

Status des C-Gehalts in Böden Deutschlands



Jens Utermann

O. Düwel, M. Fuchs, R. Hoffmann

Jens.Utermann@BGR.de

J. Utermann, O. Düwel, M. Fuchs, R. Hoffmann

Inhalt:

- ▶ Einleitung/Motivation
- ▶ Stratenspezifische Auswertung zu C-Gehalten in Ober- & Unterböden Deutschlands
 - Datengrundlagen
 - Methodik
 - Ergebnisse – Oberböden & Unterböden
- ▶ Regionalisierte Auswertungen zu C-Gehalten in Oberböden
 - Datengrundlagen, Methodik
 - Ergebnisse Oberböden - Ackernutzung
- ▶ Fazit

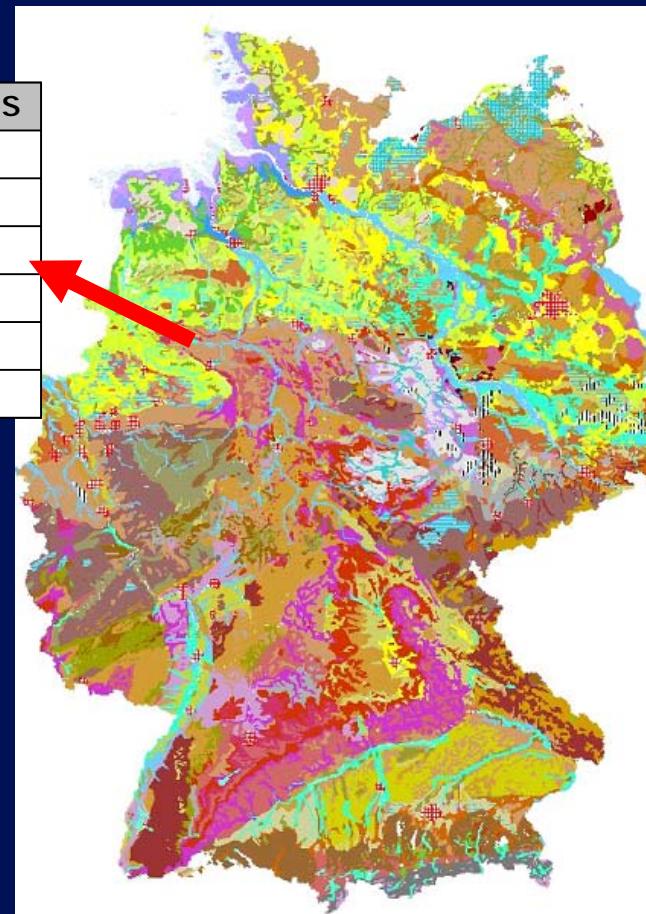
Einleitung/Motivation

HORIZ	OTIEF	UTIEF	FEINBOD	GEOGEN	HERK	nFK	HUMUS
Ap	0	30	Ut4	a	Lo	22	h3
Al	30	40	Ut3	a	Lo	24	h0
Bt1	40	60	Ut4	a	Lo	20	h0
Bt2	60	80	Ut4	a	Lo	18	h0
Bv	80	110	Ut3	a	Lo	24	h0
C	110	200	Ut3	a	Lo	24	h0

Leitprofil der nutzungsdifferenzierten BÜK 1000 (KG 33; LBA 42; Nutz 21)

Ziele:

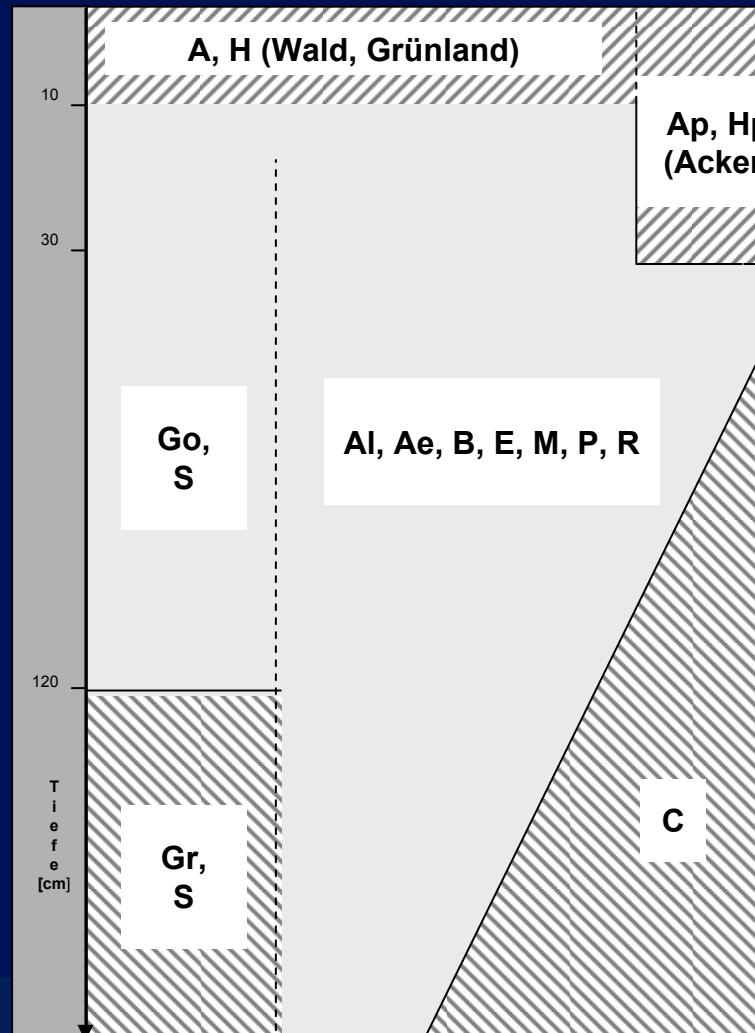
- Schaffung / Bereitstellung flächendeckender Informationen typischer Gehalte im bundesweiten Maßstab
- Charakterisierung der Variabilität im Raum



Bodenübersichtskarte 1 : 1 Mio (BÜK 1000)
(BGR 2006)

Definitionen:

- ▶ **Oberboden:** Proben von A-Horizonten, die innerhalb von 0-10 cm (Grünland/Wald) oder 0-30 cm (Acker) liegen
- ▶ **Unterboden:** Proben von Horizonten, die unterhalb der A-Horizonte und oberhalb des Untergrundes liegen
- ▶ **Untergrund:** C-Horizonte sowie G & S-Horizonte > 120 cm



Profilinformationen:

