

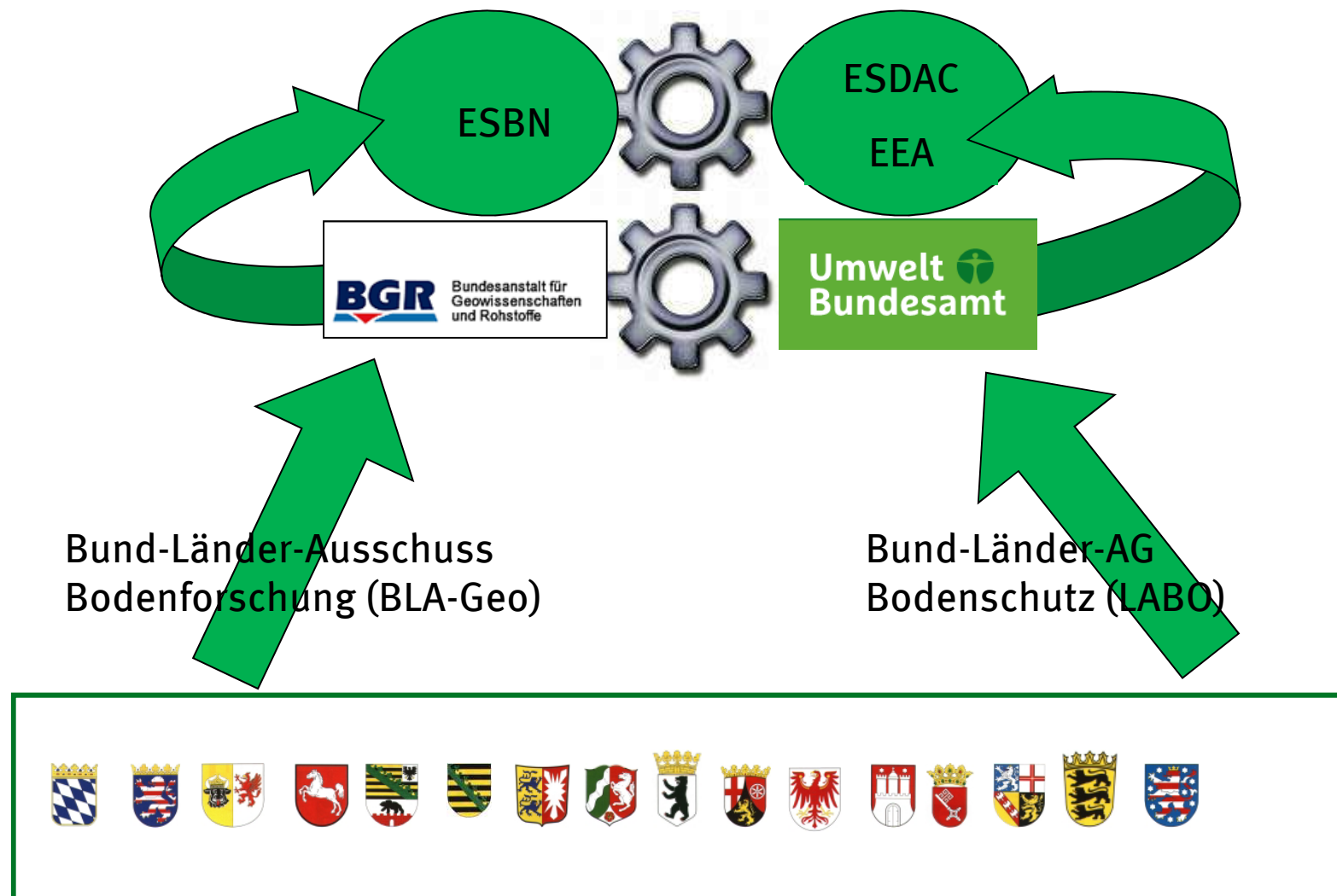
Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

**Schwarzerde & Co. – Die Böden Sachsen-Anhalts unter
Beobachtung**

Deutschlandweite Auswertung von BDF-Daten in verschiedenen Projekten

Dr. Frank Glante, Umweltbundesamt



Herausforderungen

Länderdaten:

- Heterogenität, unterschiedliche Datenbanken, Parameterlisten
- Unterschiedliche Zeitfenster der Datenerhebung (Methodenvielfalt, Bestimmungsgrenzen)
- Geringe Kapazitäten in den Bundesländern

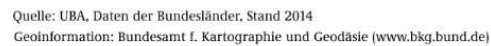
Daten anderer Ressorts

- Zusammenarbeit mit BGR (BMWi) gut (AG Boden)
- Zusammenarbeit mit TI (BMELV) projektbezogen

Länderdaten anderer Ressorts

- LUFA-Daten ????
- Daten der Geologischen Landesämter

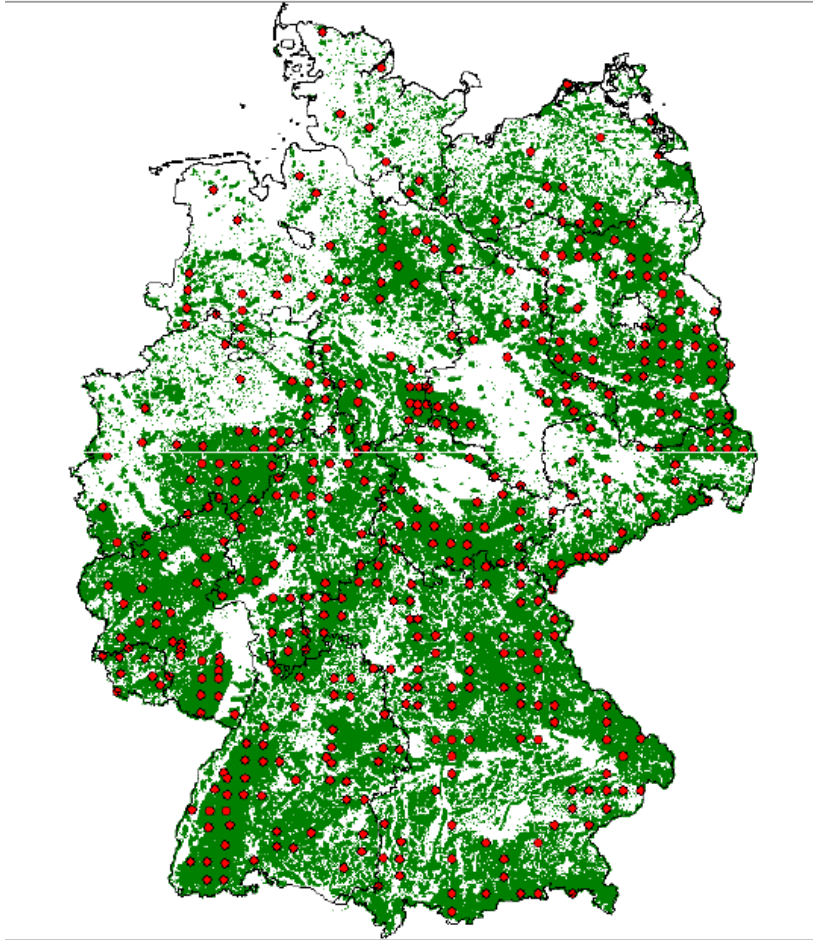
Kapazität (Bearbeiter / Zeit / Projekte)



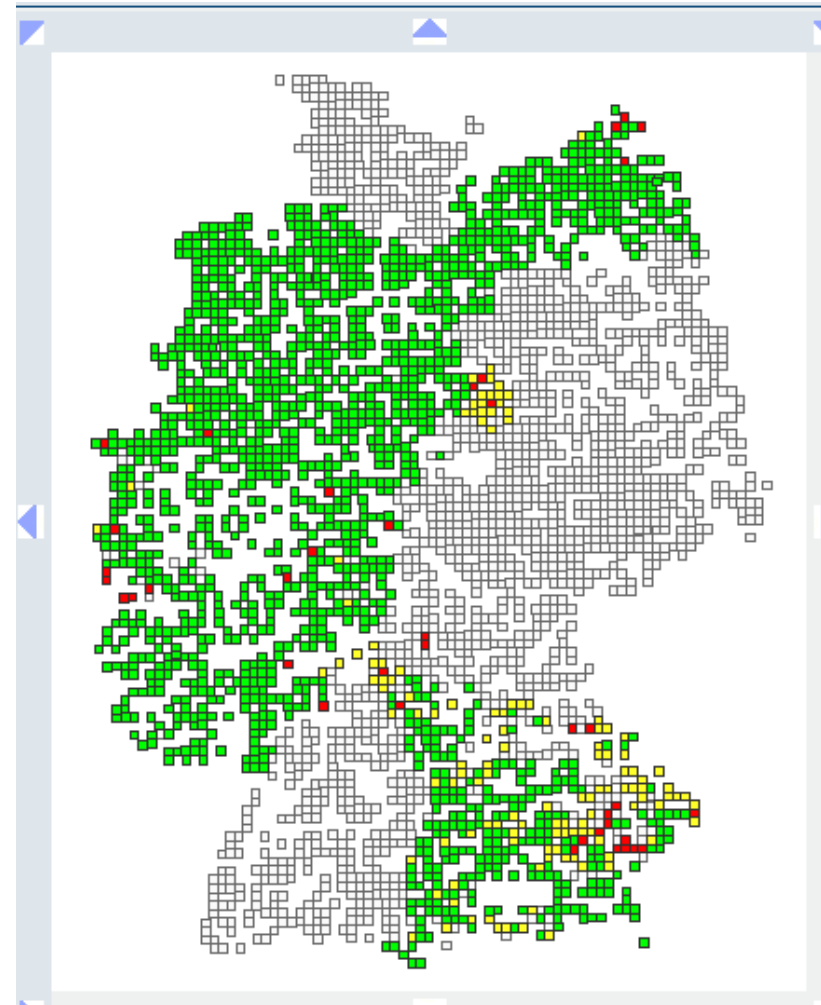
Bodendauerbeobachtung



Datenerfassung zur Ermittlung des Bodenzustands in Deutschland



Bodenzustandserhebung im Wald (Organika)



