



# Bodendauerbeobachtung in Baden-Württemberg

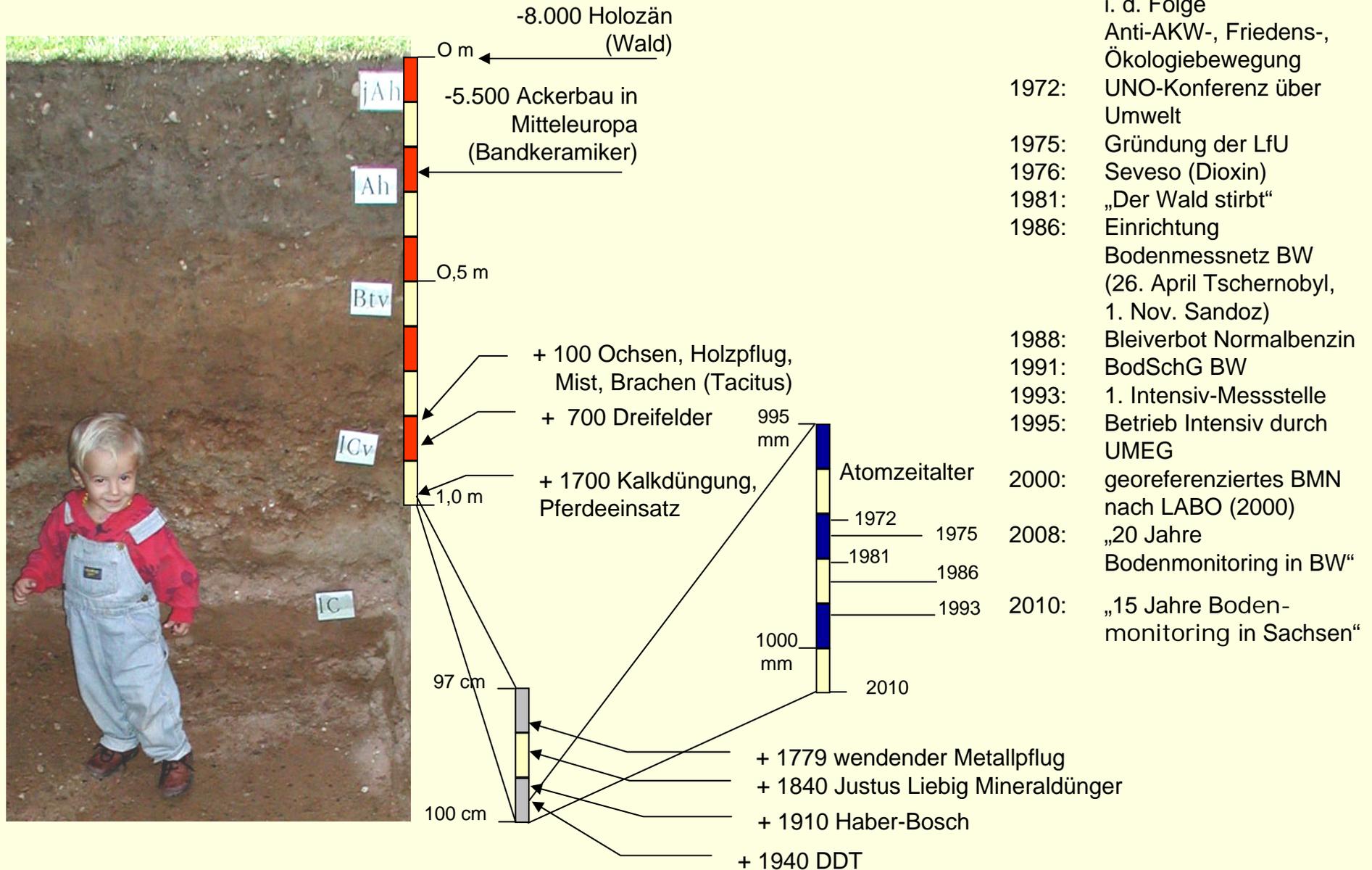
- von klassischen Bodenuntersuchungen zu  
medienübergreifenden Umweltbilanzen

Bericht hierzu siehe: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/50596/>

