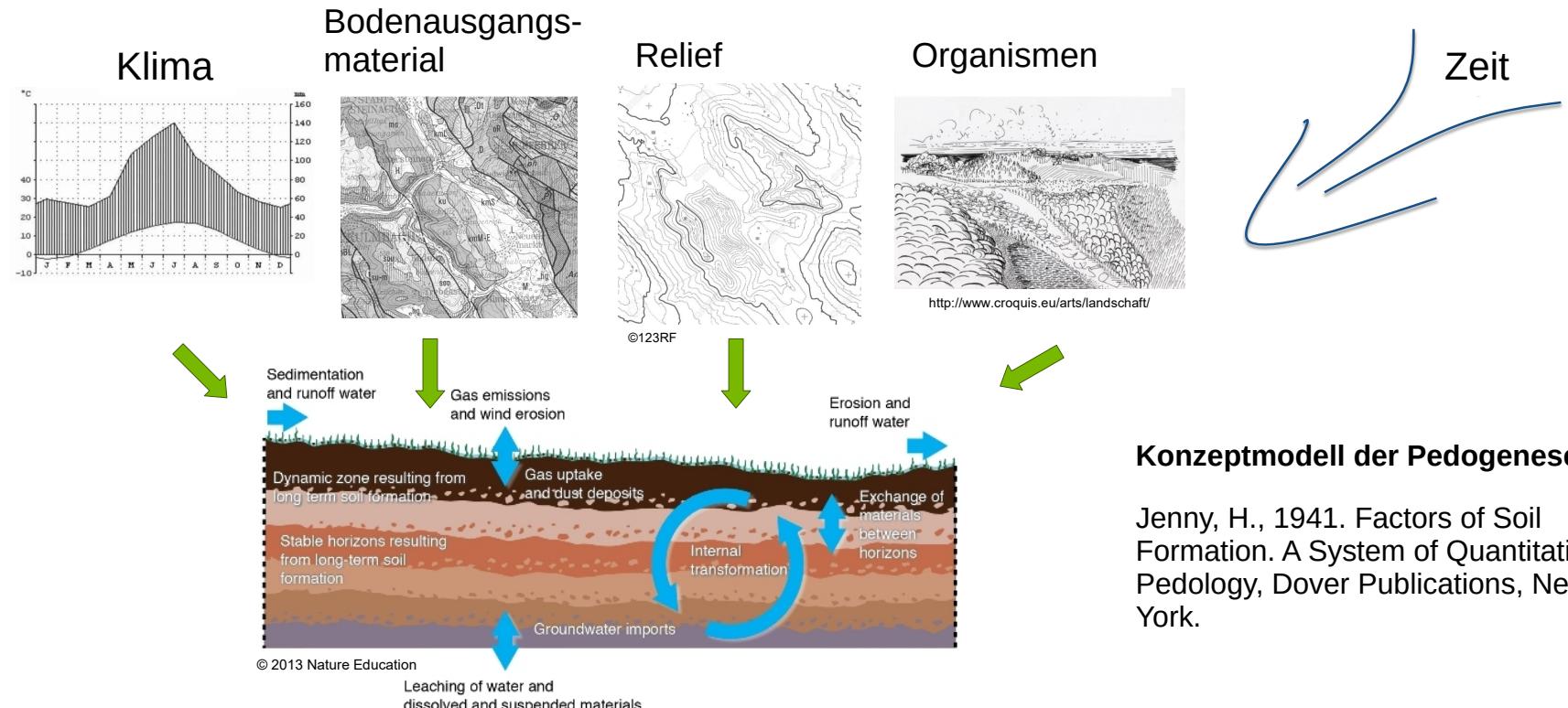
424b Fast ausschl. Braunerde (pseudovergleyt), unter Wald ger. verbr. podsolig aus (grusführendem) Sand (Deckschicht oder Sandstein) über (grusführendem) Schluffsand bis Sandlehm (Sandstein)

426a Vorherrschend Braunerde, gering verbreitet Pseudogley-Braunerde aus (grusführendem) Lehm (Deckschicht) über (Grus-)Sand bis Sandlehm (Sandstein), selten über Sandstein

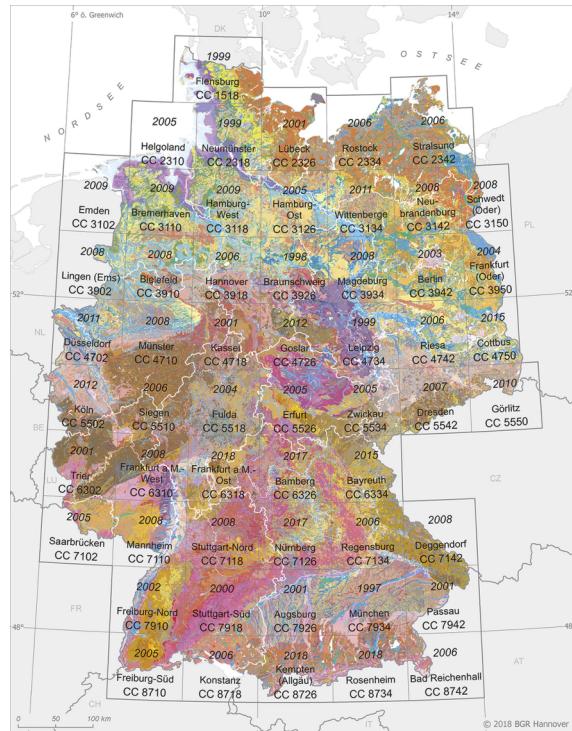
429b Fast ausschließlich Pseudogley und Braunerde-Pseudogley, selten Podsol-Pseudogley aus (grusführendem) Sand (Deckschicht oder Sandstein) über (grusführendem) Lehm bis Ton (Sedimentgestein)

430b Fast ausschließlich Pseudogley und Braunerde-Pseudogley aus (grusführendem) Schluff bis Lehm (Deckschicht) über (grusführendem) Lehm bis Ton (Sedimentgestein)

