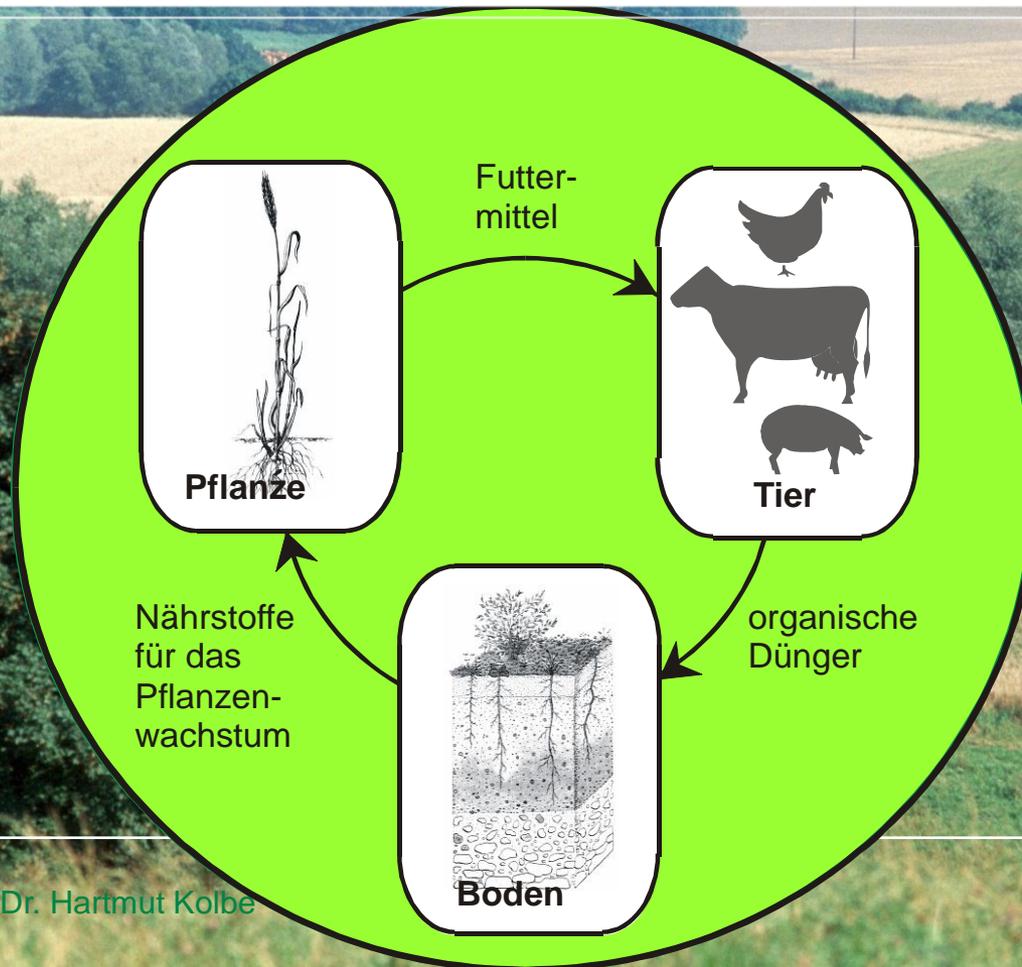


# Besonderheiten der Phosphorversorgung von ökologisch bewirtschafteten Standorten im Erzgebirge und Vogtland



# Gliederung



I Allgemeine Grundlagen

I Standard-Untersuchungs-Programm  
zum Nährstoffmanagement

I Phosphor

I Besonderheiten und Ist-  
Zustand

I Maßnahmen: Schließung des  
äußeren Nährstoffkreislaufs

I Maßnahmen: Intensivierung  
des inneren Kreislaufs

I Fazit

# Gliederung

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Freistaat  
**SACHSEN**

## I Allgemeine Grundlagen

# Die Fruchtbarkeit des Bodens ist zu erhalten und in geeigneten Fällen zu steigern durch:

- Förderung des **Bodenlebens** und der biologischen Vielfalt
- Förderung der **Bodenstabilität** durch Verhinderung und Bekämpfung der Bodenverdichtung und -erosion
- Förderung der **Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen** hauptsächlich über das Ökosystem des Bodens
- Minimierung der Verwendung von **nicht erneuerbaren Ressourcen** und außerbetrieblichen Produktionsmitteln
- **Wiederverwertung von Abfallstoffen** und Nebenerzeugnissen der pflanzlichen und tierischen Produktion
- Bevorzugung vorbeugender, regional und **Standort angepasster Maßnahmen**

**(Quelle: EU-Öko-VO, 2007)**

# Langfristig wirkende Maßnahmen der Landwirtschaft:

- I **Günstige Vernetzung des Agrarraumes** mit Ackerland, Grünland, Wald, Naturflächen, Nischen bildende Strukturen (z.B. Hecken) mit Standort gerechten Arten
- I **Betriebsformen mit Ackerbau und Viehhaltung** gut aufeinander abgestimmt
- I **Günstige Gestaltung der Bodenbearbeitung** z.B. durch reduzierte Grundbodenbearbeitung und oberflächennahe Belassung von organischem Material, durch Anbau von tief wurzelnden (mehrjährigen) Feldfutterpflanzen mit hohen Anteilen an Bodenruhe
- I **Weitgestellte, abwechslungsreiche Fruchtfolgen und vorbeugender Pflanzenschutz** durch mechanische Unkrautregulierung sowie Unkraut- und Krankheit reduzierende pflanzenbauliche Maßnahmen der Fruchtfolgegestaltung, Mischkulturen und Gemenge, die viel Ernte- und Wurzelrückstände hinterlassen (Getreide, Leguminosen, Futterpflanzen, Zwischenfrüchte)
- I **Optimale Düngung** mit Betonung auf eine ausgewogene Nährstoff- und Kalkversorgung unter weitgehend geschlossenen Nährstoffkreisläufen, Anbau von Leguminosen (N-Zufuhr), Gründüngung sowie Zufuhr an organischen Düngemitteln unter Berücksichtigung ihrer:
  - **Nährstoffzusammensetzung** (N : P : K : Mg : Ca : S)
  - **Bodenleben fördernden Eigenschaften** (Gründüngung > Gülle > Stallung > Stroh) und
  - **Humus bildenden Eigenschaften** (Kompost > Stallung > Gülle > Stroh > Gründüngung)

# Prinzip der Humusbilanzierung

Humussaldo	=	Humuszufuhr	—	Humusabbau
Veränderung der Humusvorräte im Boden		Menge und Qualität der Ernte- und Wurzelreste incl. Rhizodeposition sowie der organischen Düngemittel		Wirkung von Bodenart, Klima und Anbauverfahren (z.B. Bodenbearbeitung) auf die Mineralisation

# Erhöhung der Versorgung mit organischer Substanz von **A** nach **C/D**\*) (= ca. +500 kg C/ha)

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE

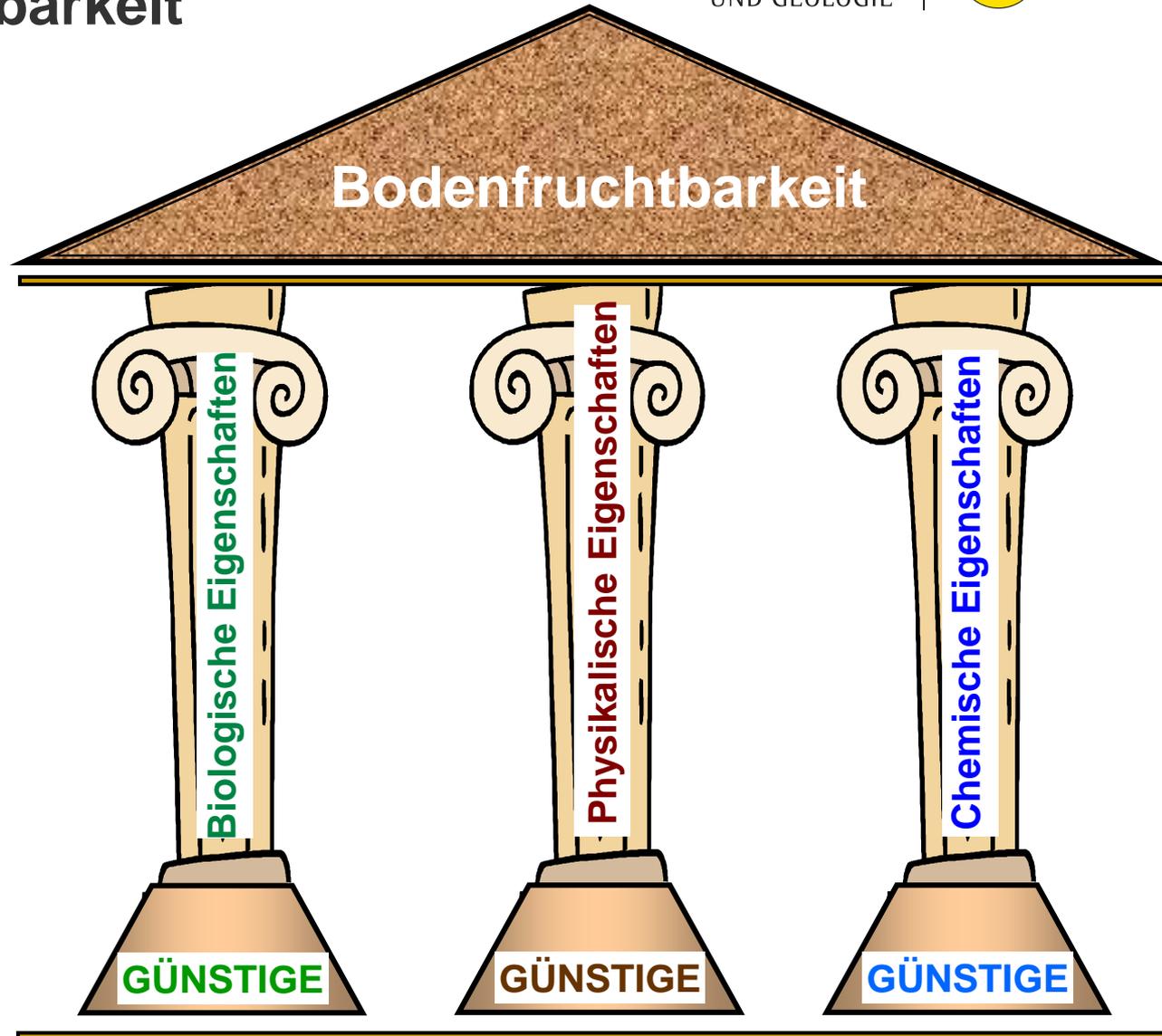


führt zu folgender Verbesserung der Bodeneigenschaften (%):