Mindestanforderungen an den Datenumfang

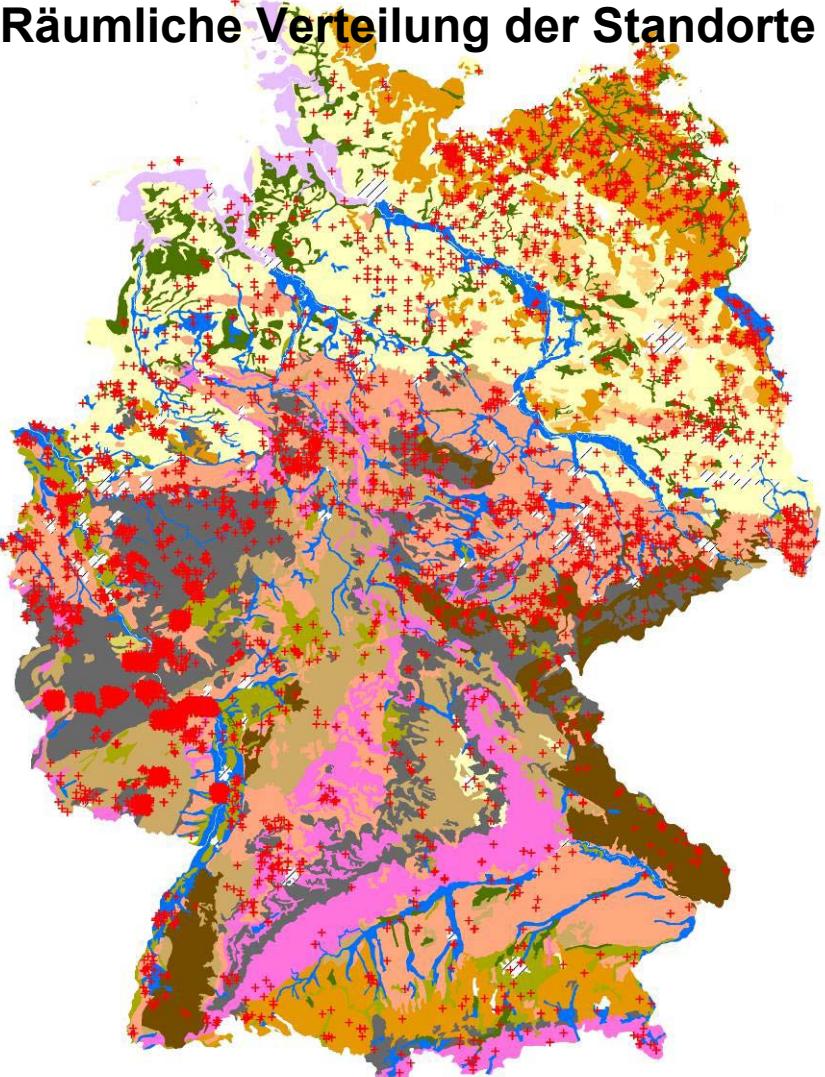
- ↳ Lage des Profils (Koordinaten)
- ↳ Profilbezeichnung (Bodentyp)
- ↳ Horizontbezeichnung
- ↳ Obere / untere Horizont-/Probentiefe
- ↳ Gemessene C_{org} Gehalte
- ↳ Nutzung
- ↳ (Textur)
- ↳ (Substrattyp bzw. Bodenausgangsgestein)
- ↳ (Probenahmezeitpunkt)



$n \approx 14.000$ → Oberböden: $n \approx 7.500$
Unterböden: $n \approx 1.600$

Stratenbezogene Auswertung ► (Daten-) Grundlagen

Räumliche Verteilung der Standorte

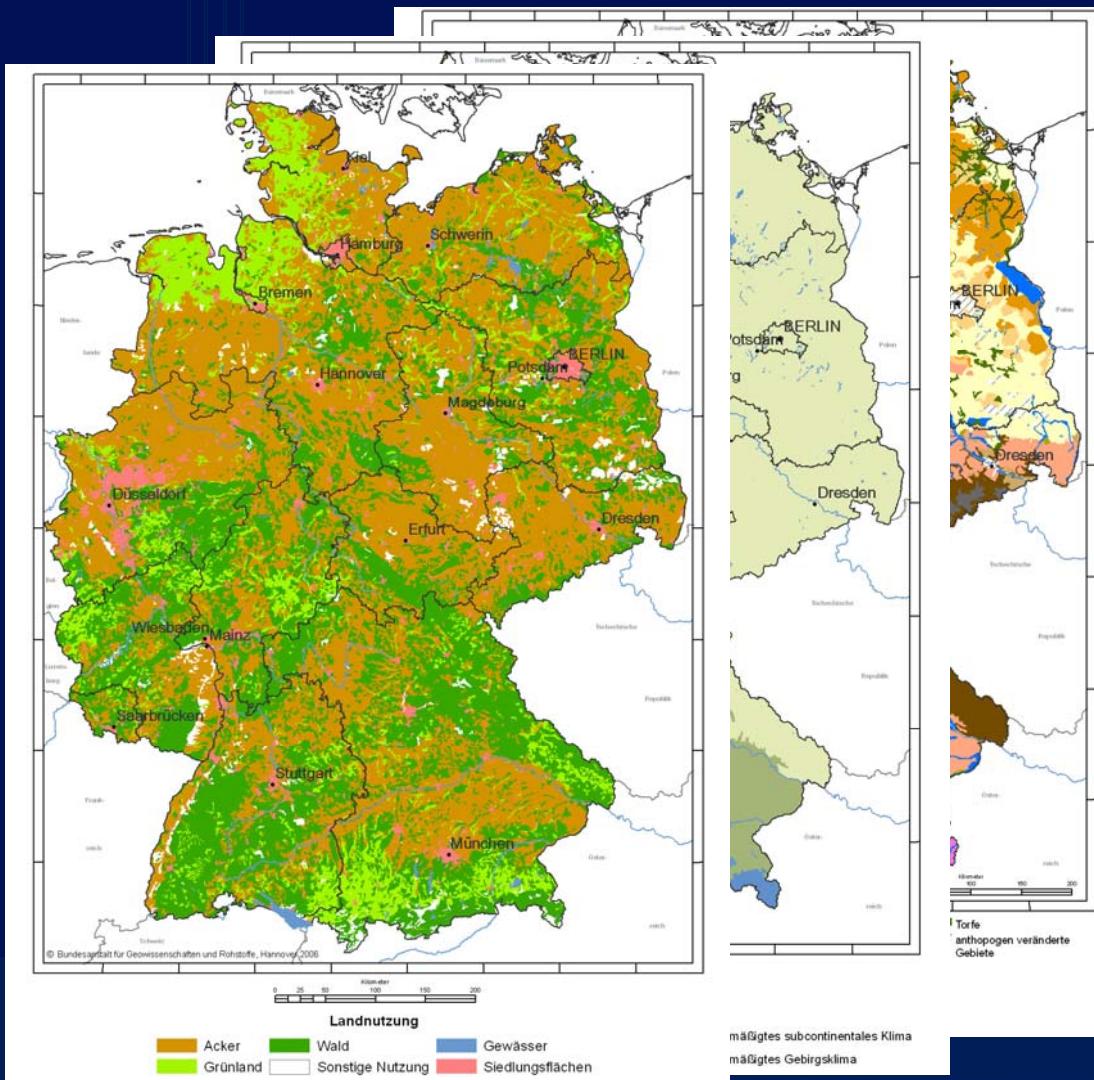


Anzahl Standorte/Proben mit C-Analysen

Gruppen von Bodenausgangsgesteinen	% Flächenanteil	Anzahl Oberböden	Anzahl Unterböden
Sedimente im Gezeitenbereich	1,7	41	6
Auensedimente	6,6	436	143
Fluss- & Schotterablagerungen	2,7	153	28
Sande	17,9	933	127
Geschiebelehme/-mergel (-/+ sandige Deckschicht)	10,8	1512	283
Lösse	15,5	1389	291
Sandlösse	1,3	166	41
Carbonat- & Mergelgesteine	7,7	427	135
Tongesteine	11,7	1509	211
Sandsteine	8,7	527	175
Basische Magmatite & Metamorphite	1,2	117	30
Saure Magmatite & Metamorphite	5,4	255	131