Rückblick: Bodenbildende Faktoren

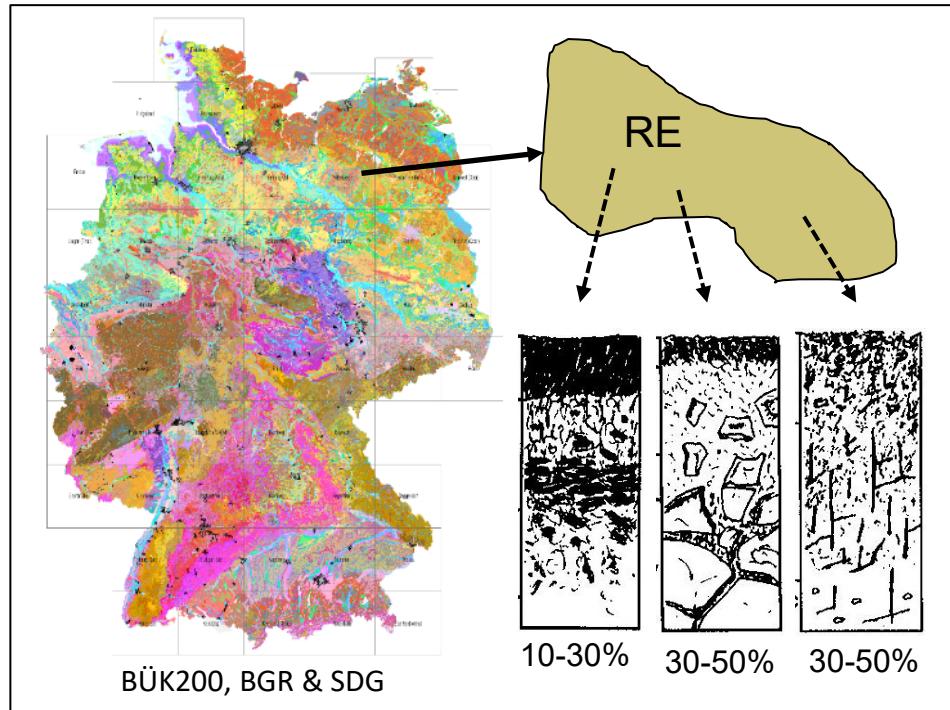


Bodenübersichtskarte Deutschlands



- Die deutschlandweite Bodenübersichtskarte 1:200.000 (BÜK200) ist ein Produkt der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und der Staatlichen Geologischen Dienste der Länder (SGD)
- Eingang zahlreicher Bodenprofildaten und umfassender bodenkundlicher Fachexpertise
- Methodik Ländersache (nicht einheitlich)
- Agglomeration zu Kartenlegendeneinheiten, die Bodentypen unterschiedlichster Eigenschaften zusammenfassen

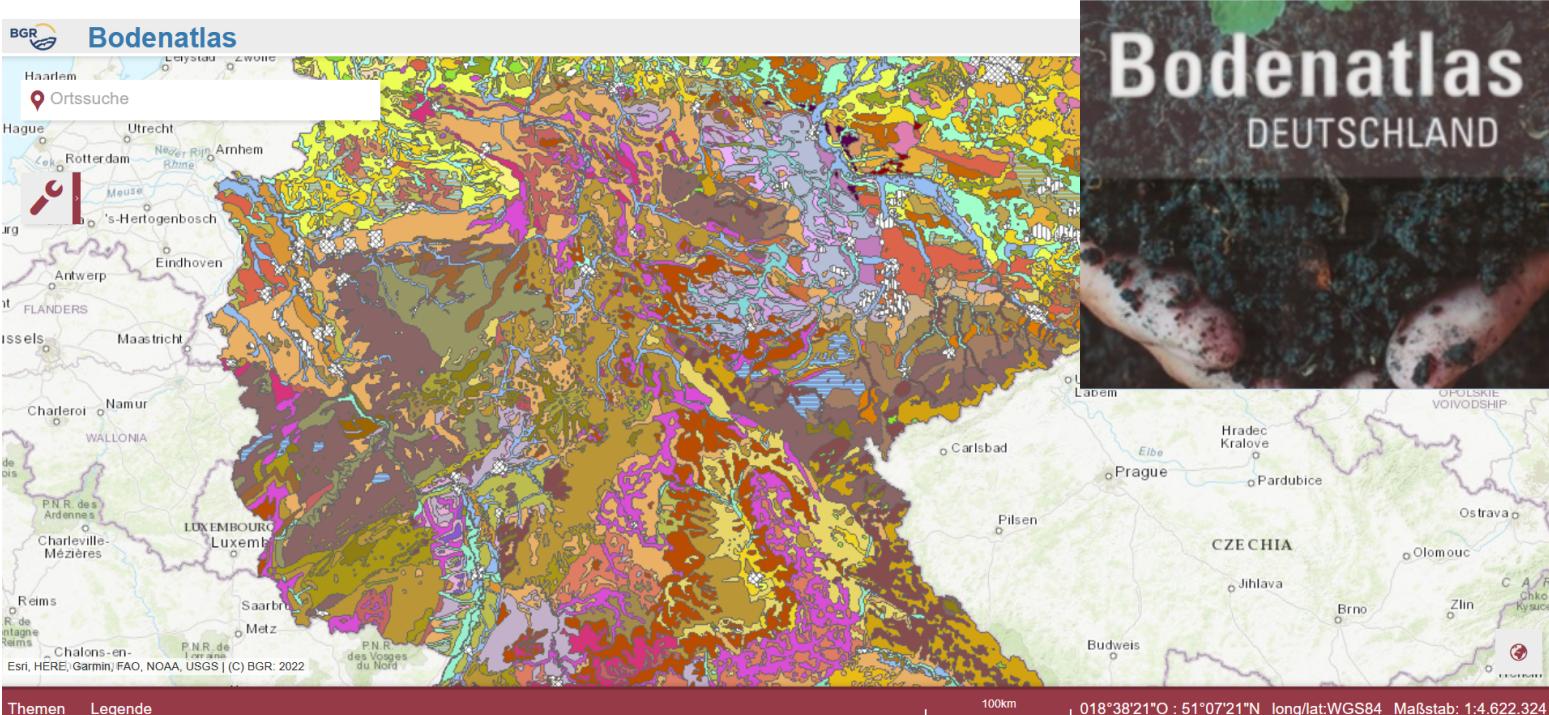
Bodenübersichtskarte Deutschlands



- 1 RE | Vergesellschaftung von bis zu 7 Bodentypen
- Unsicherheit/ Fehler bei Verwenden 1 Bodentyp?
- KA Bodentypen | Ausweisung nicht aufgrund der Bodenfunktionalität