Bodenzustandserhebung Landwirtschaft

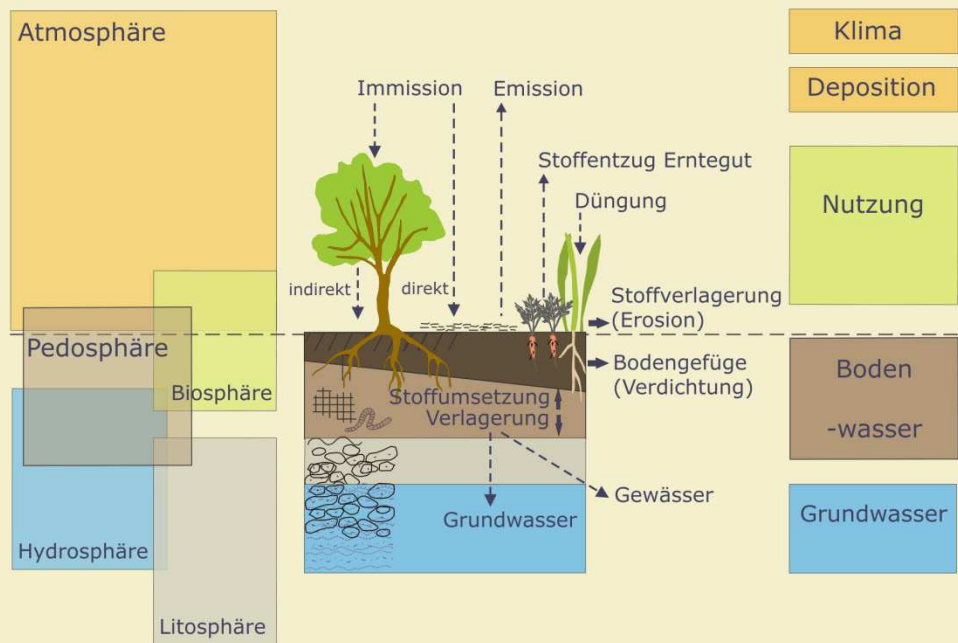
Fragestellungen im Monitoring

- **Beeinträchtigungen, schädliche Bodenveränderungen (Trend)**
 - **Elemente und Verbindungen**
 - **Organika (auch Pflanzenschutzmittel)**
 - **Stickstoff (Nährstoffe)**
 - **Schwermetalle**
 - **Kohlenstoff-Kreislauf**
 - **Ertragssicherheit, Klimabeitrag**
 - **Verdichtung**
 - **Gefügeeigenschaften**
- **Biodiversität (Zoologie, Mikrobiologie)**
- **Erosion**
 - **Beobachtung (On-Site, Off-Site)**
- **Bewirtschaftung**
- **Prozesse (Instrumentierung)**
 - **Bodenwasser, Sickerwasser, Wärmehaushalt, Stoffumsatz (Gase)**
- **Klimafolgen (BOKLIM-Projekt)**
- **Modellentwicklung**
 - **Klima, Stoff- Wasserhaushalt, Klimagase**

Fragestellungen im Monitoring

Boden-Dauerbeobachtung zentrales Element der Umwelt-Beobachtung

Kompartimente	Prozesse	Messwerte
---------------	----------	-----------



© Umweltbundesamt 2008

Messwerte

- Klima
- Deposition
- Nutzung
- **Boden**
- Bodenwasser
- Grundwasser
- **Bodenbiologie**

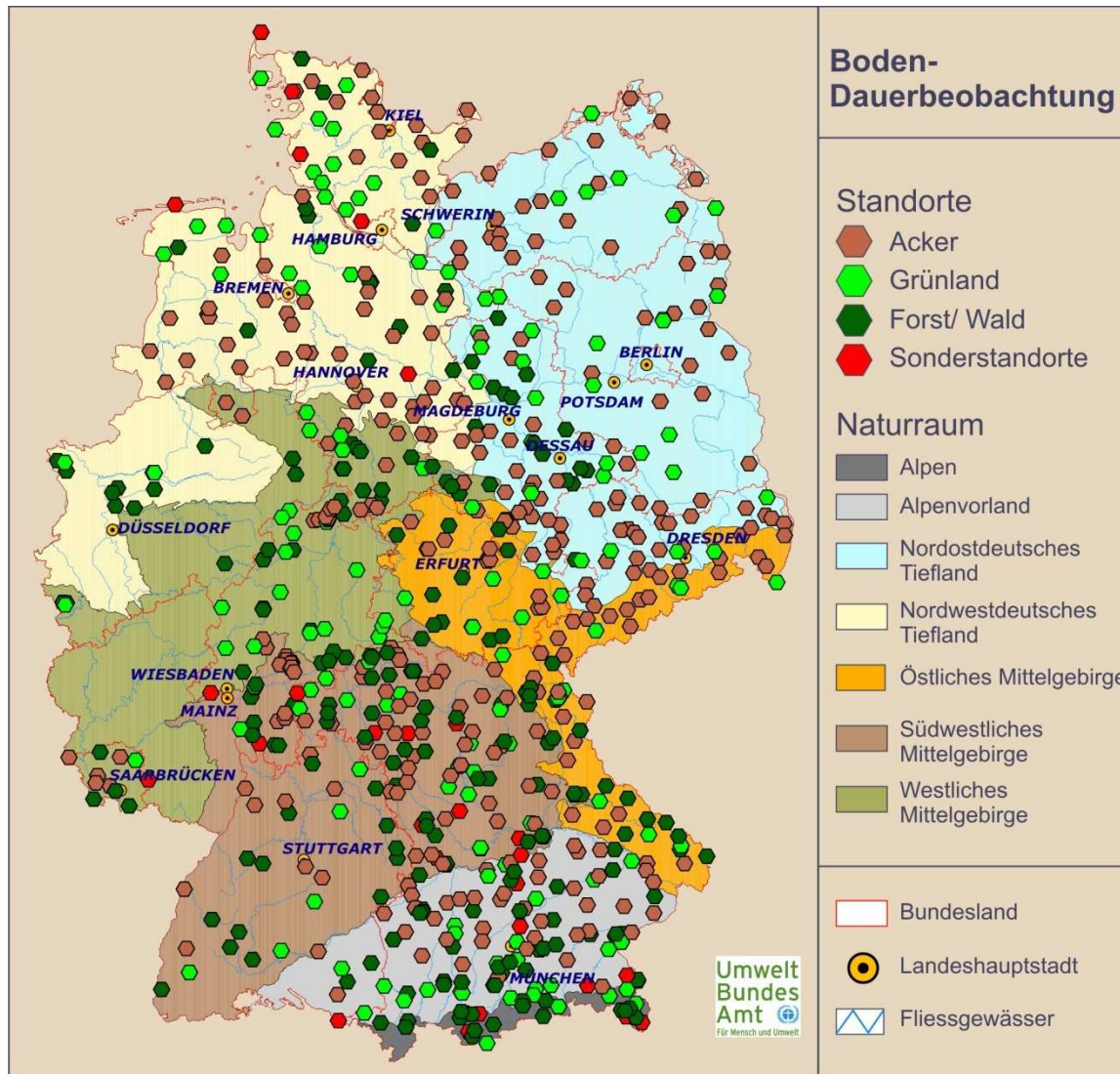
Prozesse

- Immissionen
- Emissionen
- Stoffeintrag
- Stoffaustrag
- Stoffumsetzung

UBA

- Koordination
- länderübergreifende Daten

BDF im Bundesmaßstab



Flächenverteilung

- Acker - 344
- Grünland – 146
- Wald – 247

Basisflächen

700

Intensivmessflächen

90

Repräsentativität

- Nutzung
- Naturräume
- europ. Klimaregionen

Hintergrundbelastung

Quelle: Marahrens, 2010

Zusammenstellung der UBA-Projekte

- Möglichkeiten der länderübergreifenden Auswertung an Standorten der Bodendauerbeobachtung - ausgehend von der Zusammenstellung der Metadaten aus den Ländern (Peter Spatz) **Texte Nr. 22/2001**
- Untersuchung der Böden im direkten Umfeld der UBA-Messnetz-Standorte in den neuen Ländern zur Vervollständigung des bundesweiten Umweltbeobachtungs-netzes im Hinblick auf ein integriertes und repräsentatives Monitoring (Gerd Huschek, Matthis Kayser) **Texte Nr. 72/2002;**
(<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/untersuchung-boeden-im-direkten-umfeld-uba-messnetz>)
- Länderübergreifende Auswertung von Daten der Boden- und Dauerbeobachtung der Länder (Dr. G. Huschek; Dr. D. Krenkel; Dr. M. Kayser; A. Bauriegel; Dr. H. Burger) **Texte Nr. 50/2004**
(<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/laenderuebergreifende-auswertung-von-daten-boden>)
- Bodenbiologische Bewertung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) anhand von Lumbriciden - Workshop in Weimar 30. 11. - 1. 12.2006 **Texte Nr. 34/2007**
(<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/bodenbiologische-bewertung-von-boden>)
- Anwendung von Bodendaten in der Klimaforschung (C. Kaufmann-Boll et al. 2011)
(<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/anwendung-von-bodendaten-in-klimaforschung>)
- Auswertung der Veränderungen des Bodenzustandes für Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) und Validierung räumlicher Trends unter Einbeziehung anderer Messnetze (Schilli et al., 2011) **Texte Nr. 90/2011** (<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/auswertung-veraenderungen-des-bodenzustands-fuer-0>)
- Bewertungsansätze für die Boden-Biodiversität **Texte Nr. 32/2012** (Römbke et al., 2012)
(<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/erfassung-analyse-des-bodenzustands-im-hinblick-auf>)
- Bestimmung der Veränderungen des Humusgehaltes und deren Ursachen auf Ackerböden Deutschlands (Kastler et al., 2015; in Vorbereitung)