Werner Borho, LUBW Baden-Württemberg, Referat 22 – Boden, Altlasten



# Zur Natur der Sache

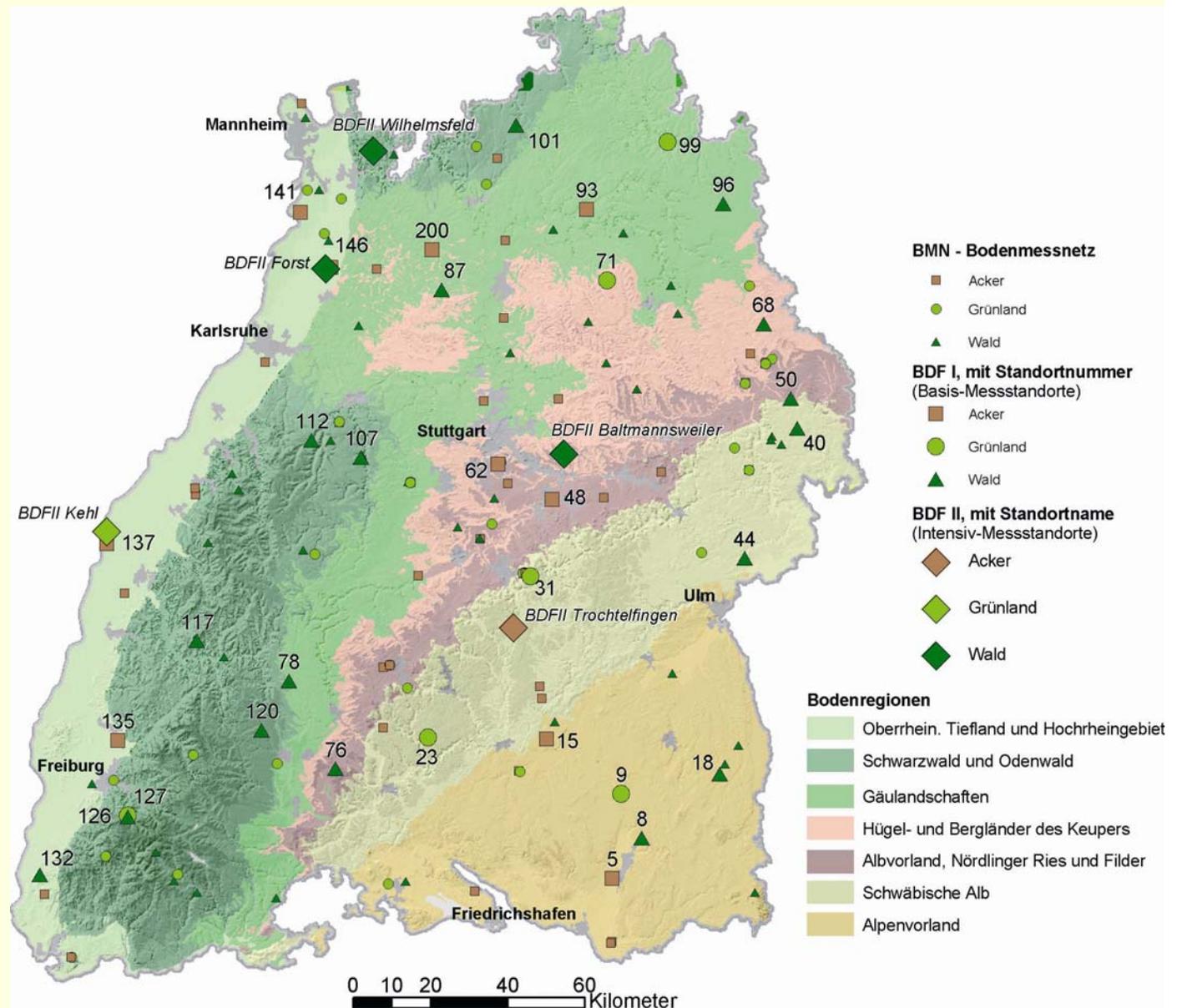


# Die Bodendauerbeobachtungsflächen

154 Bodenmessnetz (BMN)

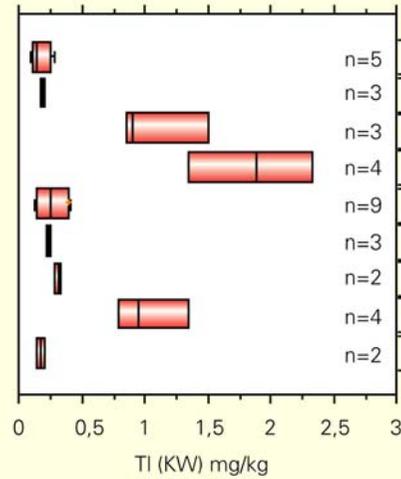
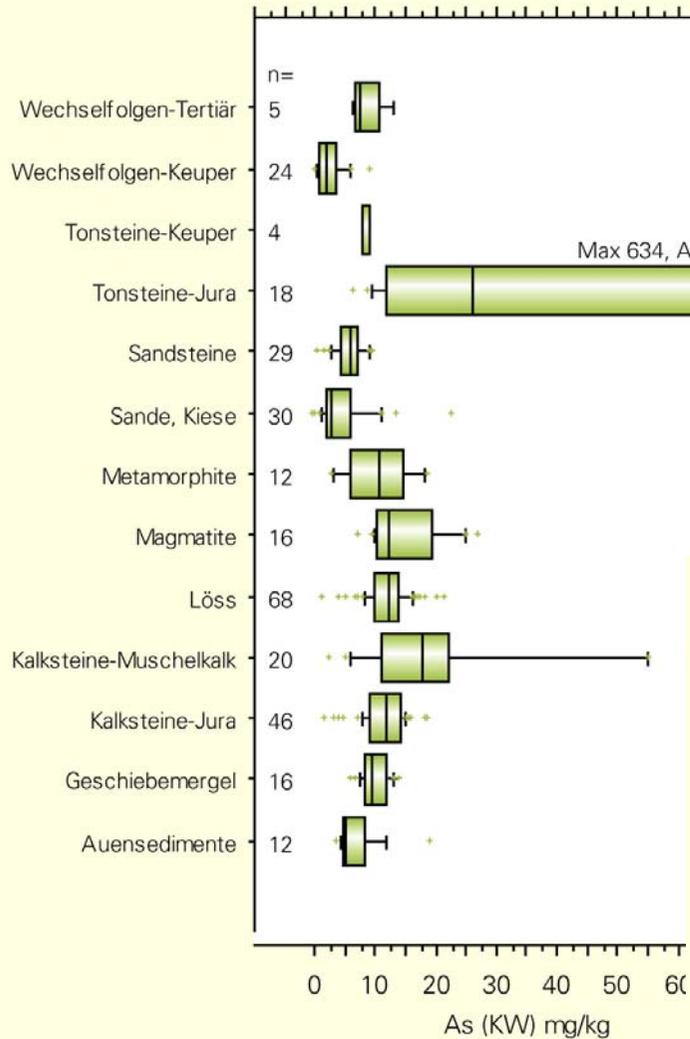
33 Basismessstellen (BDF-I)

5 Intensiv-Messstellen (BDF-II)



Kartengrundlage  
Bodenkarte 1 : 1 000 000 des  
LGRB Baden-Württemberg

# Hintergrundwerte (KW) Baden-Württemberg



Wedel- oder Eisensandstein

Opalinuston

Jurensismergel

Posidonienschiefer

Amaltheenschichten

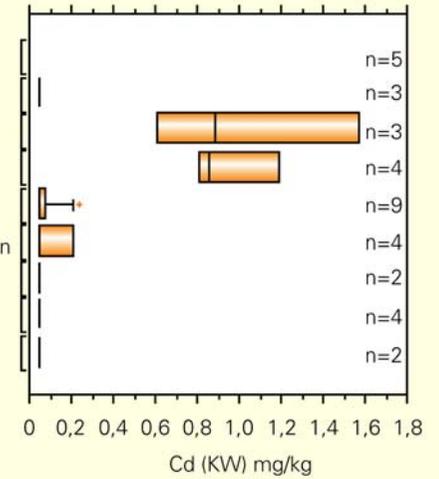
Numismalismergel u. Amaltheenton

Obtususton

Arietenkalk

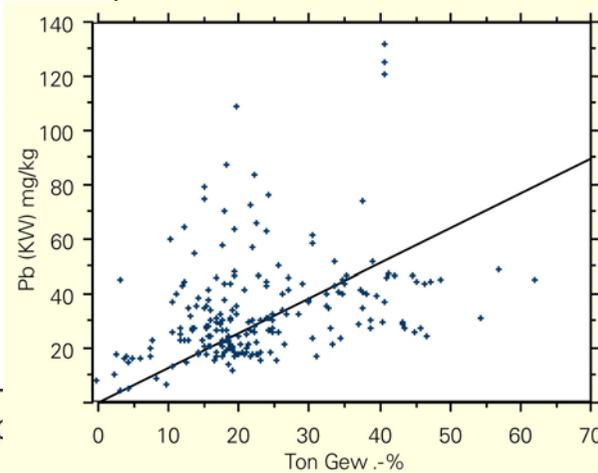
Angulatenschicht

Tonsteine-Jura



Hintergrundwerte für Böden – Baden-Württemberg (LABO, 2003)

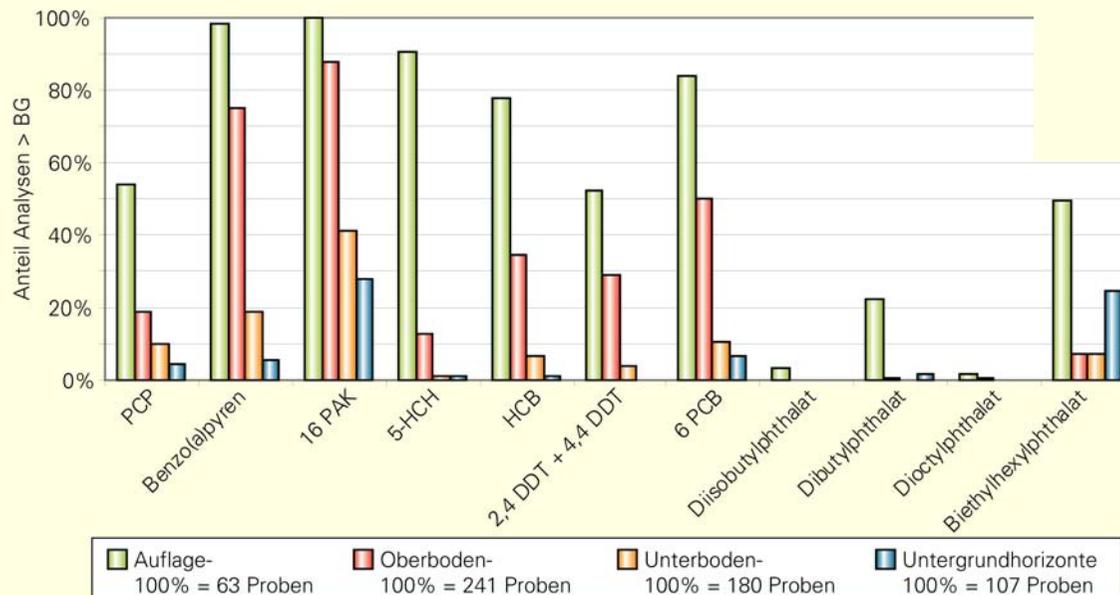
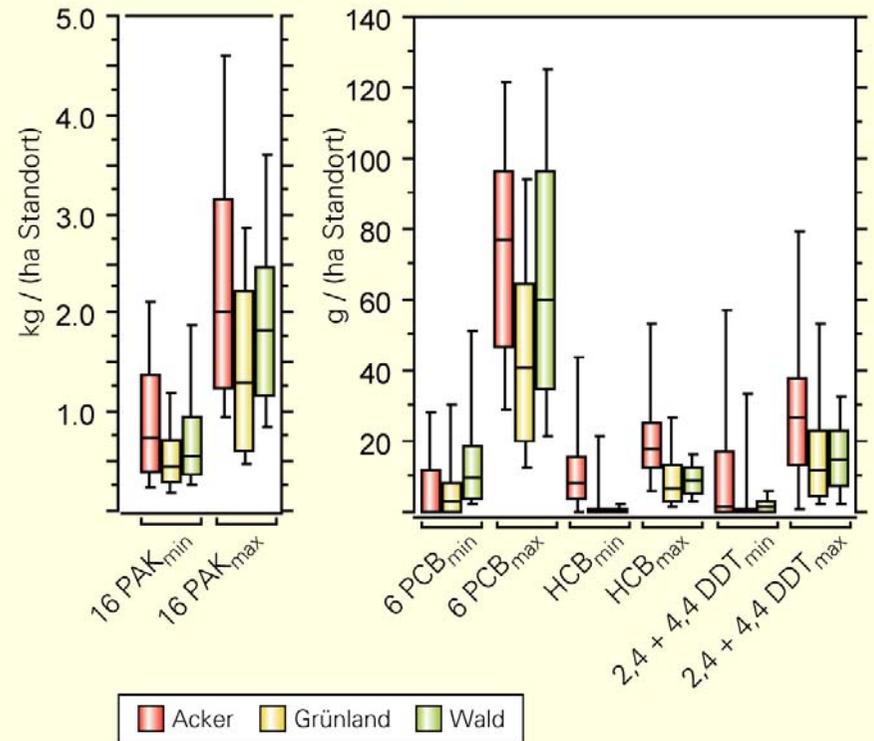
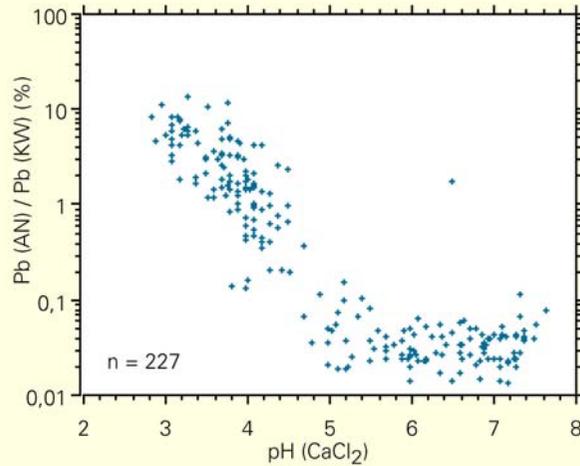
	Pb	Cr	Cu	Ni	Zn
	mg / kg				
<b>Unterböden / Untergrund</b>					
<b>Ausgangsgestein: Granit / Gneis</b>					
n	29	29	29	29	29
50.P.	25	17	7	7	45
90.P.	46	32	12	14	85
<b>Ausgangsgestein: Ton-, Glimmerschiefer, Phyllit</b>					
n	50	50	50	50	50
50.P.	38	52	26	26	85
90.P.	72	84	53	43	118