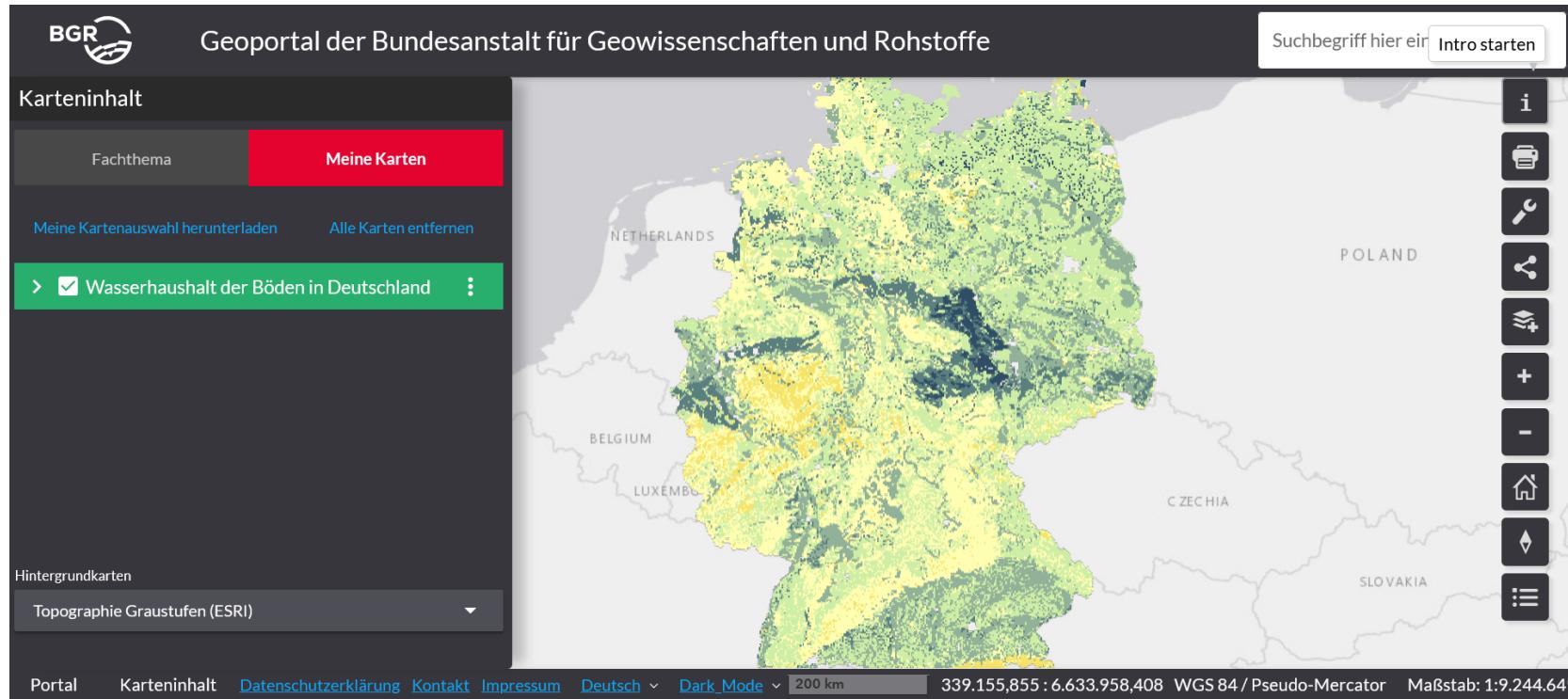
Für Ökystemanalyse und Modellierung von Agrarlandschaften ungeeignet.

Bodenübersichtskarte Deutschlands



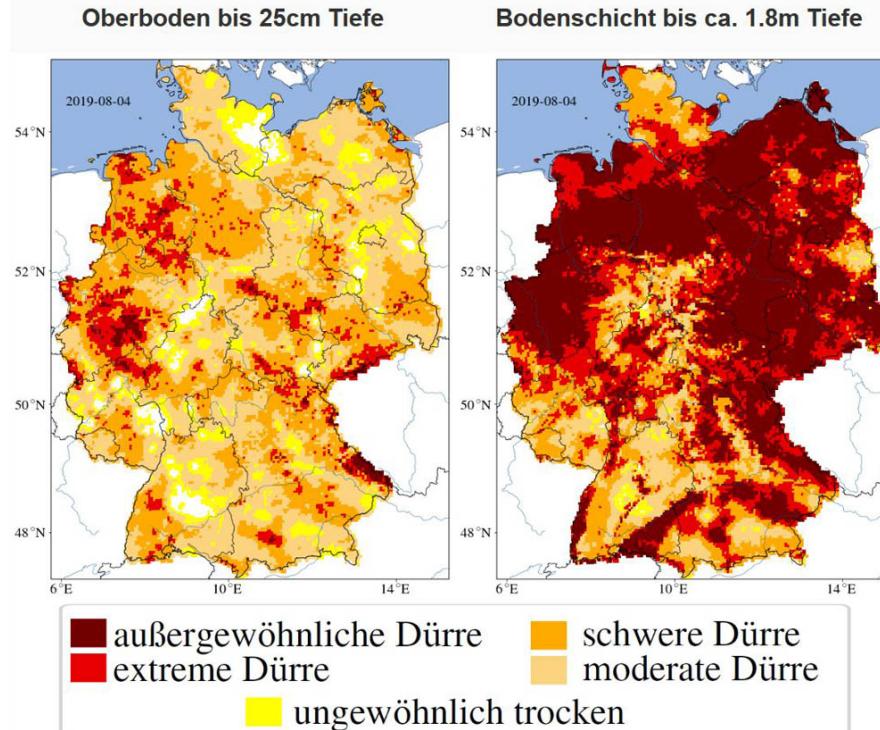
<https://bodenatlas.bgr.de>

Thematische Karten beruhen auf der BÜK (Bodenwasserhaushalt)