Flächeninformationen

- ✓ Boden/
Ausgangsgestein
- ✓ Klima
- ✓ Nutzung



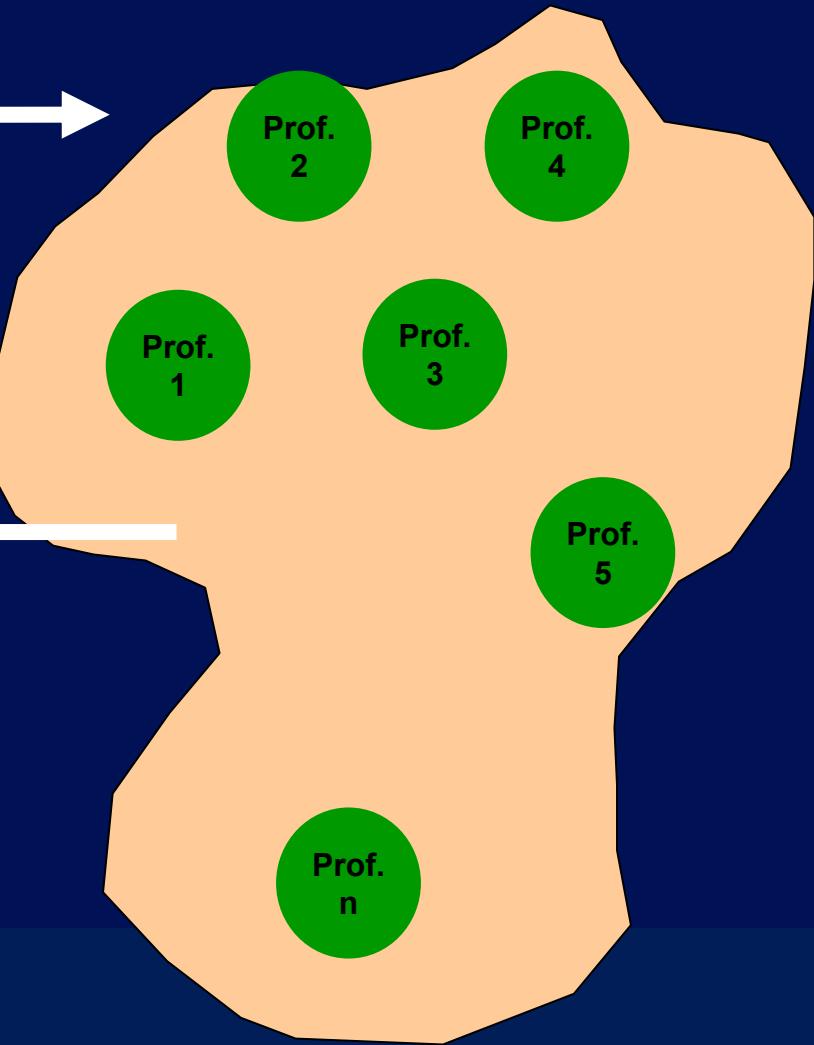
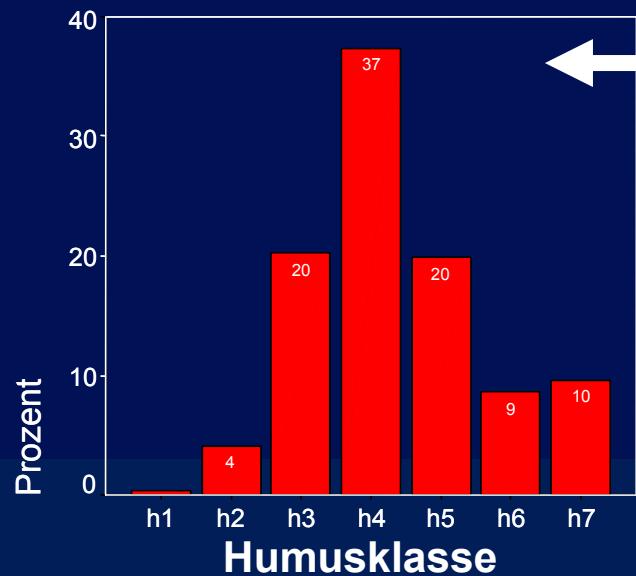
Stratenbezogene Auswertung ► Methodik



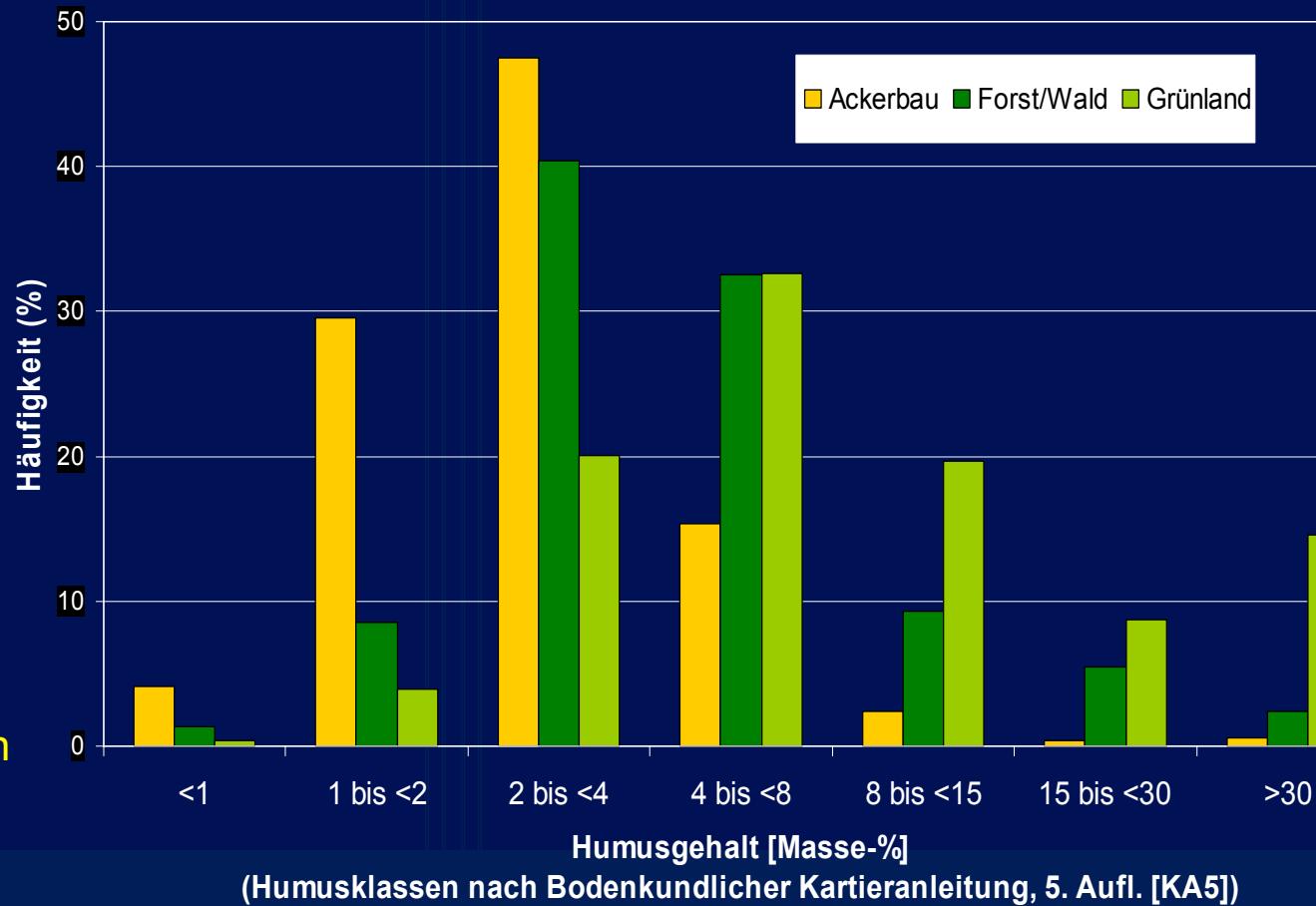
Profilbeschreibung

+

Bodenkundliche
Analytik



Flächenstatistiken



Häufigkeitsverteilung der nach Hauptlandnutzungen unterschiedenen Humusklassen (nach KA5) in den Deutschen Oberböden