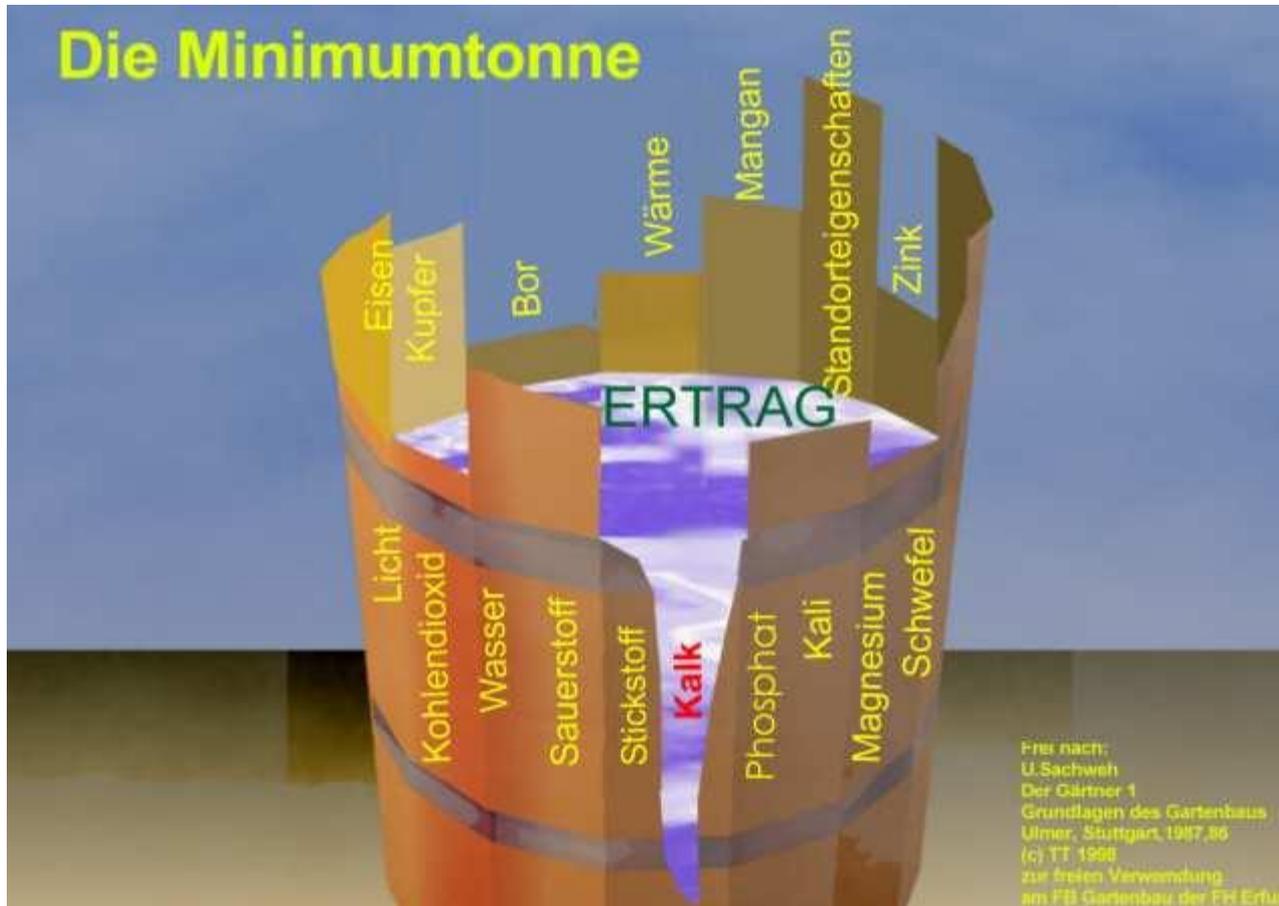
<b>physikalische Eigenschaften:</b>			
- Lagerungsdichte		-2	bis -13
- Porenvolumen		+1	bis +3,5
- Aggegatstabilität		+8	bis +34
- Anteil Makroporen		+8	bis +11
- Infiltrationsrate (Wasser)		+27	bis +80
- Wasserkapazität		+3	bis +4
- nutzbare Feldkapazität	S	+24	bis +28
	L	+13	bis +15
<b>chemische Eigenschaften:</b>			
- C <sub>org</sub> und N <sub>t</sub> Gehalte		+30	
- <b>potenzielle Mineralisierung (N, P, S)</b>		<b>+26</b>	<b>bis +33</b>
- <b>effektive Kationenaustauschkap. (Na, K, Mg, Ca)</b>	S	<b>+20</b>	
	L	<b>+10</b>	
<b>biologische Eigenschaften:</b>			
- mikrobielle Biomasse		+6	bis +50
- Regenwurmdichte		+38	bis +40
- Fruchtarterertrag	MW	+10(kon)	bis +33(öko)
	Max	+123(kon)	bis +127(öko)

\*) VDLUFA-Versorgungsklassen: A = sehr niedrig; B = niedrig; C = mittel; D = hoch; E = sehr hoch

# Die tragenden Säulen der Bodenfruchtbarkeit

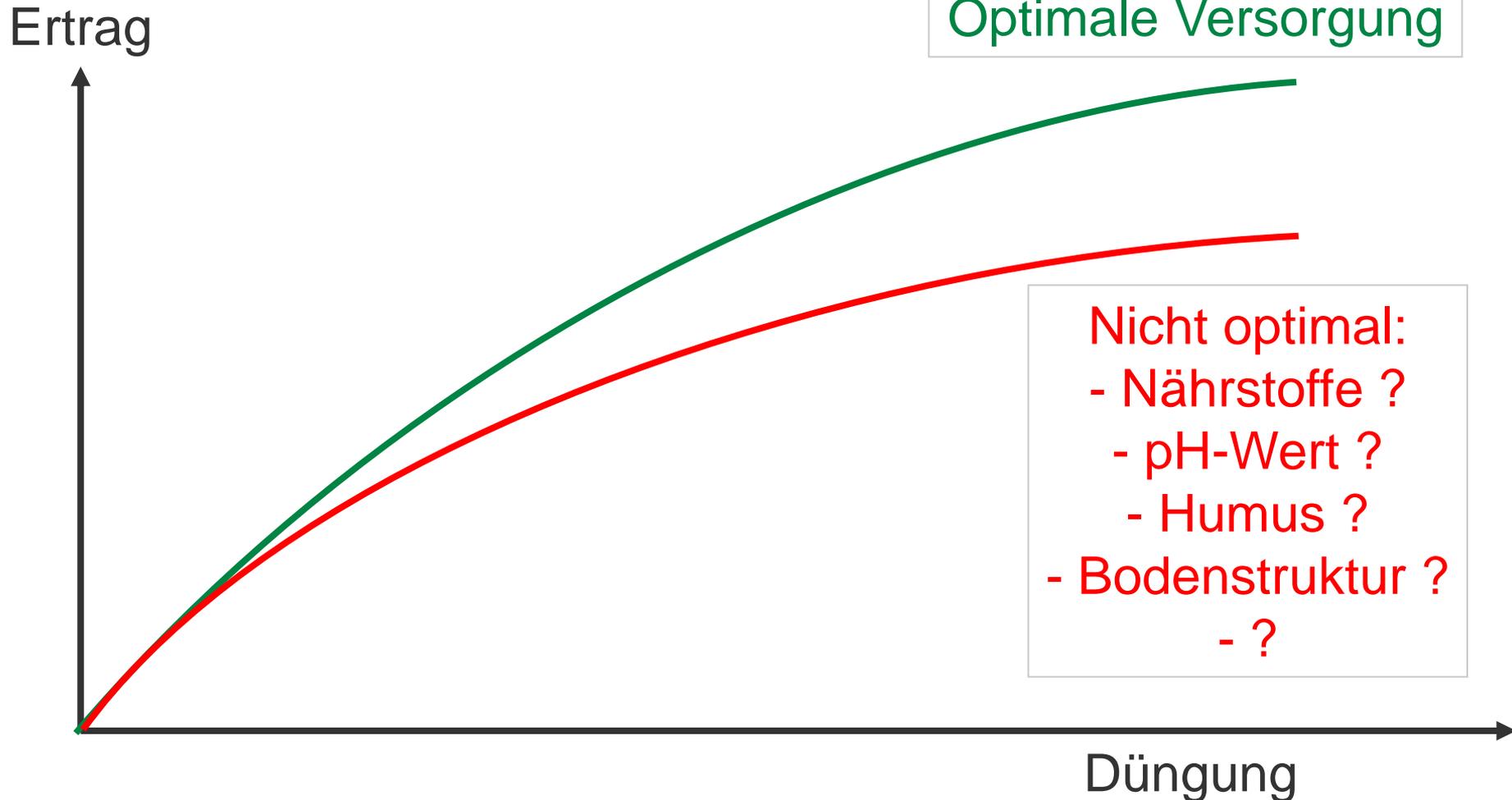


# Gesetz vom **Minimum** (LIEBIG)



# Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs (MITSCHERLICH)

Einfluss **vieler Faktoren**





## I Standard-Untersuchungs-Programm und technische Umsetzung

# Eckpunkte des Nährstoffmanagements

Zum Untersuchungsprogramm gehört es, die Parameter

- | Humus
- | Stickstoff
- | Kalk
- | **Grundnährstoffe** und
- | Spurenelemente

durch eine regelmäßige **Bodenuntersuchung, Bilanzierung** oder / und

**Düngebedarfsermittlung** im Auge zu behalten.

# Technische Umsetzung:

PC-Programm BEFU,  
Teil Ökologischer Landbau

## Programm-Komponenten im Öko-BEFU:

- **Schlagkartei:** Aufzeichnungen über Anbauinformationen, Fruchtarten, Sorten, Düngung, Pflanzenschutz, Bodenuntersuchung, z.B.: AGRAR-OFFICE)
- **Datenbanken:** Datengrundlage f. Fruchtarten u. Düngemittel (z.B. Nährstoffgehalte, Korn/Stroh-Verh.), Sonderformen (z.B. GPS, Stilllegung, Mulchen, Weide)
- **Grunddüngung:** Standortangepasste Methoden z. Düngungsbemessung auf Grundlage d. Bodenuntersuchung (P, K, Mg, Kalk)
- **Humusbilanz:** Methoden zur Humusbilanzierung nach VDLUFA sowie unter Berücksichtigung v. Standortfaktoren
- **Legume N-Bindung:** Verfahren zur Berechnung d. symbiot. N-Fixierung (Haupt-, Zwischenfrüchte, Körnerleguminosen inkl. Sonder-Nutzung als Mulch, Weide, etc.)
- **Nährstoffbilanzierung:** Nährstoffvergleiche sowie Bilanzierungsverfahren auf der Ebene Schlag, Stall, Feld-Stall u. Hoftor (N, P, K, Mg)

# Gliederung

## I Phosphor



## P-Mangel an Mais

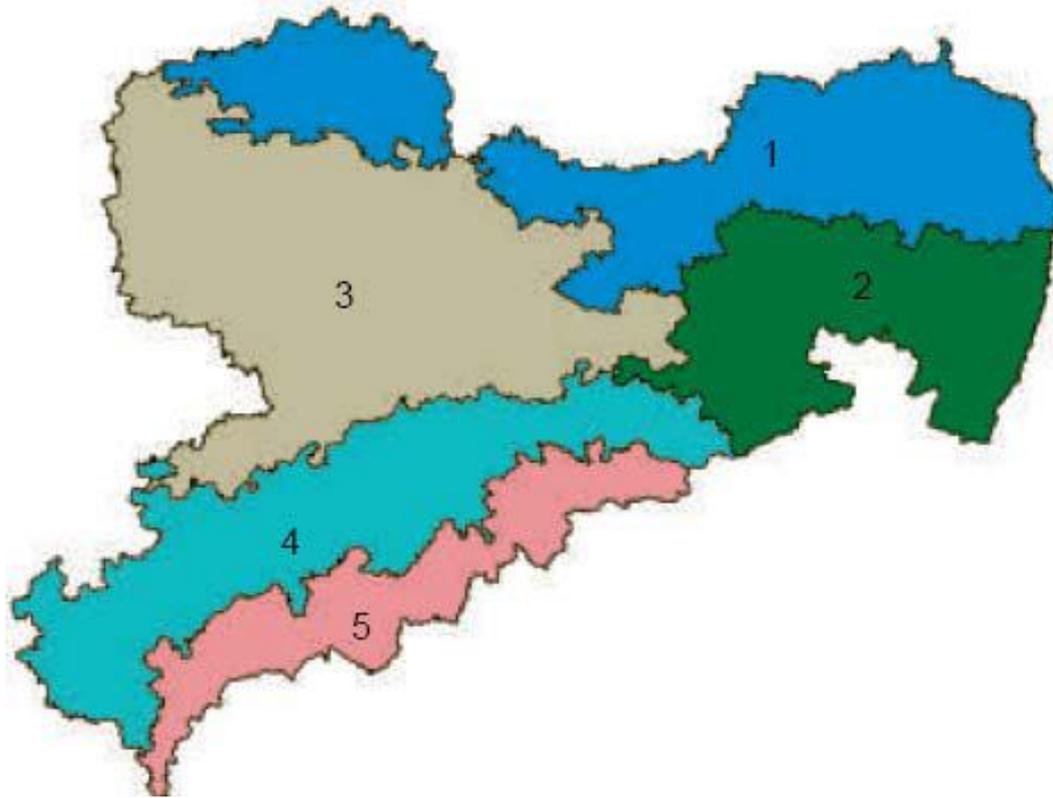
[http://www.tll.de/visuplant/vp\\_idx.htm](http://www.tll.de/visuplant/vp_idx.htm)

# Gliederung



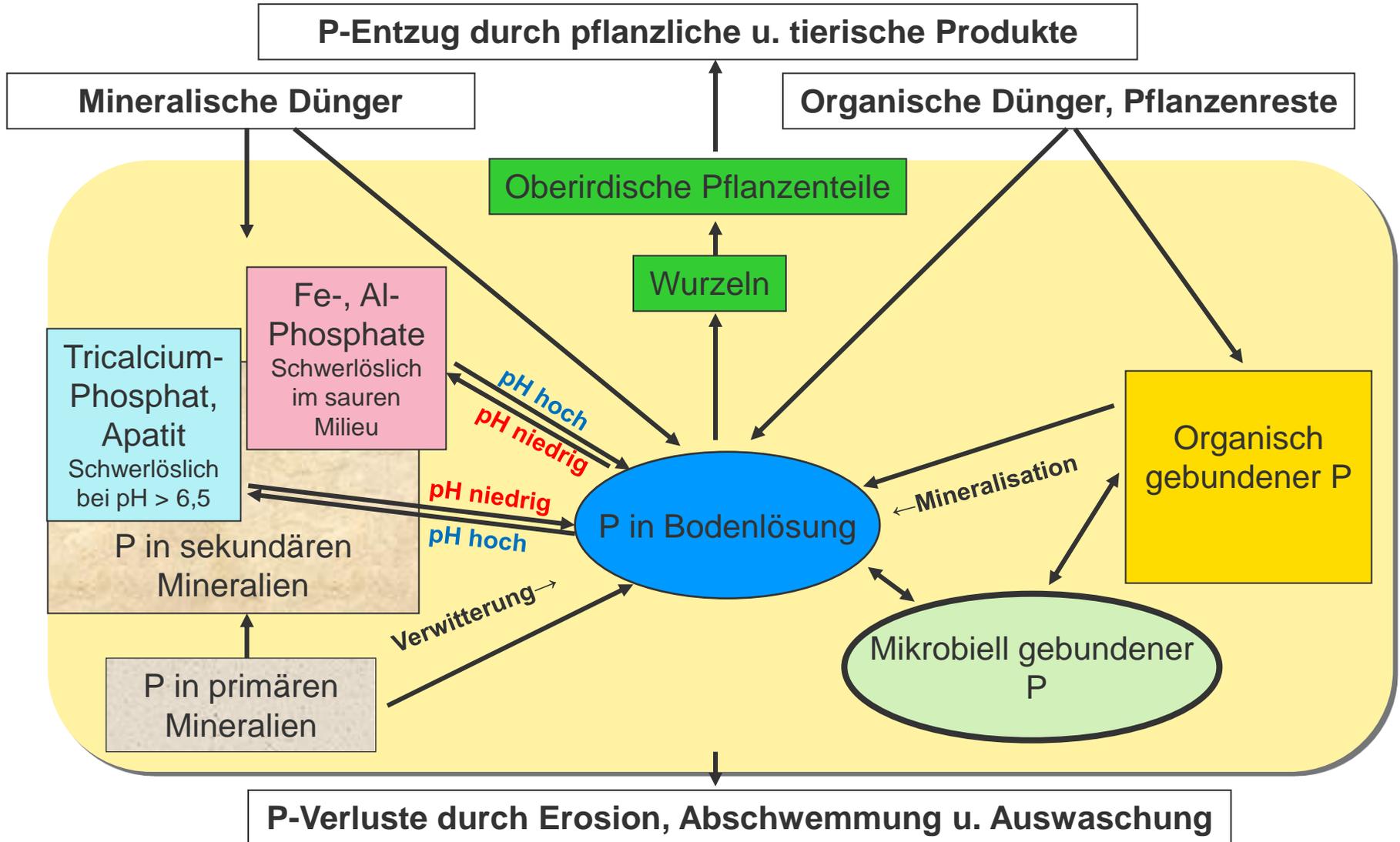
- I Besonderheiten und Ist-Zustand der P-Versorgung

# Agrarstrukturgebiete (ASG) von Sachsen



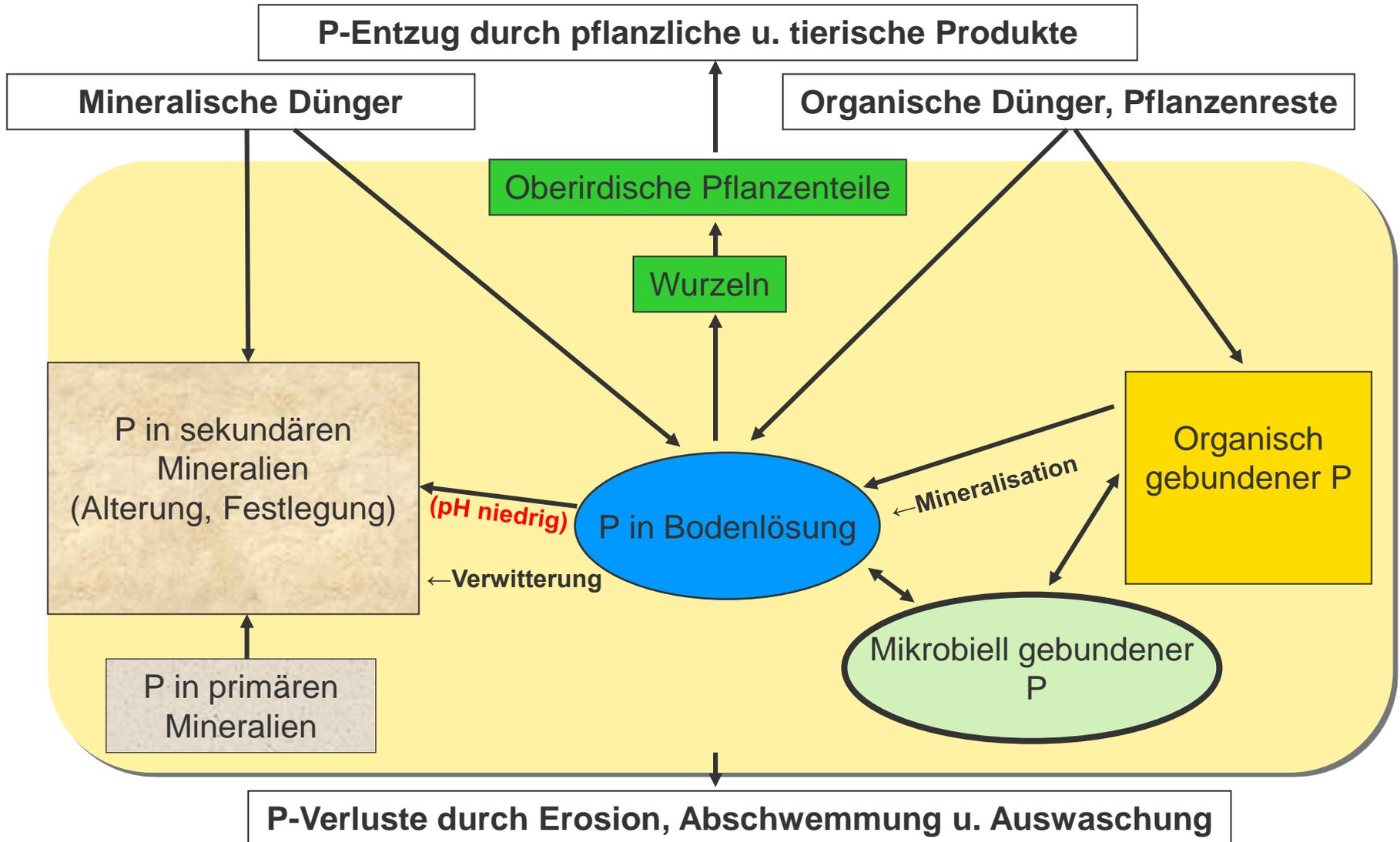
- ASG 1  
Sächsische  
Heidegebiete, Riesaer -  
Torgauer Elbtal
- ASG 2  
Oberlausitz; Sächsische  
Schweiz
- ASG 3  
Mittelsächsisches  
Lössgebiet
- ASG 4  
Erzgebirgsvorland,  
Vogtland, Elsterbergland
- ASG 5  
Erzgebirgskamm

# Die P-Formen im Boden (Allgemein)

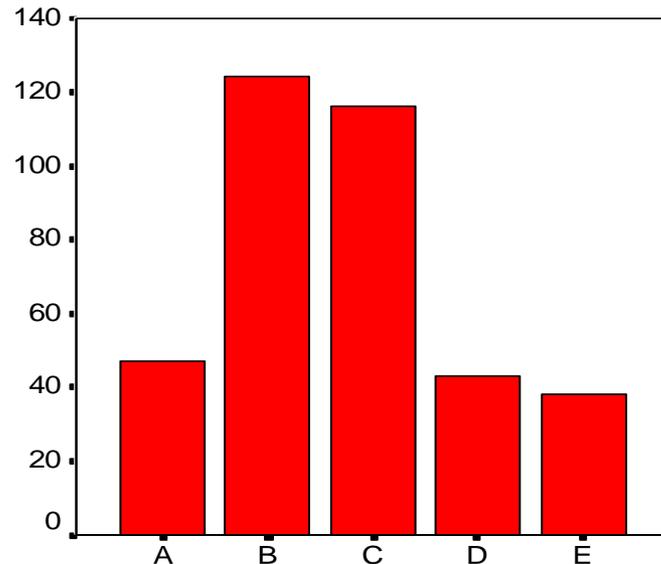


# Die P-Formen im Boden

## ASG 4 u. 5



## P-Versorgung der Ökobetriebe in Sachsen (Ackerland):



Versorgungsstufe Phosphor

**Trend:**  
Abnahme der Klassen E – C  
Zunahme der Klasse B

## Flächenbezogene Nährstoffbilanzen von ca. 30 Ökobetrieben in Sachsen-Anhalt und Sachsen:

Durchschnitt P-Saldo:  
Spannbreite:

-5 bis -10 kg P/ha u. Jahr  
+26 bis -22 kg P/ha u. Jahr

# P-Bilanzen in ASG 4 u. 5 im Vergleich zum Durchschnitt in Sachsen (kg P/ha u. Jahr)

	Zufuhr	-	Abfuhr	=	Saldo
ASG 4 u. 5:	8,0	-	15,9	=	<u>-7,9</u>
organische Düngung:	6,4 (= 40 %)				
mineralische Düngung:	1,6 (= 10 %)				
Fehlbetrag:					= 50 %
Durchschnitt:	4,7	-	14,5	=	<u>-9,8</u>
organische Düngung:	3,8 (= 26 %)				
mineralische Düngung:	0,9 (= 6 %)				
Fehlbetrag:					= 68 %

# Humusbilanzen u. N-Zufuhr in ASG 4 u. 5 im Vergleich zum Durchschnitt in Sachsen

	F.-Folge	+	organ.Dünger	=	Saldo
ASG 4 u. 5:	256	+	126	=	<u>382 kg C/h C</u>

N-Zufuhr organische Düngung:	24 kg/ha
N-Zufuhr Leguminosen:	75 kg/ha
N-Saldo (brutto)	<u>27 kg/ha</u>

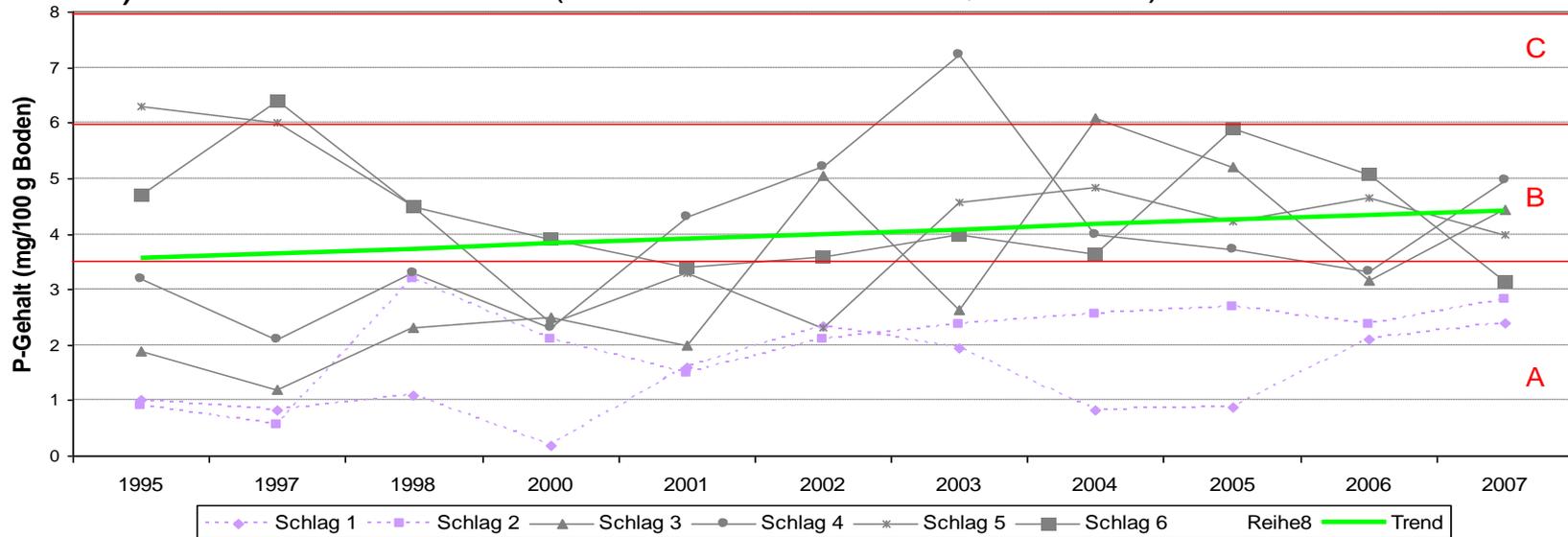
Durchschnitt:	203	+	61	=	<u>264 kg C/ha C</u>
---------------	-----	---	----	---	----------------------

N-Zufuhr organische Düngung:	14 kg/ha
N-Zufuhr Leguminosen:	63 kg/ha
N-Saldo (brutto)	<u>17 kg/ha</u>

# Ergänzende Untersuchungen in ASG 4 u. 5

■	pH-Wert	5,8	(4,9 – 6,7)	C
■	P (DL, CAL) (mg/100g)	4,9	(1,3 – 10,6)	C
■	K (DL, CAL) (mg/100g)	15,6	7,8 – 36,0)	D
■	Humus (C <sub>org</sub> ) (%)	2,58	(1,94 – 3,38)	
■	Stickstoff (N <sub>t</sub> ) (%)	0,25	(0,19 – 0,32)	
■	C/N-Verhältnis	10,3		

# Entwicklung der P-Gehalte (DL) in der **viehhaltenden Fruchtfolge** (1 GV/ha) von 1995 – 2007 (Versuchsstation Roda, Sachsen)

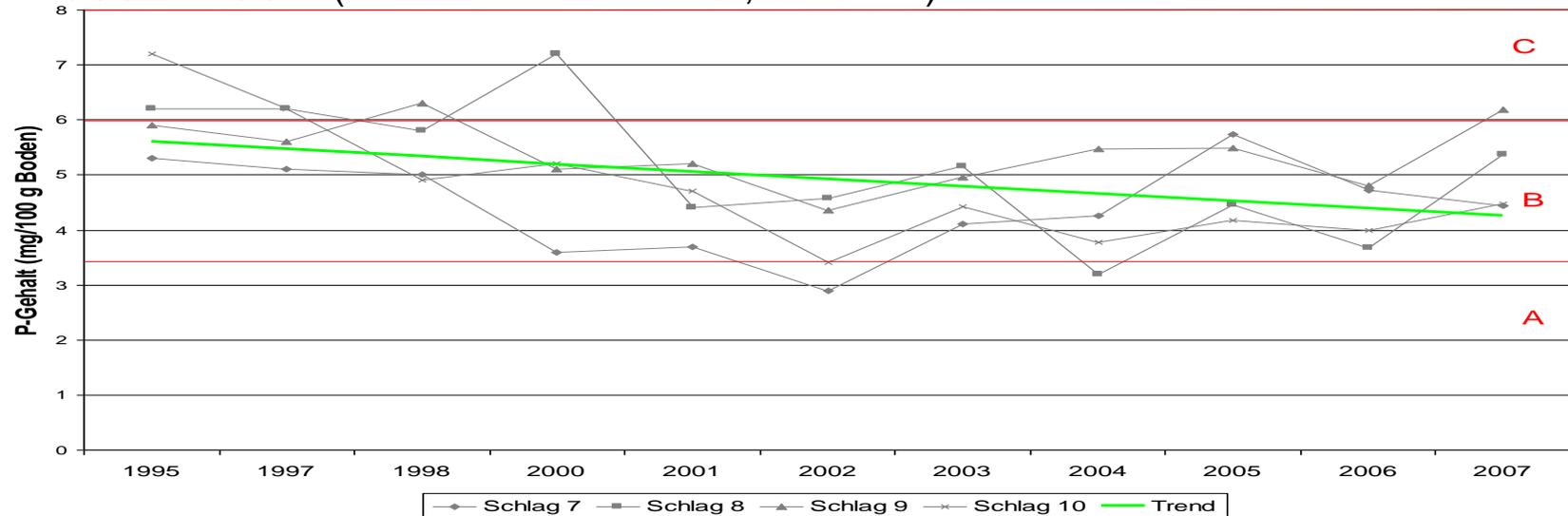


## Schlagbilanz und Düngungsempfehlung für P (kg P/ha)

Schlag Nr.	Saldo (Ziel = min. 0)	Düngungsempfehlung	Gehaltsklasse (Ziel = B)
3	32	0	B
4	7	0	B
5	17	0	B
6	13	32	B
<b>Mittelwert</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>B</b>

# Entwicklung der P-Gehalte ( DL) in der **viehlosen Fruchtfolge**

von 1995 – 2007 (Versuchsstation Roda, Sachsen)

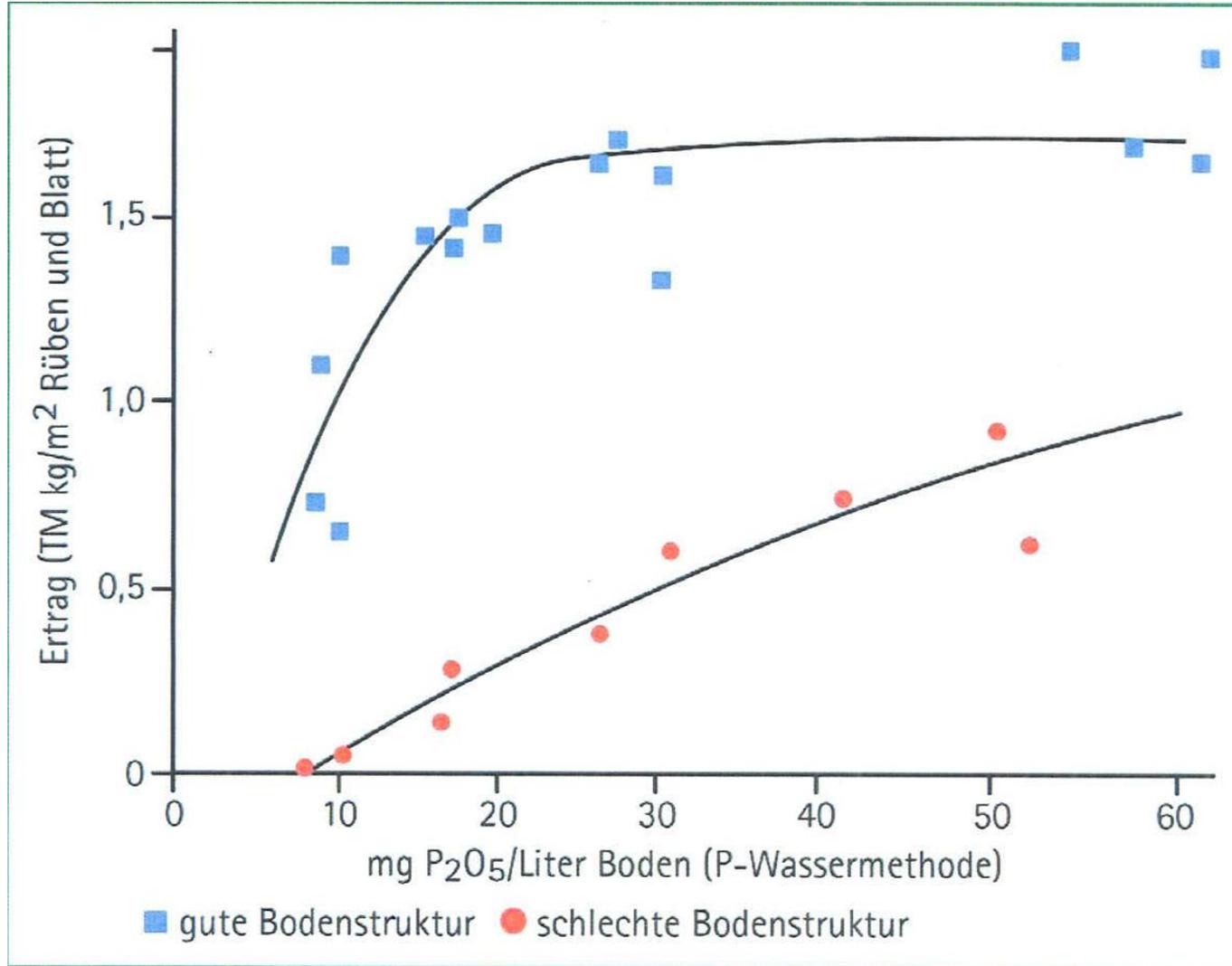


Schlagbilanz und Düngungsempfehlung für P (kg P/ha)			
Schlag Nr.	Saldo (Ziel = min. 0)	Düngungsempfehlung	Gehaltsklasse (Ziel = B)
7	-6	98	B
8	-14	105	B
9	-17	43	B
10	-13	123	B
<b>Mittelwert</b>	<b>-13</b>	<b>92</b>	<b>B</b>

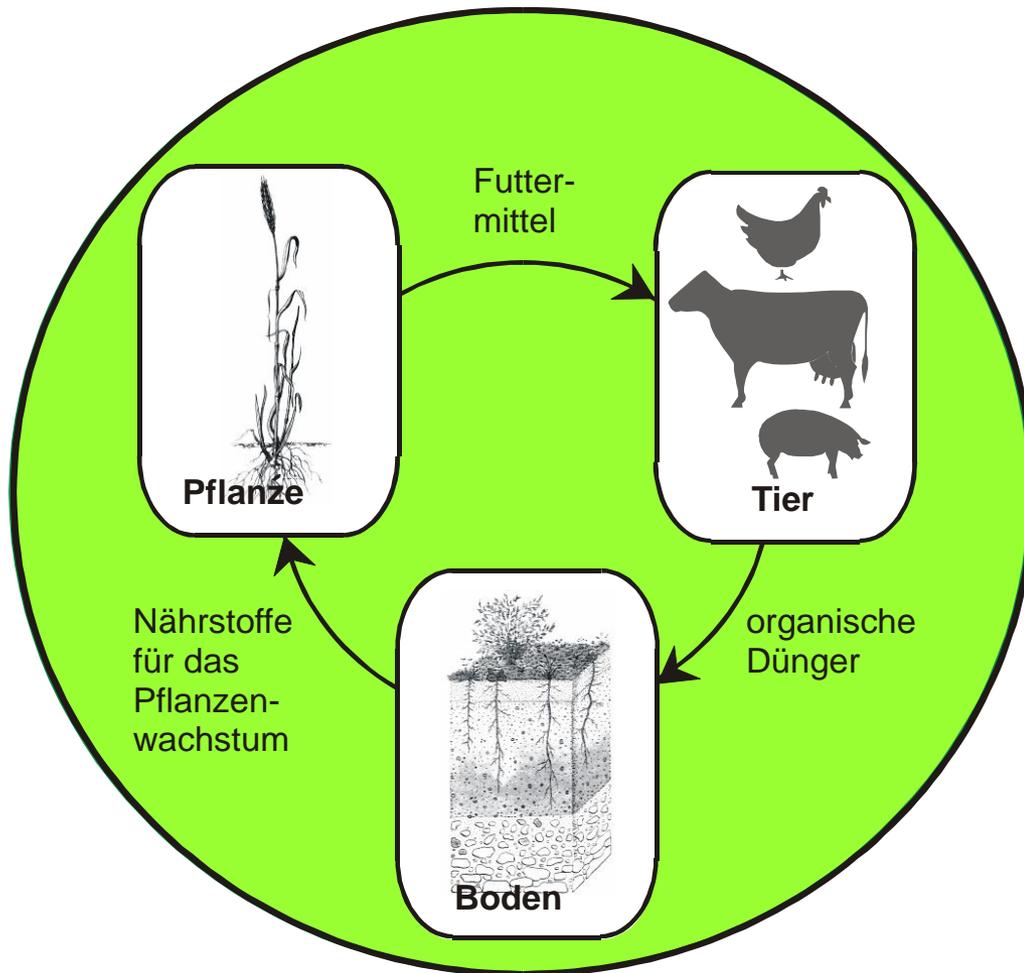
# Auf gutes Gelingen des Leguminosenanbaus ist zu achten!



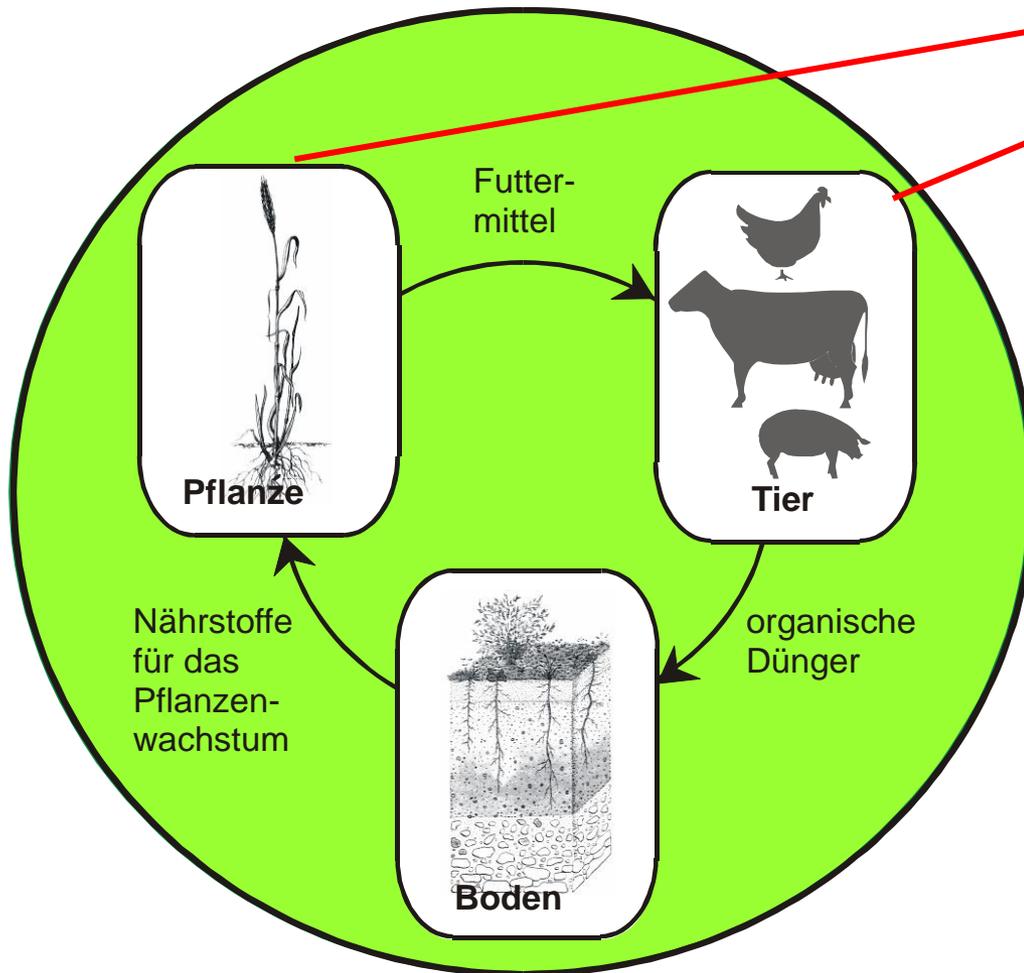
# Einfluss der Bodenstruktur auf P-Verfügbarkeit und Ertrag bei Zuckerrüben (BAD, 2003)



# Geschlossener Nährstoffkreislauf



# Nährstoffkreislauf ist nicht geschlossen



**Abfuhr:**  
Pflanzliche Produkte  
Tierische Produkte

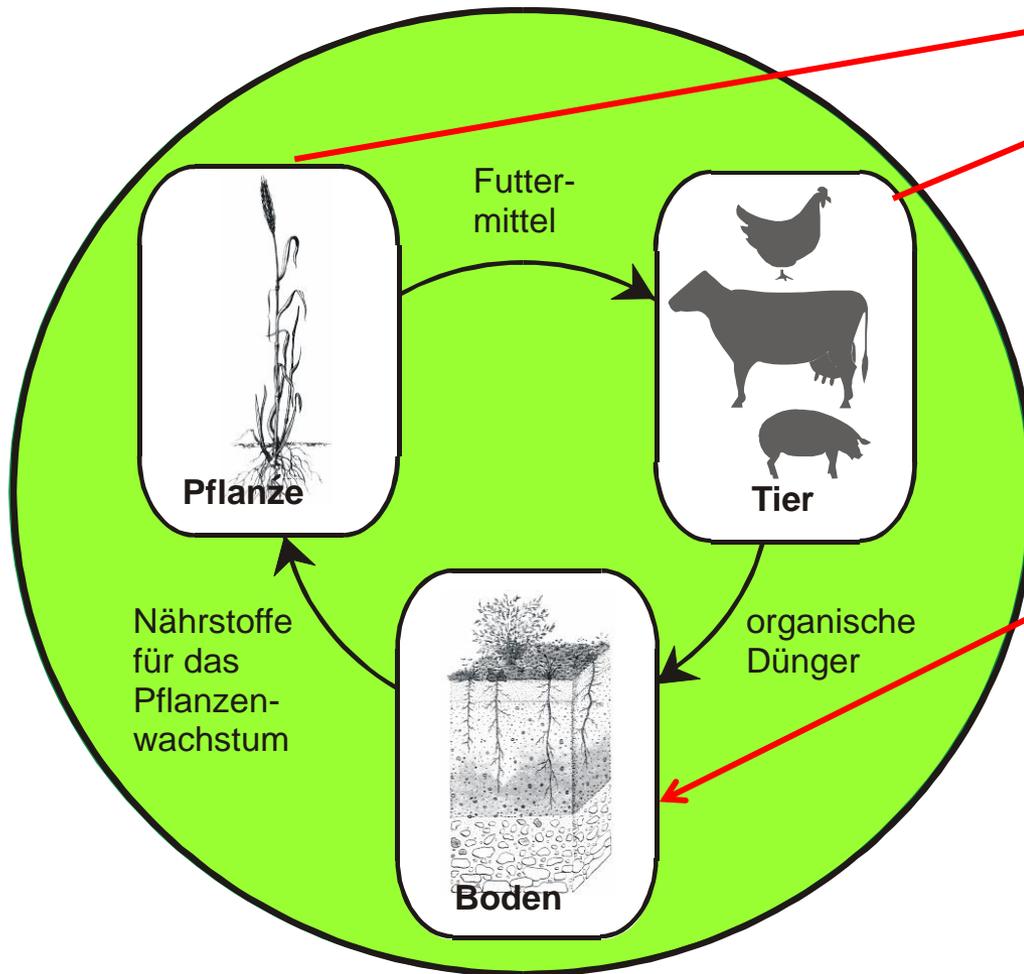
Durch die Abfuhr von landwirtschaftlichen Produkten entstehen Nährstoffverluste, die auf Dauer wieder ersetzt werden müssen

# Gliederung



- I Maßnahmen: Schließung des äußeren Nährstoffkreislaufs

# Nährstoffkreislauf auf lange Sicht schließen



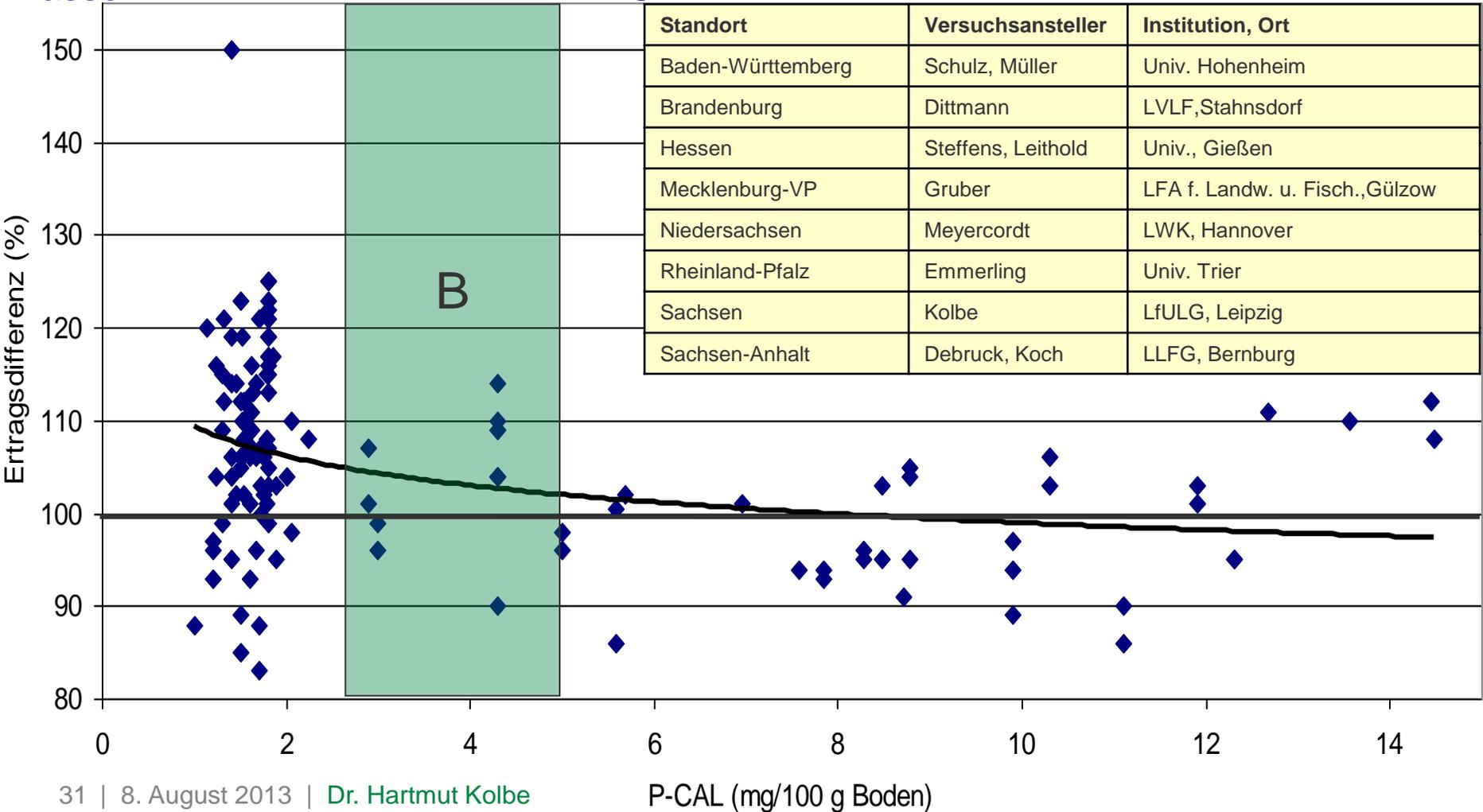
**Abfuhr:**  
Pflanzliche Produkte  
Tierische Produkte

↓  
Aufbereitung  
„Rezyklierung“

**Zufuhr:**  
Organische Dünger  
Mineralische Dünger

# Einfluss der mineral. P-Düngung auf die Ertragsdifferenz bei unterschiedlichen P-Bodengehalten aus **Öko-Versuchen**

Versorgungs-  
klassen: A B C D E



# Versorgungsklassen für den löslichen P-Gehalt im Boden

Gehaltsklasse	Einstufung	Anmerkung für den ökologischen Landbau
<b>A</b> Sehr niedrig	Ertrags- und Qualitätsmängel, sehr guter Umwelt- und Ressourcenschutz, geringe Effizienz bei singulärem Mangel	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen in der Regel notwendig
<b>B</b> Niedrig	Optimal für ökologischen Landbau: Ertrag, Qualität, Umwelt- und Ressourcenschutz	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen ggf. langfristig notwendig
<b>C</b> Mittel	Optimal für konventionellen Landbau bezüglich Ertrag aber verringerter Umwelt- und Ressourcenschutz	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen begründungsbedürftig
<b>D</b> Hoch	Maximaler Ertrag, Luxuskonsum, geringer Umwelt- und Ressourcenschutz	Keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen
<b>E</b> Sehr hoch	Ertrags- und Qualitätsdepressionen möglich, Luxuskonsum, kein Umwelt- und Ressourcenschutz	Keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen (Vorsorge- und Sanierungsmaßnahmen erwägen)

# Grundnährstoffe

Parameter	Methode	Handhabung
<b>Phosphor (P),</b>	<u>Bodenuntersuchung</u> der Ackerkrume auf pflanzenverfügbare Nährstoffe: P (DL-, CAL-Methode), K (DL-, CAL-Methode), Mg (CaCl <sub>2</sub> -Methode)	- alle 3 – 5 Jahre bzw. 1 x je Fruchtfolge
	<u>Düngebedarfsermittlung für P, K, Mg</u> (mit standortangepassten Methoden)	- alle 3 – 5 Jahre (unter Einbeziehung der Ergebnisse d. Bodenuntersuchung)  - Ziel: Erreichung u. Sicherung d. Gehaltsklasse*) B (Standard) – C (intensiver Gemüsebau)
	<u>Nährstoffbilanzierung für P, K, Mg</u> (Methoden Schlag-, Hof-, Stall-Bilanz, Nährstoffvergleich)	- 1 x je 1 – 2 Fruchtfolgerotationen bzw. entspr. d. Düngeverordnung  - Ziel: P ≥ 0 kg;

\*) VDLUFA-Versorgungsklassen: A = sehr niedrig; B = niedrig; C = mittel; D = hoch; E = sehr hoch

# Mittlere Nährstoffgehalte in Wirtschafts- und anderen organischen Düngern (Reinnährstoffgehalte in kg/t bzw. kg/m<sup>3</sup> FM)

Gruppe	Tierart	TM (%)	N	C/N-Verhältnis	N-Verfügbarkeit (% Gesamt-N)	P	K	Mg
Stallmist	Rind	25	5,00	12 – 15	5 – 18	1,20	<b>6,60</b>	0,80
	Schwein	25	<b>6,10</b>	12 – 15	5 – 20	<b>2,50</b>	5,00	1,20
Jauche	Rind	2	1,70	1 – 2	50 – 65	0,10	4,60	0,10
	Schwein	2	2,30	1 – 2	55 – 65	0,40	3,00	0,10
Gülle	Rind	8	3,00	8	20 – 30	0,50	3,10	0,40
	Schwein	8	4,60	8	30 – 40	1,20	1,60	0,50
Geflügelkot	Hühnerfrischkot	12	<b>7,40</b>	4	40 – 55	<b>4,30</b>	2,80	0,70
	Hühnertrockenkot	45	<b>20,90</b>	5	35 – 45	<b>8,64</b>	3,40	<b>3,42</b>
Bioabfallkompost		60	7,70	13 – 20	0 – 15	1,90	<b>6,20</b>	<b>3,40</b>
Gründüngung (Zwischenfrucht)		15	4,30	10 – 30	10 – 25	0,50	4,30	0,40
Ackerbohenschrot		86	<b>42,0</b>	10 – 13	20 – 30	<b>4,70</b>	<b>11,30</b>	1,60
Erbsenschrot		86	<b>35,0</b>	10 – 13	20 – 30	<b>4,30</b>	<b>10,60</b>	1,30
Hornmehl		98	<b>130,0</b>	3 – 4	30 – 45	<b>4,70</b>	4,20	2,60
Haar- u. Federmehl		98	<b>135,0</b>	3 – 4	30 – 45	<b>4,00</b>	1,60	1,00
Fleischknochenmehl		95	<b>70,0</b>	4	35 – 50	<b>65,0</b>	3,00	2,60

# Empfehlungen zum Einsatz von organischen Düngemitteln und Handelsdüngern im Ökolandbau

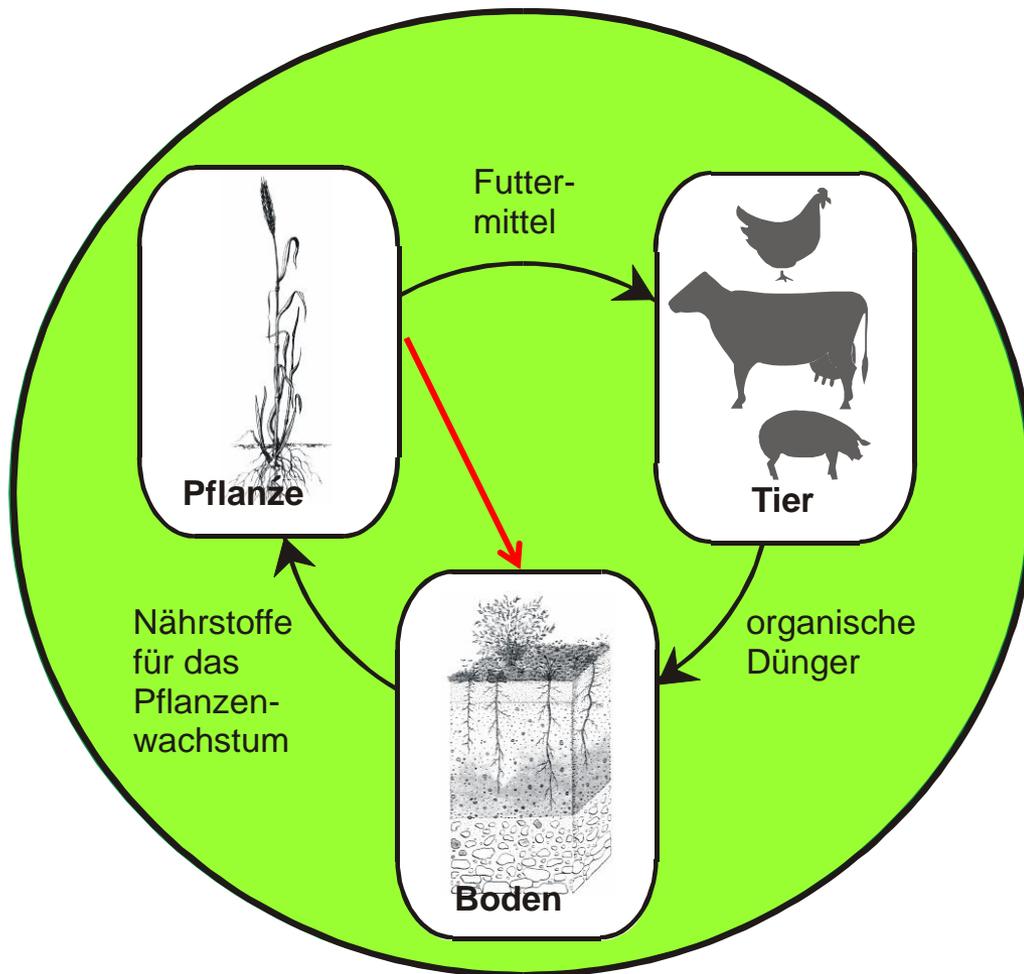
	Geflügel- mist (3–5 t/ha)	Frischmist (15 – 30 t/ha)		Rottemist (10 – 30 t/ha)		Kompost (10 – 30 t/ha)	Gülle, Biogülle (15 – 35 m³/ha)	Jauche	Organ. Handels- Dünger (50 – 100 kg Ges.-N/ha)
		Schwein	Rind	Schwein	Rind				
<b>Ackerland</b>									
Körnerleguminosen	-	+	+	++	++	++	-	-	-
Kleeagr., Luzernegras	-	-	-	++	++	++	+	-	-
Ackergras	++	++	++	++	++	+	+++	++	+
Mais	++	++	++	+++	+++	++	+++	++	+
Kartoffeln, Rüben	-	+	++	+++	+++	++	++	+	++
Ölfrüchte (Raps)	+++	++	++	+++	+++	++	+++	+++	++
Kohl	-	-	-	+	++	++	+	+	+++
Wintergetreide	++	+	+	++	++	++	+++	++	++
Sommergetreide	++	++	++	++	++	+	+	+	+
Braugerste	-	-	-	+	+	++	-	-	-
<b>Grünland</b>									
Weide	+	-	-	+	+	+++	+	+	-
Wiese u. Mähweide	+	-	-	+	++	+++	++	++	-

# Gliederung



- I Maßnahmen: Intensivierung des inneren Kreislaufs

# Nährstoffaufschluss durch Stärkung des inneren Kreislaufs



## Maßnahmen:

Abwechslungsreiche  
Fruchtfolgen

Tiefwurzelnde Pflanzen

Zwischenfrüchte

Gründüngung

„Grüne Welle“  
stetiger Bodenbewuchs

Reichhaltige Landschaft

# Nährstoffgehalte von Gesteinen und Sedimenten als Ausgangsmaterial

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



der Bodenbildung (aus SCHACHTSCHABEL et al., 1989)

Nährstoff	Ausgangsmaterial der Bodenbildung	
	Gehalte (%)	Mengen (kg/ha 1 m Tiefe)
P	0,04 – 0,13	6 600 – 18 500
K	0,6 – 4,3	100 000 – 635 000
Mg	0,06 – 0,17	9 000 – 25 200

**Humusumsatz: N, P, S, ... Mikronährstoffe**

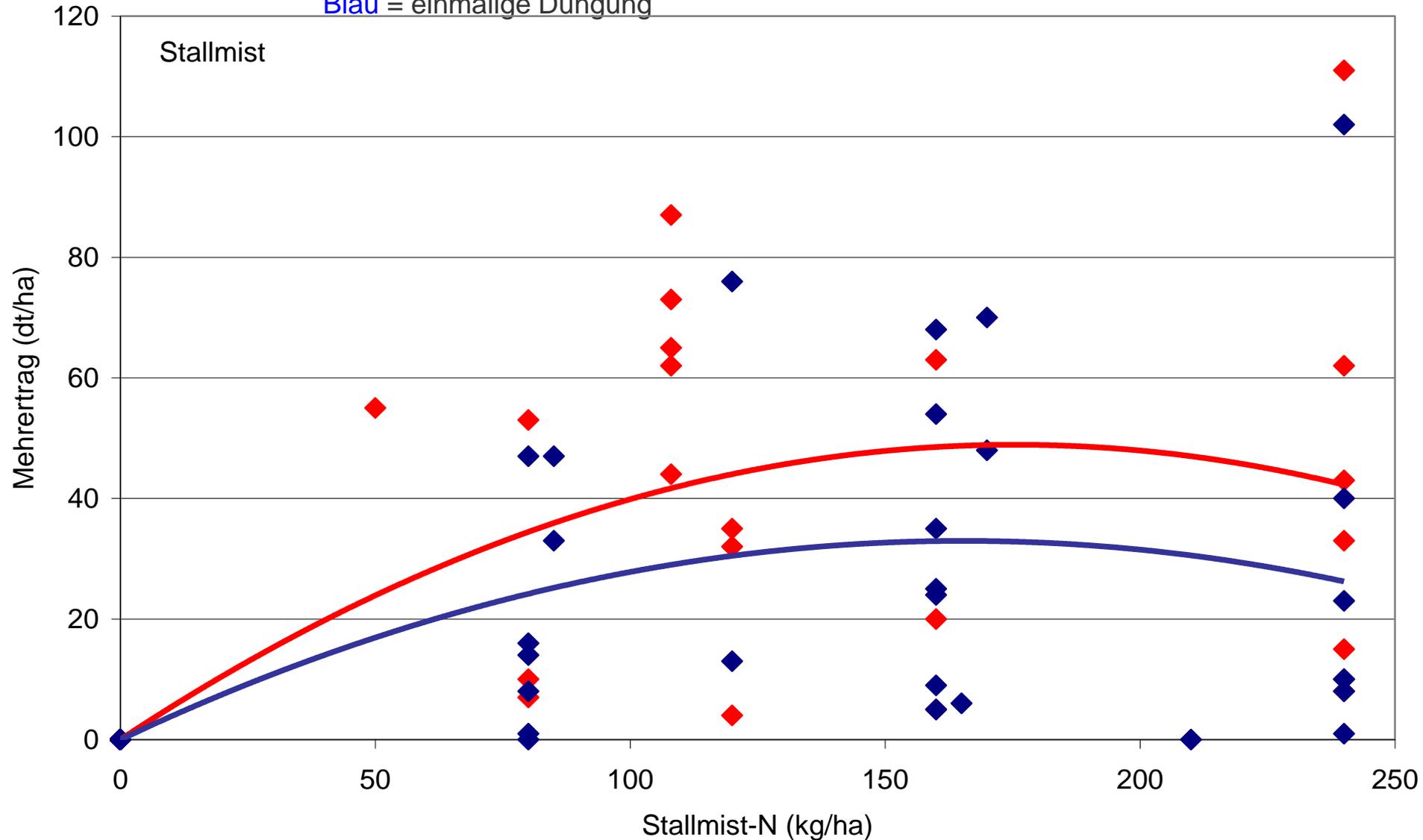
# Mehrerträge an Kartoffelknollen durch steigende Stalldung-Gaben

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Freistaat  
SACHSEN

Rot = jährliche Düngung  
Blau = einmalige Düngung



# Ertragswirkung organischer Düngemittel bei einmaliger und wiederholter Anwendung am Beispiel von Kartoffeln

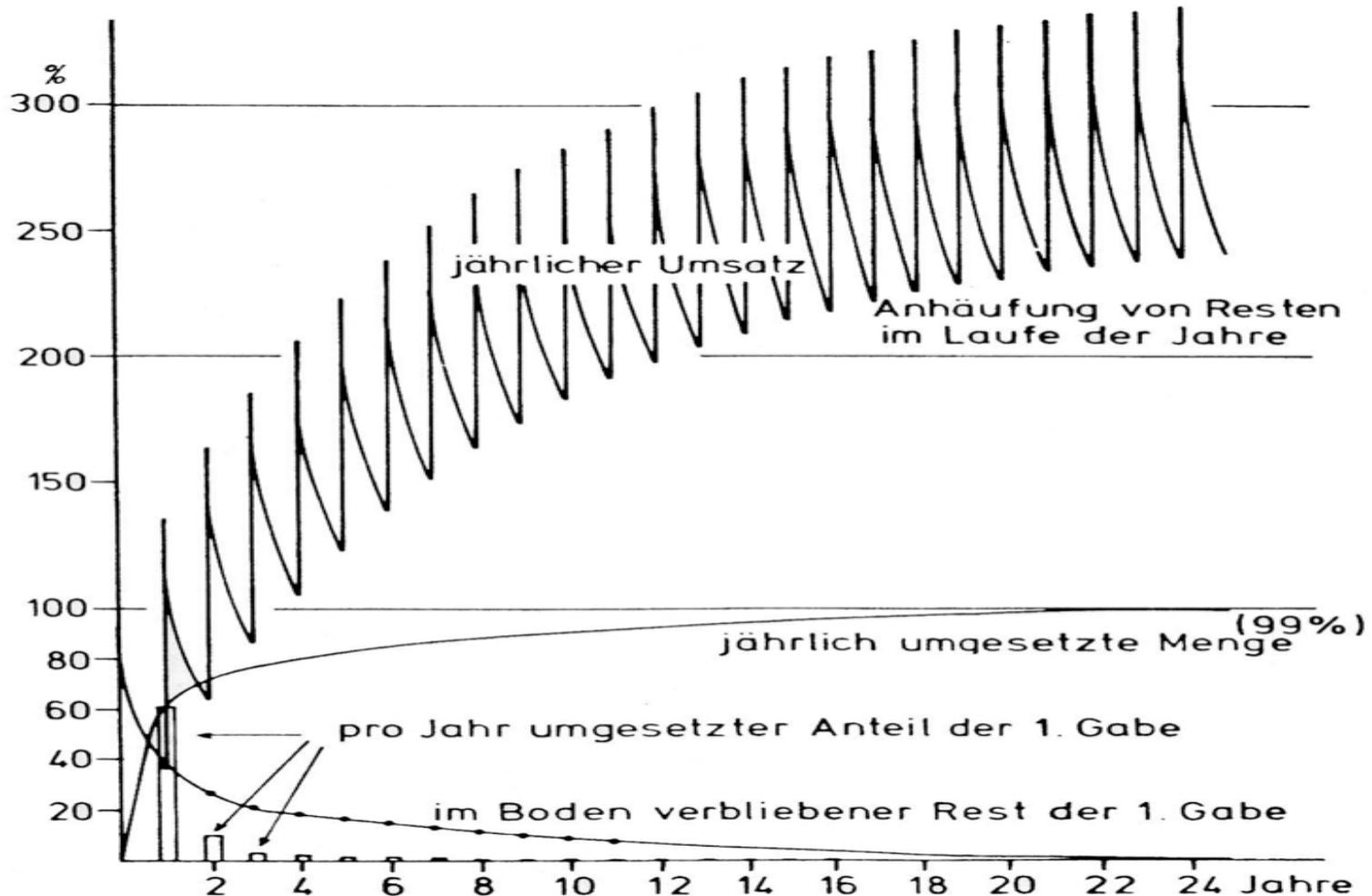
## Mehrertrag bei **einmaliger Anwendung** zur Fruchtart:

+	Kompost	100 % (= 20 – 30 dt/ha Mehrertrag)
+	Stalldung	115 – 130 %
+	Gülle	150 – 165 %
+	Handelsdünger	120 – 180 %

## Mehrertrag bei **jährlicher Anwendung** im Vergleich zur Einmal-Anwendung (Einmal-Anwendung = 100 %):

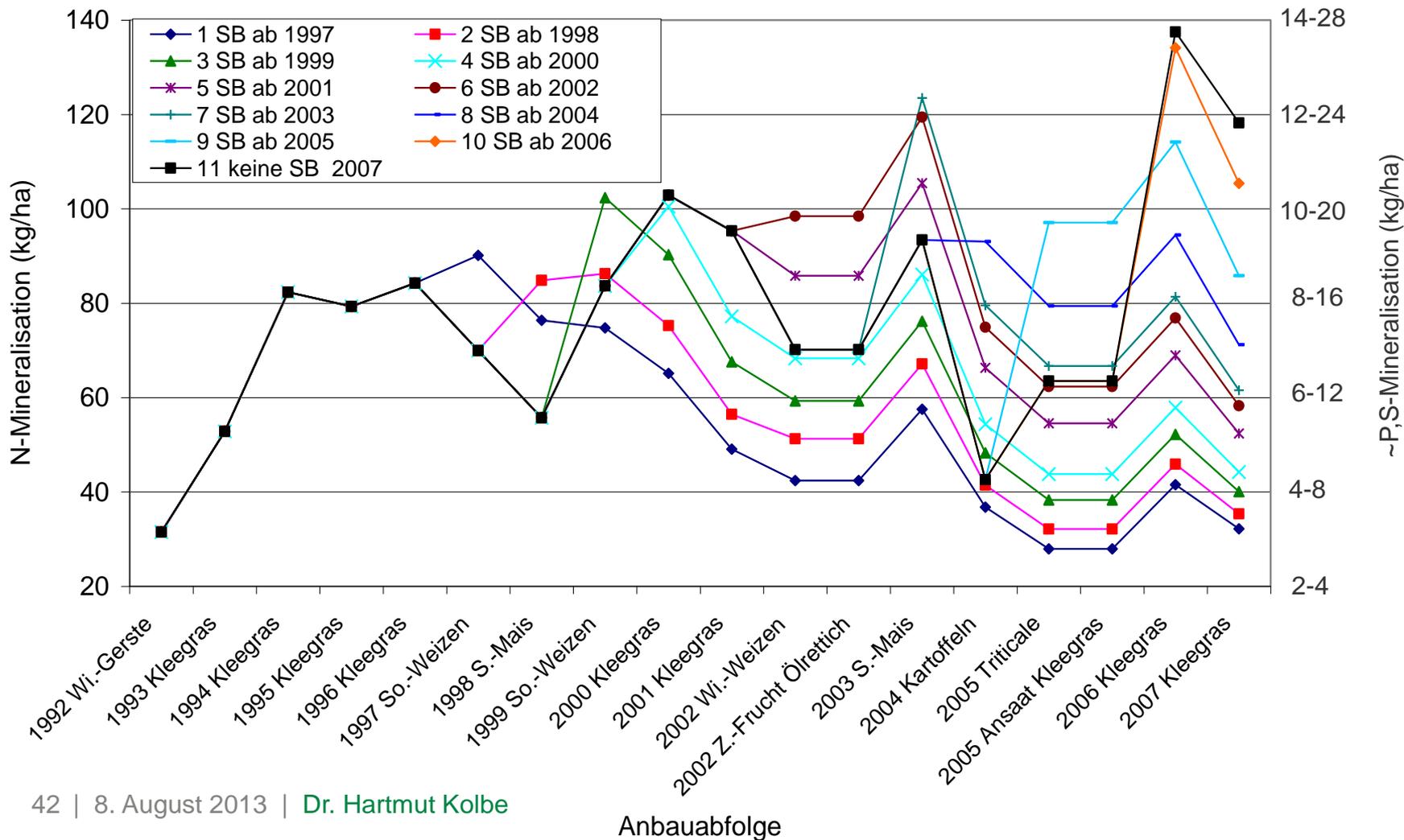
+	Kompost	150 – 200 %
+	Stalldung	130 – 150 %
+	Gülle	120 – 140 %

# Abbau, Anhäufung und Umsatz von organischer Substanz im Boden (nach Sauerbeck, 1985)



# Einfluss von Bewirtschaftung u. Schwarzbrache auf die N-, P- u. S-Mineralisation eines Dauerversuches

(1 DE/ha Stallmist, Lehm, 63 Bodenpunkte, Sachsen)



# Nährstoffentzug u. Nährstoffbedarf (kg/ha) einiger Fruchtarten

Fruchtart	Ertrag (dt/ha)	N	P	K	S
<b>Nährstoffbedarf</b>					
Kartoffeln	250	103	20	163	4-7
W.-Weizen	50	107	25	89	7-13
W.-Raps	25	95	26	103	10-14
Luzerne	400	200	28	216	32-64
<b>Nährstoffentzug</b>					
Kartoffeln	250	78	15	125	3-5
W.-Weizen	50	84	18	25	5-10
W.-Raps	25	70	20	20	8-10
Luzerne	400	200	28	216	32-64

# Sicherung des Ertragspotenzials durch Bewertung und Ausrichtung der Humussalden entsprechend der Betriebsgestaltung

## **Betriebe mit hohem Anteil Futterbau und Tierhaltung (Veredlungsbetriebe):**

- + Betriebe sind durch relativ hohe Zufuhr an organischer Substanz über Ernte- und Wurzelrückstände der Futterpflanzen und durch Wirtschaftsdünger gekennzeichnet
- + Z.T. deutlicher Anstieg der Humusgehalte
- + Hierdurch **Erhöhung der Mineralisationsmenge an Nährstoffen** (N, P, S, ...)
- + Sicherung des Ertragspotenzials
- + Humus-Versorgungsgruppe D sollte aber nicht überschritten werden (Umweltsicherung durch Begrenzung positiver N-Salden)
- + Zufuhr **fester organ. Dünger** auch auf Betrieben gut geeignet, die auf Standorten mit hohem Humusumsatz wirtschaften (Lehmböden, rel. enge C/N-Verhältnisse im Boden)

## **Markfruchtbetriebe, Betriebe auf Bergstandorten sowie mit weiten C/N-Verhältnissen im Boden:**

- + Betriebe sind durch rel. geringe Zufuhr organischer Substanz mit Humuswirkung gekennzeichnet
- + **Intensive Gründüngung** (viel Leguminosen, junge Pflanzenbestände)
- + Zufuhr von **organischen Düngern mit hohen Nährstoffgehalten und rel. engen C/N-Verhältnissen** (Handelsdüngemittel)
- + Hohe Aktivität der Bodenbearbeitung, gute Kalkversorgung
- + **Hohe Umsetzungsrate der organischen Substanz und Nutzung von Priming-Effekten führt zur Sicherung des Ertragspotenzials** bei nur geringen Auswirkungen auf die Humusgehalte
- + Mindestens Humus-Versorgungsgruppe C sollte eingehalten werden, da sonst standorttypische Humusgehalte und die Nachhaltigkeit der Betriebe nicht gewährleistet werden können (z.B. negative N-, P-, S-Salden, Ertragsabfall)



# Gliederung

## I Fazit

- **Besonderheiten der P-Versorgung in ASG 4 u. 5 liegen in der Festlegung / Alterung des Phosphats durch Verwitterungsprodukte des Bodens (bei niedrigen pH-Werten)**
- **Durch deutlich negative P-Bilanzen weisen die Bodengehalte von Ökobetrieben einen negativen Trend auf (besonders auf Marktfruchtbetrieben)**
- **Bei guter Nährstoffversorgung (> Klasse C) kann zunächst ein Überhang abgeschöpft werden**
- **In Klasse A kann es zu Ertragsausfällen von 20 – 50 % kommen**
- **Durch P-Mangel wird auch die legume N-Bindung der Leguminosen reduziert, was zu einem weiteren Ertragsabfall der nachfolgenden Nichtleguminosen führt**
- **Bei knappen Boden-Reserven besteht Handlungsbedarf zur Sicherung der Nachhaltigkeit**
- **Ziel des Nährstoffmanagements ist es daher, den P-Gehalt des Bodens auf Versorgungsklasse B zu stabilisieren**
- **Es ist darauf zu achten, dass auch die pH-Werte im optimalen Versorgungsbereich liegen (C)**
- **Kontrolle durch regelmäßige Bodenuntersuchung der Acker- und Grünlandflächen (3 – 4 Jahre)**
- **Intensivierung des „inneren Kreislaufs“ durch Maßnahmen der Nährstoffmobilisierung: Anbau von Tiefwurzlern, Zwischenfrüchten, Futterbau und Gründüngung, Steigerung des Humusumsatz**
- **Schließung des „äußeren Nährstoffkreislaufs“ durch organische Düngemittel (Zukauf), (rezyklierte) mineralische P-Düngemittel, ggf. auch durch organische Düngemittel mit rel. engen C/N-Verhältnissen (Handelsdüngemittel)**
- **Erhöhung des organischen P-Pools und des Humusumsatzes gewährleisten Absicherung des Nährstoffbedarfs**

## Broschüre

→ Bodenfruchtbarkeit im Öko-Betrieb – Untersuchungsmethoden:

<http://orgprints.org/19532/>

## Bestimmung und Bewertung biologischer Eigenschaften

→ Aktivität von Regenwürmern im Rahmen d. Spatendiagnose:

[http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse\\_extra/pdf/karte\\_boden.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse_extra/pdf/karte_boden.pdf)

→ Zeigerpflanzen:

<http://www.ahabc.de/focus/focus-12.html>

→ Fruchtfolgeplanung:

<http://orgprints.org/15100/>

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/5137.htm>

→ Auswahl organischer Düngemittel:

<http://orgprints.org/13632/>

## Bestimmung und Bewertung physikalischer Eigenschaften

→ Spatendiagnose, Fallprobe u. Untersuchung der Bodenprofilwand:

[http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen\\_url\\_1\\_58.pdf](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen_url_1_58.pdf)

[http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse\\_extra/pdf/boden.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse_extra/pdf/boden.pdf)

[http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse\\_extra/pdf/karte\\_boden.pdf](http://www.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse_extra/pdf/karte_boden.pdf)



## Bestimmung und Bewertung chemischer Eigenschaften

→ Zukaufsdüngemittel: <http://www.betriebsmittel.org/> → Betriebsmittelliste

→ Humusbilanzierung: <http://orgprints.org/13626/>

→ Stickstoff u. Schwefel:

Formen der Nährstoffbilanzierung: <http://orgprints.org/14925/>

Berechnung der legumen N-Bindung: <http://orgprints.org/13627/>

Schwefel-Schätzrahmen: [http://www.landwirtschaft-mlr.baden-](http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1173954_11/lufa_Schwefelsch%C3%A4tzrahmen.pdf)

[wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1173954\\_11/lufa\\_Schwefelsch%C3%A4tzrahmen.pdf](http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1173954_11/lufa_Schwefelsch%C3%A4tzrahmen.pdf)

Schätzmethode u. Kennzahlen: <http://orgprints.org/13632/>

→ Grunddüngung, Spurenelemente und Kalkung:

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Grundduengung.pdf>

Formen der Nährstoffbilanzierung: <http://orgprints.org/14925/>

→ Visuelle Schätzung von Ernährungsstörungen der Pflanzen durch Programm

Visuplant: [http://www.tll.de/visuplant/vp\\_idx.htm](http://www.tll.de/visuplant/vp_idx.htm)

→ PC-Hilfsmittel:

PC-Programm BEFU, Teil ökologischer Landbau:

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/befu/>

→ Technische Umsetzung des Nährstoffmanagements: <http://orgprints.org/13632/>

→ Bodenuntersuchung (Schweiz):

<https://www.fibl-shop.org/shop/pdf/mb-1158-bodenuntersuchung.pdf>

→ Umsetzung der Düngeverordnung:

[http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/3309\\_1.pdf](http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/3309_1.pdf)

A wide-angle landscape photograph showing rolling hills. The foreground is dominated by a large, dark green tree on the left and a field of golden-brown grain. The middle ground features a mix of green grassy slopes and more golden-brown fields. In the background, there are dense green forests and distant hills under a clear blue sky.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**