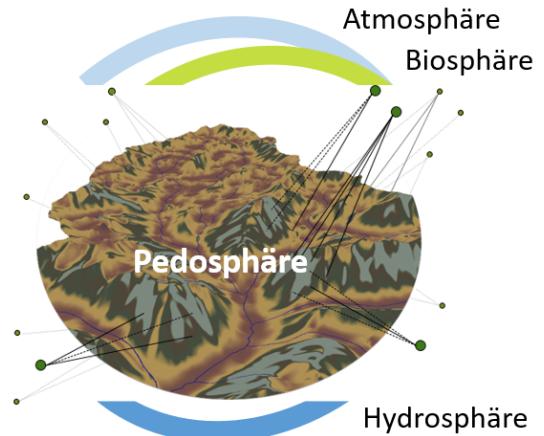
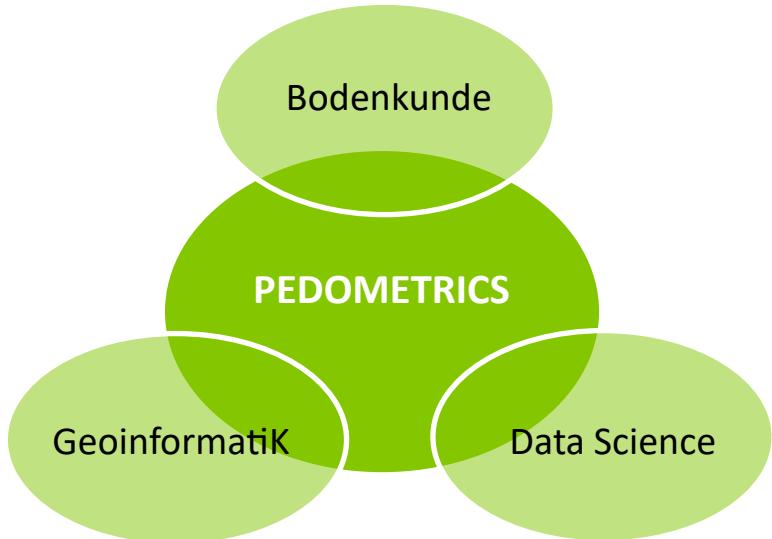
<https://geoportal.bgr.de/>

Der Dürremonitor beruht auf der BÜK



<https://www.ufz.de/index.php?de=46519>

Datenprodukte zum Bodenparameterraum



Anwendungen (ausgewählte Beispiele)

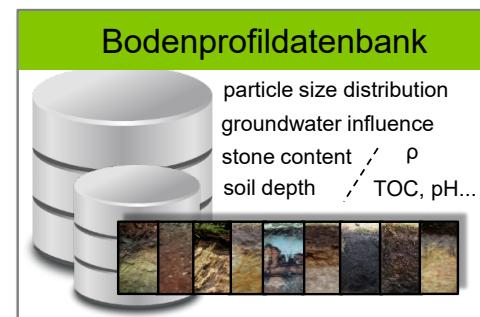
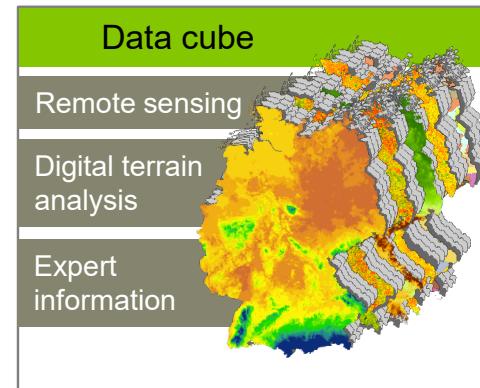
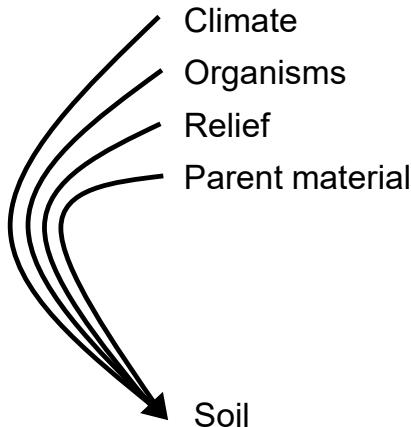
- Standortspezifisches Dürrerisiko
- Standortauswahl für ein Soil-Moisture-Netzwerk
- Nah- und Fernerkundung/ Bodenmonitoring
- Risiko der Grundwasserkontamination
(Agrarchemikalien, Nitrat)