Stratenbezogene Auswertung ► Ergebnisse Oberböden

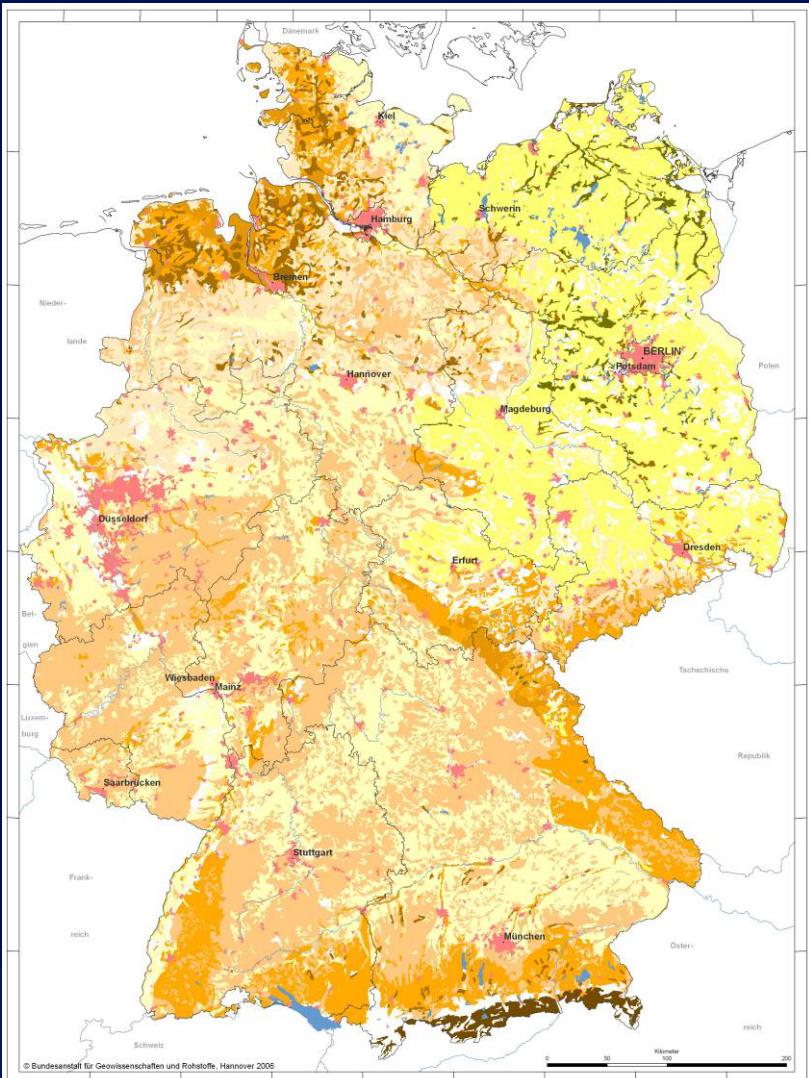
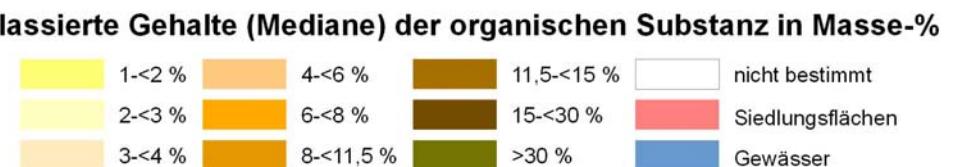
Flächen- statistiken

Boden ausgangs- gesteinsgruppe	Boden ausgangs- gesteinsgruppe		Nutzung	n	Min.	P 25	Median	Mittelwert	P 75	P 90	Modal- Wert	Max
	Sedimente im Gezeitenbereich		Acker	117	0,9	2,4	3,3	3,9	4,5	7,1	2,6	17,7
			Grünland	497	0,9	6,0	10,3	14,0	18,0	31,9	6,7	74,6
			Forst	12	4,0	5,6	7,4	7,6	8,2	12,9	7,7	13,8
				117	0,9	2,4	3,3	3,9	4,5	7,1	2,6	17,7
Boden ausgangs- gesteinsgruppe	Nutzung	n	Min.	P 25	Median		Mittel- wert	P 75	P 90	Modal- Wert	Max	
Ackerboden	Acker	377	0,5	Acker	2,1	3,3	3,6	3,6	4,5	6,4	2,6	16,9
	Grünland	292	0,5	Grünland	4,1	6,5	12,8	12,8	11,7	29,3	4,0	100,0
	Forst	491	0,2	Forst	2,4	4,3	7,0	7,0	13,6	2,2	93,0	93,0
Humusgehalte (Masse-%) im Nord- westlichen Klimagebiet	Geschiebebergel/- lehme		Acker	122	0,3	1,5	2,2	3,5	2,8	5,0	2,1a)	93,2
			Grünland	34	0,9	2,9	5,8	10,1	10,0	29,8	2,8	59,4
	Lösse		Acker	86	1,0	1,5	2,2	3,0	3,1	4,6	1,4	36,0
			Grünland	19	1,2	3,4	6,7	5,9	7,7	10,5	7,7	10,5
			Forst	107	0,9	2,8	4,8	7,8	7,7	16,5	2,8	91,8
	Sandlösse		Acker	91	0,9	1,7	2,1	2,3	2,6	3,3	2,4	7,6
			Grünland	10	1,2	1,8	2,7	4,4	4,3	18,1	1,2a)	19,6
			Forst	77	0,9	2,4	3,8	4,3	5,2	7,8	2,1	14,1
	Carbonatgesteine		Grünland	17	2,2	13,5	18,2	18,1	21,5	31,1	12,7a)	44,2
			Forst	43	1,2	3,6	5,2	6,9	7,2	18,3	5,3	28,4
			Acker	45	0,5	2,2	4,3	6,5	5,9	11,8	3,6a)	51,4
	Org. und min. Böden im Verbreitungsgeb. der Torfe		Grünland	158	1,2	6,3	12,2	30,2	64,8	85,1	86,0	100,0
			Forst	56	0,3	2,8	4,8	11,6	7,7	28,1	4,8a)	92,6