Methodenvielfalt – Lösung. Methoden-Code

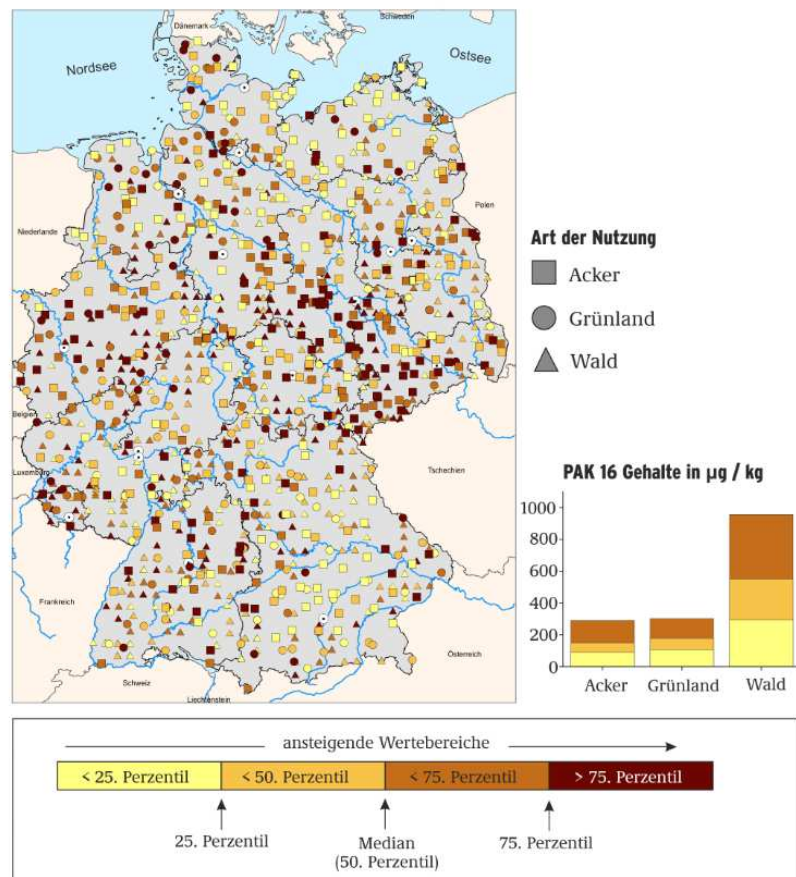
Methoden Code v1.0

- **Dokumentation aller Untersuchungsschritte**
- **ist fortschreibbar**
- **legt ausdrücklich NICHT die Methoden fest**
- **Codierung d. Altdaten ist wünschenswert**
- **jedoch Focus „Neue Daten“**
- **v1.0 Veröffentlichung auf Website (UBA-Text)**
- **Fortschreibung**
 - jährlich durch UBA und/oder BOVA und GAFA
 - Länderbeschluss zum einheitlichen Einsatz
 - Web-Anwendung zur Code-Erstellung
- **Länderübergreifende methodische Anforderungen**
 - Bewertung Einfluss Probenahme (zB. SM-Gehalte)
 - Messung aus einer Probe
 - Bewertung Vergleichbarkeit Analytik (Frage des Gremiums)

Parameter	Wert
A-01 - Bodensprache - Vorschrift	KA 5 (AG Boden 2005)
A-02 - Entnahme - Entnahmestelle	innerhalb der Kernfläche
A-03 - Entnahme - Störung der Probe	gestörte Probe
A-04 - Entnahme - Art der Probe	Mischprobe
A-05 - Entnahme - Anz. Entn. stellen bei Mischproben	10 - <15
A-06 - Entnahme - Horizontbezug	Horizontbezogene Probe
A-07 - Entnahme - Gerät	Stechzylinder
A-08 - Entnahme - Material Gerät	Edelstahl rostfrei
A-09 - Entnahme - Vorschrift	Anleitung zur Entnahme von Bodenproben der Geologischen Dienste (ad hoc-AG Boden 1)
A-10 - Vorbehandlung im Freiland - Homogenisierung	nicht durchgeführt / nicht verwendet
A-11 - Vorbehandlung im Freiland - Sortierung	Entfernung von Steinen
A-12 - Vorbehandlung im Freiland - Probenteilung	nicht durchgeführt / nicht verwendet
A-13 - Siebung im Freiland - Gerät	nicht durchgeführt / nicht verwendet
A-14 - Siebung im Freiland - Maschenweite mm	nicht durchgeführt / nicht verwendet
A-15 - Transport - Temperatur °C	+15 bis +25 °C
A-16 - Transport - Bedingungen	dunkel und unter Luftabschluss
A-17 - Transport - Material Behälter	Glas

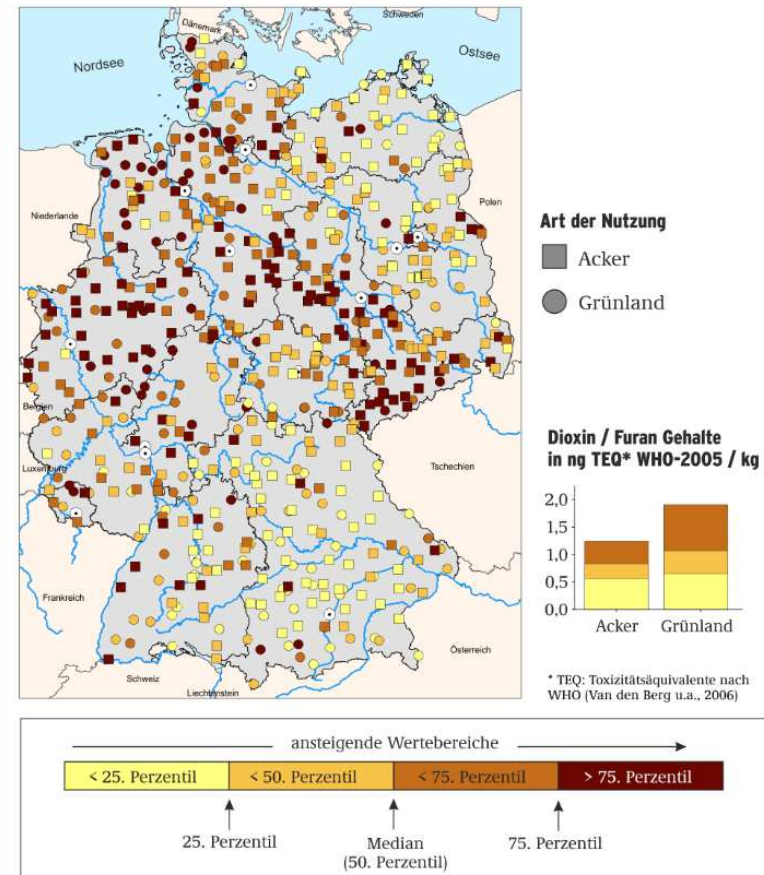
Einige Ergebnisse

Verteilung der PAK 16 Gehalte in den Oberböden Deutschlands



Quelle: Umweltbundesamt, 2014 unveröffentlicht
Geoinformation: Bundesamt f. Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)

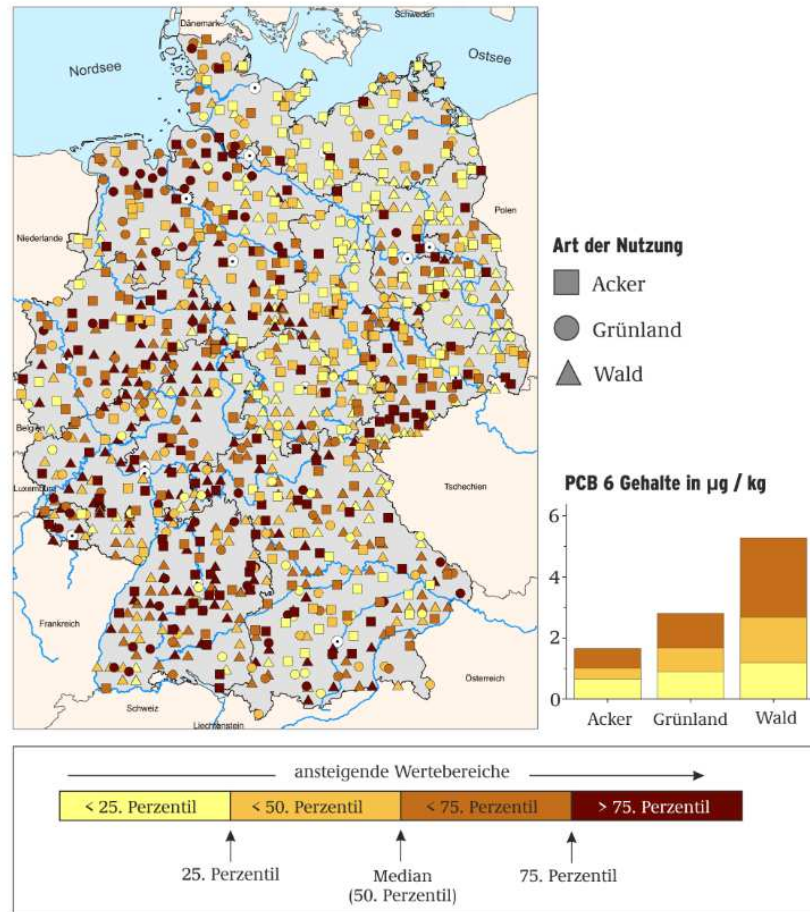
Verteilung der Dioxin/ Furan Gehalte in den Oberböden Deutschlands