Modellierung des Bodenparameterraums

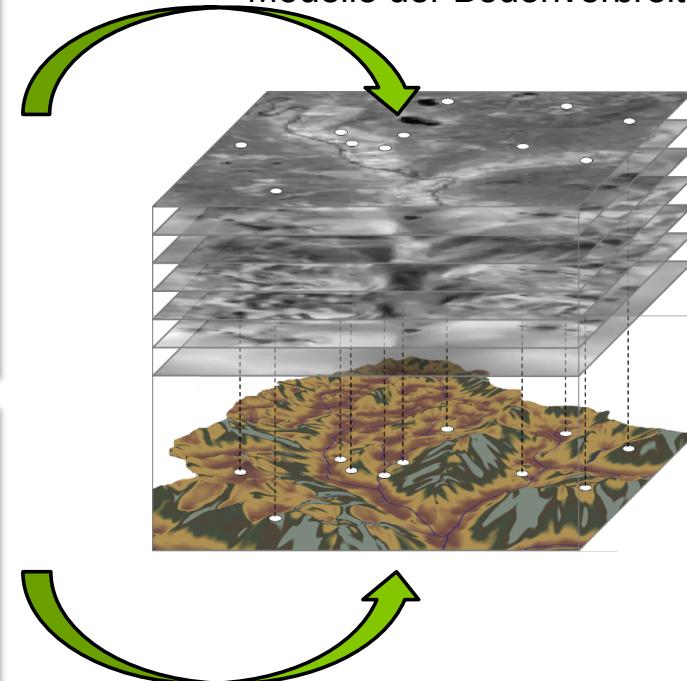
Fachgebiet Pedometrics

Konzeptmodell:
Pedogenese

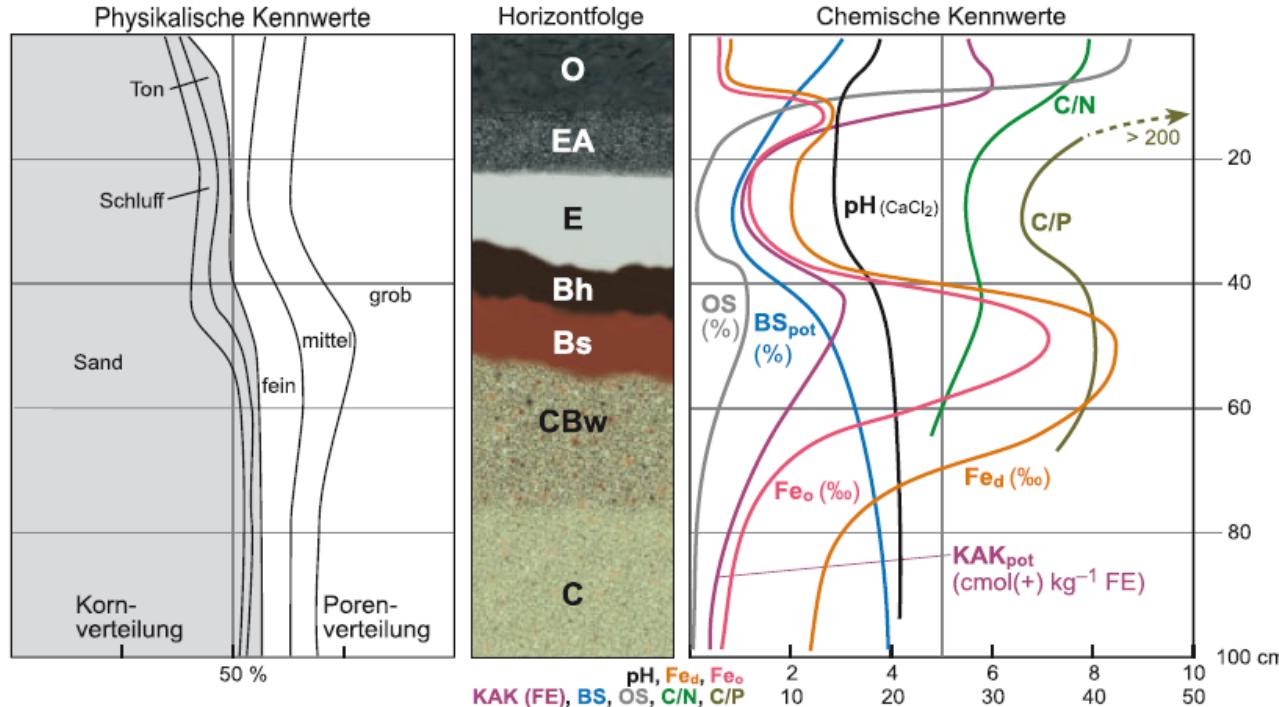
$$S = f(cl, o, r, p, t)$$



Maschinelles Lernen
Übersetzt funktionelle Boden-
Landschaftszusammenhänge in
Modelle der Bodenverbreitung



Pedon – Horizontierung

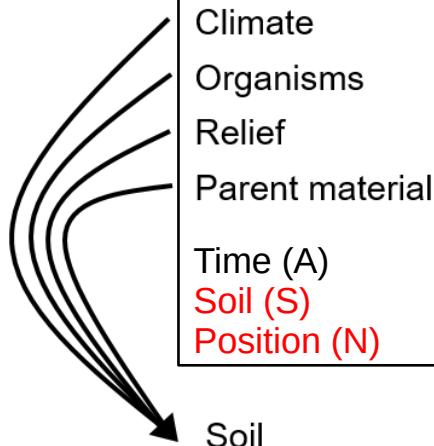


Zech et al., 2014

Einflussfaktoren – Zielgröße

Konzeptmodell:
Pedogenese

$$S = f(cl, o, r, p, t)$$



S = soil
C = Climate
O = Organisms
R = Relief
P = Parent material
A = Time
N = Position

$$S = f(cl, o, r, p, t)$$

Konzeptmodell der Pedogenese

H. Jenny (1941). Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology. Dover, New York

$$S = f(S, C, O, R, P, A, N)$$

SCORPAN-Faktoren:

McBratney, A.B.; Mendonca Santos, M.L.; Minasny, B. On Digital Soil Mapping. Geoderma 2003, 117, 352. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(03\)00223-4](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00223-4)