<http://www.bgr.bund.de>

Flächenhafte Übersicht

Mittlere Gehalte (klassiert) der organischen Substanz in Oberböden Deutschlands



Utermann, O. Düwel, M. Fuchs, R. Hoffmann

Stratenbezogene Auswertung ► Ergebnisse

Saure Magmatite und Metamorphe

Basische Magmatite und Metamorphe

Sandsteine

Tongesteine

Carbonat- & Mergelgesteine

Sandlösse

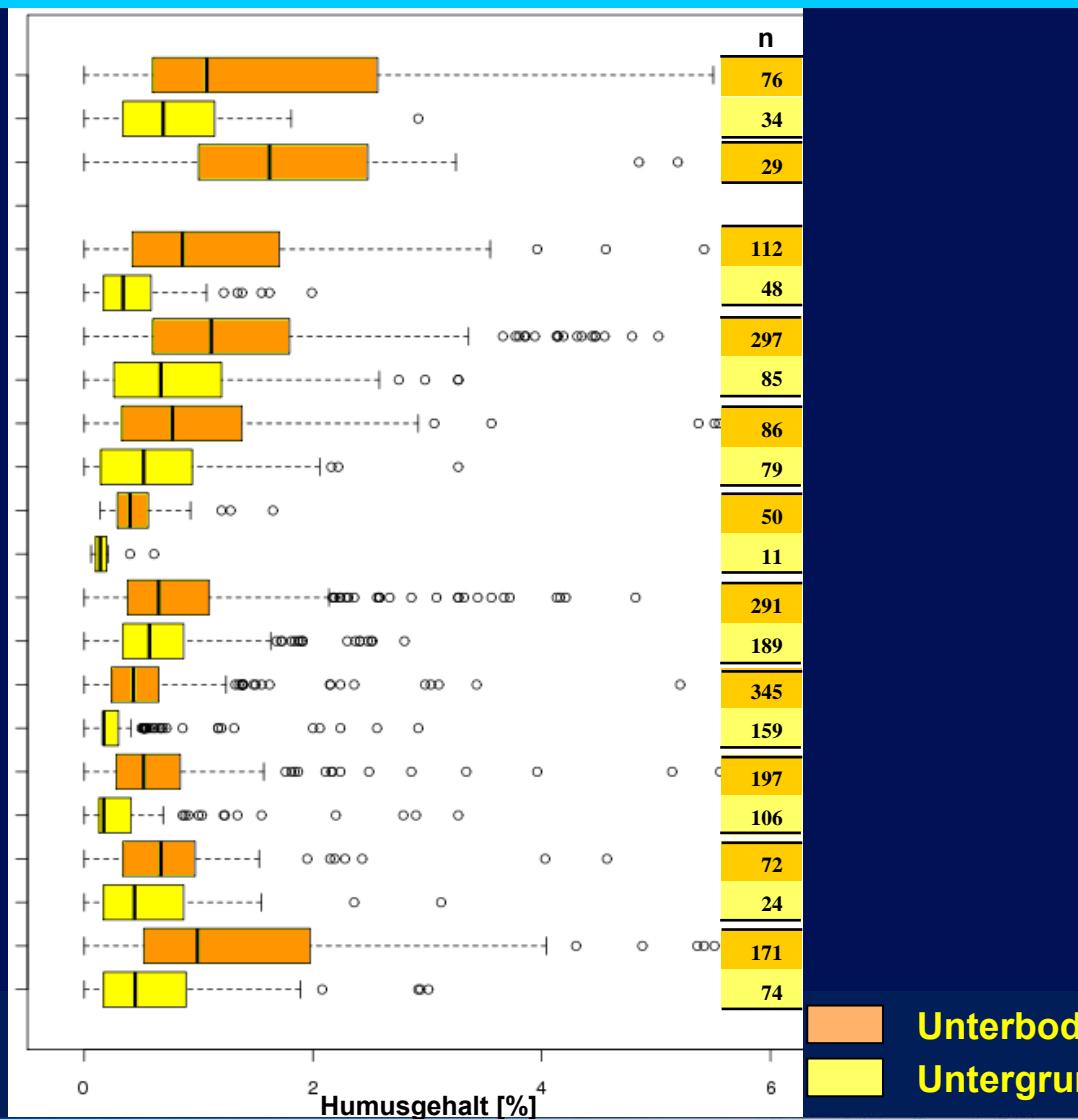
Lösse und Lössderivate

Geschiebemergel/- lehme

Sande

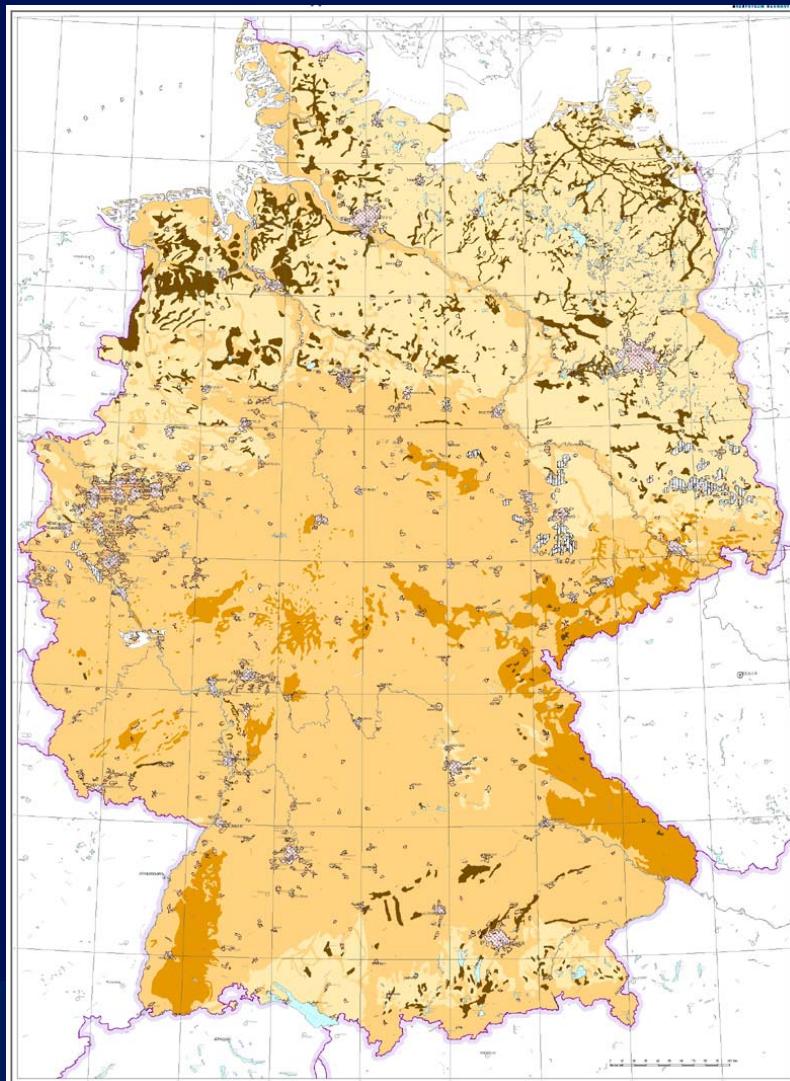
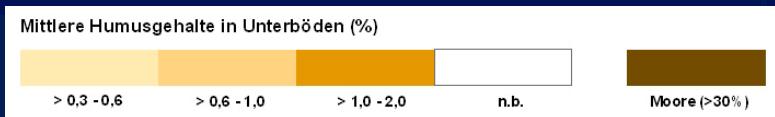
Fluss- und Schotterablagerungen