Quelle: Umweltbundesamt, 2014 unveröffentlicht
Geoinformation: Bundesamt f. Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)

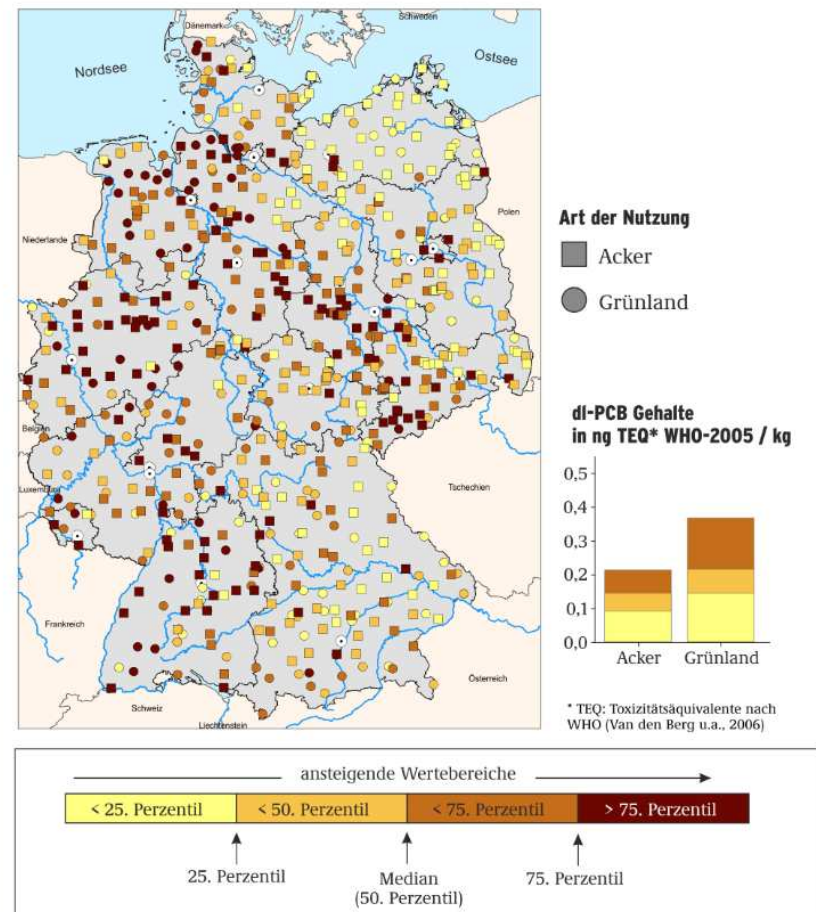
Einige Ergebnisse

Verteilung der PCB 6 Gehalte in den Oberböden Deutschlands



Quelle: Umweltbundesamt, 2014 unveröffentlicht
Geoinformation: Bundesamt f. Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)

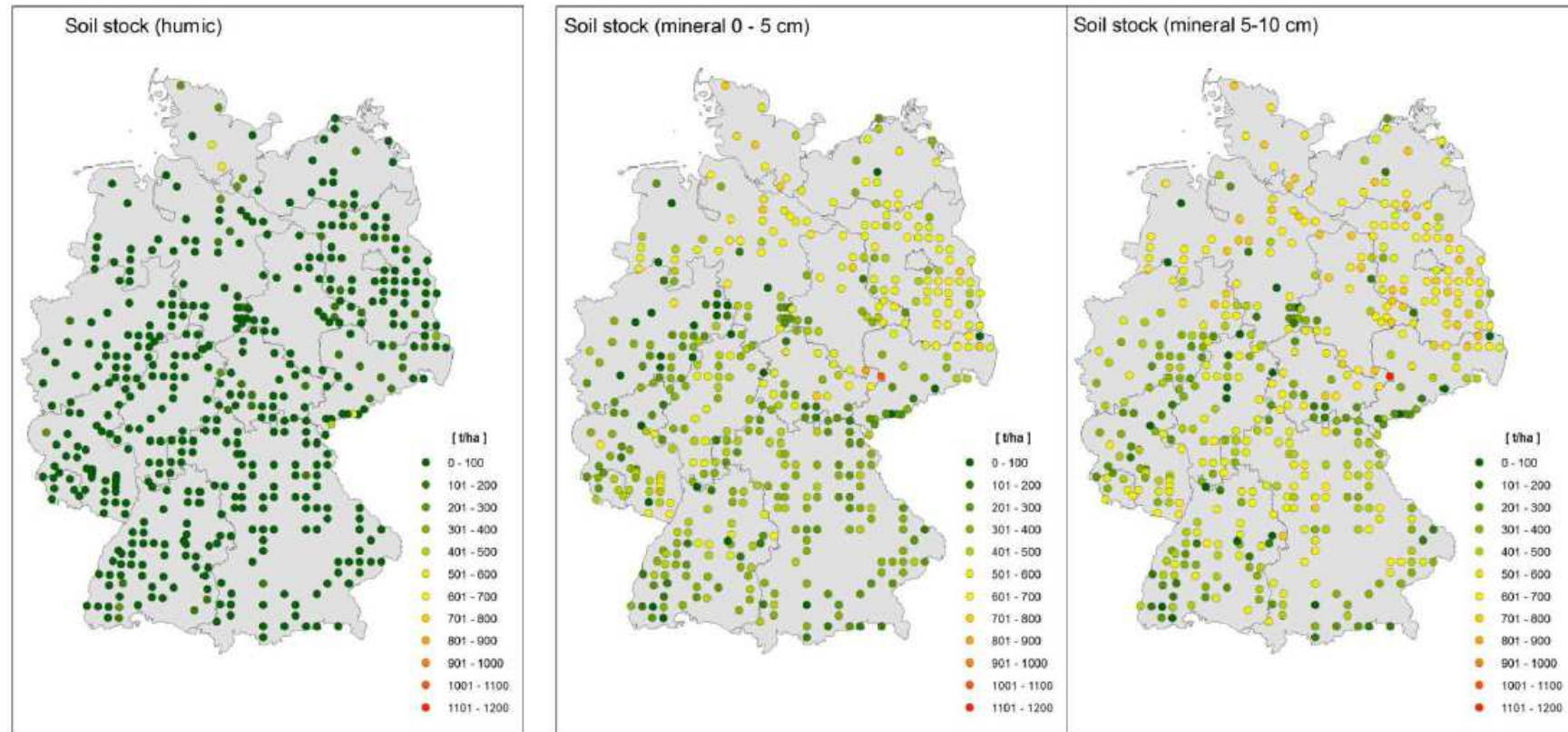
Verteilung der dioxinähnlichen PCB Gehalte in den Oberböden Deutschlands



Quelle: Umweltbundesamt, 2014 unveröffentlicht
Geoinformation: Bundesamt f. Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)

Einige Ergebnisse

PCB6 in Waldböden (Vorräte!)



Vorräte (Tonnen / ha)
Auflage

Mineralboden 0 – 5 cm

Mineralboden 5 – 10 cm

Bilanzen von Schadstoffen in Böden

Einträge über die Luft (Median; [g/ha*a])

	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn
Urbane Gebiete	12,6	151	4,8	32,8	182	25,7	498
Ländliche Gebiete	2,1	29	0,9	5,5	44	7,4	250
Verkehrsfläche	8,0	149	4,8	17,7	108	26,8	247
Nadelwald	-	54	2,4	8,8	90	53,9	469
Laubwald	-	51	2,3	14,7	103	57,9	372

Einträge über Bewirtschaftung (Median; [g/ha*a])

	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Tl	Zn
Organischer + Mineraldünger	2,9	7,5	0,8	49	106	0,07	12,7	0,14	441
Kompost und Mineraldünger	30,9	313	3,5	158	388	1,04	108	0,8	1385
Klärschlamm und Mineraldünger	6,2	69,4	1,7	62	400	0,92	36,3	0,49	986
Nur Mineraldünger	1,3	6,2	2,2	52	25	0,03	7,6	0,12	152