clorpt => SCORPAN

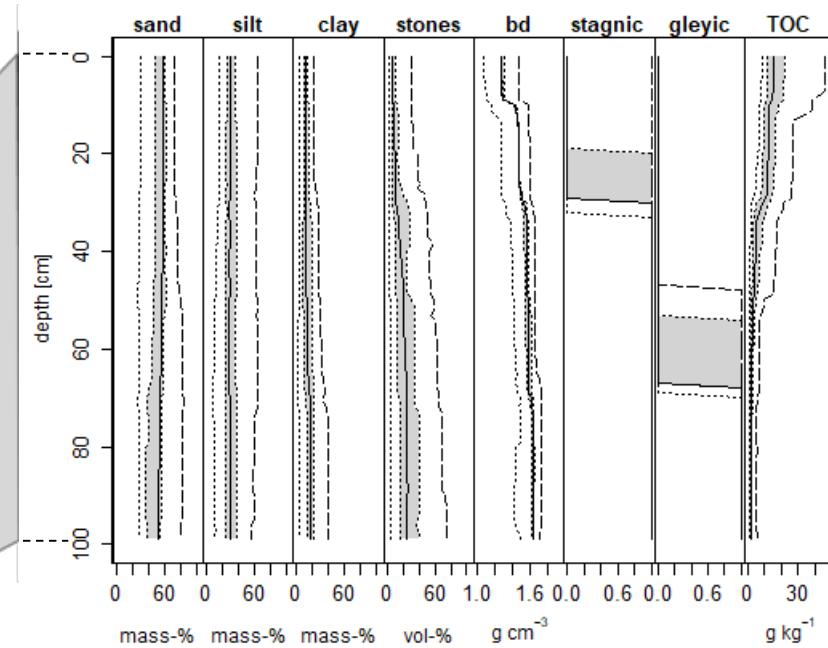
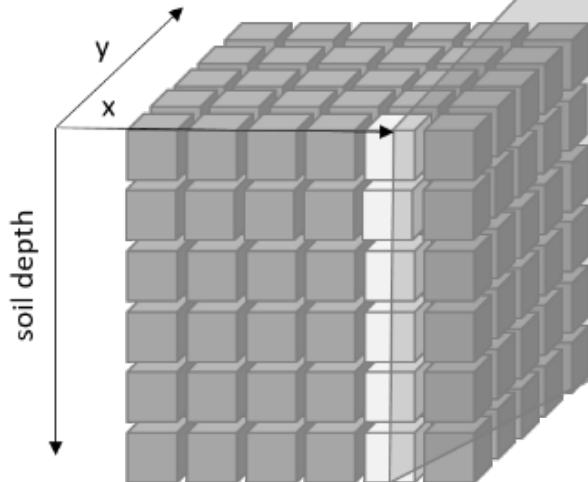
Bodenparameterraum: Soil Data Cube

Räumliche Skalen:

Landw. Schlag, Landschaft, National,...

Methodik:

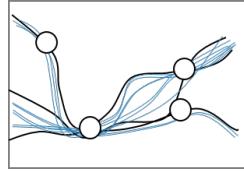
KI, Geoinformatik, mathem. Optimierung, HPC



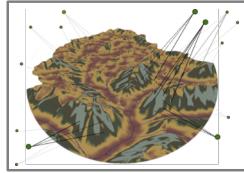
Einblicke in die Forschung: Pedometrics, KI – Bodenparameterraum



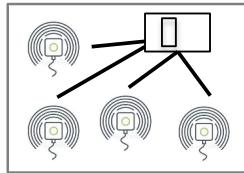
1. Bodenmonitoring | Sensorik
⇒ Proximalbodenerfassung und Fernerkundung