$Y = 0 + 1,279 * X; R^2 = 0,721$

# AN-Extrakt und Organische Schadstoffe

Anfang der 1990 er Jahre



■ Acker
 ■ Grünland
 ■ Wald

1991-1992

Einstieg in die **Bodenbiologie**

- Mikrobiologie
- Regenwürmer
- Springschwänze

# Die Bodenprobenbank der LUBW

QS + Beweissicherung



# BodSchG (1991) jetzt Landesbodenschutzgesetz (2004)

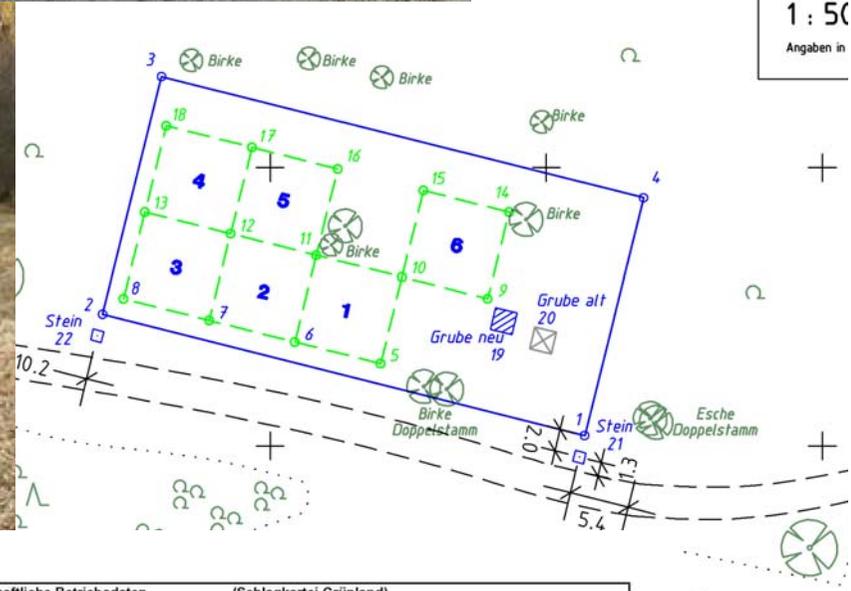
## §10 Dauerbeobachtungsflächen, Bodenprobenbank

- Die Landesanstalt für Umweltschutz richtet Dauerbeobachtungsflächen ein und betreibt sie, um den **Zustand** und die **Änderung** der Beschaffenheit von Böden zu erkennen und zu überwachen. Die Dauerbeobachtungsflächen sind auf Veränderungen der **physikalischen, chemischen und biologischen** Bodenbeschaffenheit zu untersuchen.
- Die Landesanstalt für Umweltschutz führt eine **Bodenprobenbank**, um Feststellungen über den **Zustand** des Bodens und zur Beurteilung von **Veränderungen** des Bodens zu sichern.

## §11 Informationssystem Bodenschutz

- ... Informationssystem Bodenschutz zur Verwaltung und Auswertung von Messergebnissen... Dazu gehören Daten der ... Bodendauerbeobachtungsflächen und der Bodenprobenbank.

# 33 Basis-BDF (Hintergrund) (nach LABO 2000)



**Basis-Dauerbeobachtungsfläche  
Viehweide (Hohenlohekreis)**

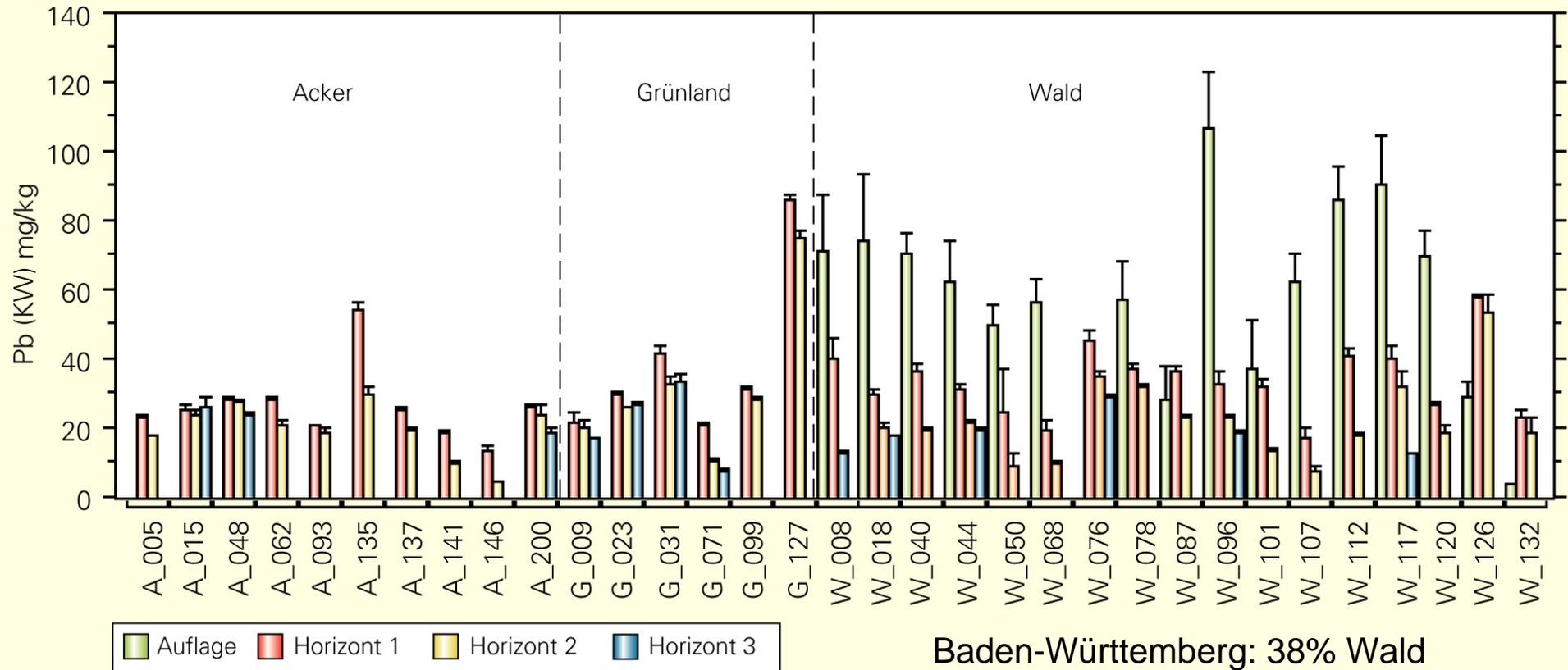
Landwirtschaftliche Betriebsdaten		(Schlagkartei Grünland)					
Standort:		EDV Nr.:					
Hauptnutzung (z.B. Weide):		Schlagbezeichnung:					
Name:		Schlagnummer:					
Betriebsgröße (haLF):		Schlaggröße (ha):					
Rinder (GV):		Ackerfläche (ha):					
Schweine (GV):		Grünland (ha):					
Geflügel (GV):		Hauptfütterfläche (ha):					
Schafe (GV):		Sonstige:					
Grünlandzahl (Reichtbodenschätzung):							
Wasserführung: <input type="checkbox"/> günstig <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> ungünstig <input type="checkbox"/> Staunässe: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Drainage: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> überschwemmungsgefährdet: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>							
Bodenuntersuchung: pH-Wert: ( ) * Nährstoffe (mg/100g): K ( ) * Mg ( ) * C-Gehalt (%):							
Minerale Düngung			Organische Düngung			Pflanzenschutz	
Jahr	Düngemitteltyp	Menge dt/ha	Form	Tierart	Menge dt/ha oder m³/ha	Handelsname/ Wirkstoff	Menge l/ha oder kg/ha
			CaO	Jauhe			
			Mg	Rind			
			Bor	Schwein			
			K	Geflügel			
			N				
			P				