Auensedimente



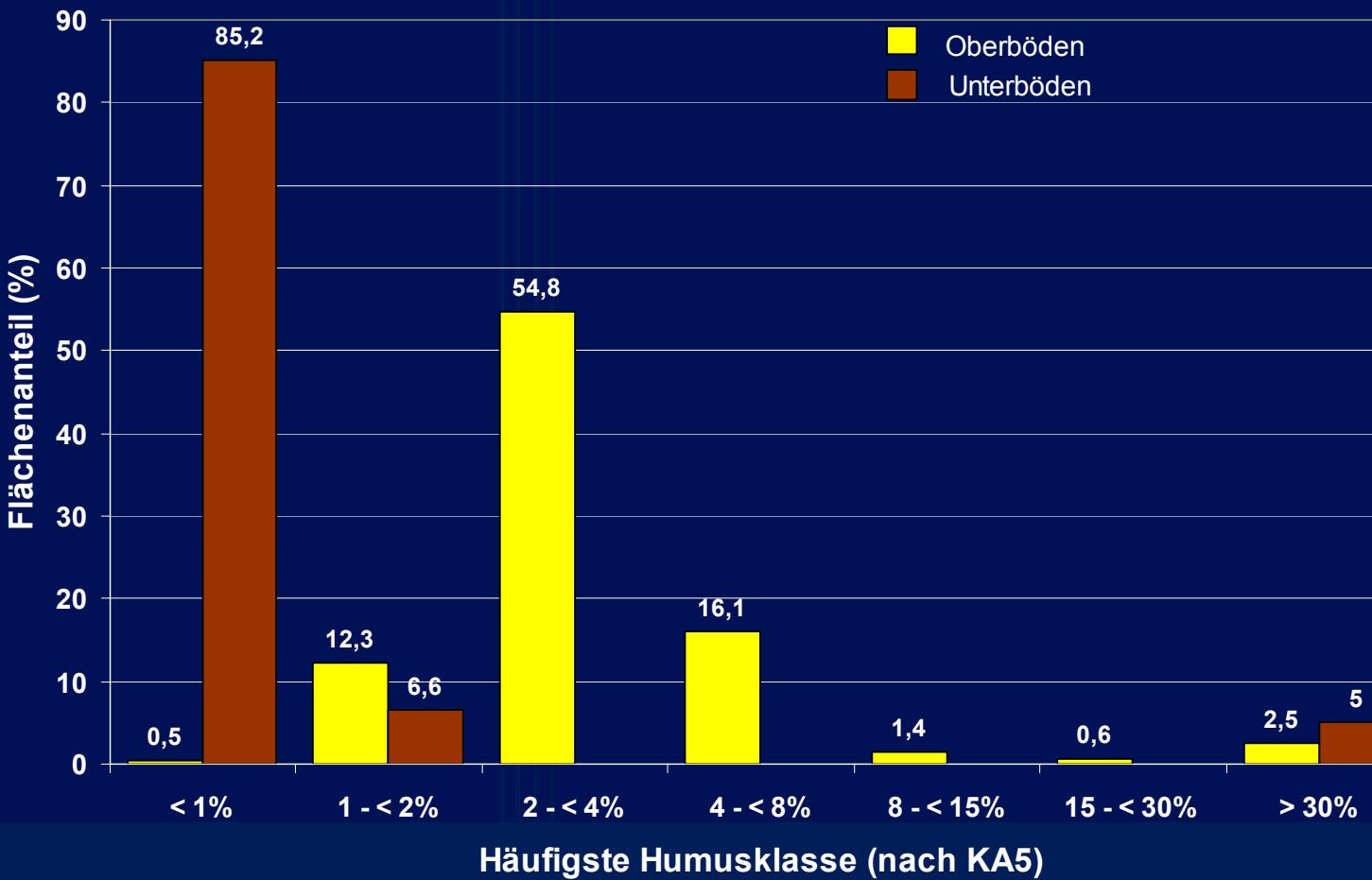
Flächenhafte Übersicht

Mittlere Gehalte (klassiert) der organischen Substanz in Unterböden Deutschlands



Stratenbezogene Auswertung ► Fazit

Flächenanteile der nach typischen (dominierenden) Humusgehalten unterschiedenen Straten



Teil II: Regionalisierte Auswertungen

Fragestellungen:

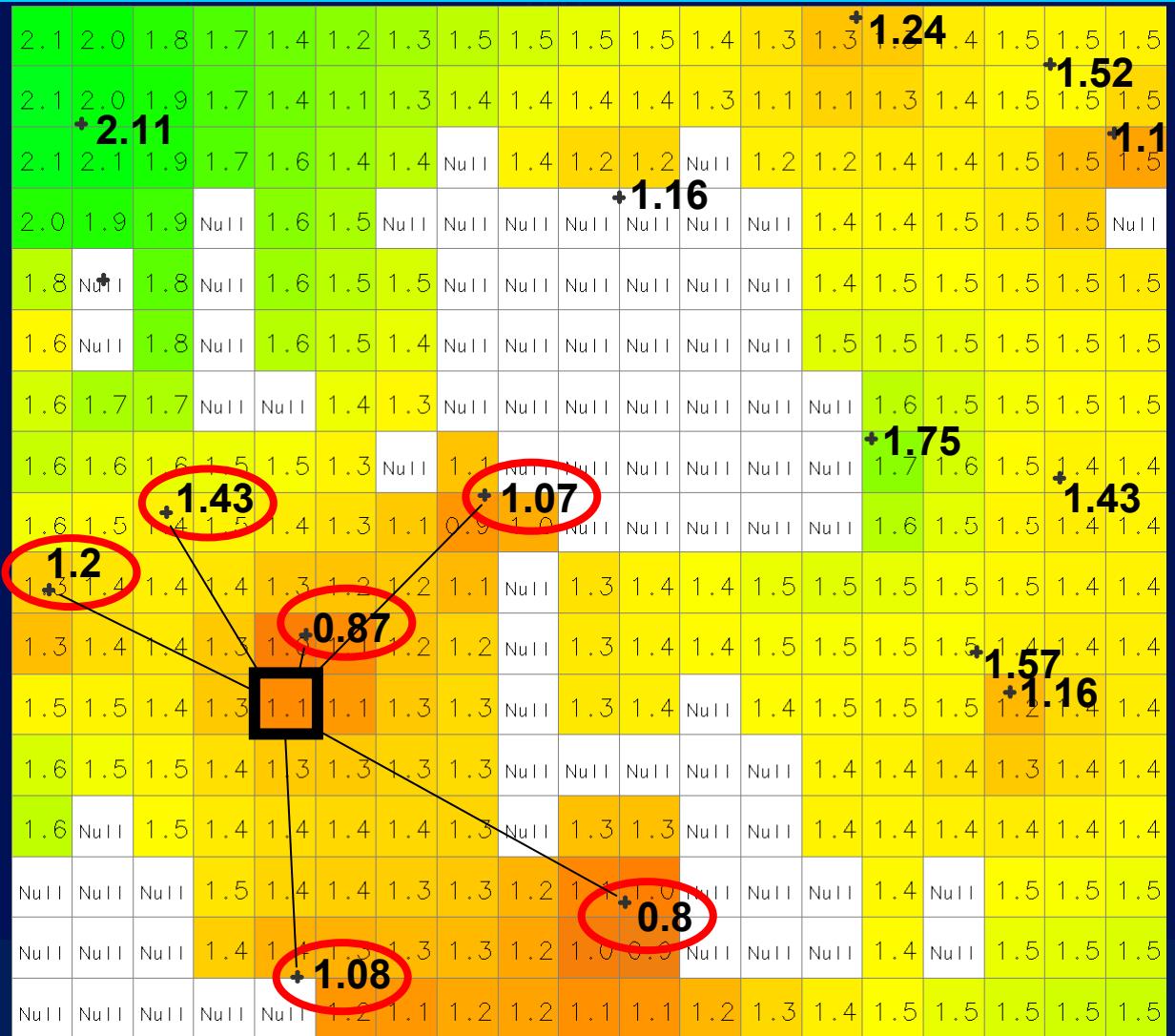
1. Inwieweit lassen sich die Variabilitäten von Humusgehalten im bundesweiten Maßstab durch natürliche Standortfaktoren erklären?
2. Lassen sich regionale Raummuster mit sach-inhaltlichen Erklärungen identifizieren?

Methodik:

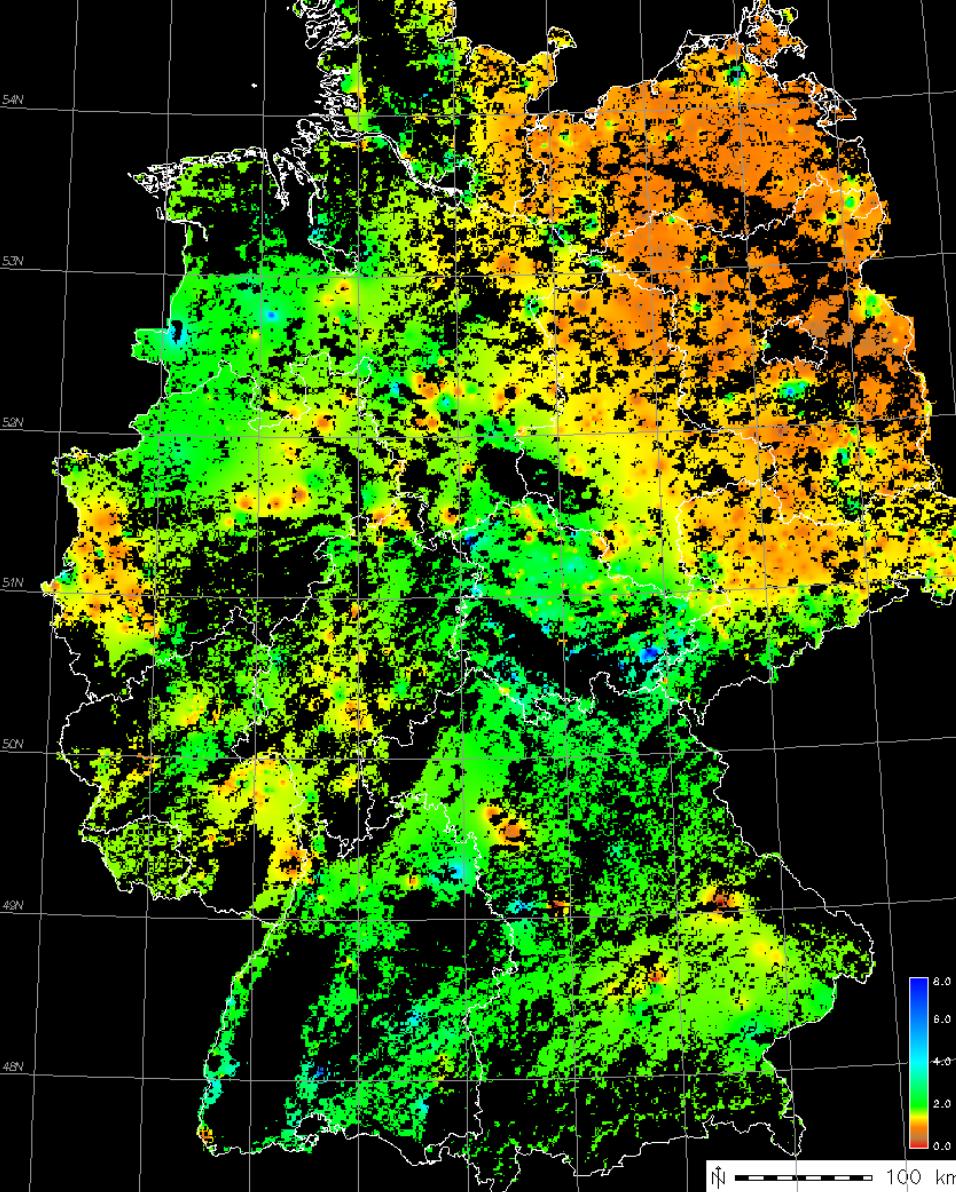
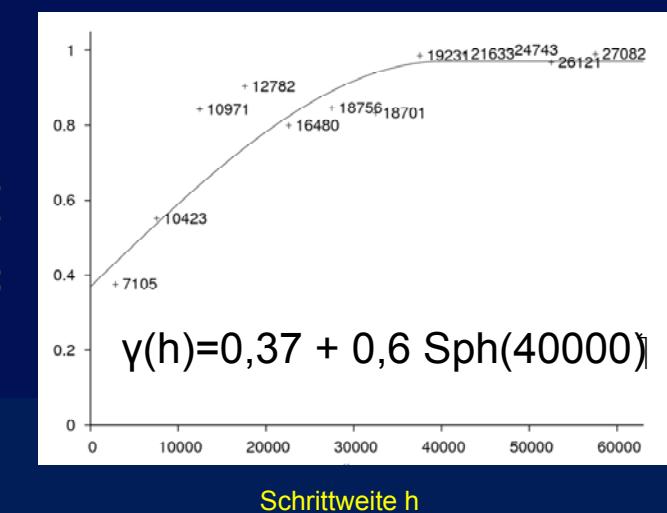
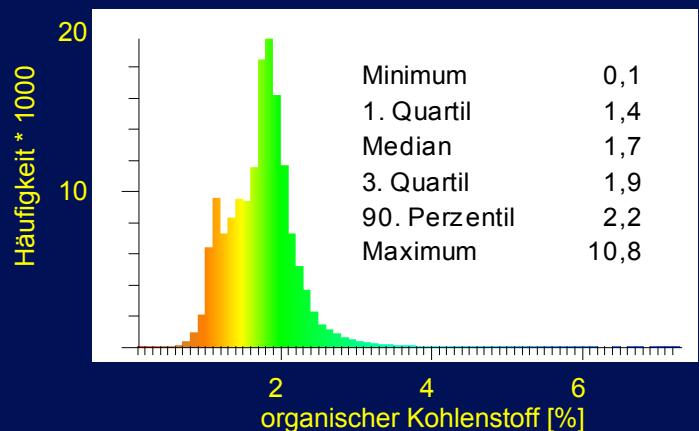
(Geo-) statistische Auswertung von Corg-Gehalten und potenziell erklärenden, natürlichen Standortmerkmalen:

- ▶ Regionalisierung von Corg-Gehalten in Oberböden, differenziert nach Hauptlandnutzung
- ▶ Bivariate Korrelationsanalyse & multiple lineare Regressionsanalyse von Corg-Gehalten mit Klimavariablen, Schluff- und Tongehalten, Höhendaten
- ▶ Hierarchische Clusteranalyse

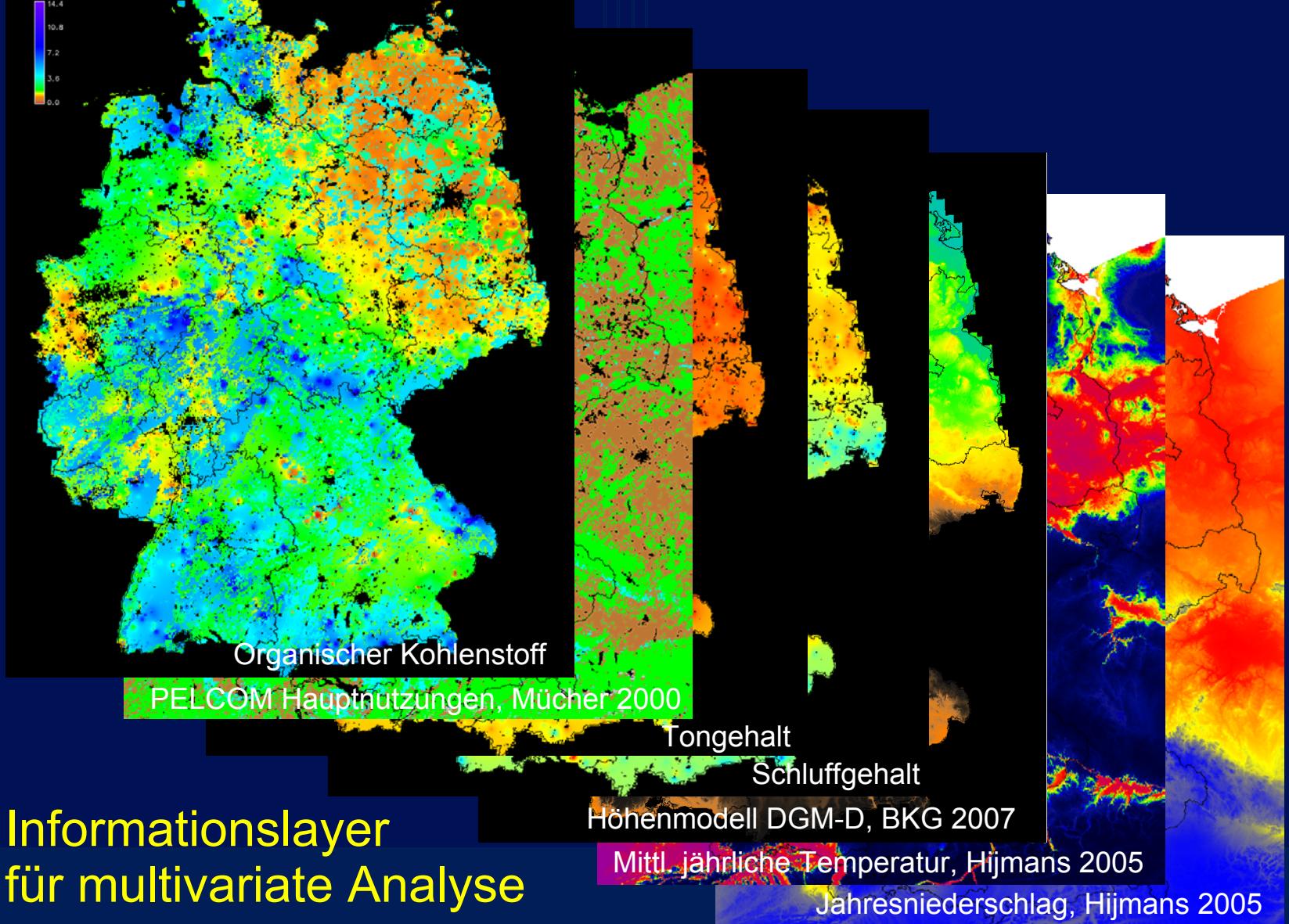
Regionalisierung Corg in Oberböden ► Inverse Distanzschwächung



organischer Kohlenstoff in mineralischen Oberböden Deutschlands unter Ackernutzung



J. Utermann, O. Düwel, M. Fuchs, R. Hoffmann



Informationslayer für multivariate Analyse

Utermann, O. Düwel, M. Fuchs, R. Hoffmann

Regionalisierung Corg in Oberböden ► Ergebnisse

Ackerland	Temperatur	Höhe	organ. Kohlenstoff	Ton	Schluff
Niederschlag	-0,19	0,51	0,45	0,24	0,16
Temperatur		-0,61	-0,19	-0,15	-0,04
Höhe			0,47	0,14	0,47
organ. Kohlenstoff				0,39	0,24
Ton					-0,06
Grünland					
Niederschlag	-0,54	0,59	0,05	0	0,28
Temperatur		-0,6	0,02	0,07	-0,13
Höhe			-0,39	-0,26	0,63
organ. Kohlenstoff				0,37	-0,52
Ton					-0,41
Wald					
Niederschlag	-0,59	0,79	0,44	0,33	0,4
Temperatur		-0,81	-0,31	-0,21	-0,24
Höhe			0,42	0,27	0,45
organ. Kohlenstoff				0,25	0,5
Ton					0,11

Korrelationskoeffizienten weisen auf Zusammenhänge zwischen

organischem Kohlenstoff

- Niederschlagsmenge**

organischem Kohlenstoff

- Höhenwerten**

organischem Kohlenstoff

- Feinstbodengehalte**

Bivariate Korrelationen

Multiple lineare Regression:

- ▶ Nullhypothese verworfen
- ▶ Alle Variablen sind signifikant

Organischer Kohlenstoff in Mineralböden (*Bodenlayer, Hauptnutzung*) =
Funktion [Niederschlag, Temperatur, Tongehalt, Schluffgehalt]

Anteil der erklärbaren Streuung ($r^2 * 100$) von organischem Kohlenstoff:

	Oberböden
Acker	33 %
Grünland	34 %
Forst	34 %

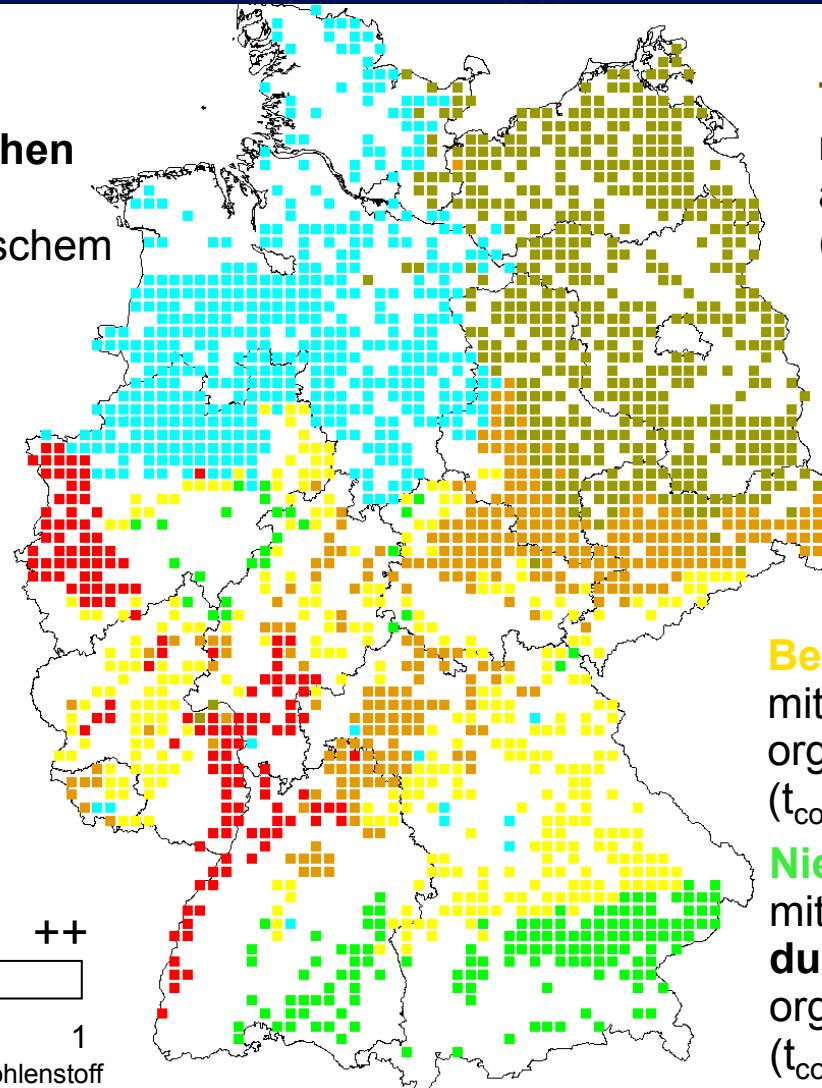
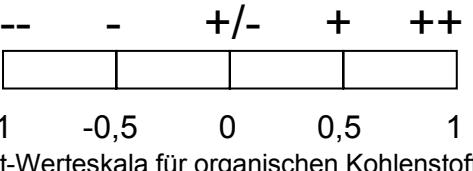
Regionalisierung Corg in Oberböden ► Ergebnisse

Ton-Cluster

mit durchschnittlichen bis ausgeprägten Gehalten an organischem Kohlenstoff ($t_{\text{corg}} = 0,31$)

Wärme-Cluster

mit durchschnittlichen Gehalten an organischem Kohlenstoff ($t_{\text{corg}} = -0,04$)



Trockenheits-Cluster

mit sehr geringen Gehalten an organischem Kohlenstoff ($t_{\text{corg}} = -1,11$)

Schluff-Cluster

mit durchschnittlichen bis ausgeprägten Gehalten an organischem Kohlenstoff ($t_{\text{corg}} = 0,32$)

Berg- und Hügelland Cluster
mit ausgeprägten Gehalten an organischem Kohlenstoff
($t_{\text{corg}} = 0,5$)

Niederschlags (Höhen-) Cluster
mit ausgeprägten bis überdurchschnittlichen Gehalten an organischem Kohlenstoff
($t_{\text{corg}} = 0,77$)

- ✓ Plausibles räumliches Muster der Corg-Gehalte ist erkennbar;
- ✓ Bekannte Zusammenhänge zwischen Corg-Gehalten und ausgewählten natürlichen Standortfaktoren lassen sich wiederfinden:
 - ▶ Corg-Gehalte korrelieren mit Niederschlägen/Höhe, Temperatur sowie Ton- und Schlufffraktion;
 - ▶ ca. 33 % der Streuung von organischem Kohlenstoff in Oberböden lassen sich durch Klimavariablen, sowie Ton-/Schlufffraktion erklären;
 - ▶ Dieser Zusammenhang ist räumlich nahezu scharf getrennt in 6 Gruppen darstellbar;
- ⌚ Regressionsanalytische Erklärungsmodelle für die Ausprägung standorttypischer Corg-Gehalte
 - ▶ benötigen weitere Informationen zu Boden-/Standortmerkmalen (u.a. Hydromorphie, Sesquioxide) & Bewirtschaftungsdaten
 - ▶ sollten regionalisiert abgeleitet werden.

Dank ...

..an die Staatlichen Geologischen
Dienste und die
Landesumweltämter für die
Bereitstellung wertvoller Daten,

... für die Gelegenheit, die
Ergebnisse in diesem Kreis
vorstellen zu können und

...für Ihre Aufmerksamkeit!