2. Simultane Modellierung 3D/ 4D und multivariat
⇒ Deep Learning



3. Informationsverdichtung für die ökosystemare Prozessmodellierung
⇒ Mustererkennung

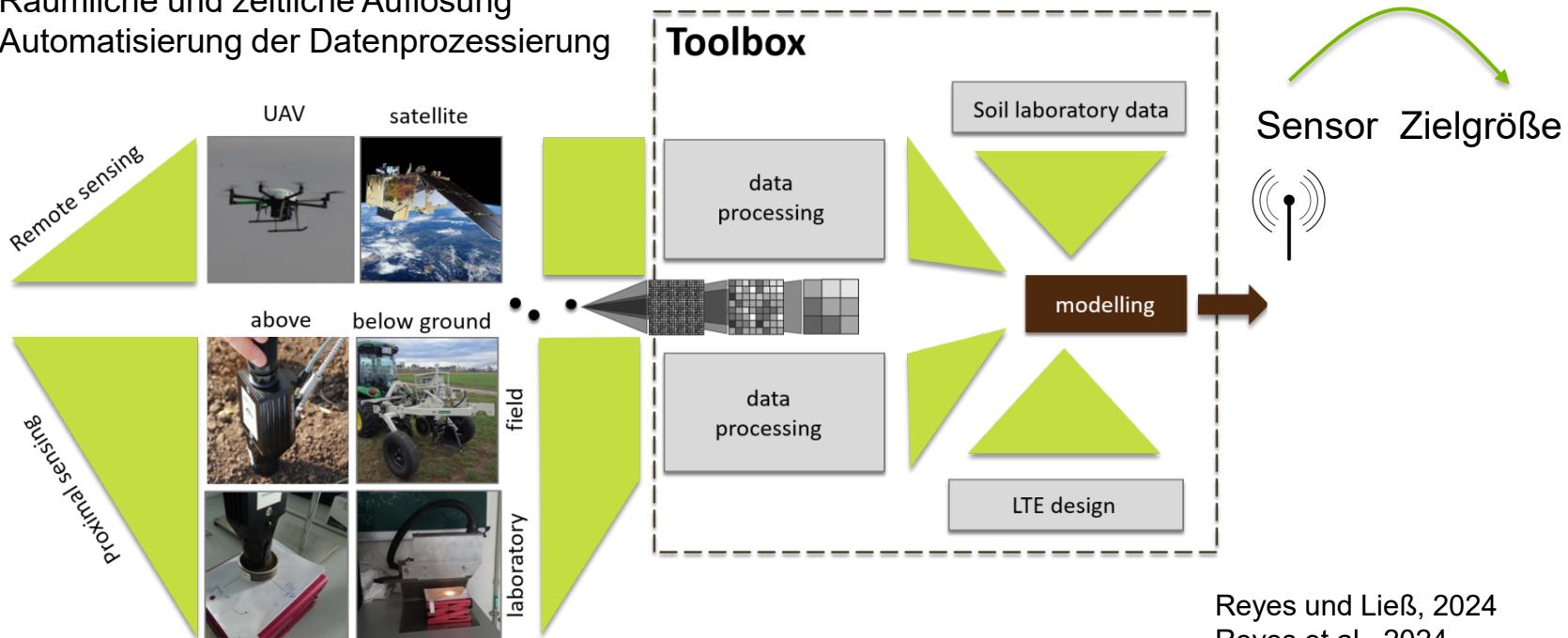


4. Repräsentative Standortauswahl für Sensornetzwerke
⇒ Statistische Stichprobenverfahren

Bodenmonitoring | Sensorik

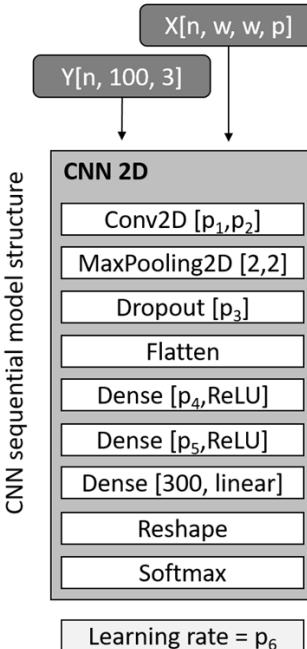
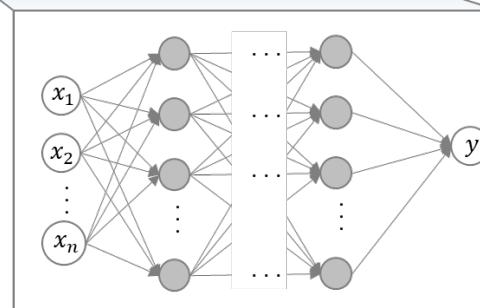
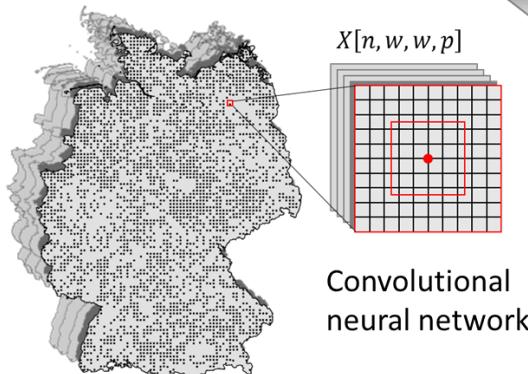
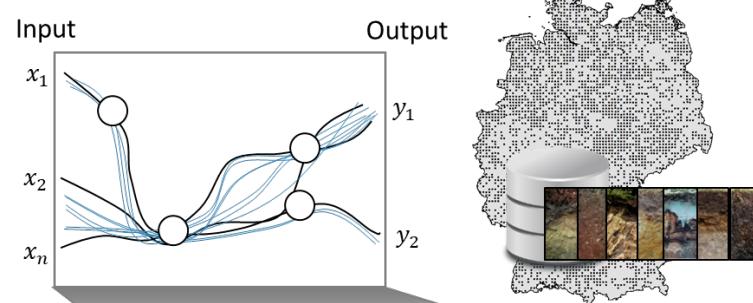
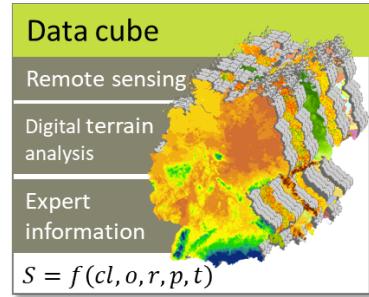
⇒ Proximalbodenerfassung und Fernerkundung

- Räumliche und zeitliche Auflösung
 - Automatisierung der Datenprozessierung



Simultane Modellierung 3D/ 4D und multivariat

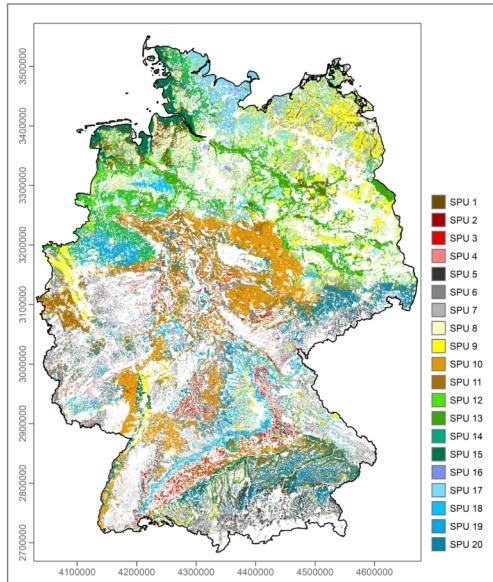
⇒ Deep Learning



Ließ and Sakhaee, 2023

Informationsverdichtung für die Prozessmodellierung

⇒ Mustererkennung – Kreative Data Science-Ansätze



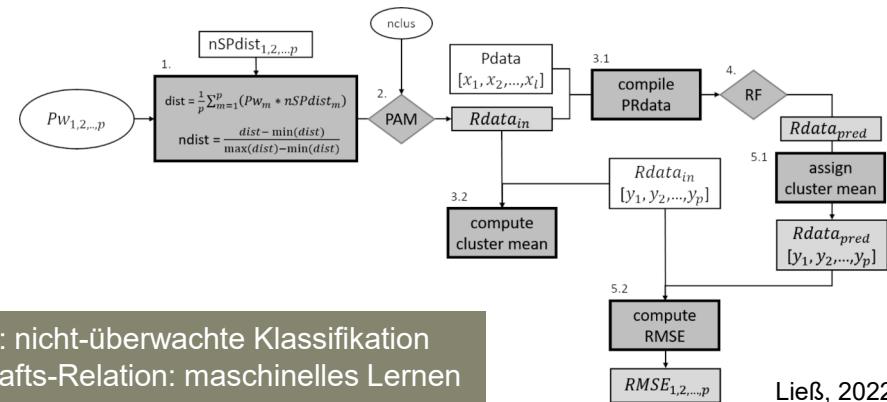
20 Bodenprozesseinheiten
20.000.000 Rasterzellen

Data science approach

Optimierung zur Identifizierung der Raumeinheiten (geringsten interne Variabilität, größte inter-unit Unterschiede) in Bezug auf