<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3644.pdf>

Änderungen der Bodennutzung

Zeit

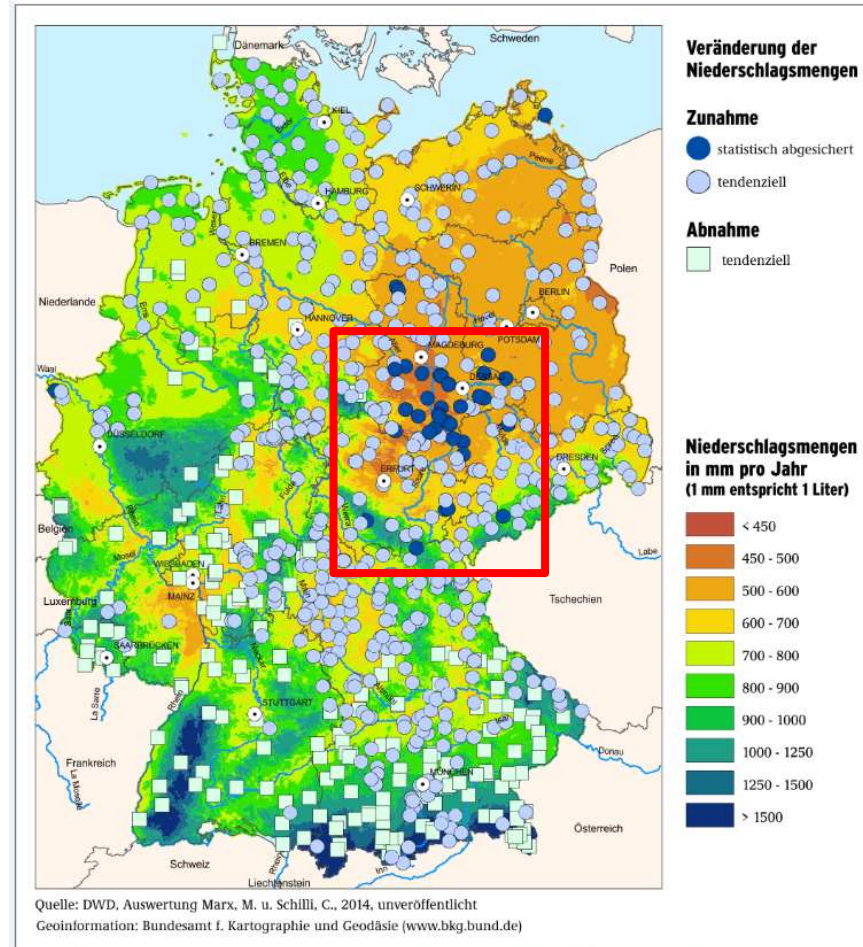
- Rodungen zur Ackergewinnung, Erosionsereignisse
- Im 12. Jh. lag die Waldfläche in Deutschland unter 20%
- Ausbildung von Pflughorizonten und Graslandhumushorizonten
- Spezielle Flur- und Bearbeitungsmethoden (Wölb-Äcker, Plaggen-Eschwirtschaft)
- Waldweide und Streunutzung führte zu Nährstoffentzügen
- Gezielte Aufforstung mit Nadelhölzern
- Schadstoffeinträge (Schwefel- und Stickstoffverbindungen)
- Trockenlegung von Niedermooren und Inkulturnahme (Humifizierung, Mineralisierung)
- Mineraldüngung und Mechanisierung (2-3 dm nährstoffreicher, humoser Oberbodenhorizont)
- Bodenverdichtung, Bodenerosion, Stoffeinträge, Verlust von Bodenleben
- Flächenverbrauch und Landschaftszerschneidung



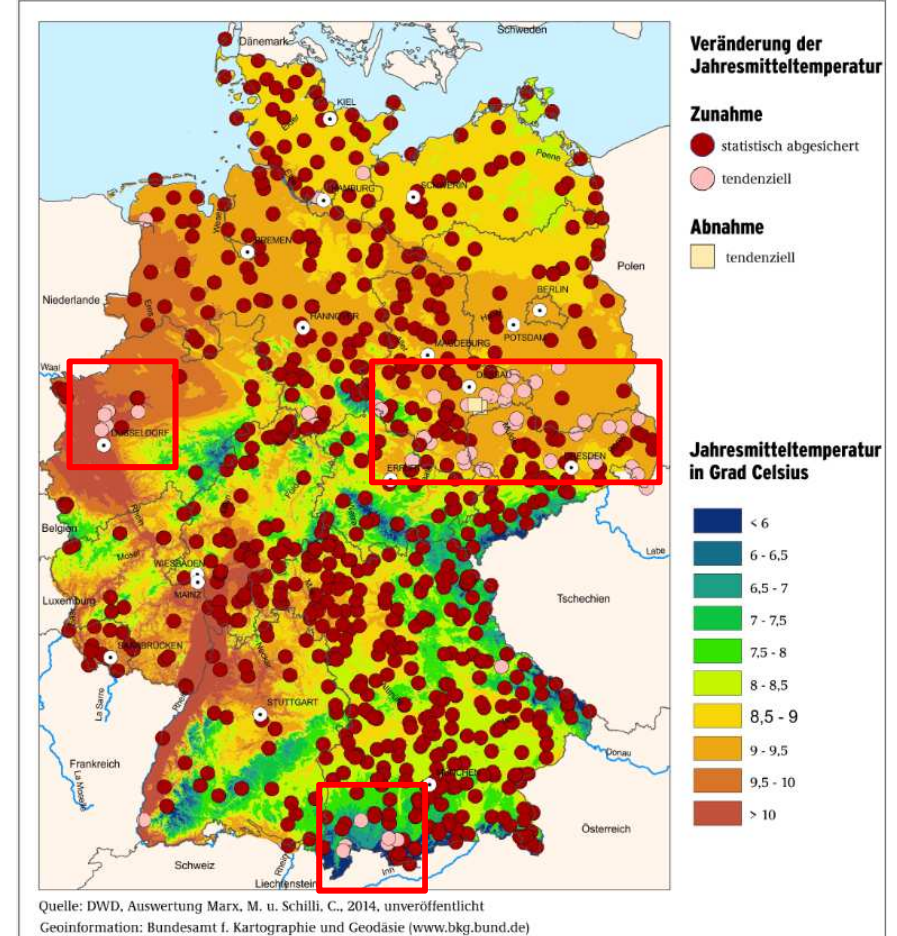
Quelle: Jean Colombe: Très riches heures;
aus: Collins, M.; Davis, V: Mittelalterliches
Leben auf dem Lande, tosa-Verlag 1997

Bodengefährdungen durch Bodennutzung und Klimaänderung

Die Verteilung des Niederschlags in Deutschland (im langjährigen Mittel 1971-2000) und die Veränderung an den Standorten der Boden-Dauerbeobachtung im Zeitraum 1975 bis 2013



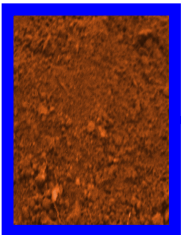
Die mittlere Jahrestemperatur in Deutschland (langjähriges Mittel 1975-2013) und die Veränderung an den Standorten der Boden-Dauerbeobachtung



Kohlenstoff in Böden (organische Substanz)



When policy makers use
scientific findings



~800 -2.9 (4‰)
~800 +4.3 (5‰)
In top 0-30 cm

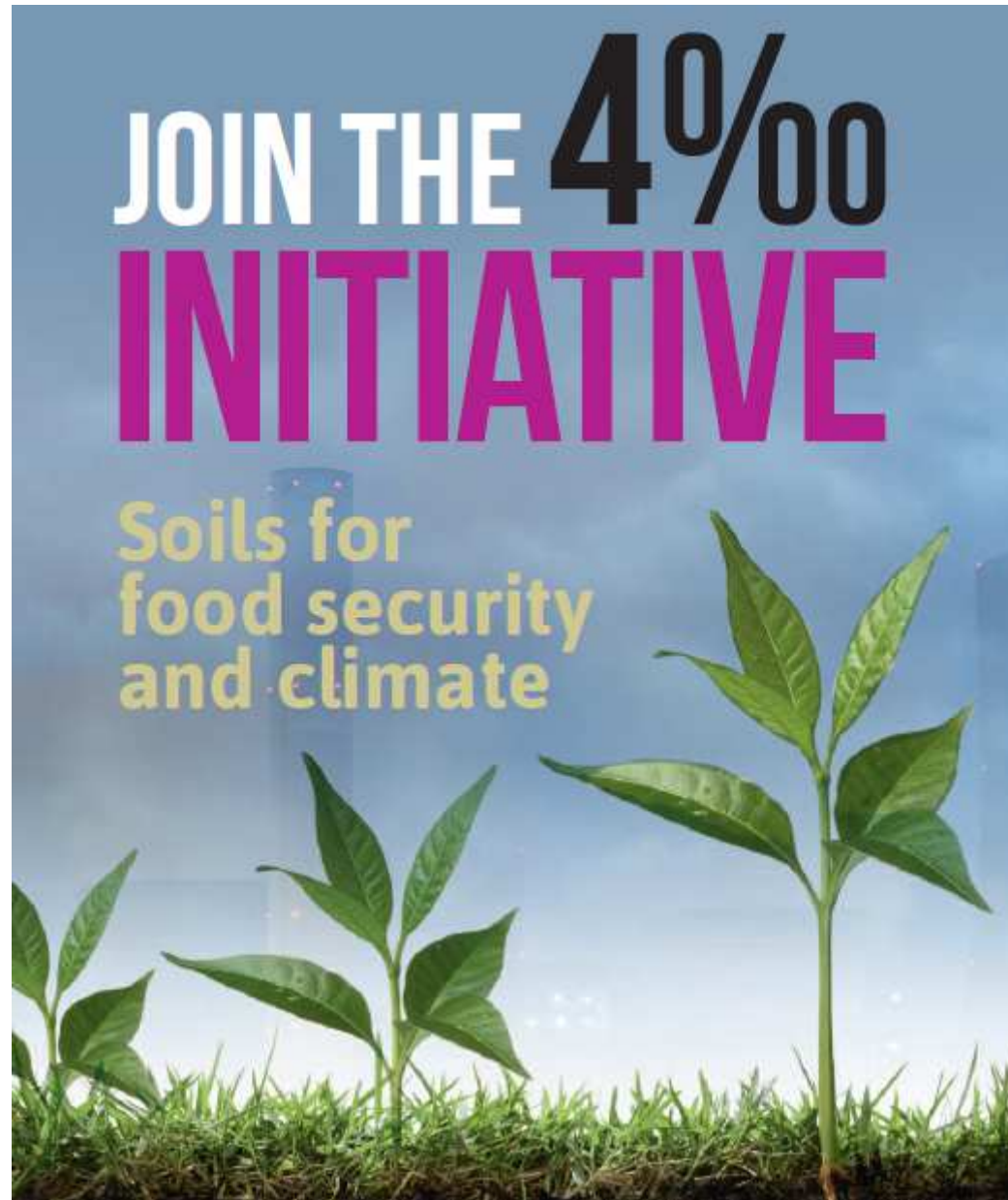
A variation of – 4‰ to + 5‰ of
this stock corresponds to
– 110 to + 130 kg C /ha
or – 400 à + 475 kg CO₂ /ha

Während der CSA-Konferenz im März 2015, berichtete der Französische Minister für Landwirtschaft, Ernährung und Forst, Stéphane Le Foll über die Förderung eines Internationalen Projekts zu Bodenverbesserung degradierter Böden und zur Kohlenstoff –Sequestration.