Schlagkartei Grünland + langfristige Nutzungsverträge

# 33 Basis-BDF

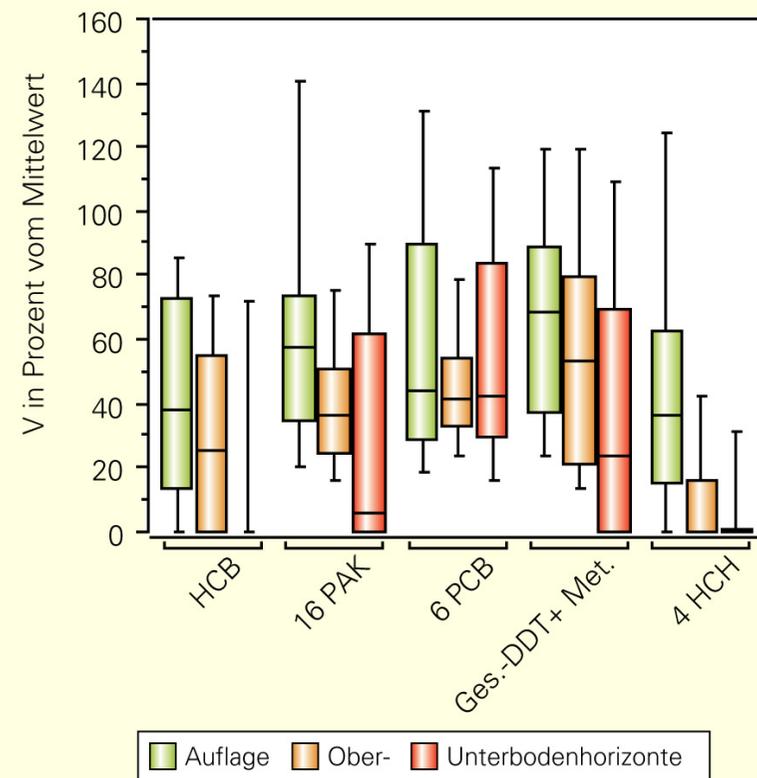
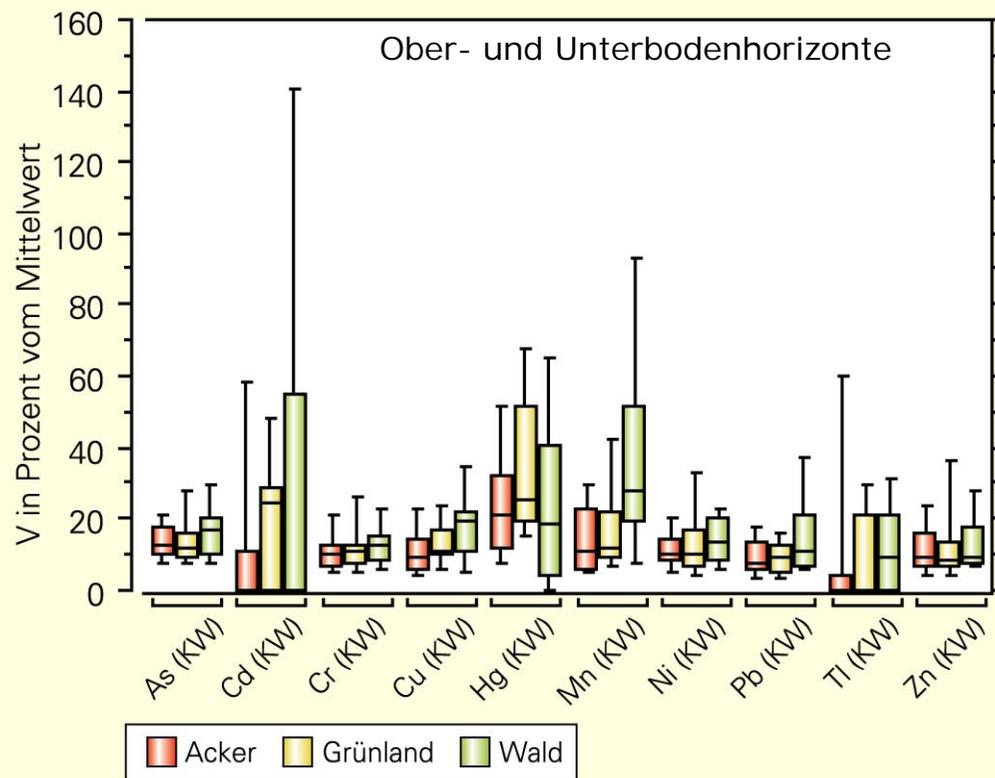
## Ergebnisse (Stand Beprobung 2001)

