

**Probenahme:
zur richtigen Zeit,
am richtigen Ort!**



**Jutta Rogasik, Ulrich Kurfürst, Susanne Schroetter,
Ute Funder und Helmut Rogasik**

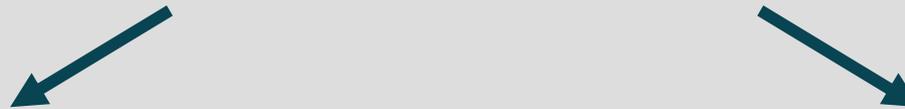
Anleitungen und Rechtsvorschriften zur Bodenprobenahme

- Anhang 1 AbfKlärV,
 - § 9 Abs. 2 BioAbfV,
 - § 3 Abs. 3.2 DüngeV,
 - § 3 Abs. 4 DirektZahl-VerpfIV [Cross Compliance]
-
- **VDLUFA Methodenbuch I (Methode A 1.2.1)**



Probenahme: Flächengröße

Flächen mit einheitlicher Bodenart und
Bewirtschaftung



Mariensee (Panten, 2001)

Probenahme: Zeitpunkt

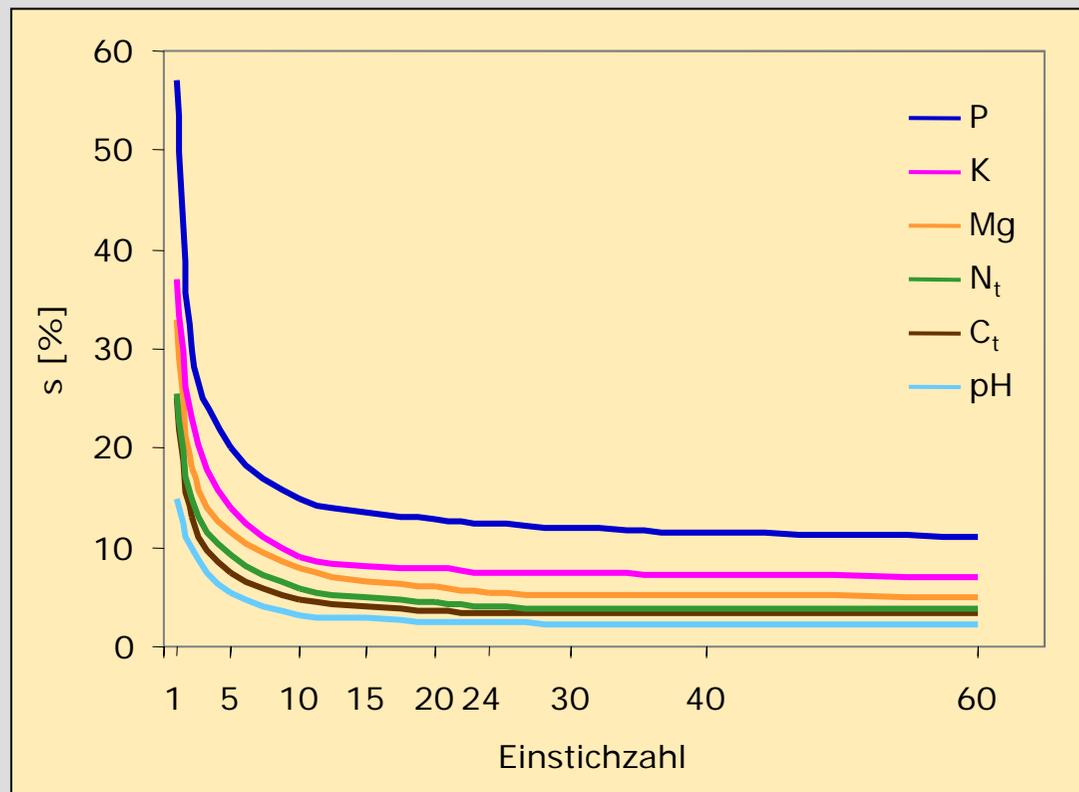
- Der Boden soll nicht schmieren, aber auch nicht völlig ausgetrocknet sein.



- Die Probenahme hat vor den Düngungsmaßnahmen zu erfolgen. Kann dieser Termin nicht realisiert werden, ist zwischen Düngung und Probenahme eine Karenzzeit einzuhalten:
 - organische Düngung: 8 Wochen
 - mineralische Düngung: 4 Wochen

Probenahme: Einstichanzahl

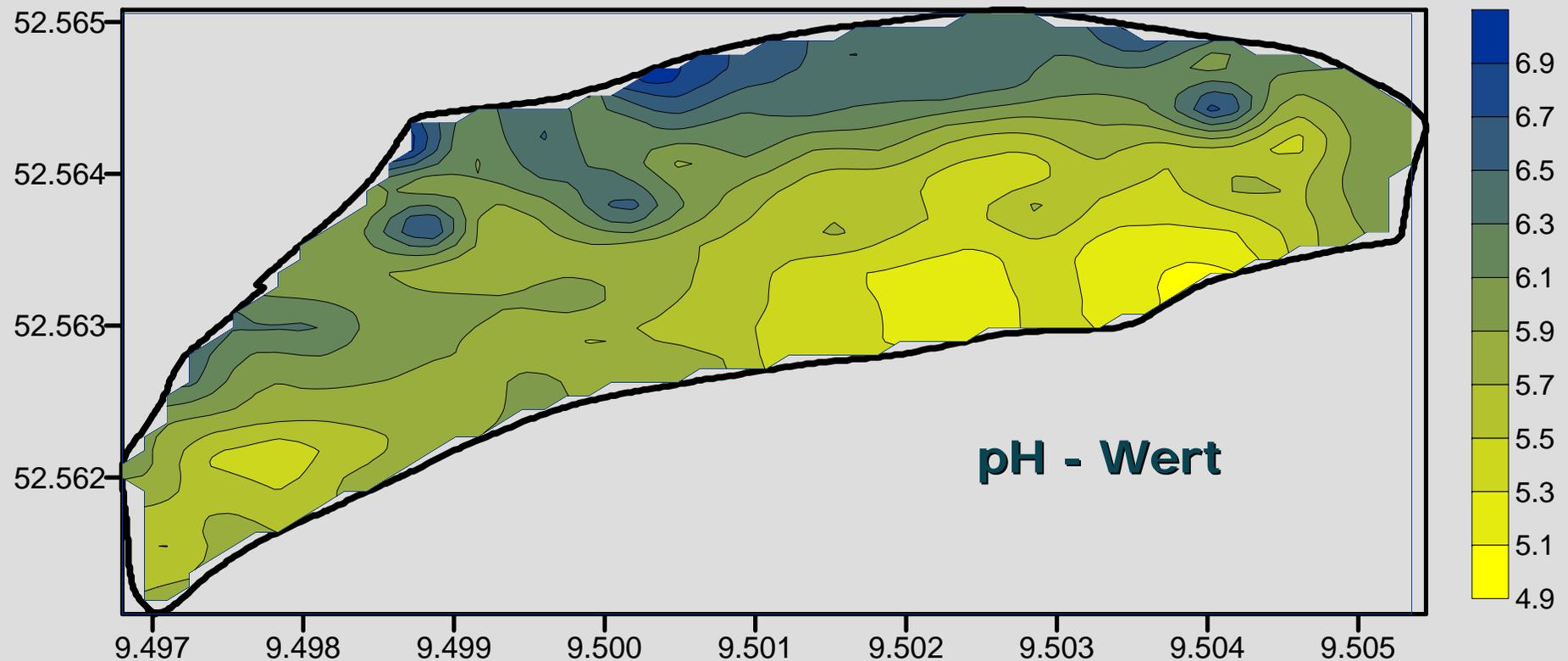
- Ackerland: 15 bis 20 Einstiche/Probe
- Grünland: 30 bis 40 Einstiche/Probe
- Gartenböden: 15 bis 20 Einstiche/Probe



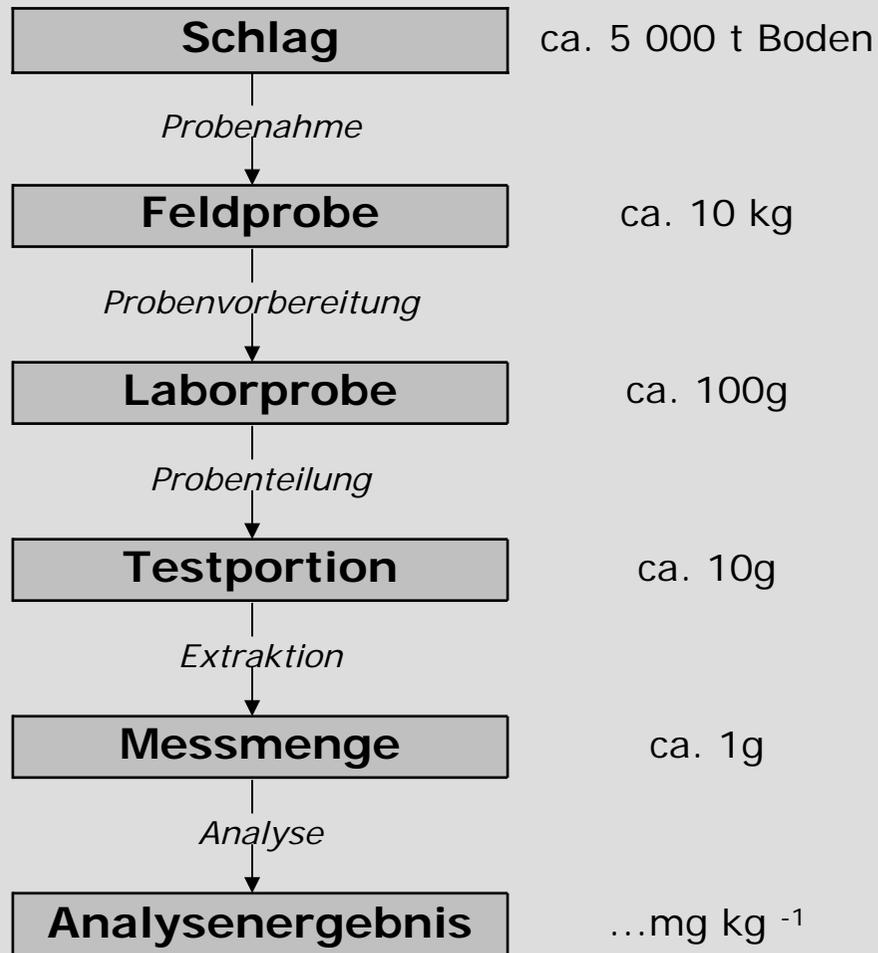
Schroetter & Seiboldt (1986)

Reicht das???

Welche Unsicherheiten gibt es bei der Probenahme?



Stichprobe und Probenverkleinerung



Fachhochschule Fulda

Fachbereich Oecotrophologie



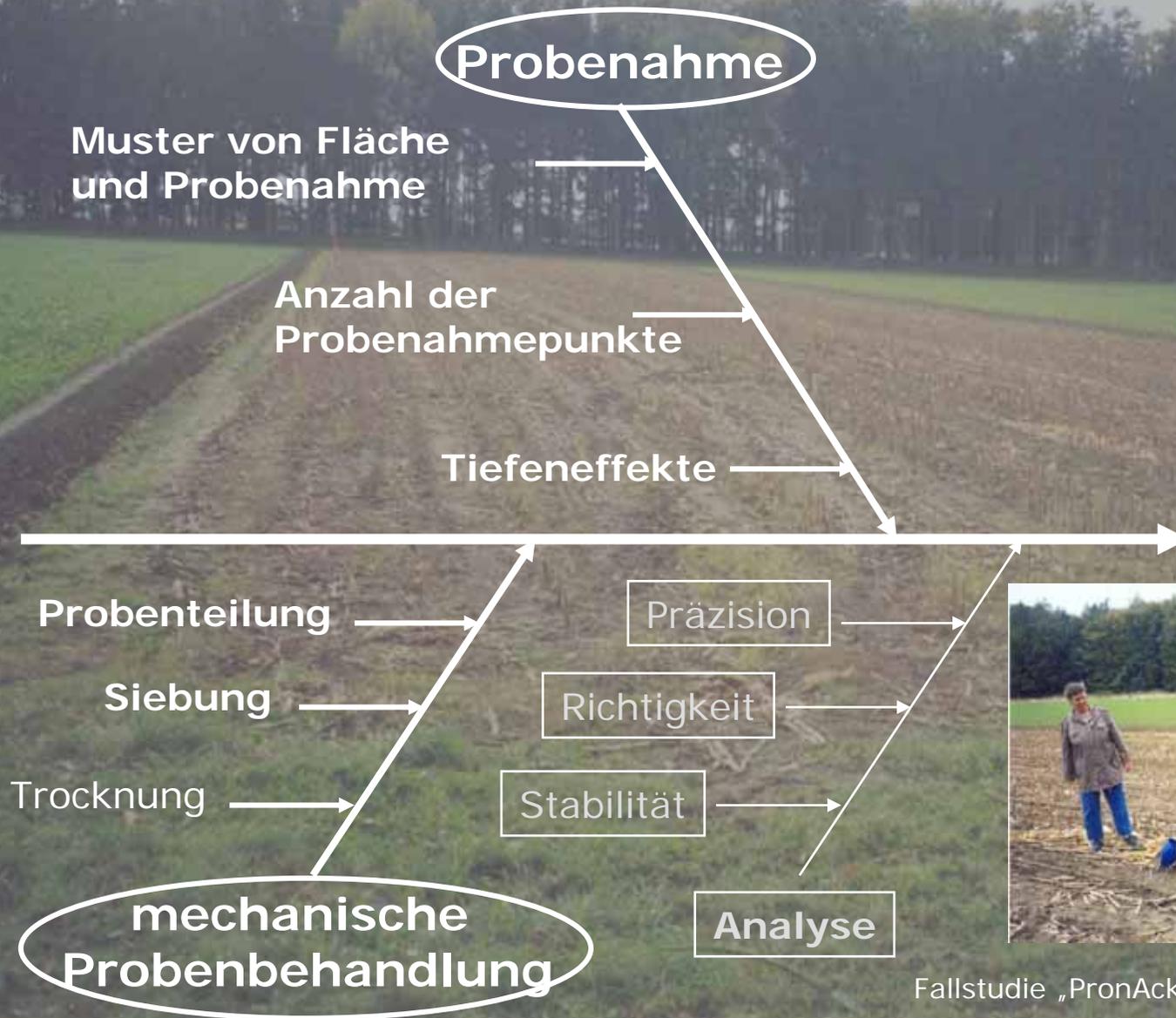
Repräsentanz von Probennahmeverfahren auf Ackerflächen

**- eine Fallstudie zur Ermittlung
der Messunsicherheit (PronAck)**

(Endbericht)

*Representativity of Sampling Protokols for Arable Land
- Case Study of Evaluation of Uncertainty in Measurement
(Final Report)*

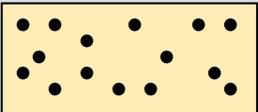
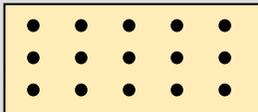
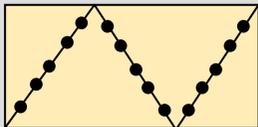
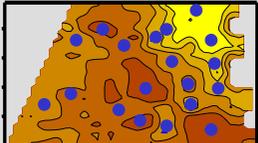
Messunsicherheiten bei der Probenahme



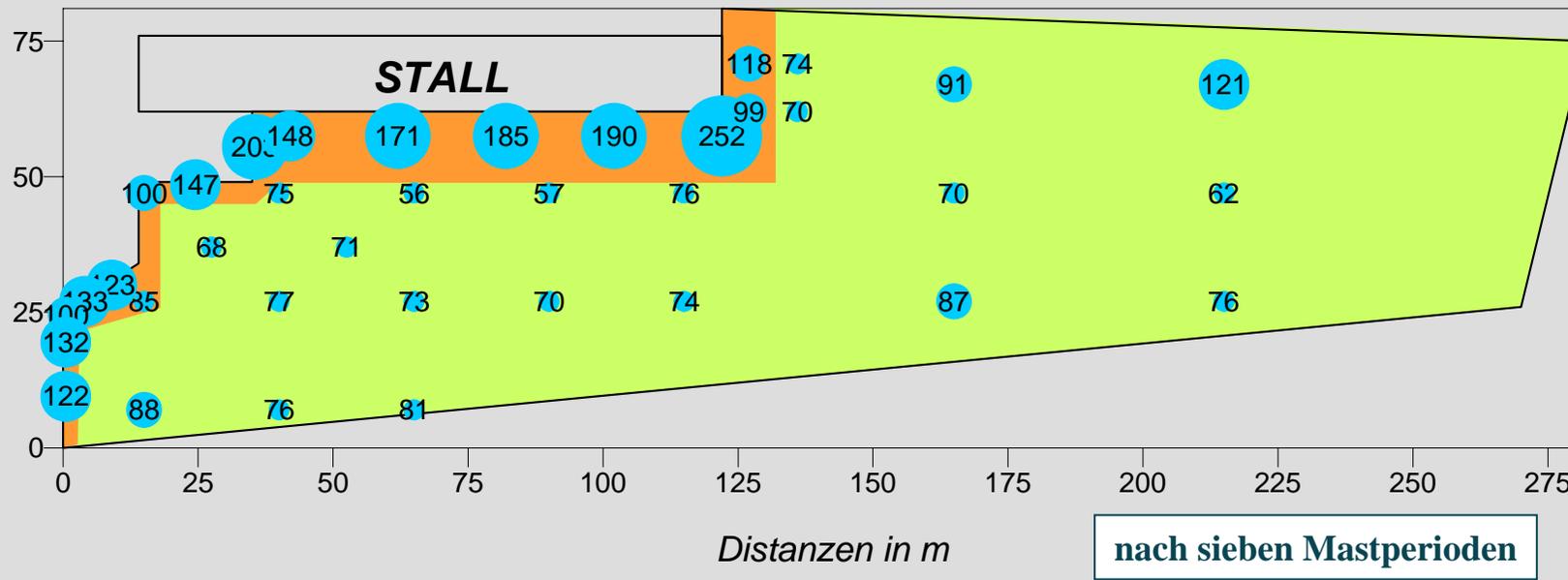
Fallstudie „PronAck“, Kurfürst et al. (2004)

Unsicherheit bei der Probenahme durch Verteilungsmuster

Für die Probenahme ist ein **Verteilungsmuster** zu wählen, das eine **repräsentative** Entnahme der Einzelproben gewährleistet. Nach erfolgter Probenahme sind die Proben exakt zu kennzeichnen.

Verteilung	Durchführung und Bewertung		
zufällig 	Verteilung der Probenahmepunkte ohne Vorinformationen	<ul style="list-style-type: none"> - hohe Probenanzahl - nicht flächenproportional 	
systematisch 	Verteilung der Probenahmepunkte auf einem geometrischen Raster	<ul style="list-style-type: none"> - Rastergröße ist ausschlaggebend 	
diagonal 	systematische Verteilung der Probenahmepunkte auf einer oder mehreren Diagonalen	<ul style="list-style-type: none"> - bei großer Heterogenität der Fläche fehlerbehaftet 	
räumliches Muster 	gezielte Aufteilung in homogenere Teilflächen	<ul style="list-style-type: none"> - bedingt Vorwissen 	
Pedozellen 	Heterogenität wird auf unterschiedlichen räumlichen Stufen erfasst	<ul style="list-style-type: none"> - „Directed Sampling“ wird möglich 	

Phosphor - Befruchtung im Broiler-Grünauslauf



● (P_{CAL}) [mg kg⁻¹] in 0-10 cm Probentiefe

Unsicherheit bei der Probenahme durch Streuung zwischen den Einzelproben

		Cadmium	
		D1	D2
C		0,343	0,355
B			
A		0,285	0,270
MW D1 = 0,319			
MW D2 = 0,328			
S_{ABC} = 12 %			

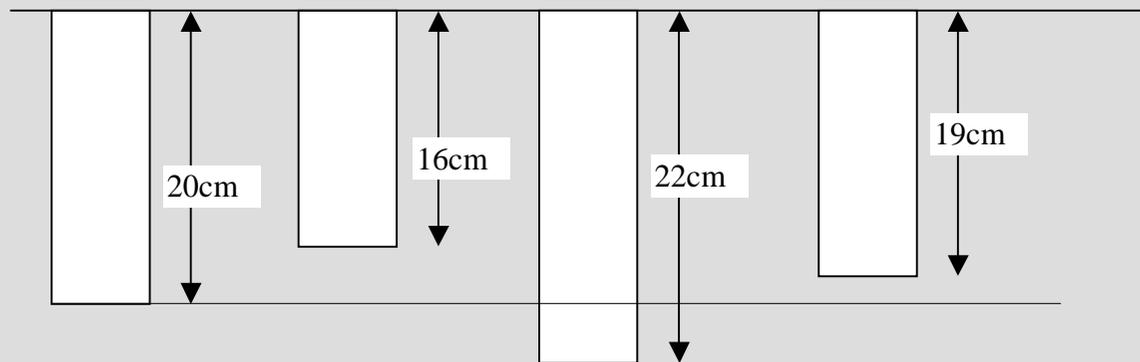


Unsicherheit durch Verteilungsmuster und Probenahmeumfang: 5 %

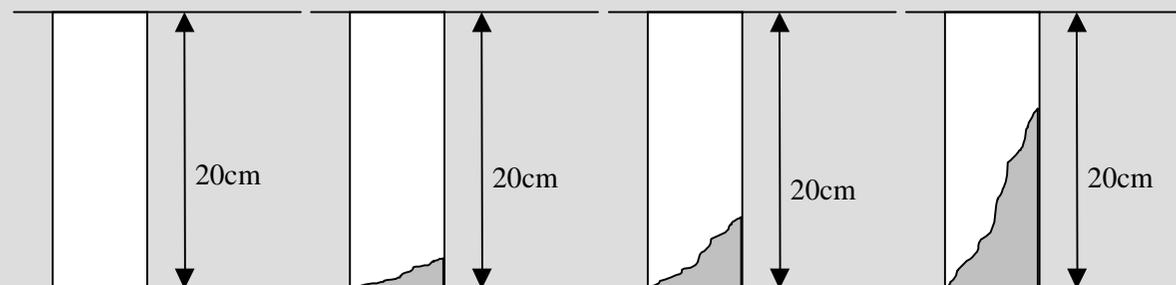
		Cadmium	
		Einstich	[µg g ⁻¹]
			0,364
			0,411
	R 3		0,468
	R 4		0,413
	R 5		0,370
	R 6		0,376
	R 7		0,389
	R 8		0,376
	R 9		0,464
	MW		0,400
	S_{TQ} %		10

Unsicherheiten bei der Probenahme durch:

Abweichung von der nominellen Einstichtiefe

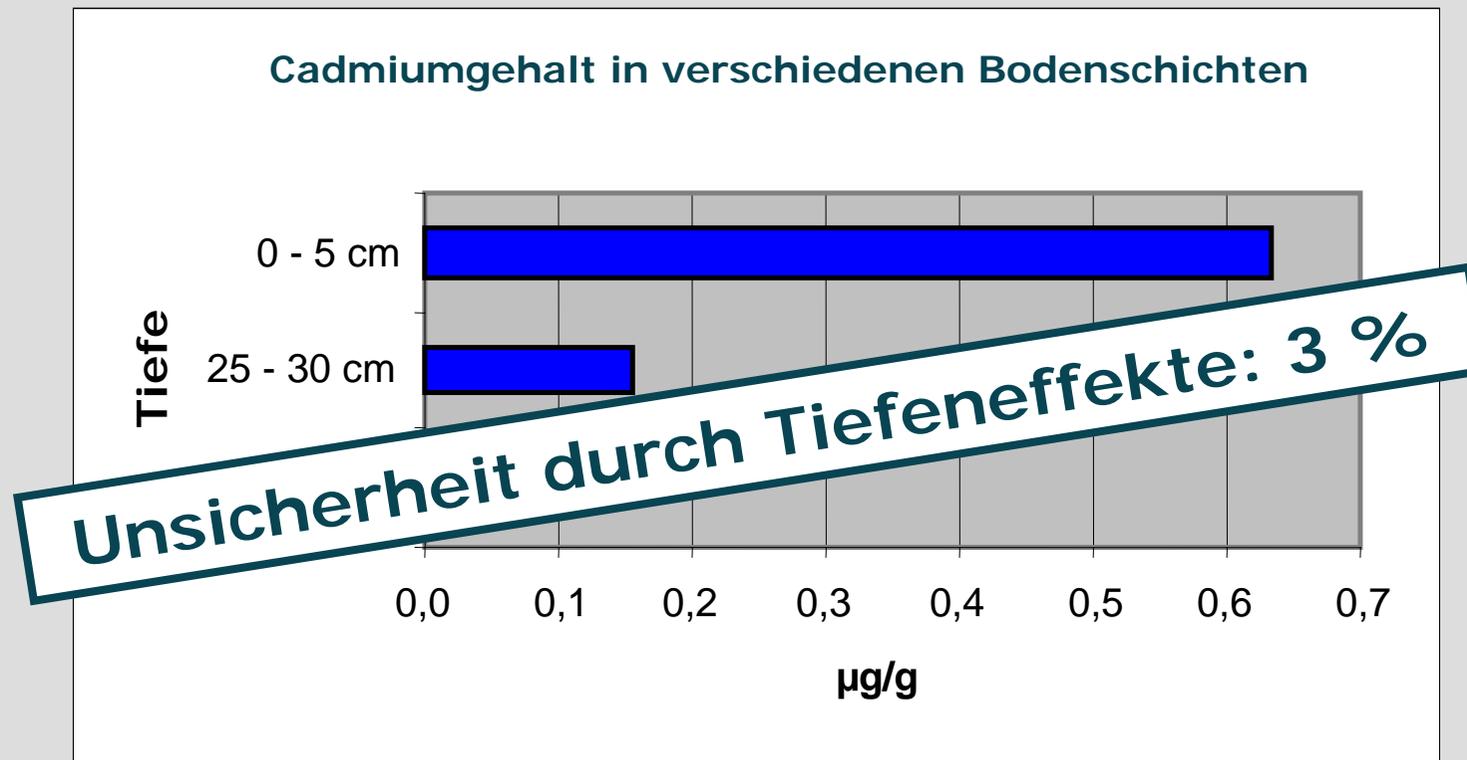


Verluste vom Bodeninkrement



Unsicherheiten durch Tiefengradient

Die Abweichung von der nominellen Einstichtiefe und die Verluste an Bodeninkrementen führen besonders dann zu Messunsicherheiten, wenn ein Tiefengradient vorliegt.



Inhomogenität durch Probenteilung

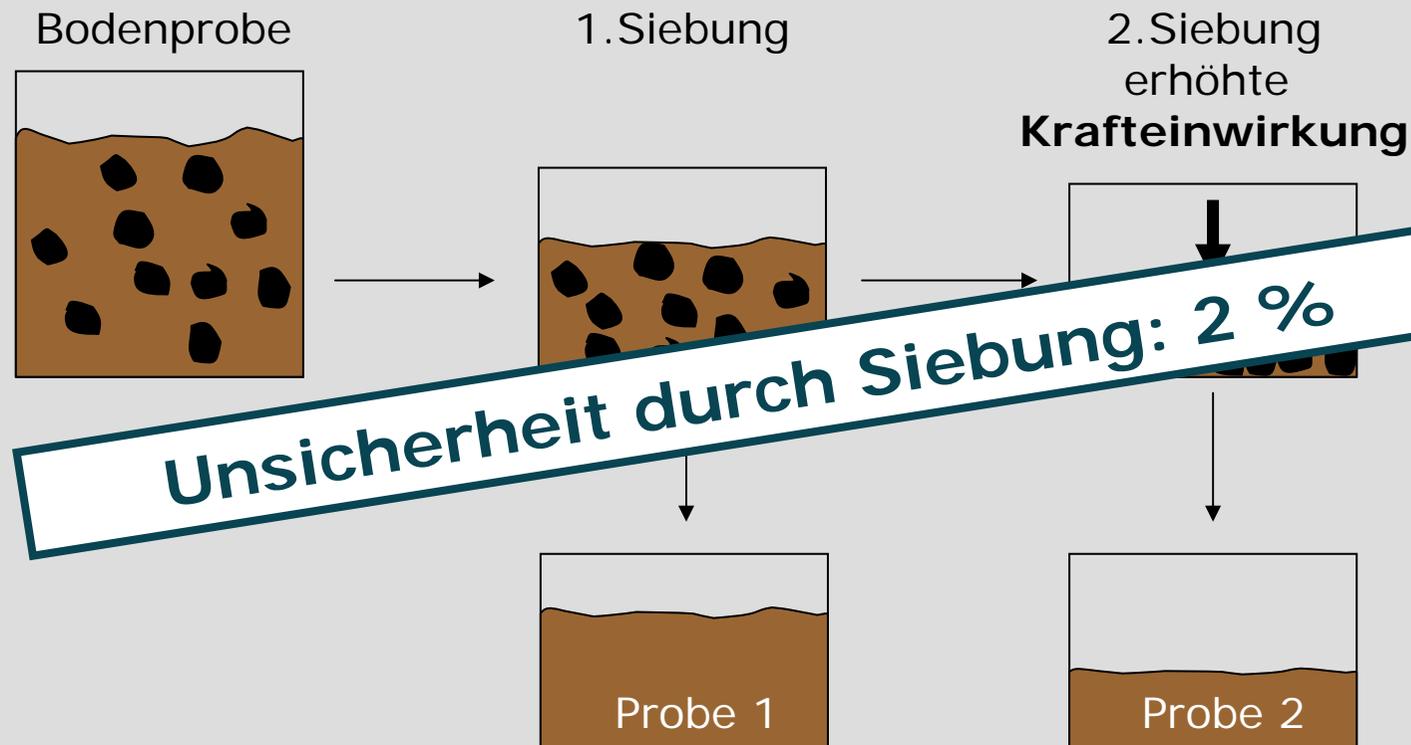
Segmentierung



Cadmium:			
Probe	Teilmenge a [µg g ⁻¹]	Teilmenge b [µg g ⁻¹]	s [%]
2	0,339	0,341	0,4
18	0,340	0,338	0,4
15	0,454	0,463	1,4
9	0,296	0,290	1,4
13	0,463	0,452	
3	0,414		
14	0,387		3,2
4		0,450	3,4
		0,402	4,8
	0,492	0,531	5,3
12	0,410	0,380	5,4
7	0,403	0,373	5,6
8	0,532	0,481	7,2
17	0,240	0,226	7,3
11	0,362	0,402	7,4
16	0,439	0,387	9
6	0,483	0,550	9
5	0,432	0,347	16

Unsicherheit bei der Probenteilung: 5 %

Unsicherheit durch Siebung



Budget für die Ergebnisunsicherheit der Messergebnisse für Cadmium

Effekte		Unsicherheitsbeitrag
Probenahme	Flächenmuster	$u_{\text{Diag}} = 1\%$
	Anzahl der Bodeninkremente	$u_{\text{Inkr}} = 5\%$
	Tiefeneffekt	$u_{\text{Tiefe}} = 3\%$
Physikalische Probenbehandlung	Probenteilung	$u_{\text{Teil}} = 5\%$
	Siebung	$u_{\text{Sieb}} = 2\%$
kombinierte Unsicherheit		$u_{(x)} = 8\%$

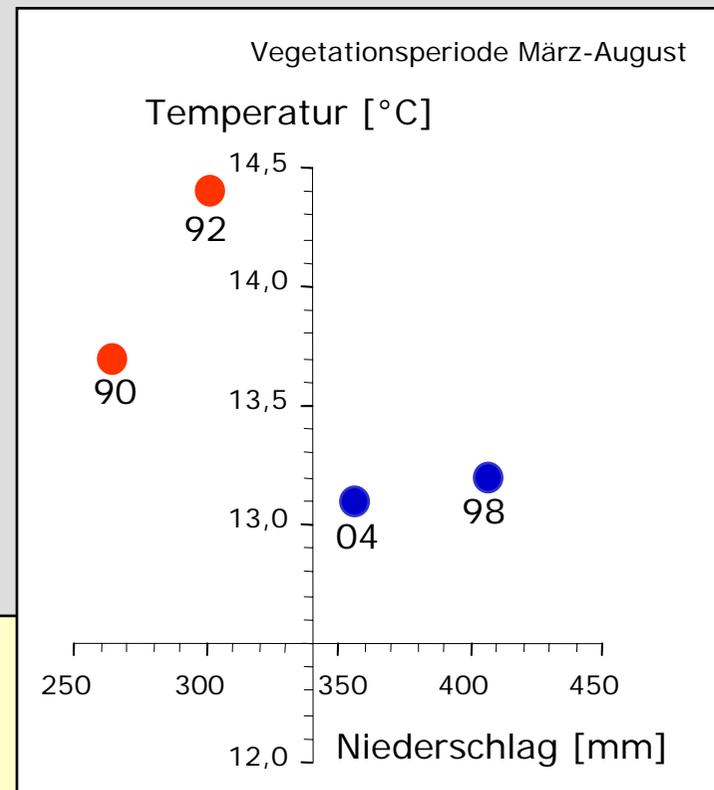
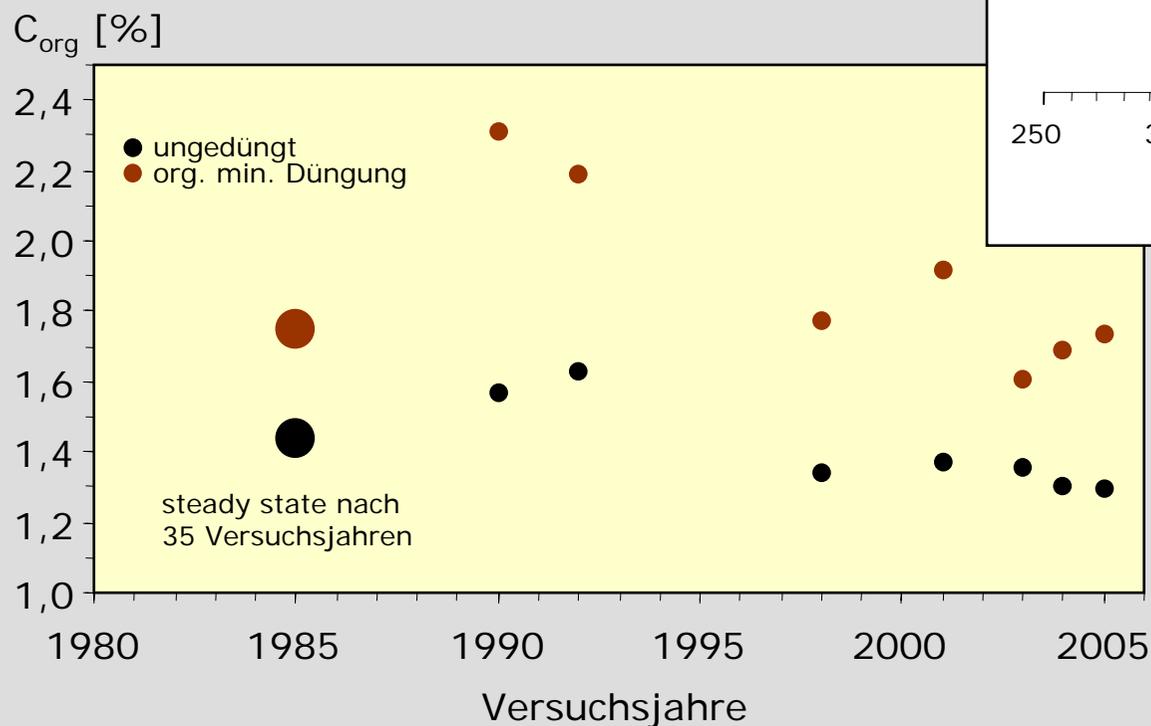
$$u_{(\bar{x})} = \sqrt{u_{\text{Diag}}^2 + u_{\text{Inkr}}^2 + u_{\text{Tiefe}}^2 + u_{\text{Teil}}^2 + u_{\text{Sieb}}^2}$$

Probenahme zur richtigen Zeit?

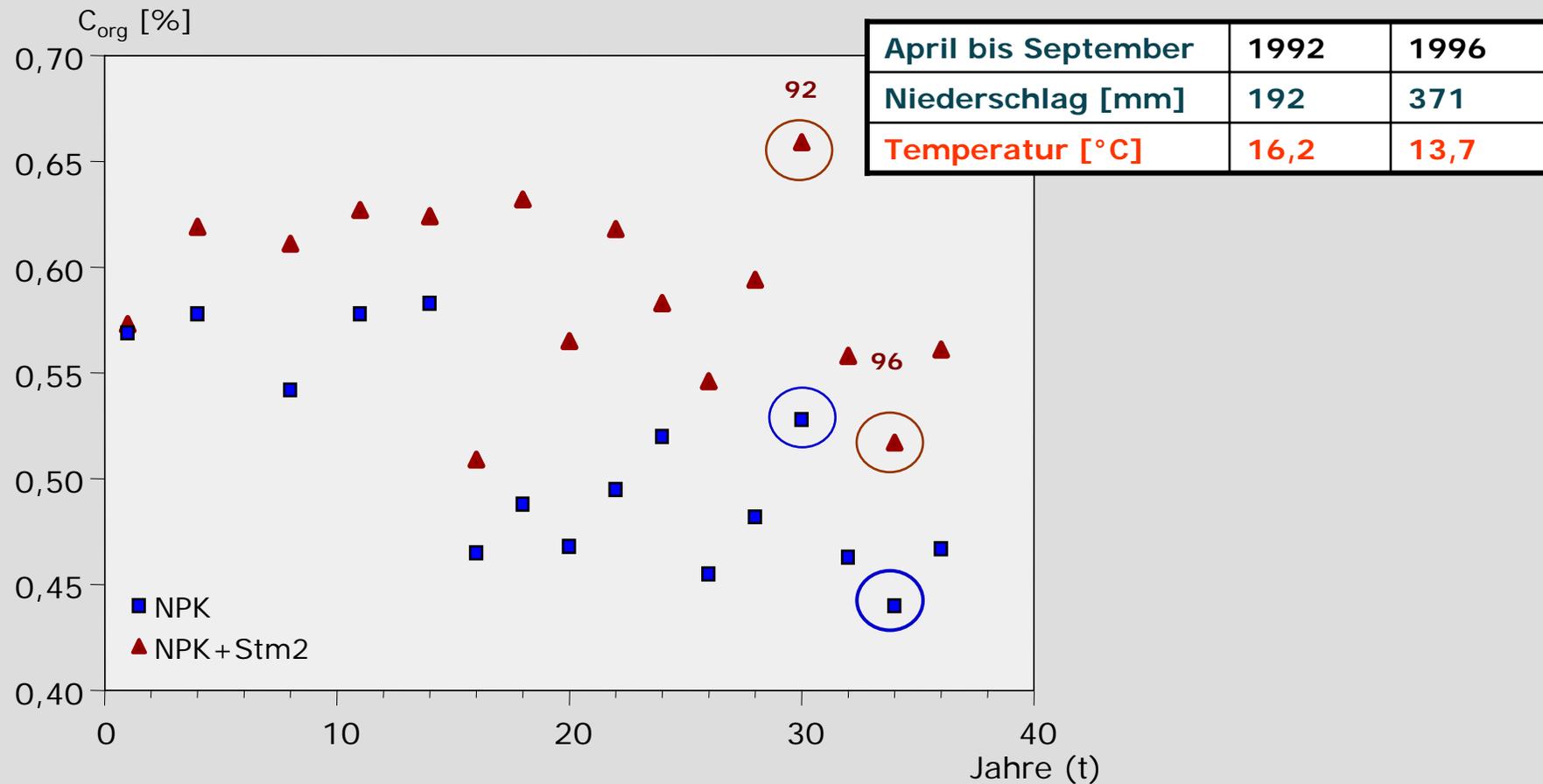
Termine und Organe für die Pflanzenanalyse - Probenahme

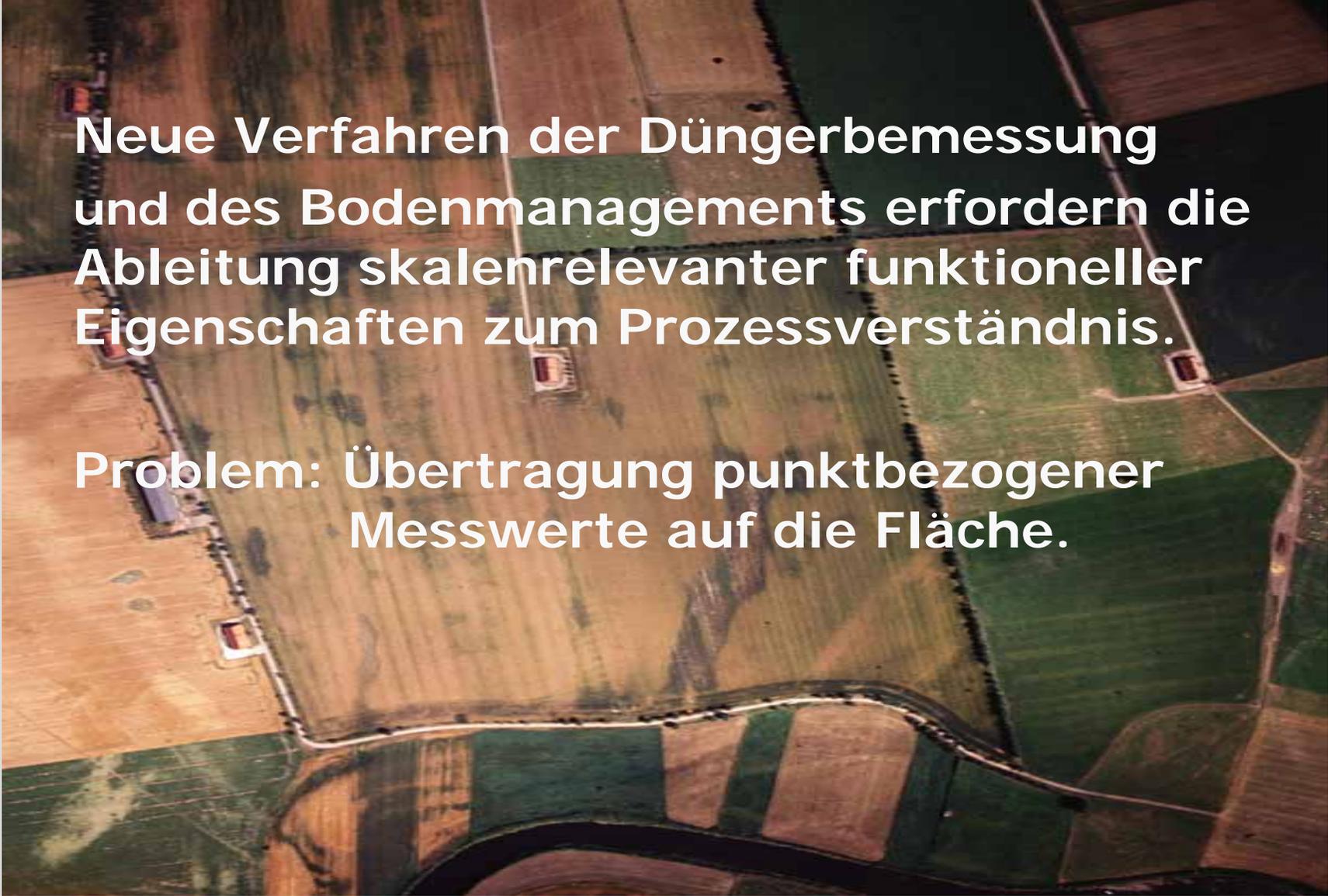
Fruchtart	Zeitpunkt	Probenahmeorgan
Getreide, Gräser	bis Ährenschieben	gesamte oberirdische Pflanze
Winterraps	bis Blühbeginn	gerade vollentwickelte Blätter
Mais	50 cm Wuchshöhe bis Blüte	mittlere bzw. Kolbenblätter
Zuckerrüben	bis Ende August	gerade vollentwickelte Blätter ohne Stiel
Futterrüben		
Kartoffeln	bis Knollenbildung	
Luzerne, Rotklee	bis Blühbeginn	gesamte oberirdische Pflanze

Erfassung der Bodenfruchtbarkeit erfordert Flächenmonitoring!



Entwicklung der C_{org} -Gehalte in Abhängigkeit von Düngung und Jahreswitterung



An aerial photograph of a rural landscape showing a patchwork of agricultural fields in various shades of brown, tan, and green. A winding road or path cuts through the fields, and several small, rectangular structures, possibly farm buildings or greenhouses, are scattered throughout the scene.

**Neue Verfahren der Düngerbemessung
und des Bodenmanagements erfordern die
Ableitung skalenrelevanter funktioneller
Eigenschaften zum Prozessverständnis.**

**Problem: Übertragung punktbezogener
Messwerte auf die Fläche.**

Spektrum von Untersuchungsmethoden

chemisch	biologisch	physikalisch
spezifische Prozessebenen		
Fernerkundung: Ausweisung homogener Teilflächen (Transekte, Raster)		Landschaftsuntereinheiten Wassereinzugsgebiete Schlag – Precision Agriculture
Profilgruben:		Profilaufbau Genese des Bodens Regenwurmgänge/ m ² Durchwurzelung
Monitorpedozelle/Volumenprobe (ungestört):		Ld/PV Luftpermeabilität Wasserleitfähigkeit, Infiltration Gasdiffusion
Aggregat:		Aggregatstabilität Verteilung Ld und OBS innerhalb der Aggregate

Probenahme: Auflösung und Genauigkeit



makroskopisch



mikroskopisch

<p>geringe Auflösung geringer Detaillierungsgrad gute Modellierbarkeit Unsicherheit bei der Prozess-Identifizierung</p>	<p>hohe Auflösung hoher Detaillierungsgrad hoher Aufwand bei Modellierung größere Sicherheit bei der Prozess-Identifizierung</p>
	
<p>Landschaft Schlag Parzelle Profil Stechzylinder Aggregat</p>	<p>Schlag Parzelle Profil Stechzylinder Aggregat, Biopore, Regenwurmgang Tonhülle</p>

Prozessaufklärung ist nur dann möglich, wenn morphologische und funktionelle Parameter in vergleichbarer Auflösung untersucht werden!

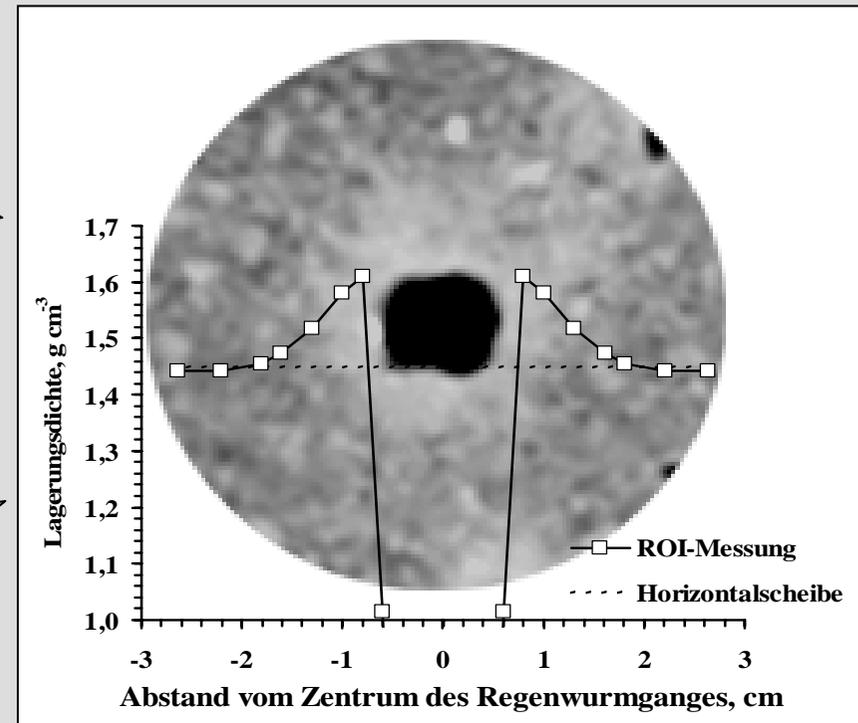
Probenahme: Fehler, die oft gemacht werden...!



Parameter ist nicht geeignet bzw. die Auflösung der Messmethode ist nicht groß genug, um kleinskalige Prozesse zu erfassen.

Einzelne Regenwurmgänge oder alte Wurzelröhren machen generell weniger als 1% des Luftvolumenanteils des Bodens aus.	<u>Morphologische Parameter:</u> Ld/PV Penetrometer	in Stechzylindern von 100...500 cm ³ nicht nachweisbar
	<u>Funktionelle Parameter:</u> Luftdurchlässigkeit Wasserdurchlässigkeit/ Infiltration	gut nachweisbar

Probenahme: Fehler, die oft gemacht werden...!



Einzelne Regenwurmgänge oder alte Wurzelröhren machen generell weniger als 1% des Luftvolumenanteils des Bodens aus.	<u>Morphologische Parameter:</u> Ld/PV Penetrometer	in Stechzylindern von 100...500 cm ³ nicht nachweisbar
	<u>Funktionelle Parameter:</u> Luftdurchlässigkeit Wasserdurchlässigkeit/ Infiltration	gut nachweisbar

Schlussfolgerung

Ursachen für eine fehlende Nachweisführung sind:

- unzureichende Auflösung
Funktionell bedeutsame, kleinräumige aber gerichtete Strukturen entziehen sich einer vergleichbar grobskaligen Untersuchung.
- fehlende Möglichkeit mikroskaliger, funktioneller Untersuchungen
- nicht ausreichende Berücksichtigung anderer Einflussfaktoren (repräsentative Probengröße)

Was ist wichtig?

Probenahme mit logistischem Verstand und qualifiziertem Personal vornehmen!



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**

www.pb.fal.de