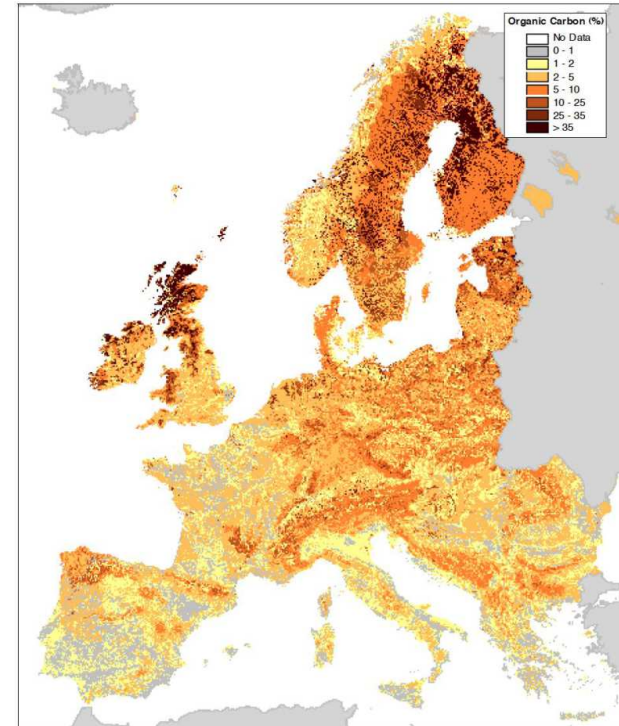
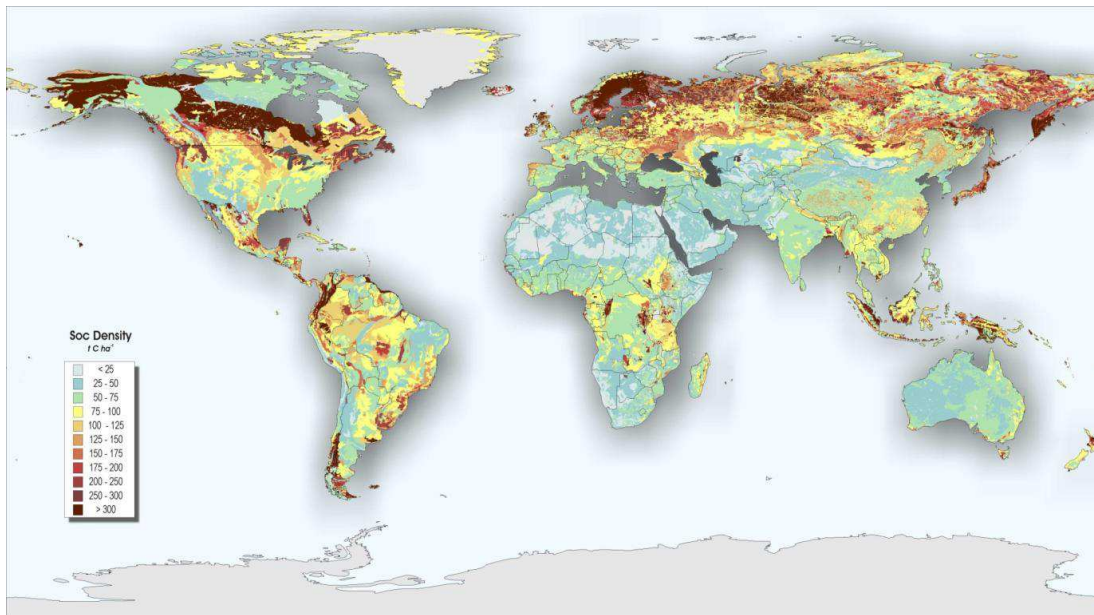
Forderung nach einem Forschungsprogramm, wie jährlich 4 Promille mehr Kohlenstoff in die Böden als organische Substanz eingebaut werden können.

© Montanarella, 2015



?

Verteilung der organischen Substanz



Sind überall 4‰ möglich?

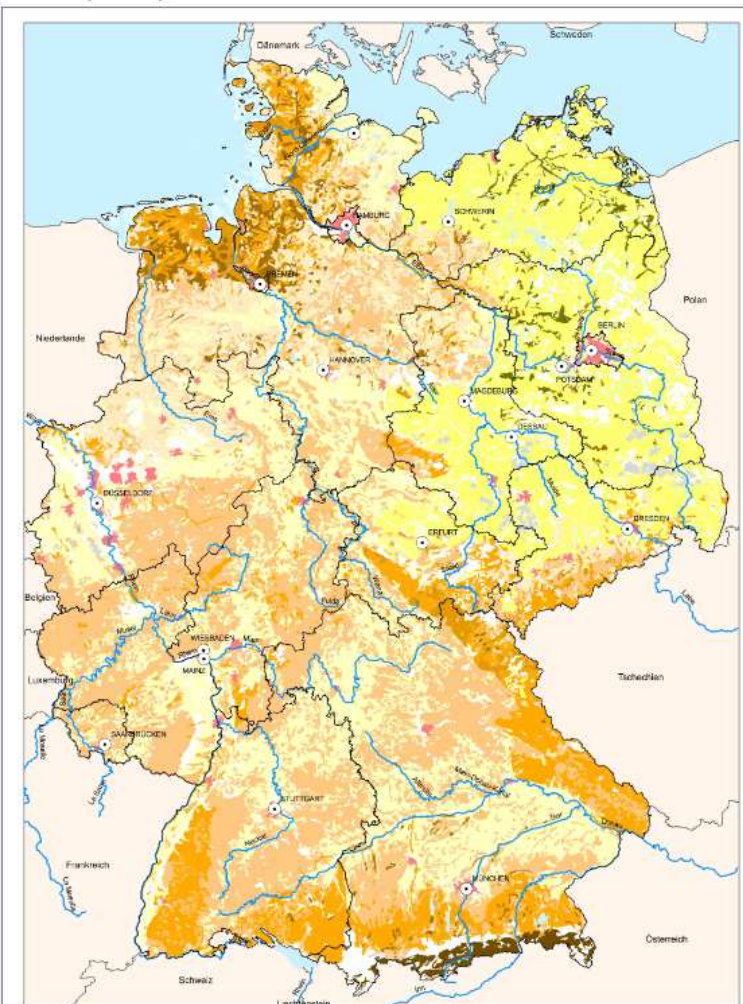
Bodengefährdungen durch Bodennutzung und Klimaänderung

BGR-Projekt: Organische Substanz in Böden

Daten der Geologischen Dienste der Bundesländer
9.000 Standorte, klassifiziert nach
Bodentyp, Landnutzung,
Klimaregionen

→ Nutzung „paust“ sich durch
→ Bodeneigenschaften und Klima
ebenfalls?

Verteilung der organischen Bodensubstanz in den Oberböden Deutschlands



Quelle: Düvel, O.; Siebner, C.S.; Utermann, J.; Krone, F. - BGR, Hannover, 2007
Geoinformation: Bundesamt f. Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)