1. Bodeneigenschaften
2. Boden-Landschafts-Relation

Kritisch:
Berücksichtigung unterschiedlicher Variablenarten und Verteilungen

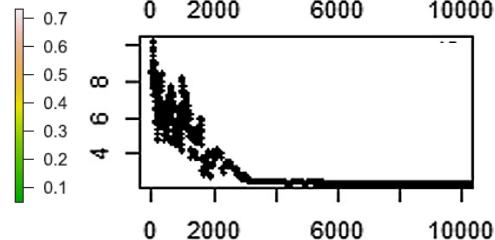
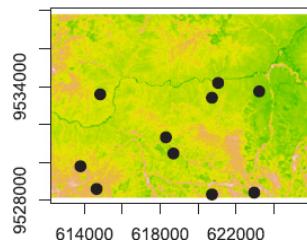
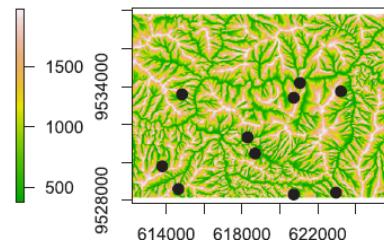
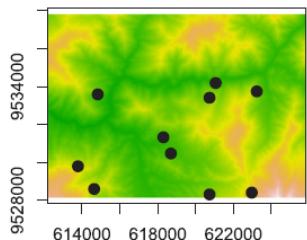
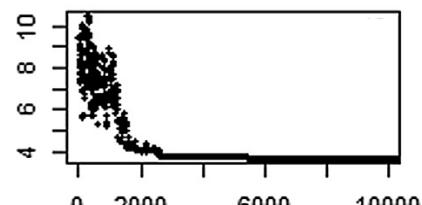
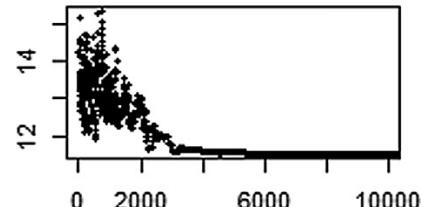
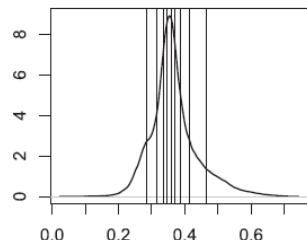
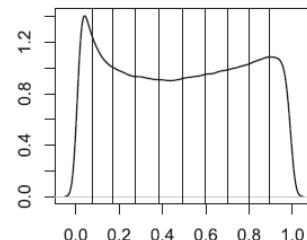
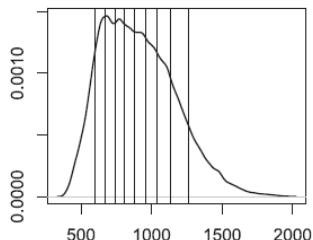


1. Profilähnlichkeit: nicht-überwachte Klassifikation
2. Boden-Landschafts-Relation: maschinelles Lernen

Ließ, 2022

Repräsentative Standortauswahl für Sensornetze

- Auswahl unter Berücksichtigung der räumlichen Heterogenität
- statistische Stichprobenverfahren, mathem. Optimierung



Ließ, 2020

Zusammenfassung

- Bodenprofildaten: Qualität und Quantität
- Bodenkartierung
- KI | Modellierung des Bodenparameterraums
- KI | Nah- und Fernerkundung
- KI | Datenerhebung

Quellen

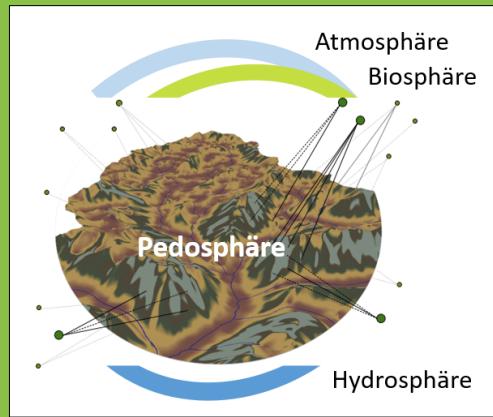
- Ad-hoc-AG Boden (2024). Bodenkundliche Kartieranleitung, KA6. Band 1 & Band 2. Hannover. ISBN 978-3-510-96869-5
- Ließ, M., 2022. Modeling the Agricultural Soil Landscape of Germany - A Data Science Approach Involving Spatially Allocated Functional Soil Process Units, *Agriculture* 12(11):1784, <https://doi.org/10.3390/agriculture12111784>
- Ließ, M., Sakhaei, A., 2024: Deep Learning with a Multi-Task Convolutional Neural Network to Generate a National-Scale 3D Soil Data Product: The Particle Size Distribution of the German Agricultural Soil Landscape. *Agriculture*, 14, 1230. <https://doi.org/10.3390/agriculture14081230>
- Ließ, M., 2022. Modeling the Agricultural Soil Landscape of Germany - A Data Science Approach Involving Spatially Allocated Functional Soil Process Units, *Agriculture* 12(11):1784, <https://doi.org/10.3390/agriculture12111784>
- Ließ, M. (2020). At the interface between domain knowledge and statistical sampling theory: Conditional distribution based sampling for environmental survey (CODIBAS). *Catena*, 187, 104423.
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104423>
- Reyes, J., Wiedemann, W., Brand, A., Franke, J., Ließ, M. (2024). Predictive monitoring of soil organic carbon using multispectral UAV imagery: a case study on a long-term experimental field. *Spat. Inf. Res.*
<https://doi.org/10.1007/s41324-024-00589-7>
- Reyes, J., Ließ, M. (2024). Spectral Data Processing for Field-Scale Soil Organic Carbon Monitoring. *Sensors*, 24 (3), 849. <https://doi.org/10.3390/s24030849>
- Zech, W., Schad, P., Hintermaier-Erhard, G. (2014). *Böden Der Welt*. 2. Auflage, Springer Spektrum, Berlin. ISBN 978-3-642-36574-4

DANKE

für die Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. Mareike Ließ

WS 25/26



*Applied Sciences
for Life*