Mittelwerte und Vertrauensintervalle 90%



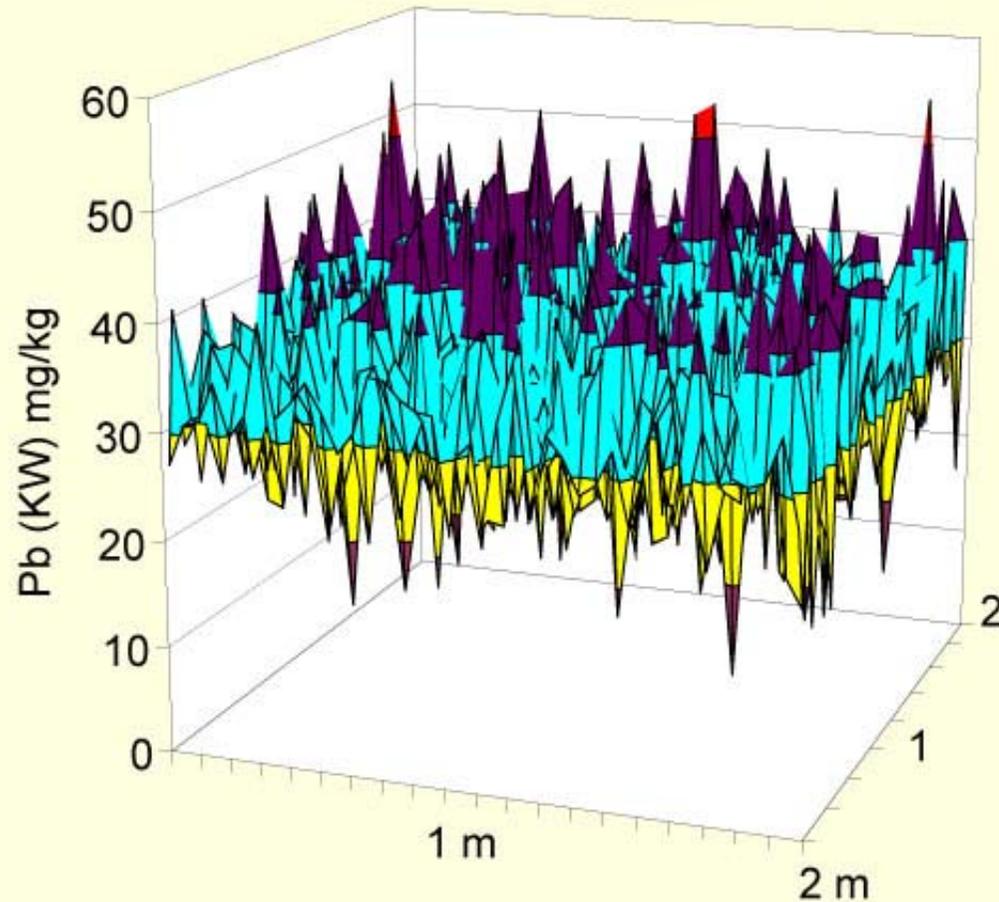
# 33 Basis-BDF

## Ergebnisse (Stand Beprobung 2001)



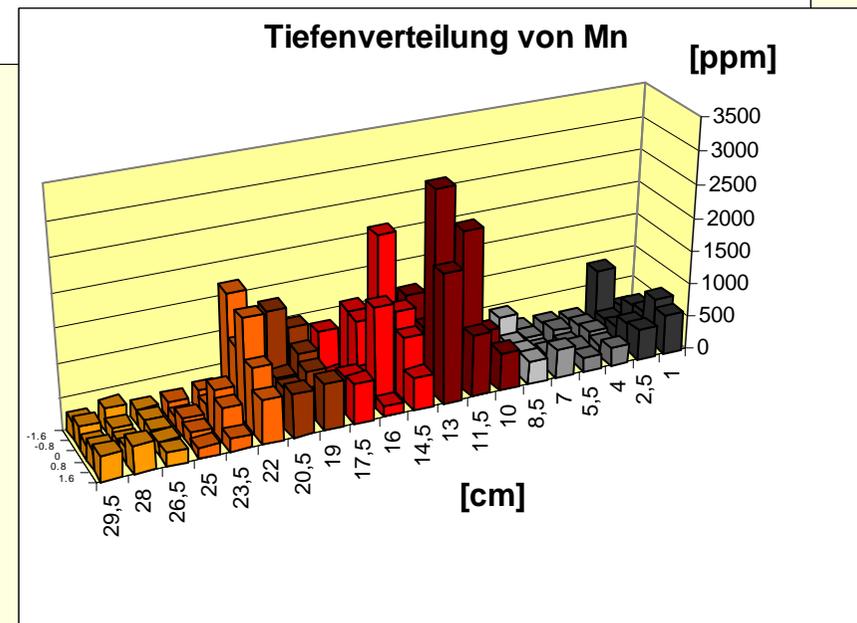
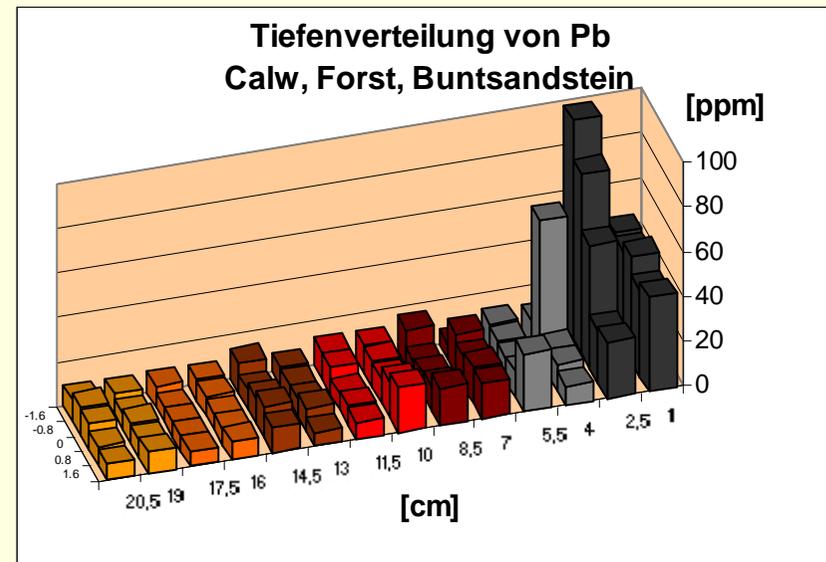
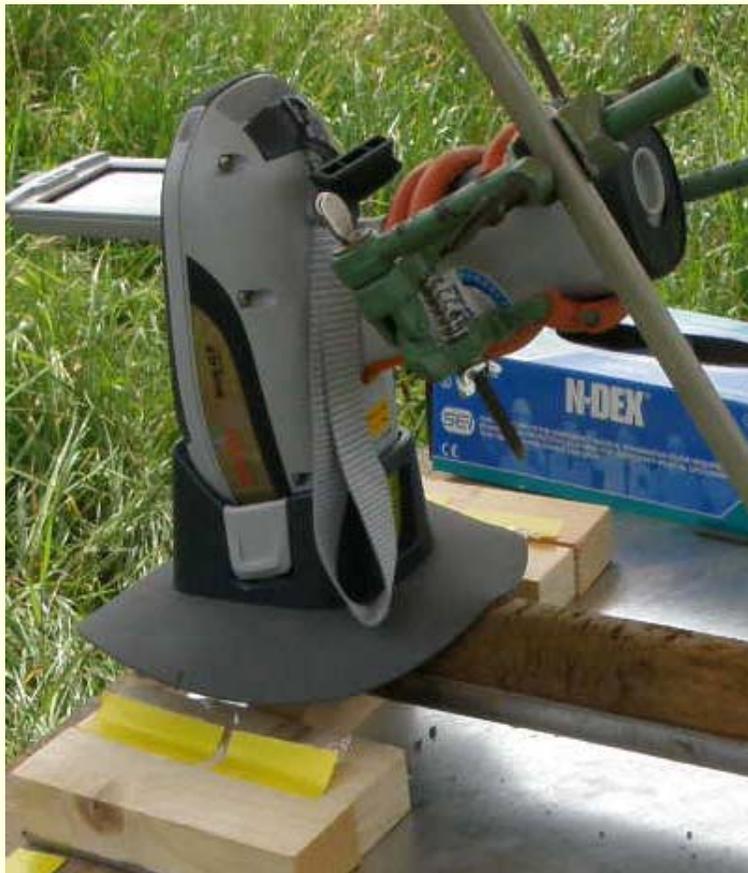
# 33 Basis-BDF

## räumliche Streuung und Stichproben-Zufall



„Reale“ Verteilung 5 x 5 cm  
Ah (0–10 cm) unter Wald

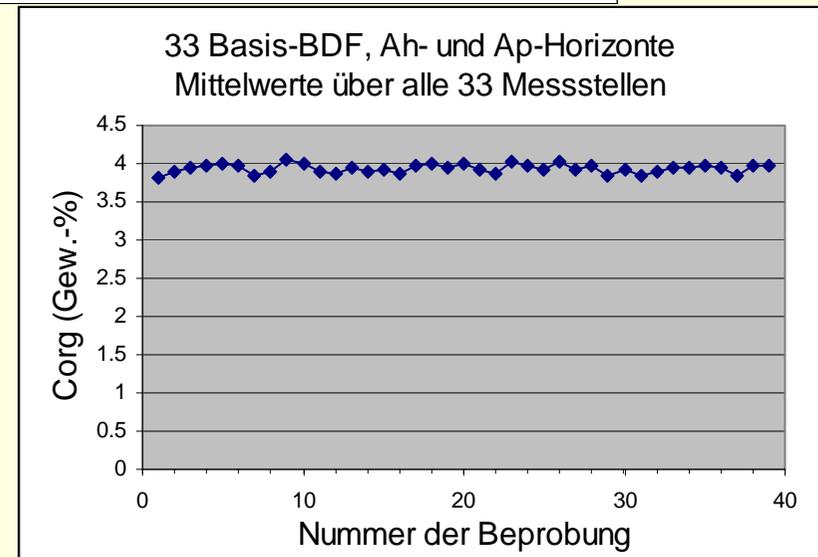
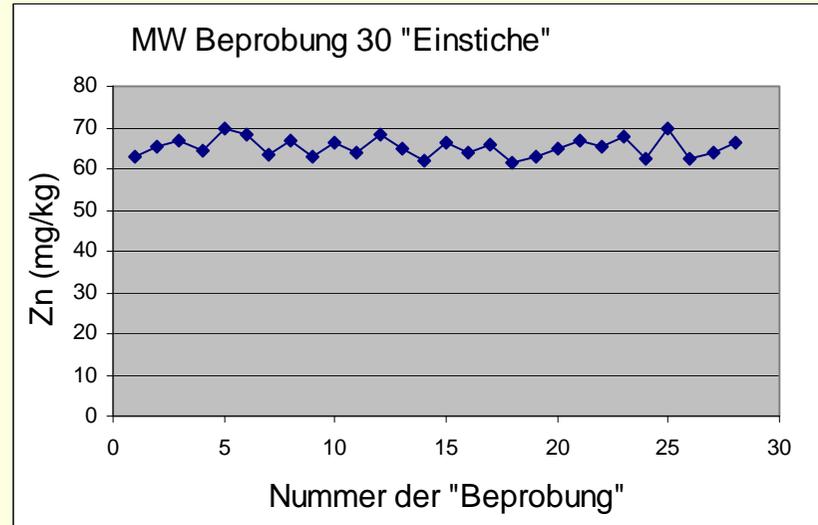
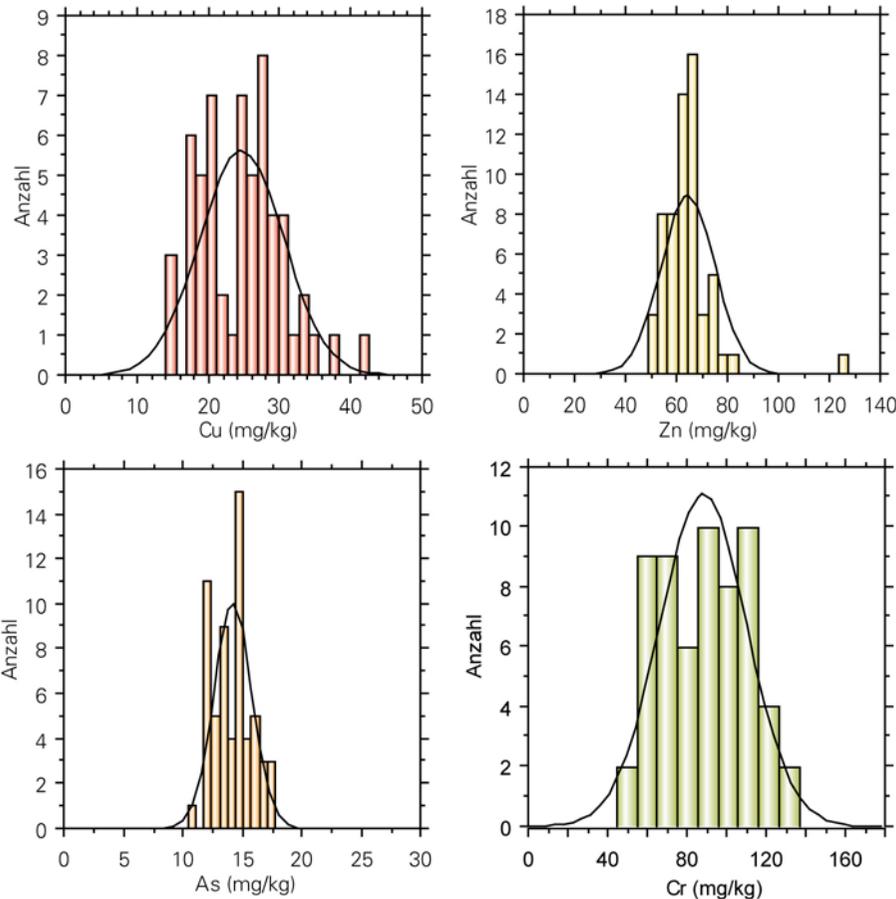
# 33 Basis-BDF räumliche Streuung und Stichproben-Zufall



# 33 Basis-BDF

## räumliche Streuung und Stichproben-Zufall

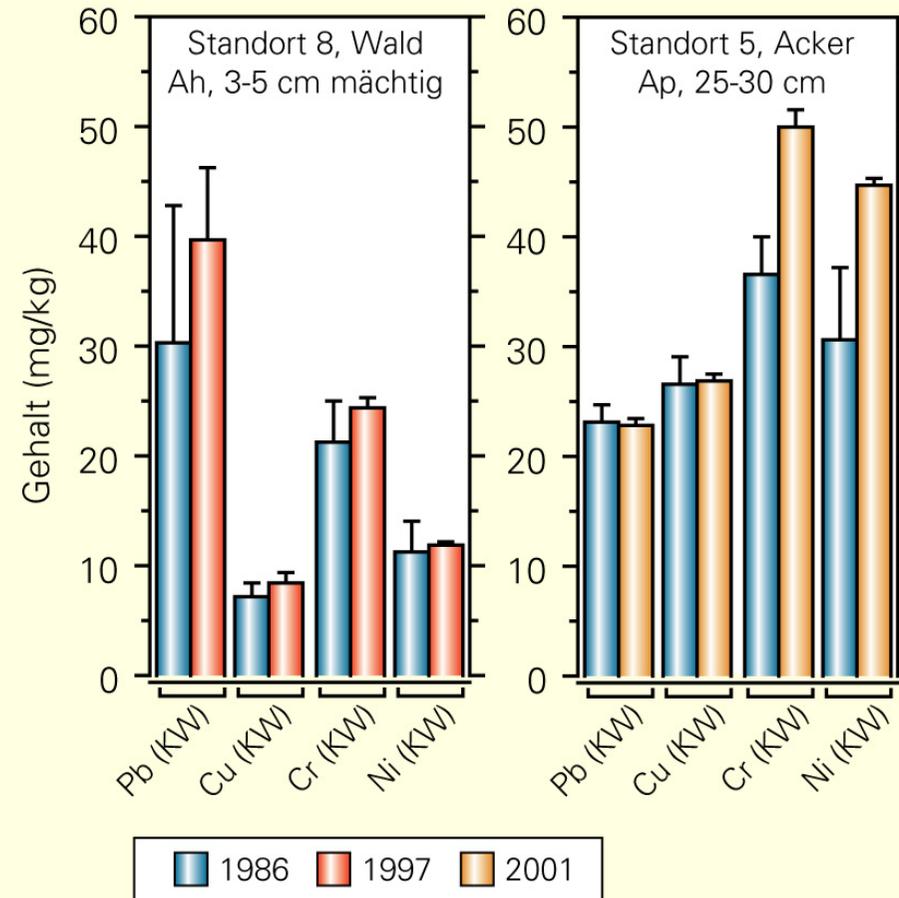
Standort 31 Lindenhof, RFA-Messungen 2010  
 Grünland, Terra-Fusca-Braunerde, Oberjura  
 Ah-Horizont 0 - 21 cm Tiefe



**MW 33 BDF Corg = 3,93 Gew.-%**  
**Stichprobenzufall = 0,22 Gew.-% bzw. 5,6 % vom MW**

# 33 Basis-BDF

## Qualitätssicherung



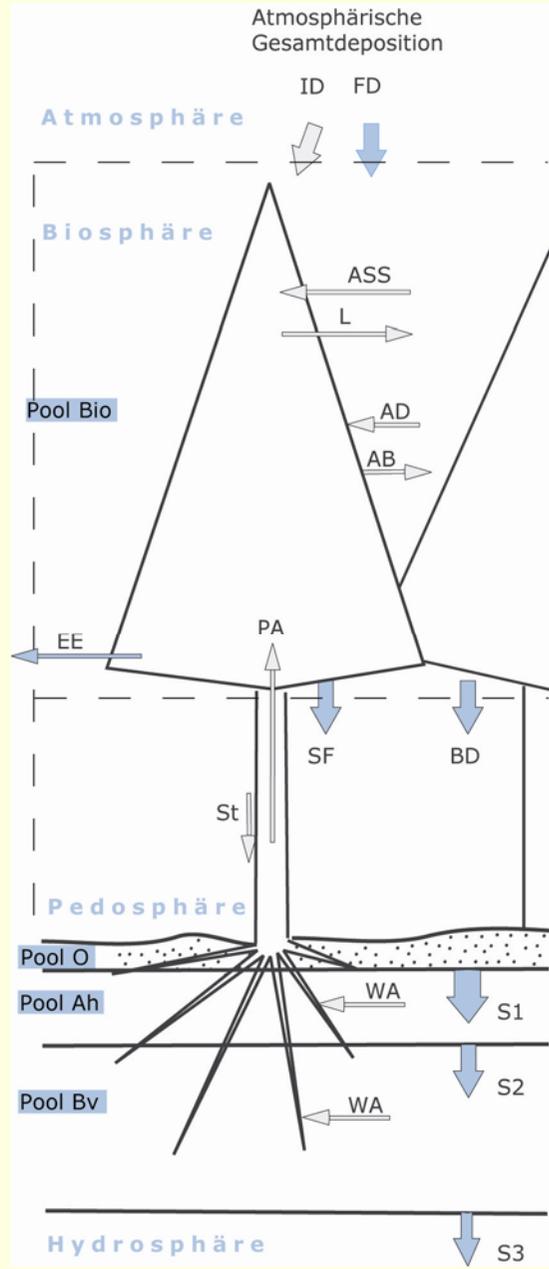
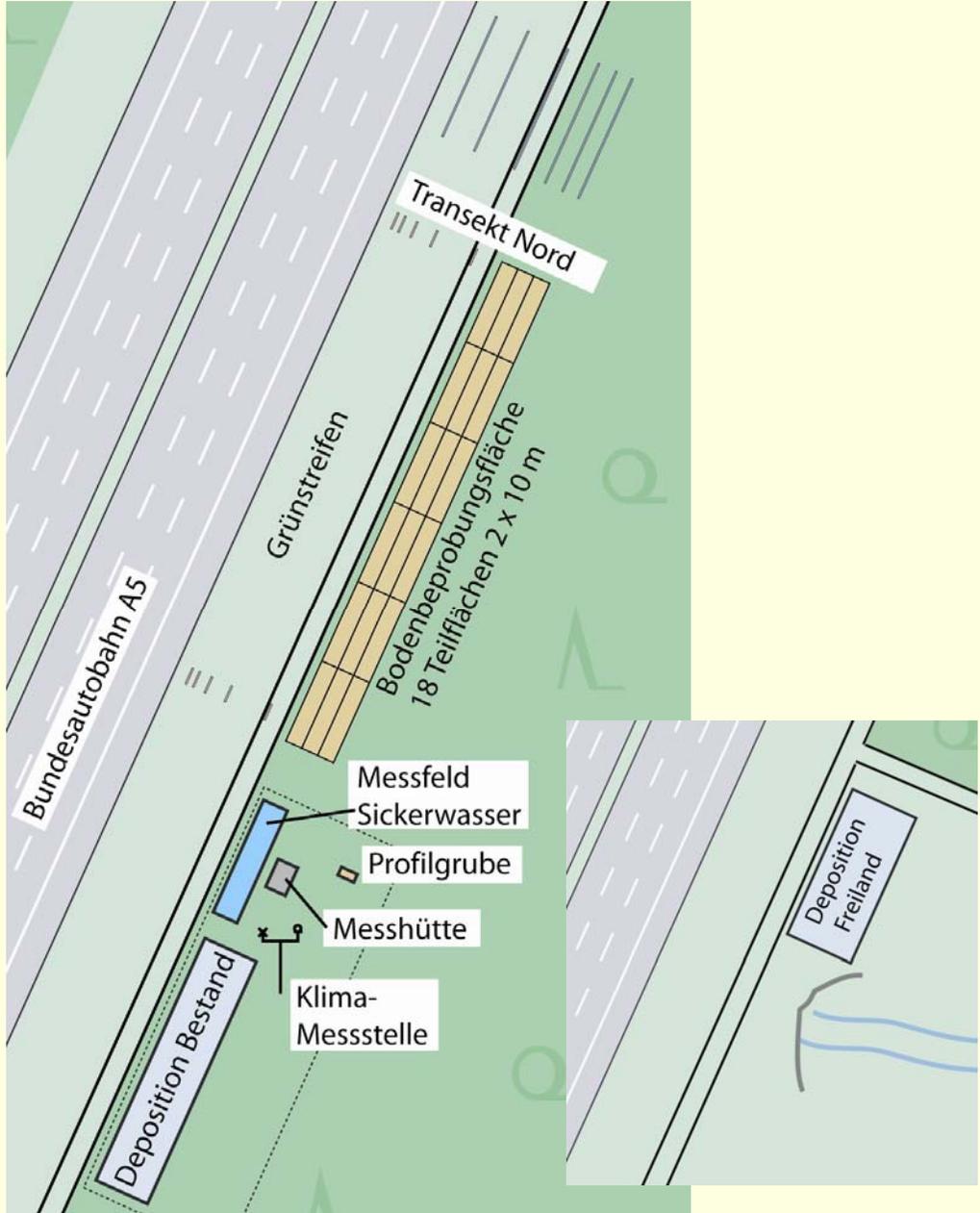
# Intensiv-Messstellen - Umweltthemen

„worst case“ Kombinationen

Start	Standort	Einwirkung	Bodentyp	Ausgangsgestein	Nutzung
1992	Bruchsal/Forst	Verkehr (A5)	Braunerde	Pleistozäner Sand	Forst
1995	Baltmannsweiler (FVA Level-II)	Ballungsraum Stuttgart/Esslingen	Pseudogley-Parabraunerde ab 2007 zusätzlich Podsolige Braunerde	Stubensandstein	Forst
1995	Wilhelmsfeld (FVA Level-II)	Ballungsraum Mannheim/Heidelberg	Podsol-Braunerde	Buntsandstein (mittlerer)	Forst
1998	Kehl	Ballungsraum Kehl/Straßburg	Auenbraunerde	Auenlehm	Grünland extensiv
2002	Trochtelfingen	Landwirtschaft (z. B. Klärschlamm, Bioabfall)	Kolluvium über Terrafusca	Kalkstein Oberer Jura	Acker
2010	Kraichgau und Markgräflerland	Erosion	Braunerde	Löß	Acker
2010	Baden, Vorbergzone	Sonderkultur (Weinbau)	Braunerde	Gneis	Weinbau



# Intensiv-Messstellen – Aufbau am Bsp. Bruchsal/Forst



# Intensiv-Messstellen - Aufbau

medienübergreifend



# Autobahn-Messstelle Bruchsal/Forst – Vorräte Boden



diffuse + direkte Einträge

AltS (05/2007):  
 ...An deutschen Straßen fallen außerorts jährlich rund 2,3 Millionen Tonnen Bankettschälgut (BSG) an...

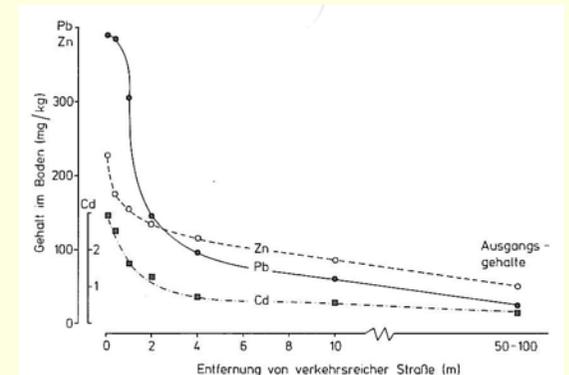
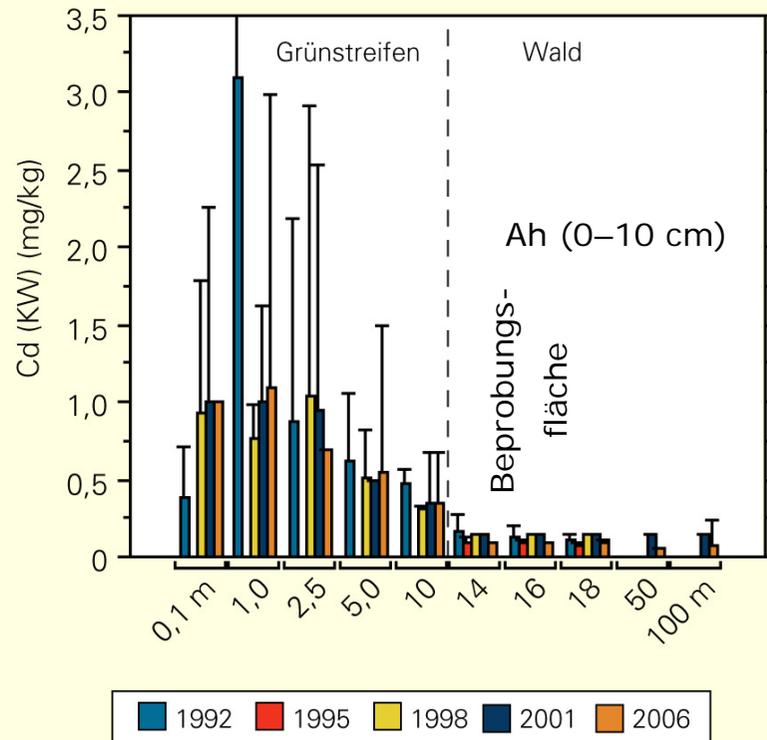
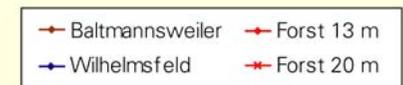
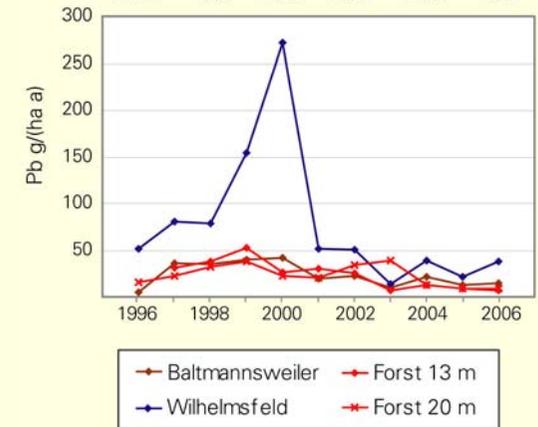
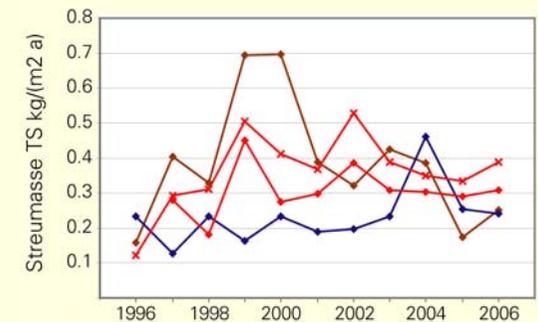
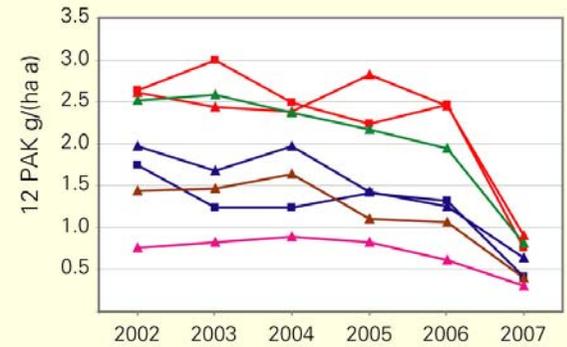
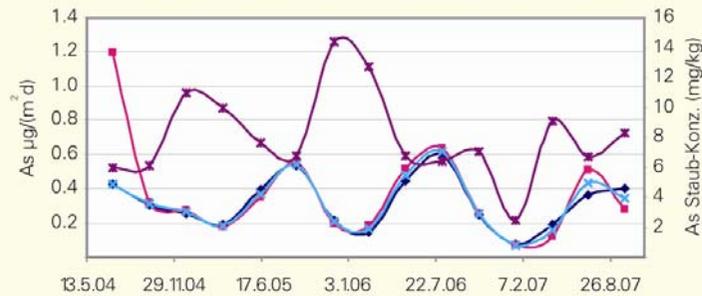
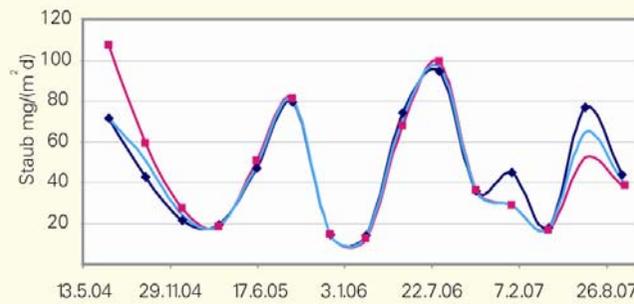
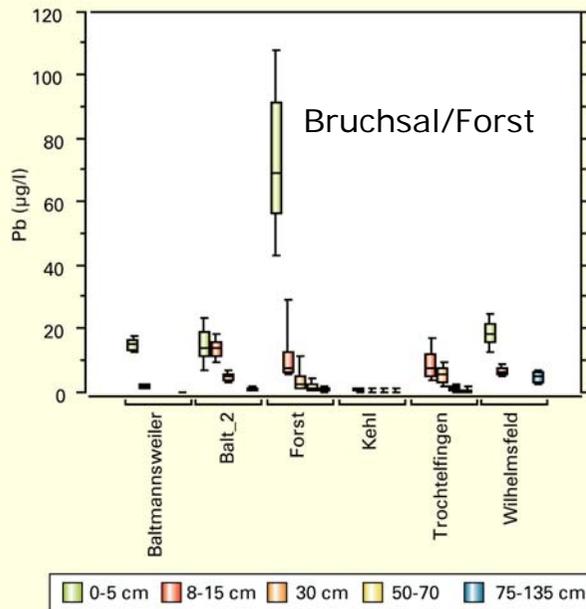
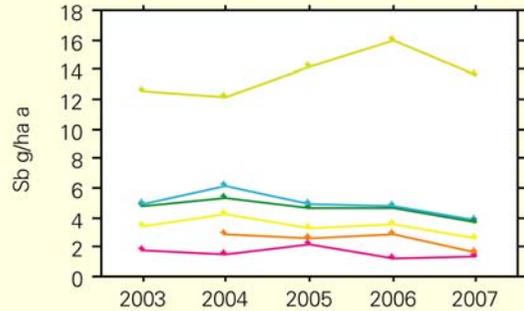
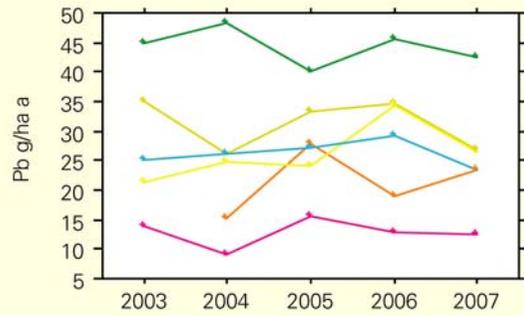


Abb. 171 Schwermetallgehalte in Böden (0–2 cm Tiefe) in Abhängigkeit von der Entfernung von verkehrsreichen Straßen<sup>11</sup>

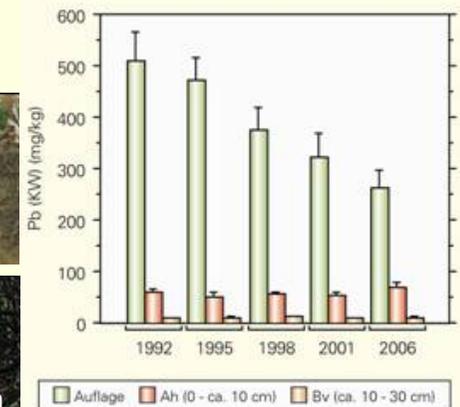
Brümmer, G (1981) in S/S (1992)



# Stoffflüsse/ Frachten

# Autobahn-Messstelle Bruchsal/Forst - Bilanzen

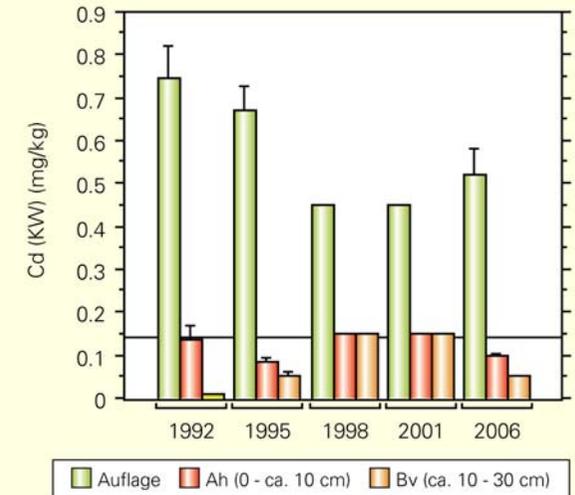
## Pb - Dekadenbilanz



Pb		Bilanzraum 0-10 m			Bilanzraum 15-20 m				
		Pool <sub>ges</sub> [g/km]	Anreich [g/ha/a]	Anreich [%/a]	Pool <sub>ges</sub> [g/ha]	Pool <sub>mob</sub> [g/ha]	Output [g/ha/a]	Änd <sub>Pges</sub> [g/ha/a]	Änd <sub>Pges</sub> [%/a]
Luft	>0,1 m	-	-	-	-	-	31 x 3	-	-
Bl+(Ho/Ri)	15-0,1 m				10+478	-	31+20	42	8.6%
Auflage	0,1-0 m				11 891	-	725	-674	-5.7%
Ah-Hor	0-0,1 m	128 900	9812	7,6%	46 443	4800	119	606	1.3%
Al	0,1-0,3 m	146 400	-	-	20 875	1255	9.8	109	0.5%
fGo-Al	0,3-0,6 m	-	-	-	38 459	853	2.0	78	<0.1%
fGo-Bt	0,6-1,1 m	-	-	-	46 527	1449	1.4	0.6	<0.1%
fGo-fGr	1,1-1,8 m	-	-	-	44 997	964	-	-	-
	Summe	275 300			209 681			91.6	<0.1%

# Autobahn-Messstelle Bruchsal/Forst - Bilanzen

## Cd - Dekadenbilanz



Cd	Tiefe	Bilanzraum 0-10 m			Bilanzraum 15-20 m				
		Pool <sub>ges</sub> [g/km]	Anreich [g/ha/a]	Anreich [%/a]	Pool <sub>ges</sub> [g/ha]	Pool <sub>mob</sub> [g/ha]	Output [g/ha/a]	Änd <sub>Pges</sub> [g/ha/a]	Änd <sub>Pges</sub> [%/a]
Luft	>0,1 m	-	-	-	-	-	0,6 x 3	-	-
Bl+(Ho/Ri)	15-0,1 m				1+80	-	0,6+1,5	-0.4	-0.5%
Auflage	0,1-0 m				17	-	3.8	-1.6	-9.4%
Ah-Hor	0-0,1 m	580	10	1.7%	76	27	19.3	-15.5	-20.5%
Al	0,1-0,3 m	<BG	-	-	122	29	4.1	15.2	12.5%
fGo-Al	0,3-0,6 m	-	-	-	440	14	8.9	-4.8	-1.1%
fGo-Bt	0,6-1,1 m	-	-	-	1 316	80	1.9	7	0.5%
fGo-fGr	1,1-1,8 m	-	-	-	710	63	-	-	-
	Summe	580			2 761			-0.1	<0.1%

# Autobahn-Messstelle Bruchsal/Forst - Bilanzen

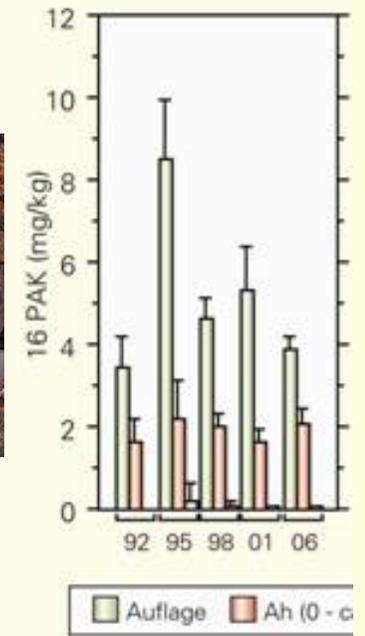
## PAK - Dekadenbilanz



Bilanzraum 0-10 m



Bilanzraum 15-20 m



16 PAK		Bilanzraum 0-10 m			Bilanzraum 15-20 m				
		Pool <sub>ges</sub> [g/km]	Anreich [g/ha/a]	Anreich [%/a]	Pool <sub>ges</sub> [g/ha]	Pool <sub>mob</sub> [g/ha]	Output [g/ha/a]	Änd <sub>Pges</sub> [g/ha/a]	Änd <sub>Pges</sub> [%/a]
Luft	>0,1 m	-	-	-	-	-	2,5 x 3	-	-
Bl+(Ho/Ri)	15-0,1 m	-	-	-	-	-	2,6+1,8	3,1	-
Auflage	0,1-0 m	-	-	-	214	-	(0)	4,4	2,1%
Ah-Hor	0-0,1 m	32 800	2 964	9.0%	1 970	-	(0)	-	-
Al	0,1-0,3 m	71 300	-	-	450	-	(0)	-	-
fGo-Al	0,3-0,6 m	-	-	-	<BG	-	(0)	-	-
fGo-Bt	0,6-1,1 m	-	-	-	<BG	-	(0)	-	-
fGo-fGr	1,1-1,8 m	-	-	-	<BG	-	0	-	-
Summe		104 100			2 634			7,5	0,3%

1. Zusammenführung Stoffvorräte + Flüsse = Bilanz  
schafft Prozessverständnis und ermöglicht damit das Erkennen aktueller Bodenveränderungen sowie Umweltprognosen und Optimierungen des Programms
2. Worst case Ansatz = Frühwarnsystem (aus Bodenperspektive)  
Beispiel Verkehr: aktuelle rote Lämpchen unmittelbar am Fahrbahnrand (Bankettschälgut), PGE- und PAK-Zunahmen  
Andere Umweltthemen in Konzeption enthalten: dort Ergebnisse noch in Arbeit  
Aktuelle Themen z. B. Klima bzgl. Humus/Erosion sind integrierbar
3. Die Bodendauerbeobachtung ist damit das Langzeit-Bodenmonitoring-Programm Baden-Württembergs, das seinen gesetzlichen Auftrag erfüllt

## Nächste Schritte:

1. Weitere Reduktion des Rauschens bei Bodenuntersuchungen an 33 BDF-I und 5 BDF-II (QS nach NABO/Schweiz)
2. Klärung der Langzeitstabilität bei Proben der Bodenprobenbank
3. Übertragung des Bilanzansatzes auch auf Hintergrund BDF-I
4. Aufbau eines Erosionsmonitorings („physikalische Beschaffenheit“)
5. Fortschreibung der Bilanzen:
  - Intensiv-Messgebiet Odenwald (Wilhelmsfeld)  
großes Potential durch Erweiterung des Bilanzraumes und Einbezug von Emissions-, Luft-, Boden- und Grundwasserdaten
  - Agrarmessstelle Trochtelfingen (Exoten), Kehl/Straßburg (Bioturbation) und Baltmannsweiler
6. Länderübergreifende Konzeption zu aktuellen Themen (Klimawirkungen auf Humus, Erosion)

## Herzlichen Dank an die aktuellen Bodendauerbeobachter:

Labore LUBW	Ref. 61 (Dr. Laber, Dr. Hornung, Dr. Lepper) Ref. 64 (Dr. Lumpp, Dr. Creutzmacher)
Hr. Hartig	Ref. 22 seit 1.01.1998
Hr. Winkler	Ref. 62 seit 1.10.1999

# Vielen Dank für Ihr Interesse