Gehalte in Masse Prozent



Bodengefährdungen durch Bodennutzung und Klimaänderung

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

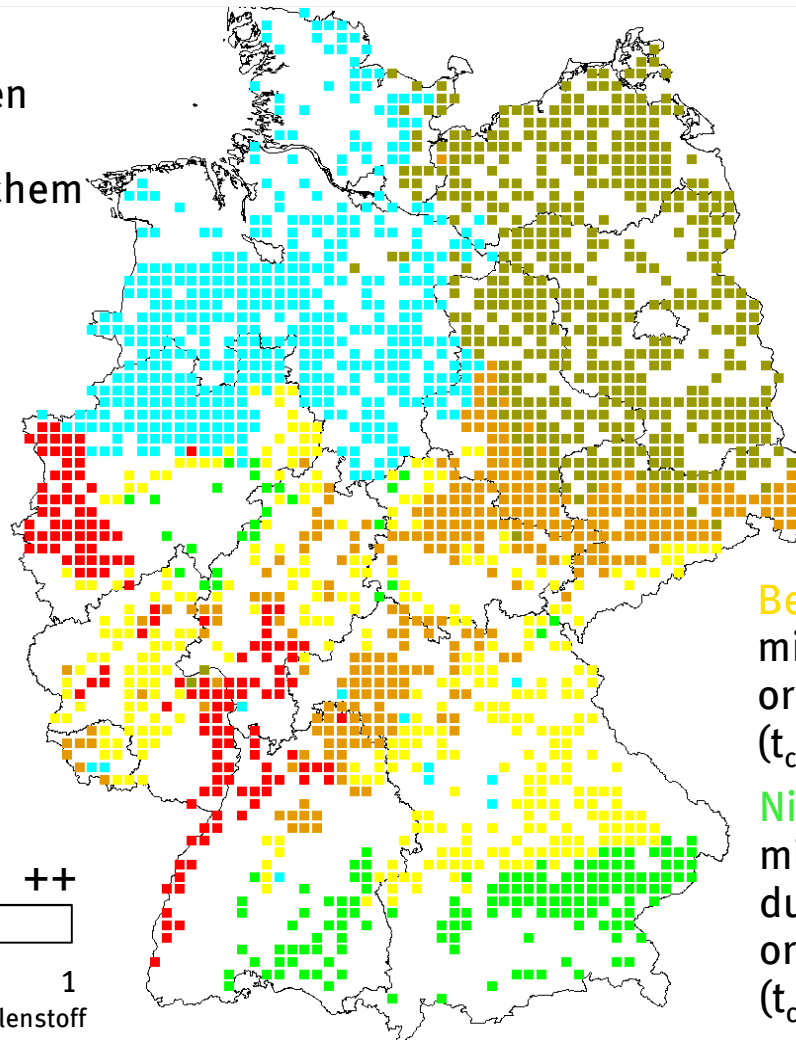
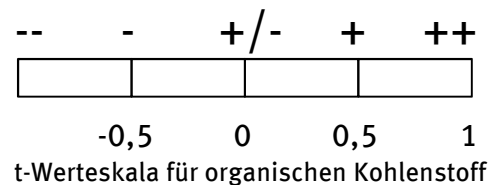
mit sehr geringen Gehalten an organischem Kohlenstoff
($t_{\text{corg}} = -1,11$)

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
($t_{\text{corg}} = 0,77$)



Quelle: Utermann, 2009

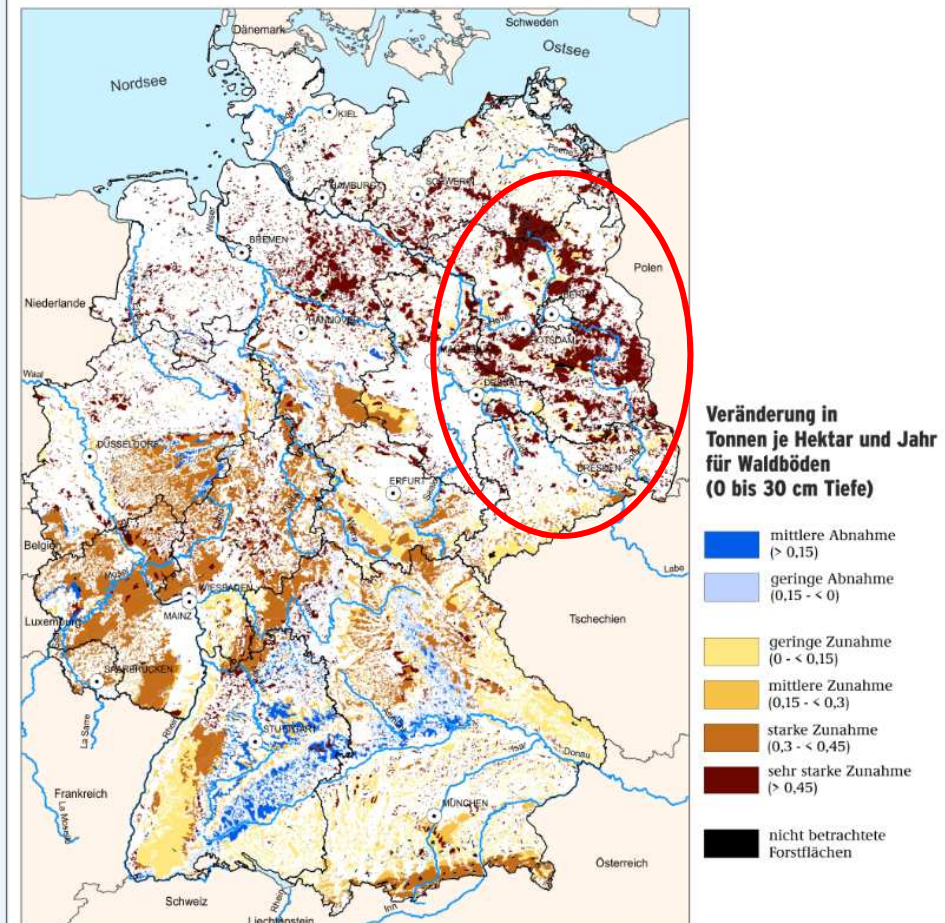
Bodengefährdungen durch Bodennutzung und Klimaänderung

Thünen-Institut: Projekt: Organische Substanz in Wald-Böden (BZE-Wald)

Daten der der Bundesländer
Differenz zwischen 1990 und 2006

- Biomassezuwachs?
- Bodeneigenschaften und Klima
- Fehlen basisch wirkender Substanzen?

Veränderung des Kohlenstoffgehaltes der Waldböden in Deutschland

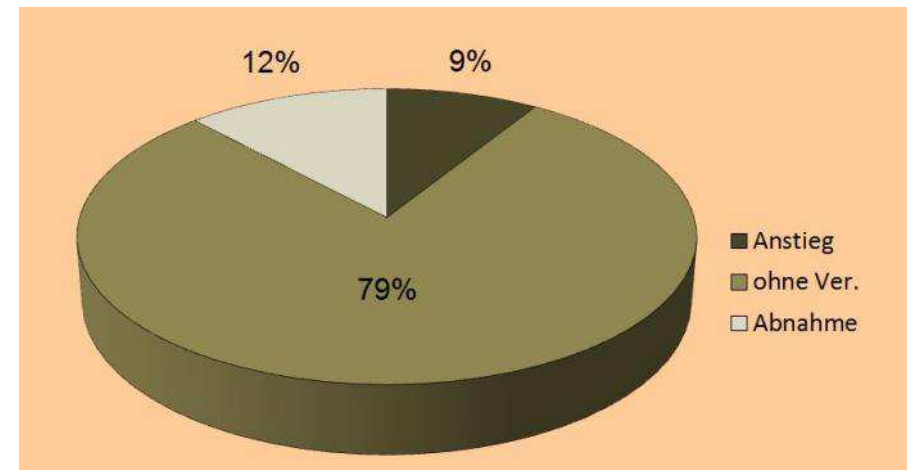


Quelle: Grüneberg, E.; Ziche, D.; Wellbrock, N. (2014)
Darstellungsgrundlage: Nutzungsdifferenzierte Bodenübersichtskarte BÜK1000n BGR, 2007;
Geoinformation: Bundesamt f. Kartographie und Geodäsie (www.bkg.bund.de)

Veränderung von TOC-Gehalten

216 BDF's mit ackerbaulicher Nutzung und Laufzeiten von mehr als 10 Jahren

- Nur an etwa jeder fünften BDF (46 von 216) sind signifikante Veränderungen der organischen Kohlenstoffgehalte in Böden zu erkennen



- Keine grundsätzliche Abnahme oder Zunahme von Kohlenstoffgehalten in Ackerböden erkennbar

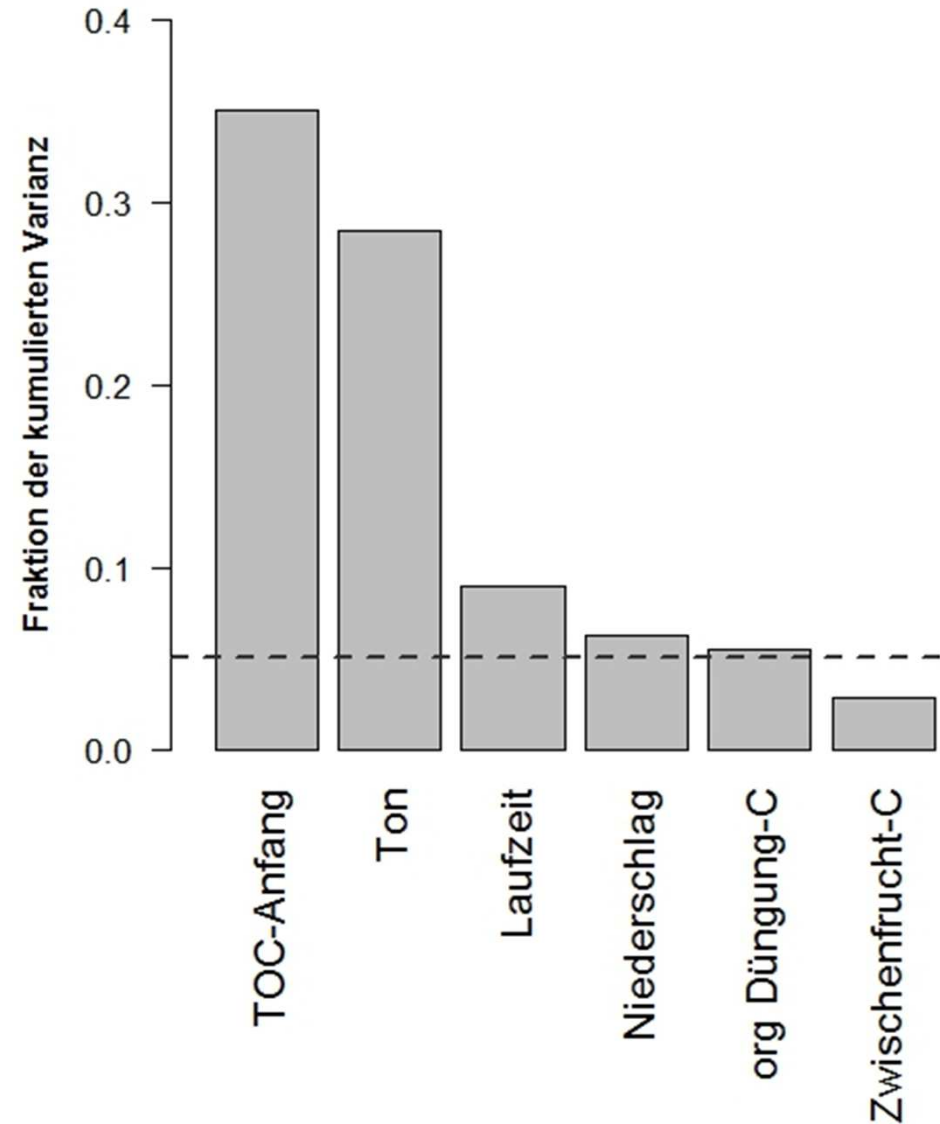
Veränderung von TOC-Gehalten

Anzahl = 35

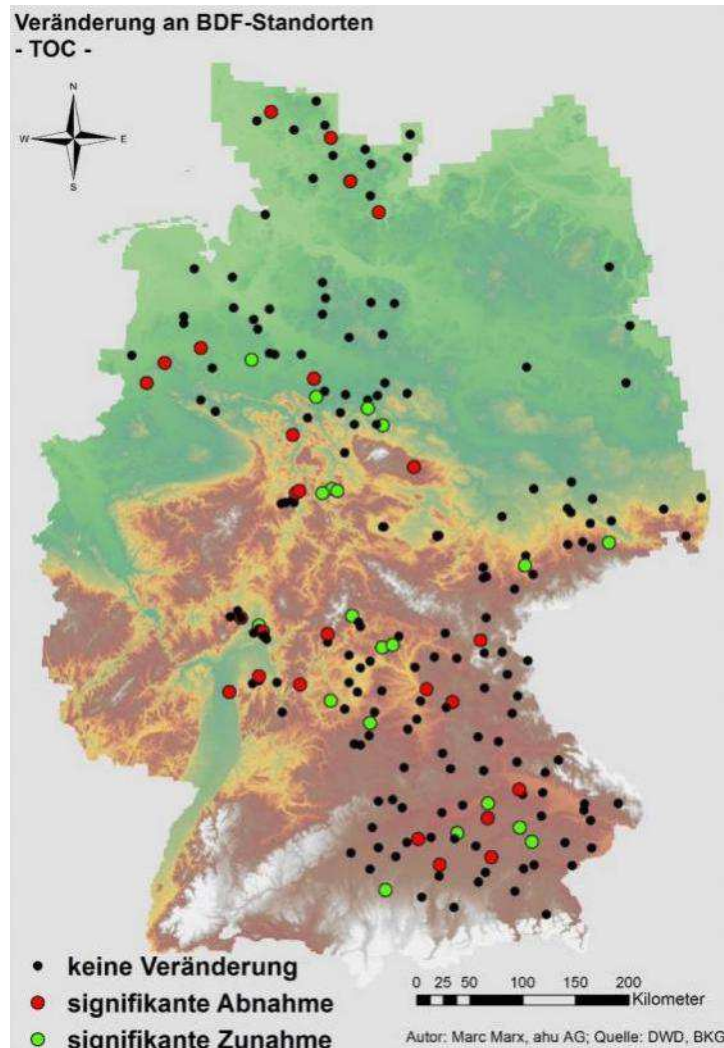
Erklärbare Varianz = 90%

Haupteinflussgrößen:

- TOC-Niveau der Fläche
- Ton-Gehalt
- Untersuchungslaufzeit
- Niederschlagssumme
- organische Düngung



Veränderung der TOC-Gehalte



Kein eindeutiger räumlicher
Zusammenhang erkennbar

Keine Flächendeckung aufgrund
geringer Anzahl an TOC-Messungen oder
fehlender Acker-BDF

Fehlen von Bewirtschaftungsdaten

Klimaauswirkung?

- Im bundesweiten Maßstab sind keine flächenhaften Auswirkungen von Veränderungen der klimatologischen Parameter auf die TOC-Gehalte nachweisbar
- Mögliche Auswirkungen eines Klimawandels werden vom Einfluss der Standorteigenschaften und / oder der Flächenbewirtschaftung überdeckt
- Erfassung der Bewirtschaftungsdaten auf allen Flächen zwingend notwendig, um zukünftig sinnvolle Auswertungen durchzuführen
- Weitere zukünftige Auswertungen mit
 - höherer Anzahl an Wiederholungen
 - längere Laufzeit
 - mehr Flächen (Bewirtschaftungsdaten)

Monitoring der Biodiversität im Boden

F+E-Vorhaben: Erfassung und Analyse des Bodenzustands im Hinblick auf die Umsetzung und Weiterentwicklung der Nationalen Biodiversitätsstrategie
(ARGE: ETC (Flörsheim); RWTH, gaiac (Aachen); SMN, Karlsruhe; Senckenberg Museum, Görlitz; Universität Utrecht)

- Biologische Indikatoren (Organismengruppen) zur Beurteilung der Bodenqualität
- Erwartungswerte / Zielvorgaben, ob die Lebensraumfunktion erfüllt ist
- Ausweitung des bodenbiologischen Monitoring auf Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF)
- Konzentration auf: Collembolen, Oribatiden, Lumbriciden und Enchytraeen
- Andere Organismengruppe wurden beschrieben (Nematoda, Gamasina, Diplopoda, Chilopoda; Isopoda)



Erwartungswerte von Regenwürmern im Boden

	Äcker: 33 (n = 86)		Grünland: 34 (n = 48)		Laubwald: 43 (n = 65)		Nadelwald: 44. (n = 27)	
	Vork.	L/m ²	Vork.	L/m ²	Vork.	L/m ²	Vork.	L/m ²
<i>A. chlorotica</i>	31,4%	6,4	35,4%	4,8	0,0%	0,0	0,0%	0,0
<i>A. caliginosa</i>	84,9%	23,1	91,7%	28,1	36,9%	5,3	25,9%	1,7
<i>A. longa</i>	19,8%	2,6	10,4%	0,6	3,1%	0,0	0,0%	0,0
<i>A. rosea</i>	55,8%	7,1	56,3%	6,6	33,8%	2,0	25,9%	2,2
<i>D. octaedra</i>	2,3%	0,0	12,5%	1,3	72,3%	5,3	77,8%	7,8
<i>D. rubidus</i>	0,0%	0,0	8,3%	0,7	55,4%	3,4	29,6%	0,7
<i>L. castaneus</i>	9,3%	0,8	31,3%	2,4	16,9%	1,3	7,4%	0,1
<i>L. rubellus</i>	24,%	1,3	62,5%	10,3	73,8%	3,7	59,3%	3,9
<i>L. terrestris</i>	55,8%	5,2	75,0%	8,6	20,0%	0,6	7,4%	0,1
<i>O. tyrtaeum</i>	17,4%	0,9	41,7%	3,6	26,2%	1,4	25,9%	1,0
Σ (Ind./m²)	49,3		75,6		36,6		18,3	
Artzahl	3,3		5,0		3,9		2,9	

Herausforderungen

- Klimabedingte Änderungen sind meist nur schwer nachweisbar
- Teilweise kontroverse Diskussionen, ob Klimawandel überhaupt einen Einfluss auf den Bodenzustand hat (vgl. Diskussion über Veränderungen des Humusgehaltes)
- Klimabedingte Änderungen bewegen sich auf bezogen auf einen Zeitraum von 20 Jahren teilweise im Bereich der Nachweisgrenze
- Mindestanforderung: aus wissenschaftlicher Sicht vier Messintervalle, um überhaupt Aussagen treffen zu können
- Oftmals Überlagerung von Bewirtschaftungseinflüssen und Klimaeinflüssen

→ F&E-Projekt 2016

Wie weiter?

- Wert der Dauerbeobachtung beginnt sich auszuzahlen
- Wert steigt mit jeder weiteren Wiederholungsmessung
- Anfangsinvestition amortisiert sich mit robusten Trendinterpretationen
- identifizierte Muster und Prozesse sind länderübergreifend fortzuschreiben (anlassbezogen mit organischem Kohlenstoff)

Notwendige Fortschreibung?

- Berichtspflicht an die EU wie im Gewässerschutz und in der Chemikalienpolitik ?
- Verbesserung / Konkretisierung der Verwaltungsvereinbarung zum Datenaustausch (wie bei den Anhängen Gewässer, Dioxine u. a.) ?
- INSPIRE?
- Ad-hoc AG / Redaktionsgruppen der LABO / BOVA zu speziellen Fragestellungen
- Einführung von Arbeitshilfen, die länderübergreifend angewendet werden (Methoden-Code in Datenbanken, Methodendokumentation Bodenkunde [BGR])
- Ableitung von Indikatoren für formalisierte Darstellung des Umweltzustands

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr. Frank Glante

Fachgebietsleiter II 2.7 "Bodenzustand, Bodenmonitoring"

Geschäftsstelle der Kommission Bodenschutz beim UBA

Umweltbundesamt

Wörlitzer Platz 1

06844 Dessau-Roßlau



Telefon: +49 (0)340 2103 3434

Fax / Voicebox: +49 (0)340 2104 3434

frank.glante@uba.de

<http://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft>