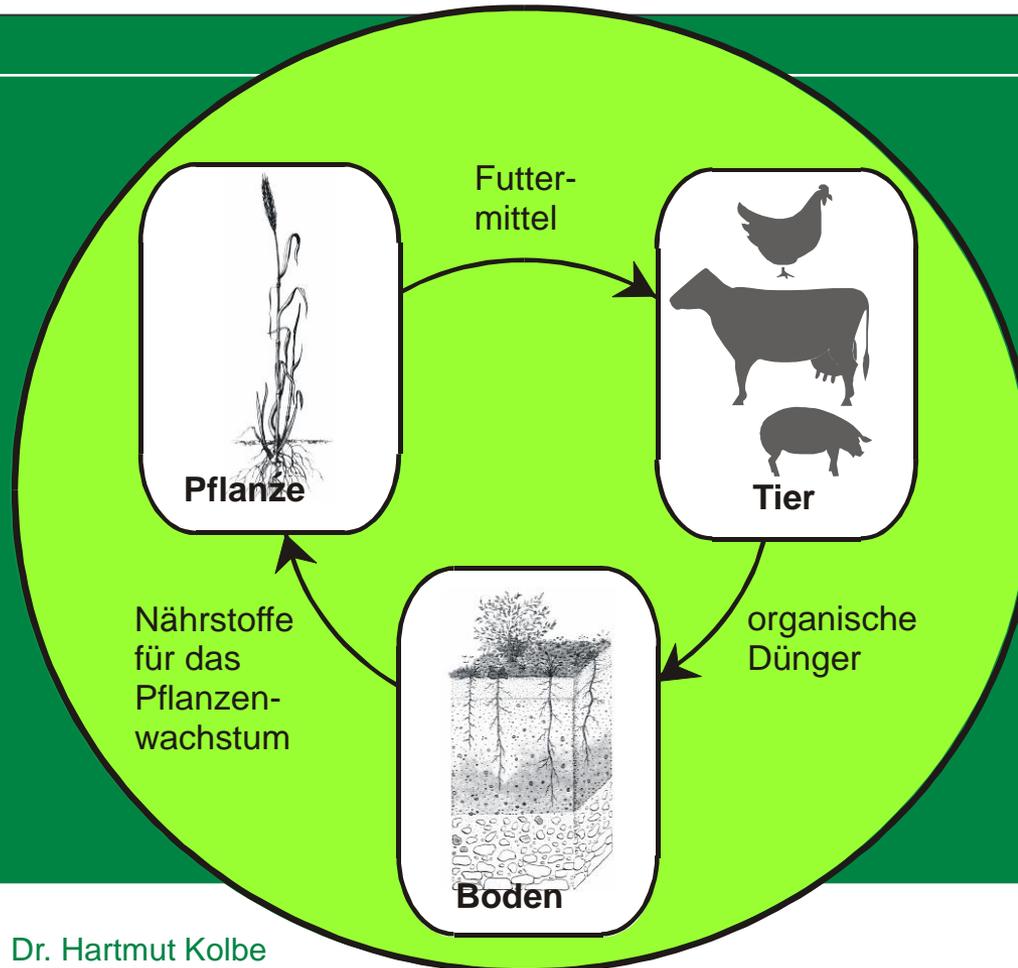


Grundnährstoffversorgung ökologisch wirtschaftender Betriebe mit Kali, Phosphor und Schwefel auf leichten Standorten



Gliederung



I Allgemeine Grundlagen

I Kalium

I Phosphor

I Schwefel

I Humusumsatz und Nährstoff-
freisetzung (N, P, S)

I Standard-Untersuchungs-Programm
und technische Umsetzung

I Fazit

Gliederung

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN

I Allgemeine Grundlagen

Düngegesetz

Bundes-Bodenschutzgesetz

Cross Compliance

EU-Verordnung 834/2007 zum Ökologischen Landbau

„Gute fachliche Praxis“

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN



Die Fruchtbarkeit und biologische Aktivität sowie die Humusgehalte
des Bodens sind zu erhalten
oder in geeigneten Fällen zu erhöhen.

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:

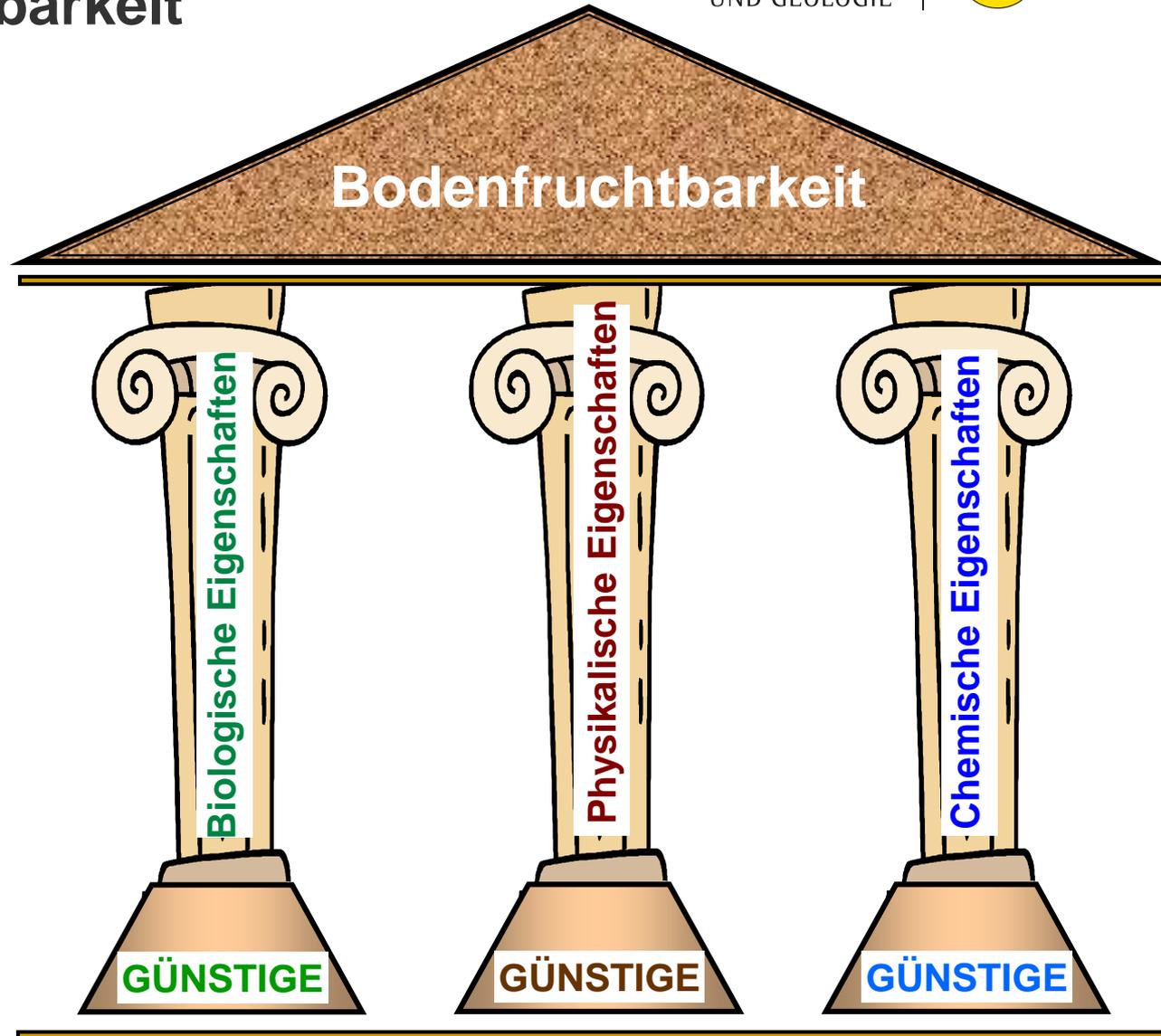
- I **Günstige Vernetzung des Agrarraumes** mit Ackerland, Grünland, Wald, Naturflächen, Nischen bildende Strukturen (z.B. Hecken) mit Standort gerechten Arten
- I **Betriebsformen mit Ackerbau und Viehhaltung** gut aufeinander abgestimmt
- I **Günstige Gestaltung der Bodenbearbeitung** z.B. durch reduzierte 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)

Vernetzung des Agrarraumes begünstigt die Bodenfruchtbarkeit

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Die tragenden Säulen der Bodenfruchtbarkeit



Nährstoffgehalte von Gesteinen und Sedimenten als Ausgangsmaterial

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

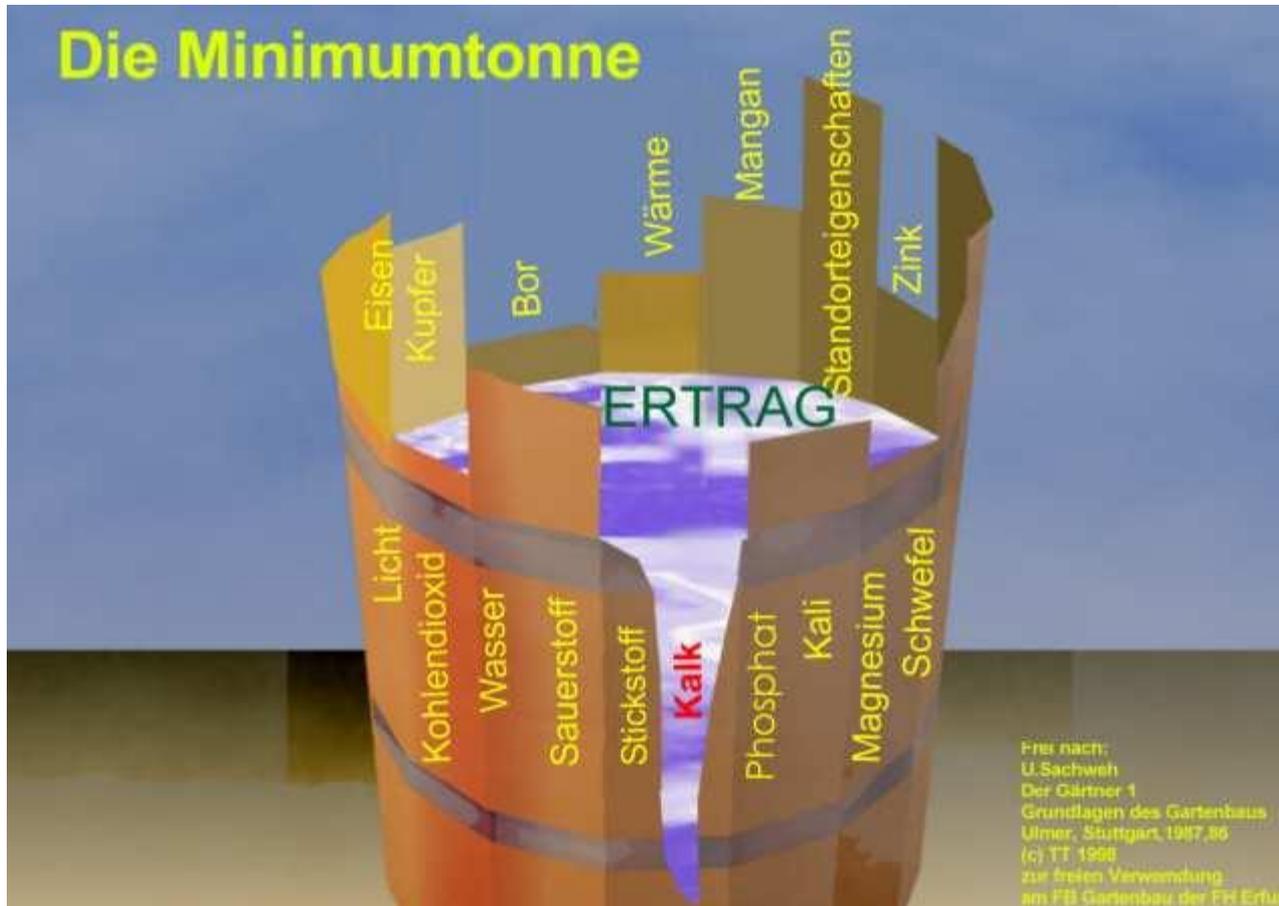


der Bodenbildung (aus SCHACHTSCHABEL et al., 1989)

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

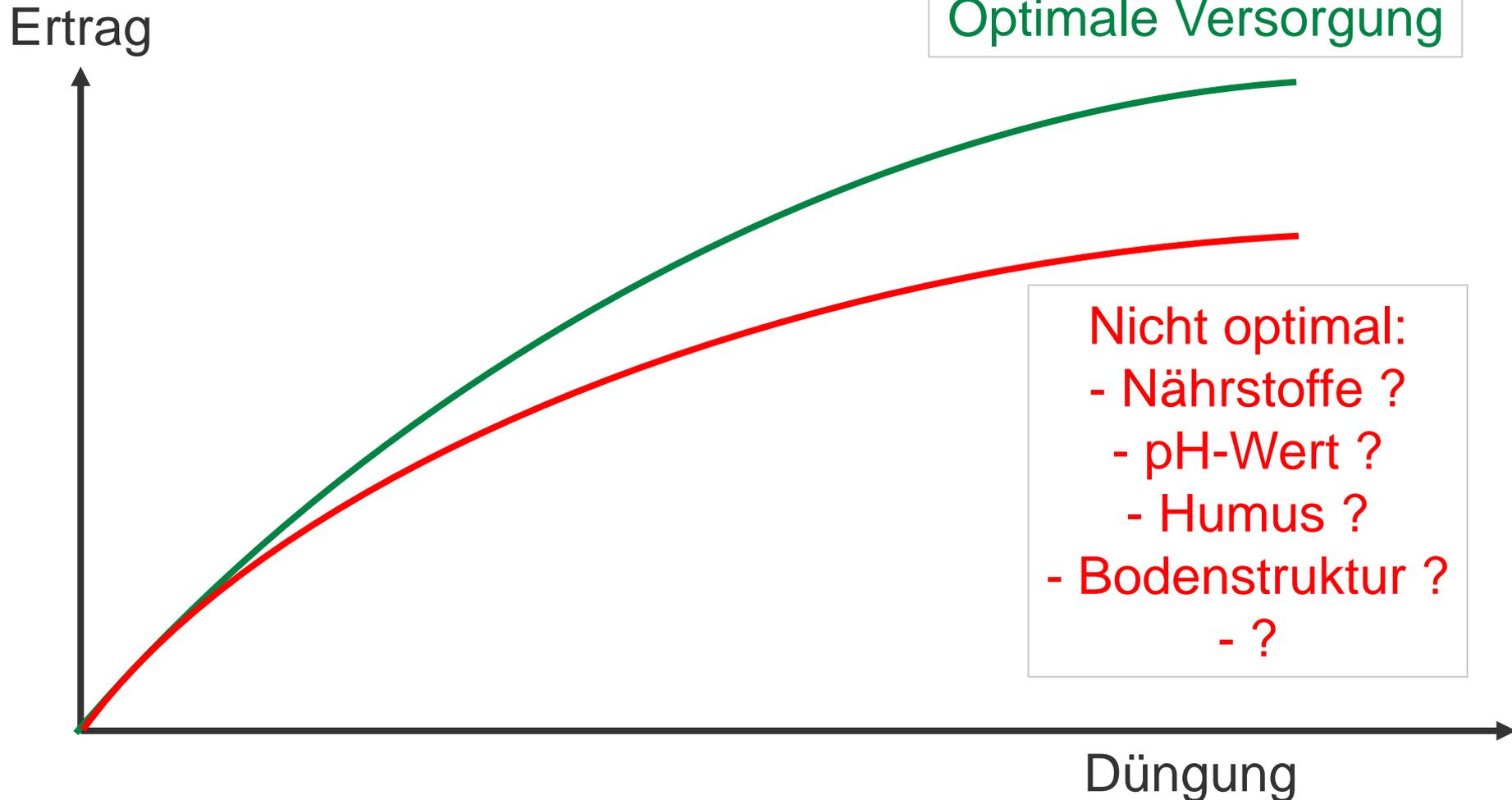
Humusumsatz: N, P, S, ... Mikronährstoffe

Gesetz vom **Minimum** (LIEBIG)



Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs (MITSCHERLICH)

Einfluss **vieler Faktoren**



Untersuchungen zum Nährstoffmanagement auf Ökobetrieben in Sachsen

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN

Untersuchungsparameter:

- Untersuchungsumfang:** 32 Betriebe, alle Regionen (= ca. 10 %), 6740 ha (= ca. 23 %) mit 810 Ackerschlägen 6 Jahre = 4860 Ackerschlagsjahre
- Standortdaten:** Agrarstrukturgebiet, Bodenart, Höhenlage, Jahresniederschlag, Durchschnittstemperatur
- Ackerschlagkarteiaufzeichnungen:** Schlag-Name, Fruchtarten (d. Fruchtfolge), Hauptprodukt-Ertrag, Nebenprodukt, Zwischenfrüchte, Düngung, etc., Tierarten u. -Anzahl, -Leistung, Zukauf, Verkauf
- Bodenuntersuchung** (Acker- u. Grünland):
 N_{\min} , S_{\min} (unvollständig), pH, pflanzenverfügbare Grundnährstoffe (P, K, Mg), Mikronährstoffe (B, Mo, Cu, Mn, Zn), Bewertung nach VDLUFA A-E-System
- Bilanzierung** (Schlag-, Flächen-, Hoftor-, Netto-, Brutto-): legume N-Bindung, N, P, K, Mg, (S), Humus, Bewertung nach VDLUFA- u. anderen Richtlinien
- Düngungsbemessung:** N auf Grund Fruchtfolge, Humusbilanz, N-Bilanz u. a. Systemen (CCB), Kalk u. pH-Wert, P, K, Mg durch BEFU-Berechnungen

Ergebnis-Vergleich

1. = 9 Betriebe auf leichten Böden (S – IS)

2. = 32 Betriebe Grundgesamtheit



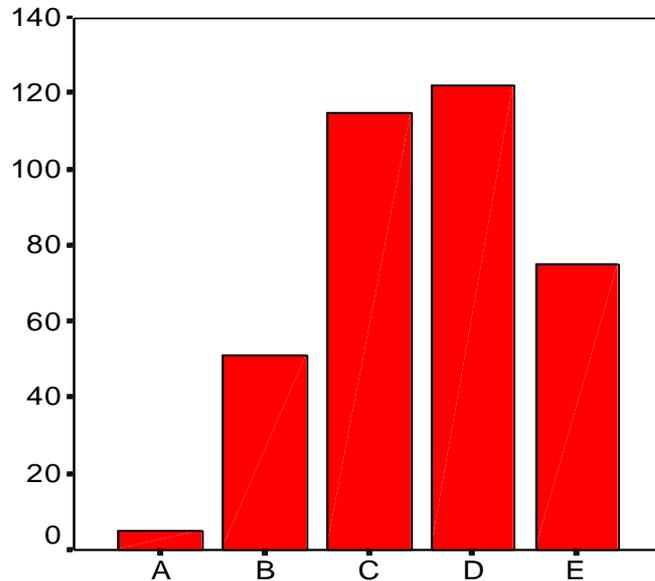
Bilanzierung (aggregierte Schlagsalden):

	legum.N-Bidg. kg/ha)	N (netto) (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Mg (kg/ha)	Humus (kg C/ha)
1. 09 Betriebe:	44	-17	-7	-35	18	211
2. 32 Betriebe:	54	-11	-8	-37	11	246

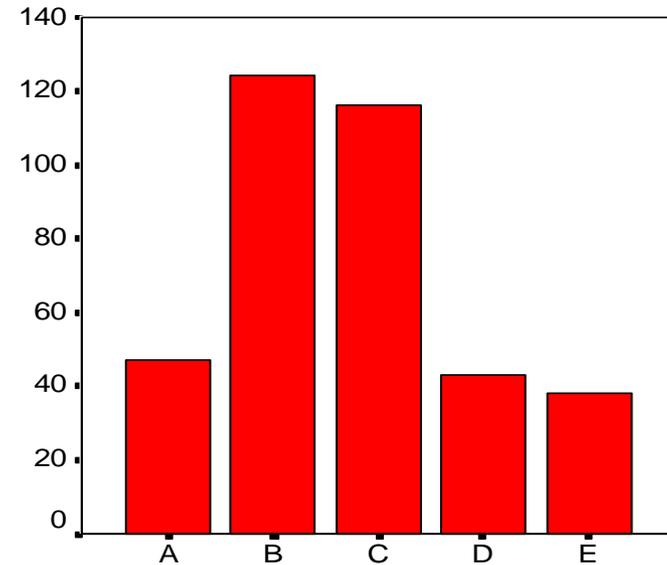
Bodenuntersuchung u. Humusbilanz-Bewertung (n. VDLUFA, %):

Klasse	Humus	pH-Wert	P	K
Betriebe	2.	2.	2.	2.
A	2	3	11	10
B	3	28	37	29
C	68	55	27	28
D	17	14	19	24
E	11	1	6	9

P- und K-Versorgung der Ökobetriebe in Sachsen (Ackerland):



Versorgungsstufe Kalium



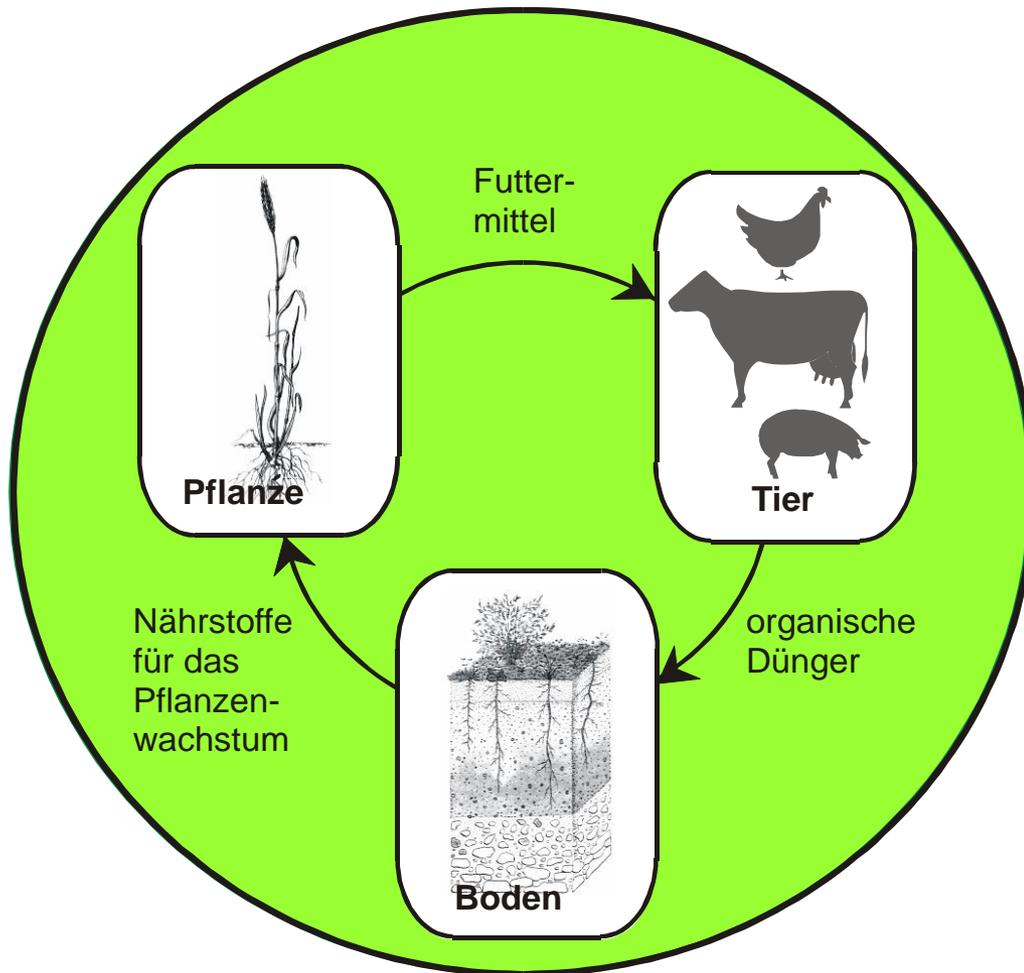
Versorgungsstufe Phosphor

Trend:

Abnahme der Klassen E – C

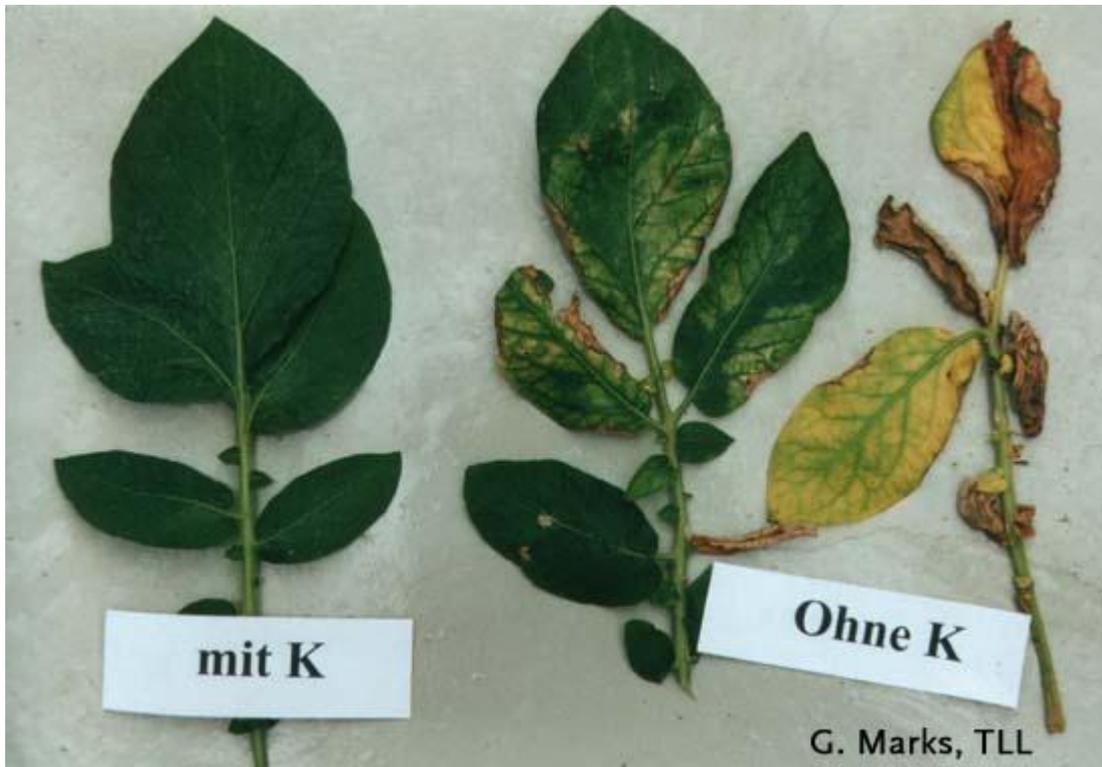
Zunahme der Klasse B

Geschlossener Nährstoffkreislauf



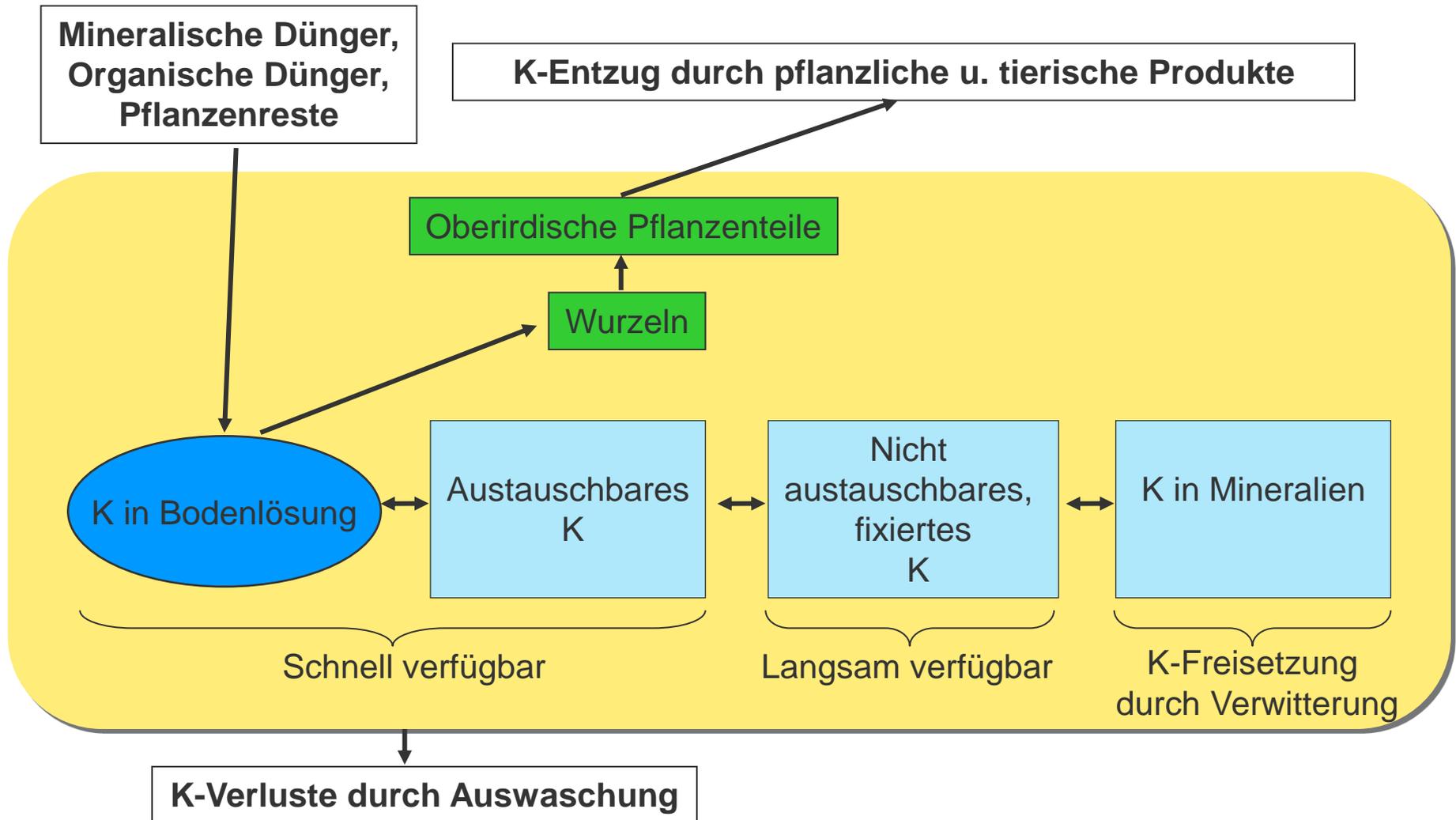
Gliederung

Kalium



K-Mangel an Kartoffeln
http://www.tll.de/visuplant/vp_idx.htm

Die K-Formen im Boden



Einfluss von Standort und Bewirtschaftung auf die löslichen

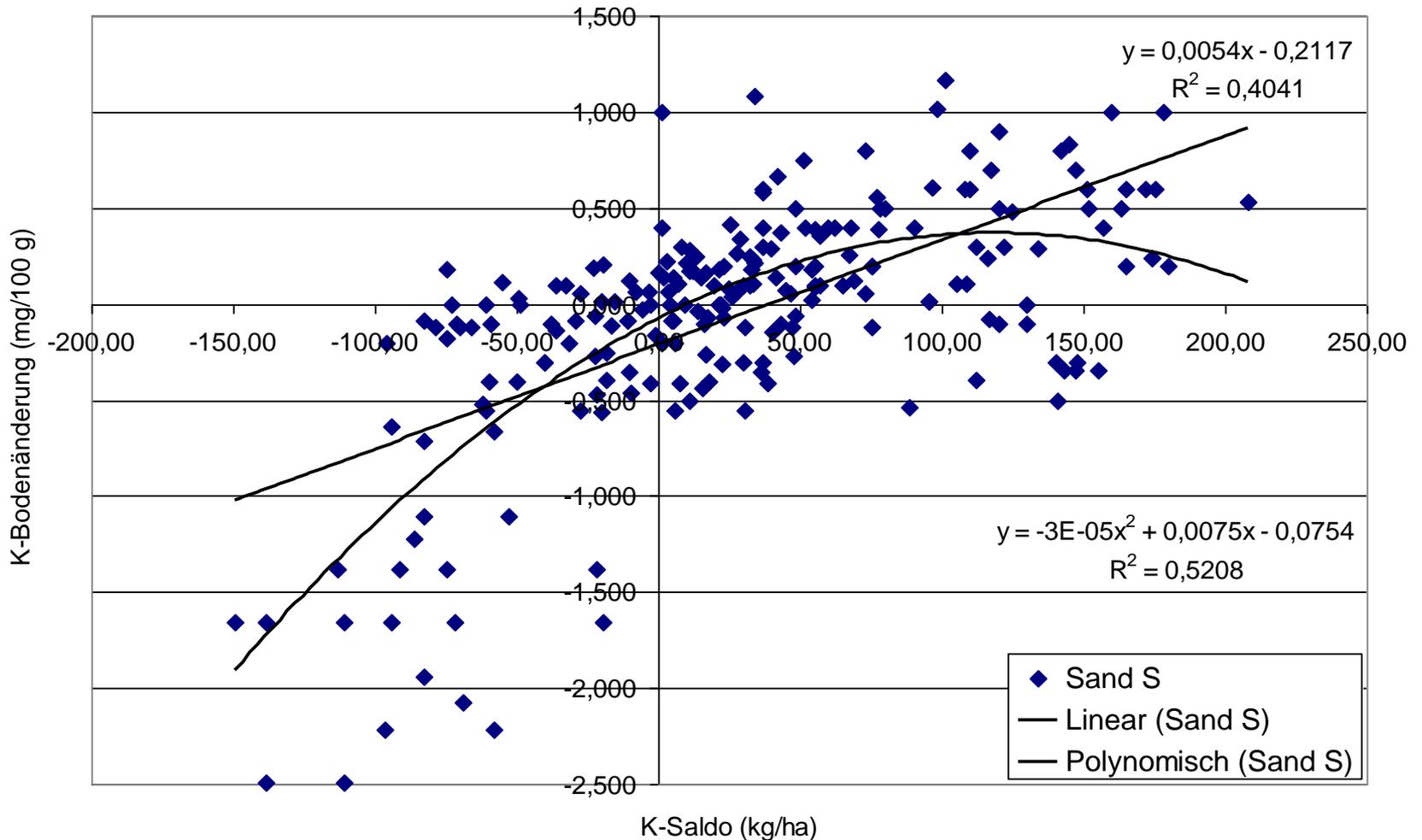
K-Gehalte (DL, CAL, konvent. Dauerversuche, Varianten-Anzahl = 306)

Faktor	Multpl. Bestimmtheitsmaß r^2 (%)	
	Modell ohne WW-Glieder	Modell mit WW-Glieder
WW K-Bilanz x Bodenart¹⁾		33,3
K-Bilanz	24,8	1,1
K-Bilanz2		18,0
Bodenart ¹⁾	1,0	0,3
Bodenart2 ¹⁾		0,8
WW K-Bilanz x Humusgehalt		8,1
Humusgehalt	9,9	
Humusgehalt2		0,9
WW Bilanz x Niederschlag		7,2
Niederschlag (mm)	1,0	1,0
WW Bilanz x Temperatur		1,4
Temperatur	1,9	10,4
Temperatur2		1,1
WW K-Bilanz x pH-Wert		0,5
pH-Wert2		0,9
K-Gehalt Versuchsanfang	2,7	1,4
K-Gehalt Versuchsanfang2		0,9
Summe	41,3	87,3

1) 1 = S; 2 = SI; 3 = IS; 4 = SL; 5 = sL; 6 = L; 7 = LT; 8 = T; 9 = M
Kein Einfluss: N-Düngung

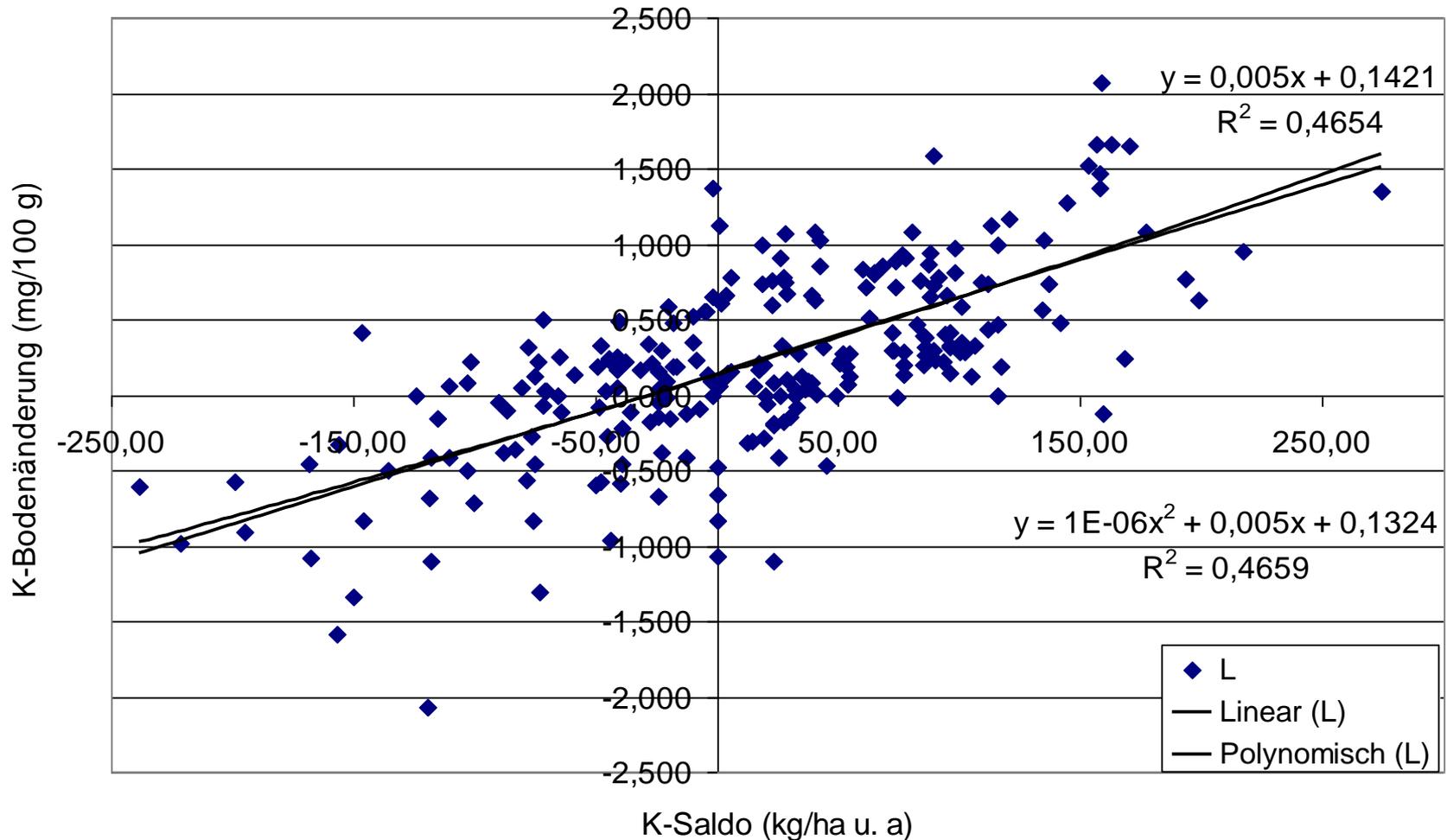
Einfluss der K-Bilanz auf die K-Bodenänderung auf Sand

(konvent. Dauerversuche, 229 Var.)

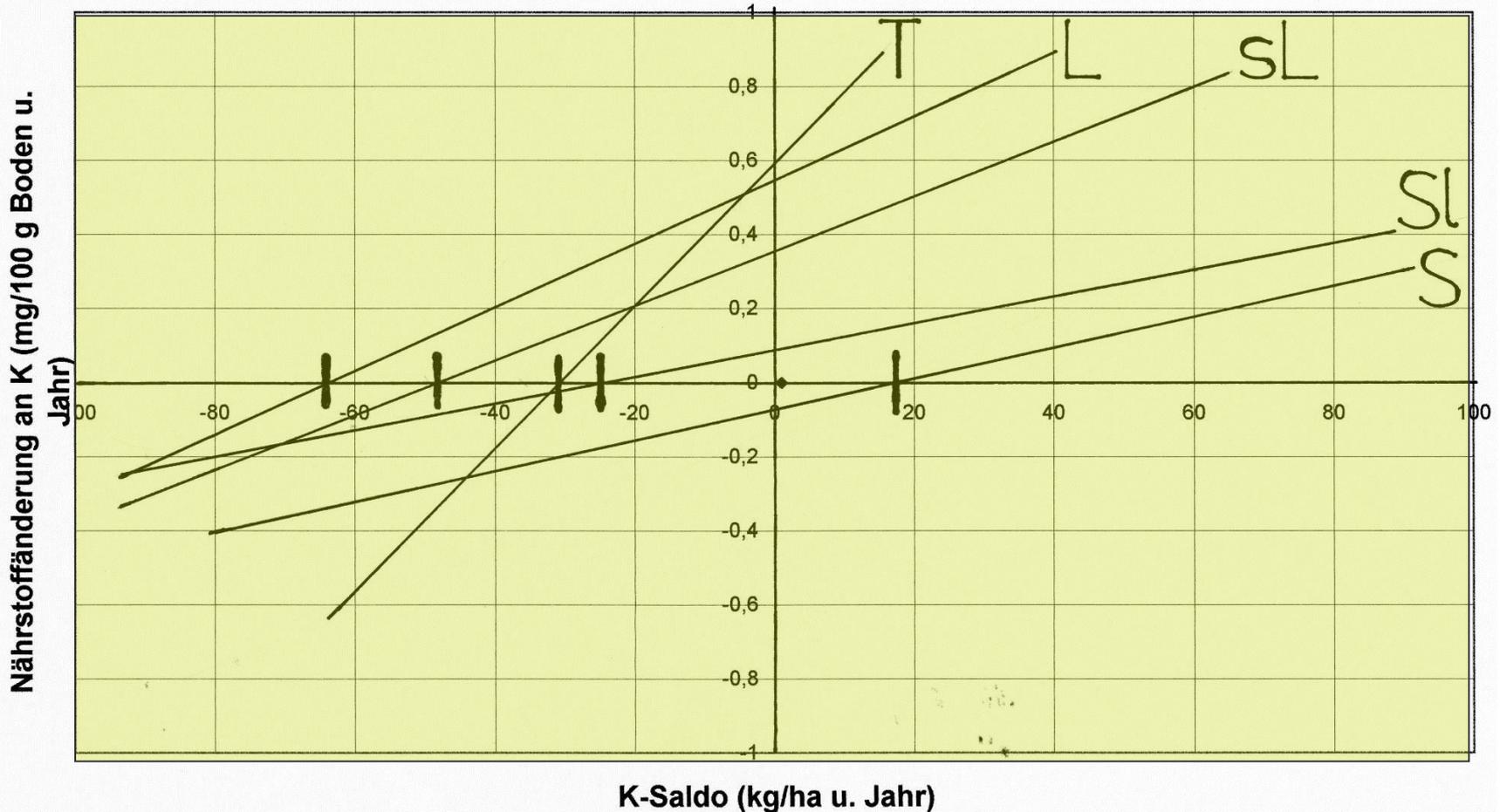


Einfluss der K-Bilanz auf die K-Bodenänderung auf **Lehm**

(konvent. Dauerversuche, 238 Var.)



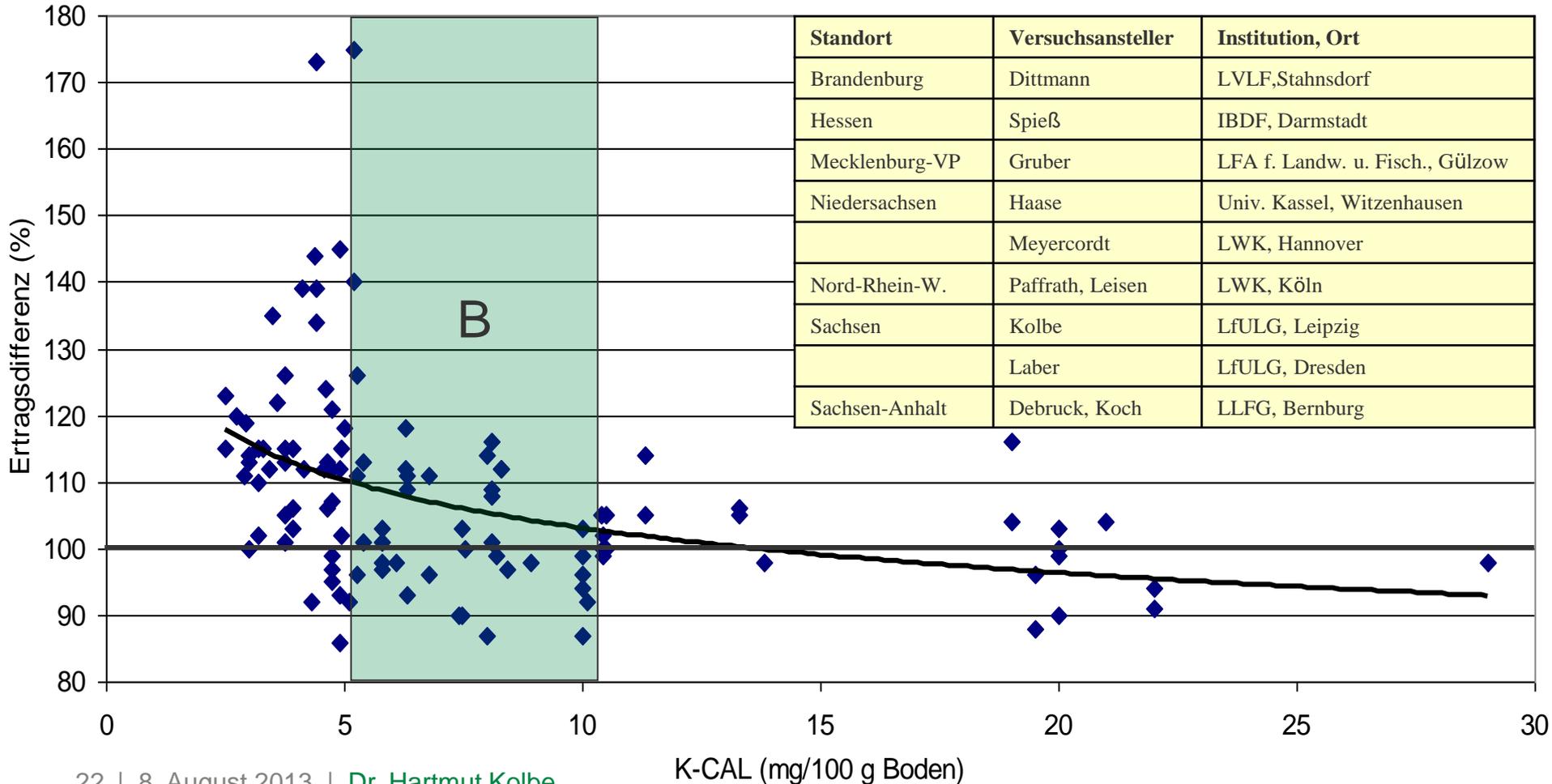
Beziehung zwischen K-Schlagbilanz und K-Gehalt des Bodens bei verschiedenen Bodenarten



Leichte Böden: Auswaschung größer als Nachlieferung
Mittlere – schwere Böden: Nachlieferung größer als Auswaschung

Einfluss der mineral. K-Düngung auf die Ertragsdifferenz bei unterschiedlichen K-Bodengehalten aus Öko-Versuchen

Versorgungs-
klassen: A B C D E



Versorgungsklassen für die löslichen K-Gehalte im Boden

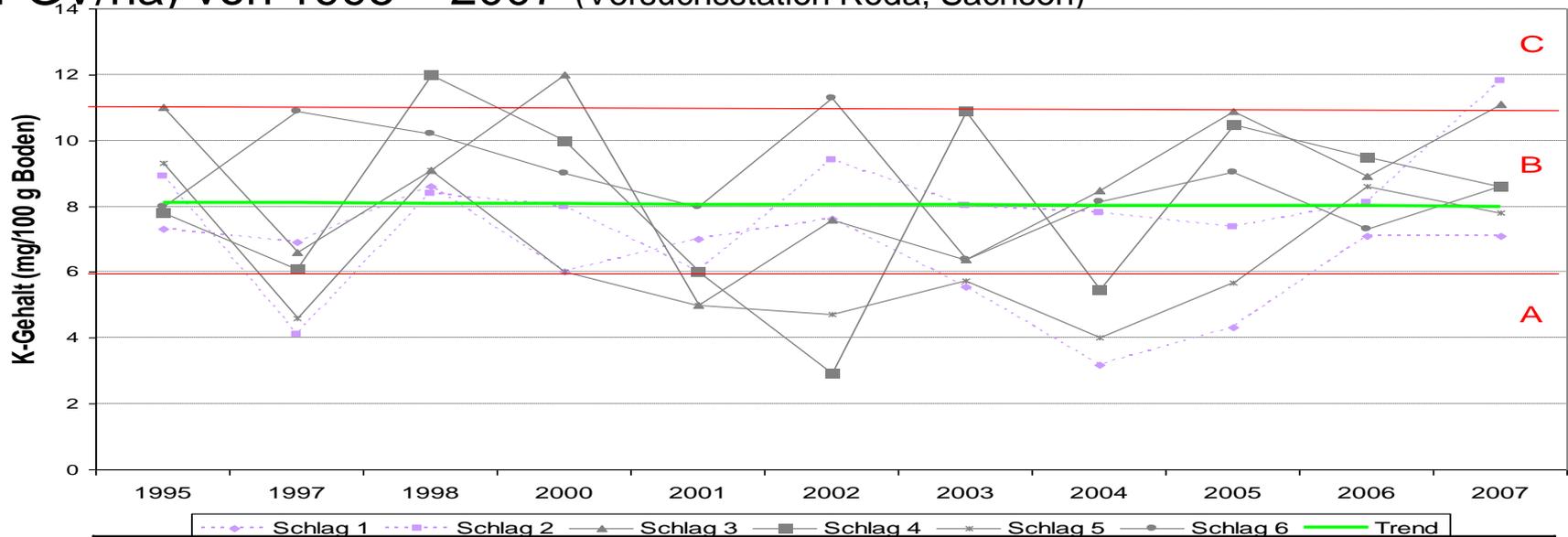
Gehaltsklasse	Einstufung	Anmerkung für den ökologischen Landbau
A Sehr niedrig	Ertrags- und Qualitätsmängel, sehr guter Umwelt- und Ressourcenschutz, geringe Effizienz bei singulärem Mangel	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen in der Regel notwendig
B Niedrig	Optimal für ökologischen Landbau: Ertrag, Qualität, Umwelt- und Ressourcenschutz	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen ggf. langfristig notwendig
C Mittel	Optimal für konventionellen Landbau bezüglich Ertrag aber verringerter Umwelt- und Ressourcenschutz	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen begründungsbedürftig
D Hoch	Maximaler Ertrag, Luxuskonsum, geringer Umwelt- und Ressourcenschutz	Keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen
E 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
Kalium (K),	<u>Bodenuntersuchung</u> der Ackerkrume auf pflanzenverfügbare Nährstoffe: P (DL-, CAL-Methode), K (DL-, CAL-Methode) , Mg (CaCl ₂ -Methode)	- alle 3 – 5 Jahre bzw. 1 x je Fruchtfolge
	<u>Düngebedarfsermittlung</u> für P, K , Mg (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</u> für P, K , Mg (Methoden Schlag-, Hof-, Stall-Bilanz, Nährstoffvergleich)	- 1 x je 1 – 2 Fruchtfolgerotationen bzw. entspr. d. Düngeverordnung - Ziel: P ≥ 0 kg; K leichte Böden ca. +15 kg/ha, schwere Böden bis -40 kg/ha

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

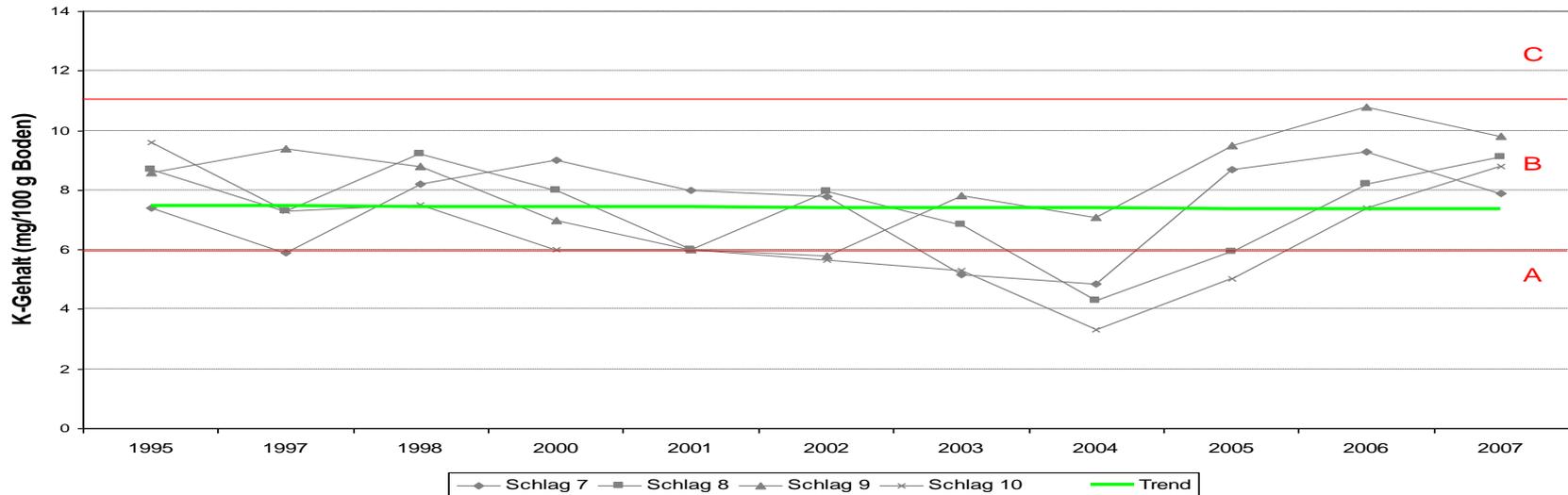
Entwicklung der K-Gehalte (DL) in der **viehhaltenden Fruchtfolge** (1 GV/ha) von 1995 – 2007 (Versuchsstation Roda, Sachsen)



Schlagbilanz und Düngungsempfehlung für K (kg K/ha)

Schlag Nr.	Saldo (Ziel = min. -40)	Düngungsempfehlung (Bodenart = L)	Gehaltsklasse (Ziel = B)
3	34	0	B
4	-51	0	B
5	-7	0	B
6	-29	0	B
Mittelwert	-13	0	B

Entwicklung der K-Gehalte (DL) in der **viehlosen Fruchtfolge** von 1995 – 2007 (Versuchsstation Roda, Sachsen)



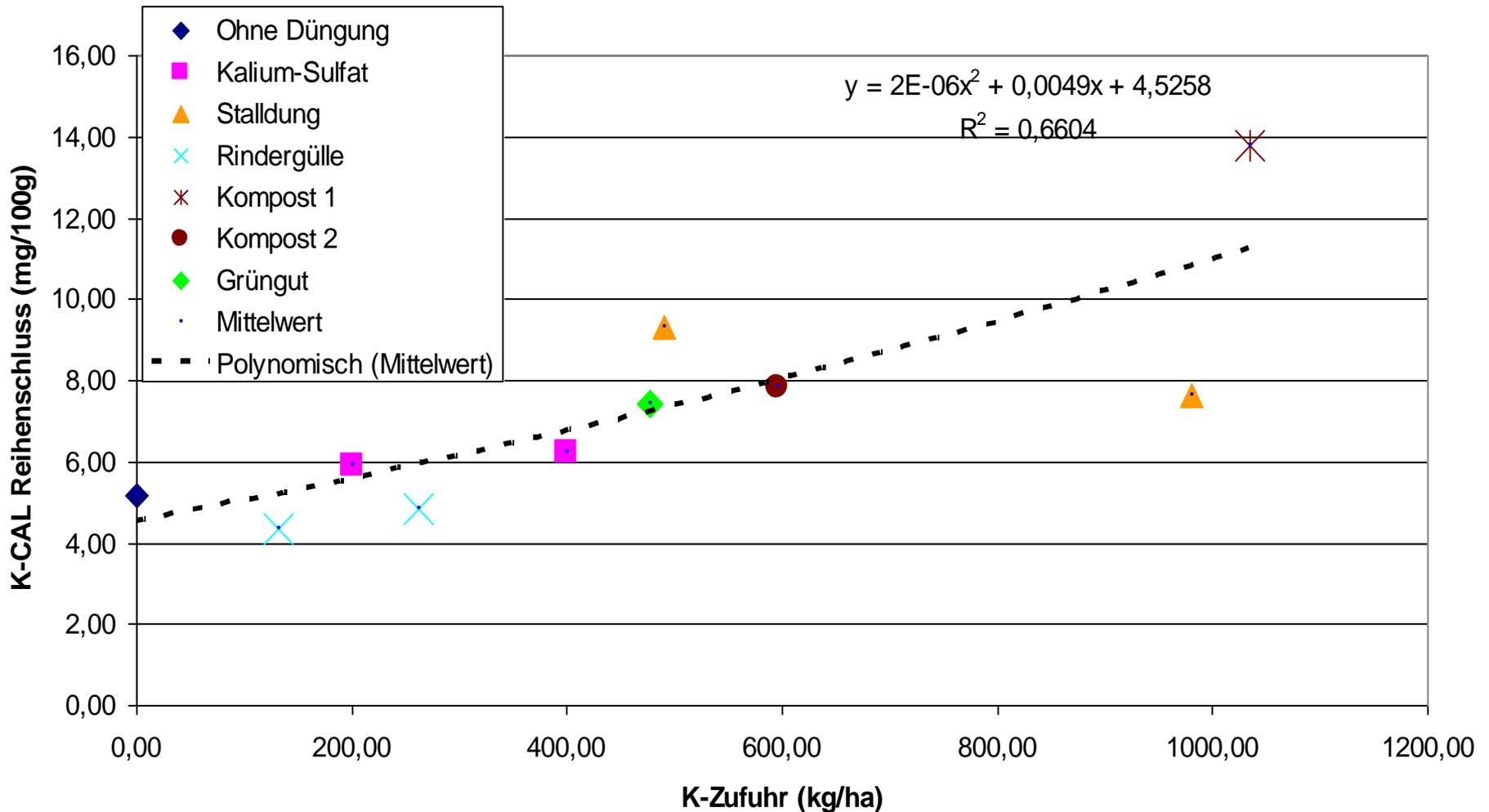
Schlagbilanz und Düngungsempfehlung für K (kg K/ha)			
Schlag Nr.	Saldo (Ziel = min. -40)	Düngungsempfehlung (Bodenart = L)	Gehaltsklasse (Ziel = B)
7	-64	0	B
8	-43	0	B
9	-50	0	B
10	-11	111	B
Mittelwert	-42	28	B



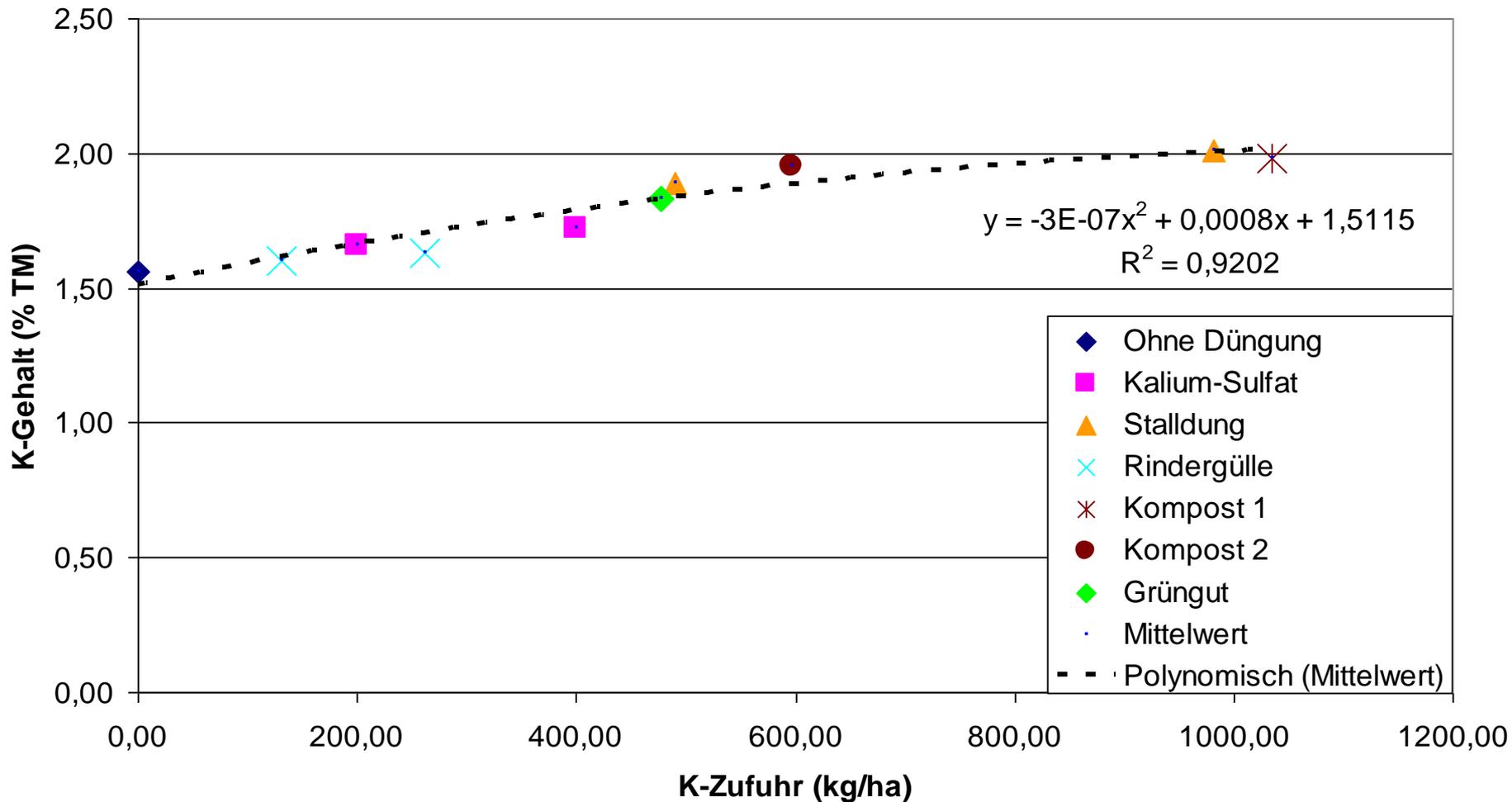
Düngungsplan für Frisch- bzw. Trockenmasse (dt/ha)

Var.	Düngemittel	Aus- bringung	2004	2005	2006	Mittelwert
		(dt FM/ha)	(dt TM/ha)			
1	Ohne Düngung	0	0	0	0	0
2	Patentkali	8	8	8	8	8
3	Patentkali	16	16	16	16	16
4	Stalldung	417	120	76	290	162
5	Stalldung	833	241	152	581	325
6	Rindergülle	400	30	27	36	31
7	Rindergülle	800	60	55	73	63
8	Kompost 1	1725	936	811	1244	997
9	Kompost 2	879	459	642	430	510
10	Grüngut	867	273	244	244	254

Einfluss der K-Zufuhr auf die K_{CAL} -Gehalte des Bodens zum Reihenschluss (Mittelwerte)



Einfluss der K-Zufuhr auf die K-Gehalte der Knollen (Mittelwerte)



Schlussfolgerungen zu K-Formen-Verusch

- Einfluss der K-Düngung auf Boden und Pflanzenqualität:
 - Anhebung der K_{CAL} -Gehalte des Bodens (von 5 auf über 10 mg/100g)
 - Zunahme der K-Gehalte der Knollen (von 1,6 % auf 2,0 % TM)
 - Abnahme der TM-Gehalte der Knollen (von 20,5 % auf 19,0 %)
 - Abnahme der Stärke-Gehalte (von 74 % auf 70 % TM)
 - deutliche Reduzierung der Rohbreiverfärbung
 - K-Verfügbarkeit und -Freisetzung ist aus allen Düngemitteln ähnlich gut
 - alle geprüften Düngemittel sind geeignet, die K-Versorgung der Kartoffelbestände zu verbessern

Gliederung

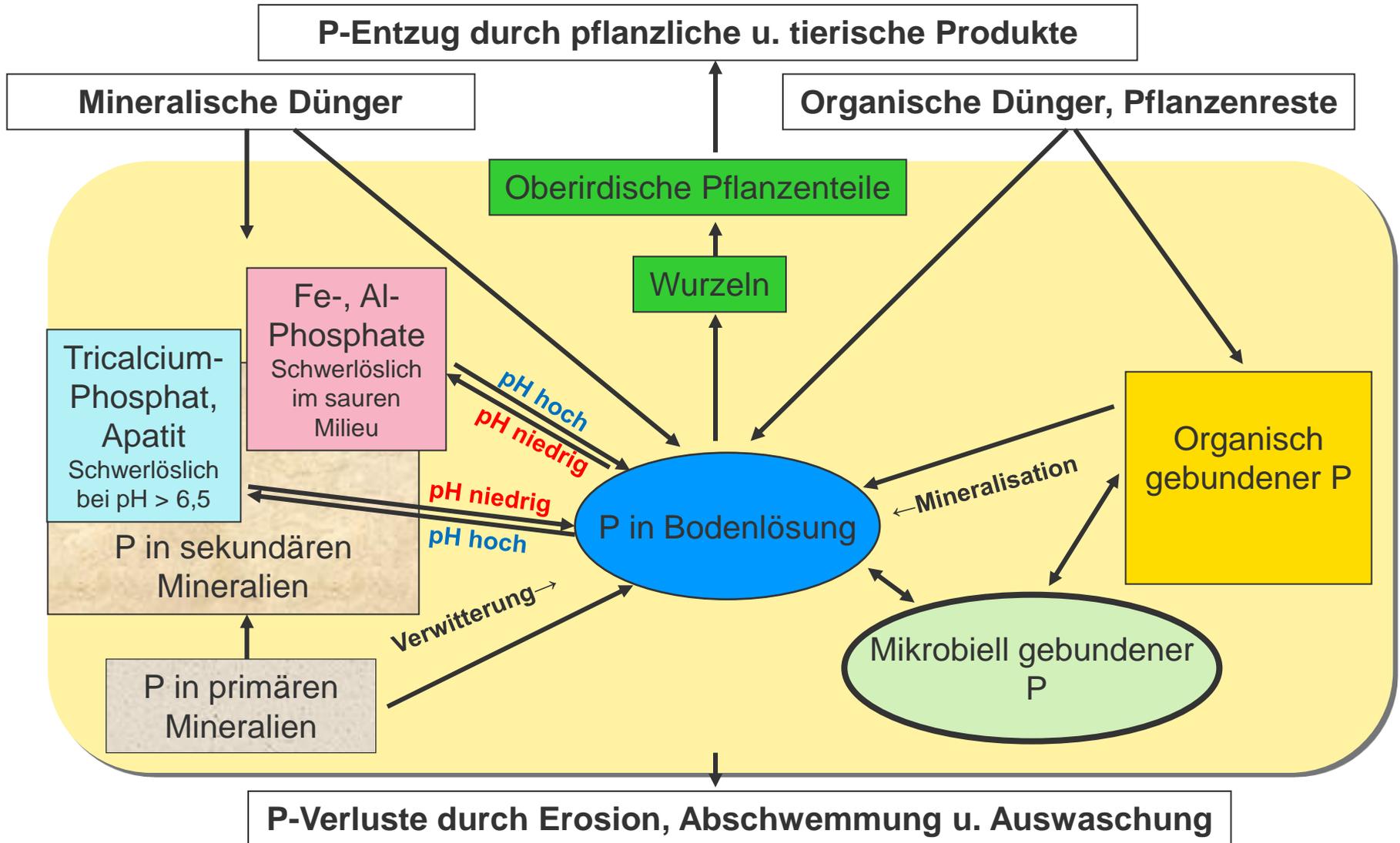
I Phosphor



P-Mangel an Mais

http://www.tll.de/visuplant/vp_idx.htm

Die P-Formen im Boden



Einfluss von Standort und Bewirtschaftung auf die löslichen P-Gehalte

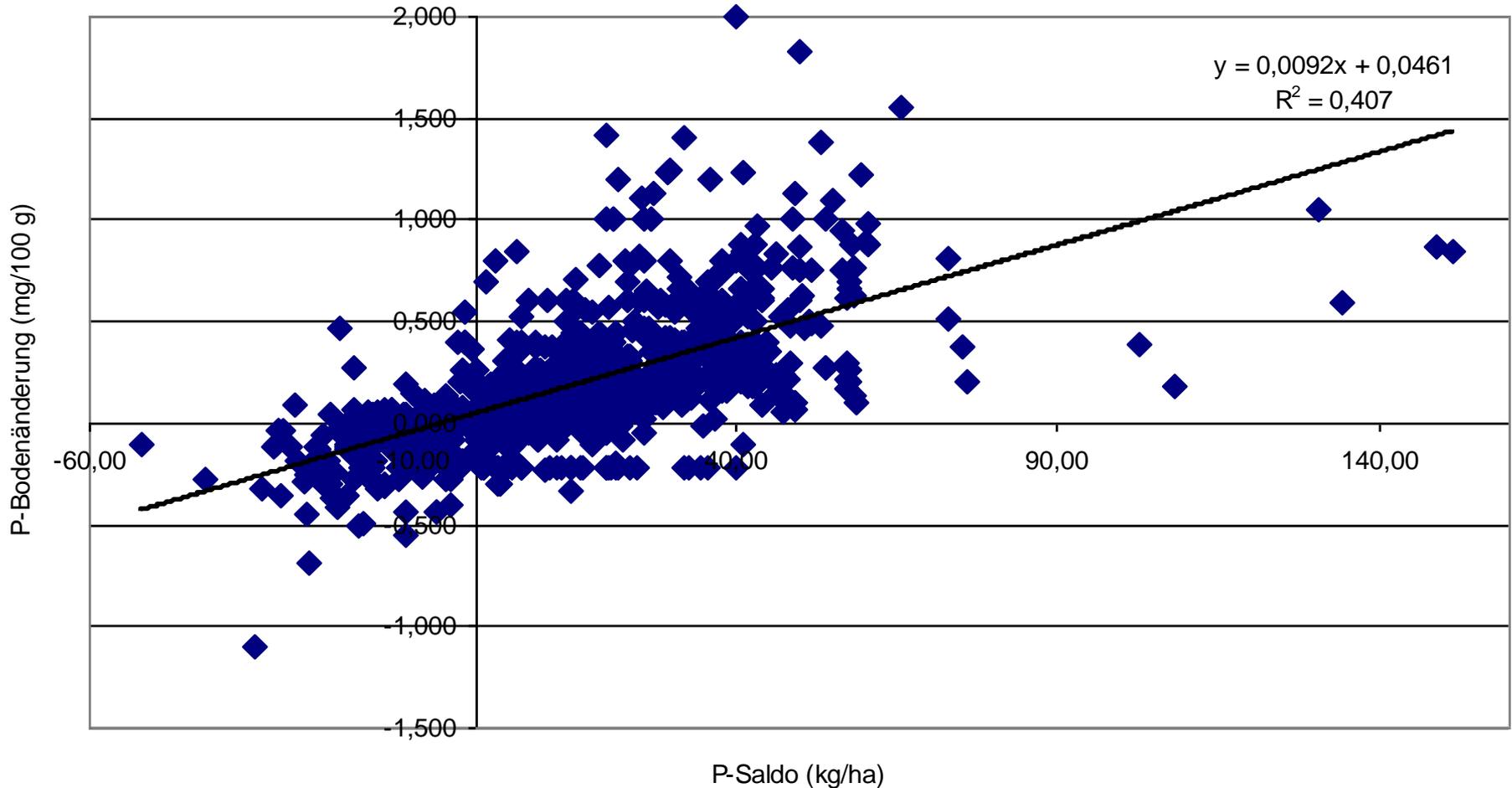
(DL, CAL, konvent. Dauerversuche, Varianten-Anzahl = 349)

Faktor	Multpl. Bestimmtheitsmaß r^2 (%)	
	Modell ohne WW-Glieder	Modell mit WW-Glieder
P-Bilanz	41,2	
WW P-Bilanz x Temperatur		42,8
Temperatur	6,2	4,0
Temperatur ²	1,5	
WW P-Bilanz x N-Düngung		1,8
N-Düngung	0,5	
N-Düngung ²	6,1	7,1
WW P-Bilanz x Humusgehalt		0,2 n.s.
P-Gehalt Versuchsanfang ²	4,8	5,6
Bodenart ¹⁾	0,8	0,7
Niederschlag	0,3 n.s.	0,6
Summe	61,4	62,8

1) 1 = S; 2 = SI; 3 = IS; 4 = SL; 5 = sL; 6 = L; 7 = LT; 8 = T; 9 = M
kein Einfluss: (Humusgehalt), pH-Wert

Beziehung zwischen P-Saldo und P-Bodenänderung

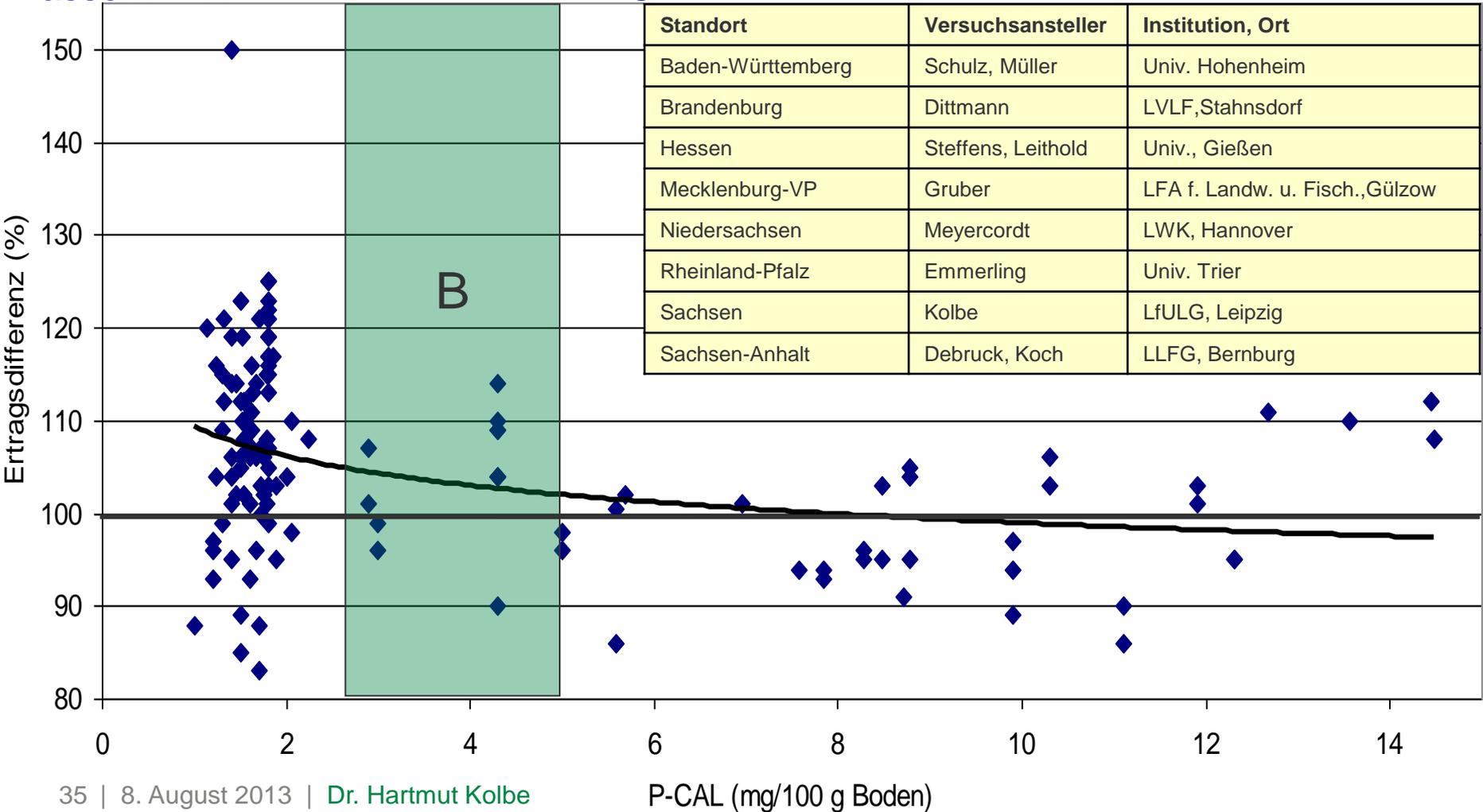
(konvent. Dauerversuche, 601 Var.)



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

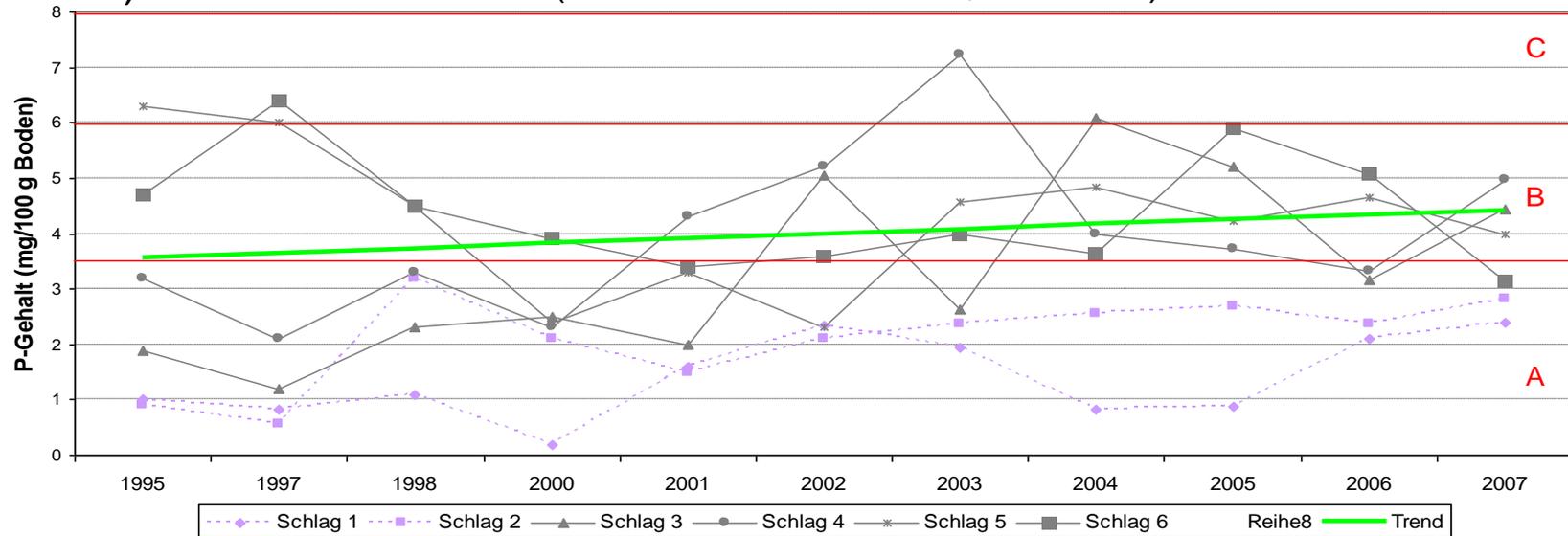
Gehaltsklasse	Einstufung	Anmerkung für den ökologischen Landbau
A Sehr niedrig	Ertrags- und Qualitätsmängel, sehr guter Umwelt- und Ressourcenschutz, geringe Effizienz bei singulärem Mangel	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen in der Regel notwendig
B Niedrig	Optimal für ökologischen Landbau: Ertrag, Qualität, Umwelt- und Ressourcenschutz	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen ggf. langfristig notwendig
C Mittel	Optimal für konventionellen Landbau bezüglich Ertrag aber verringerter Umwelt- und Ressourcenschutz	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen begründungsbedürftig
D Hoch	Maximaler Ertrag, Luxuskonsum, geringer Umwelt- und Ressourcenschutz	Keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen
E 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
Phosphor (P),	<u>Bodenuntersuchung</u> der Ackerkrume auf pflanzenverfügbare Nährstoffe: P (DL-, CAL-Methode), K (DL-, CAL-Methode), Mg (CaCl ₂ -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

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

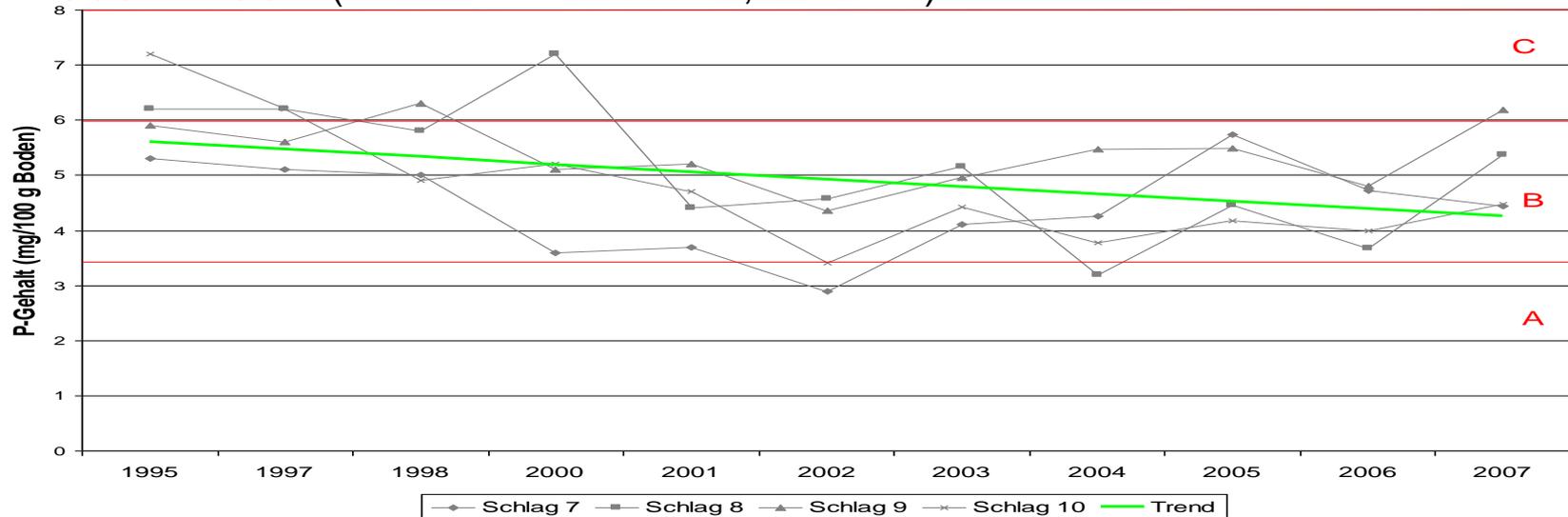


Schlagbilanz und Düngungsempfehlung für P (kg P/ha)

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
Mittelwert	17	8	B

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

von 1995 – 2007 (Versuchsstation Roda, Sachsen)



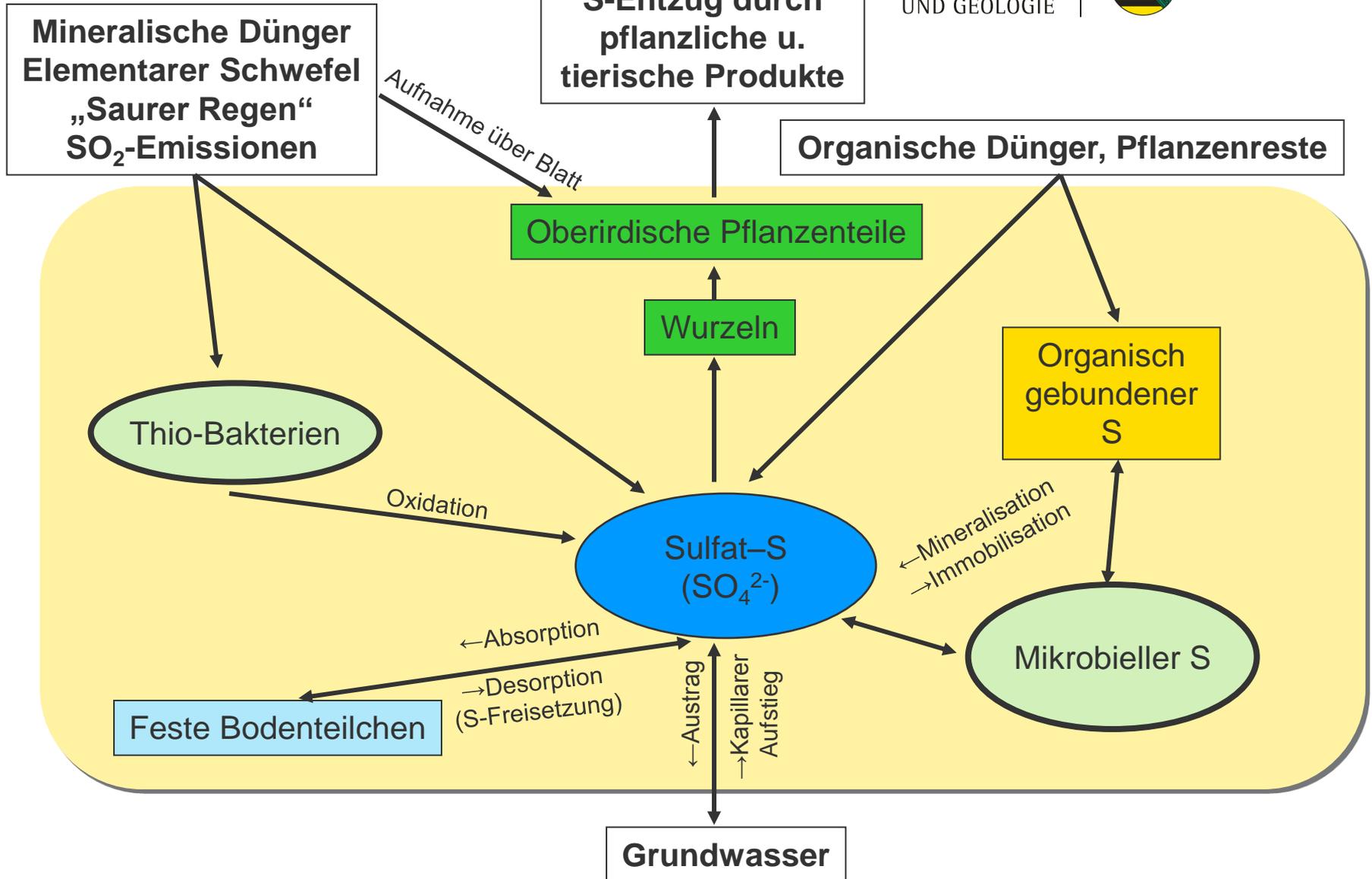
Schlagbilanz und Düngungsempfehlung für P (kg P/ha)			
Schlag Nr.	Saldo (Ziel = min. 0)	Düngungsempfehlung	Gehaltsklasse (Ziel = B)
7	-6	98	B
8	-14	105	B
9	-17	43	B
10	-13	123	B
Mittelwert	-13	92	B

I Schwefel



S-Mangel an Luzerne:
Aufhellungen der jüngsten Blätter
FISCHINGER (2011) Gladbacher Hof

Die S-Formen im Boden



Parameter	Methode	Handhabung
Schwefel	<u>S_{min}-Untersuchung</u> (CaCl ₂ -Extrakt), Bodenkrume + Untergrund (0 - 60 bzw. 90 cm Tiefe)	- im Bedarfsfall
	S-Bedarfsprognose: - <u>Schwefel-Schätzrahmen</u> - <u>Schwefel-Düngefenster</u>	- im Bedarfsfall
	<u>Düngungsermittlung</u>	- im Bedarfsfall
	Nährstoffbilanzierung	- im Bedarfsfall

Organische Düngemittel:

- **Langsame Umsetzung:** Stalldung, Gülle, Kompost, Handelsdüngemittel

Geeignete S-haltige Mineraldünger:

- **Schnell wirkend:** Kalisulfat, Kali-Magnesia, Magnesia-Kainit, Kieserit, Bittersalz,

- **Langsam wirkend:** Naturgips, Elementarer Schwefel

Pflanzenanalyse

Parameter	Methode	Handhabung
Pflanzenanalyse	<p>Untersuchung auf Haupt- und Spurenelemente</p> <p>visuelle Diagnose von Ernährungsstörungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Im Bedarfsfall als definierte Mischprobe von ca. 20 Stellen des Bestandes - Vergleich v. Laboranalysen mit Tabellenwerten d. betreffenden Nährstoffgehalte zu bestimmten Vegetationsphasen d. Fruchtarten
	Blattdüngung	<ul style="list-style-type: none"> - Ziel: entspr. Labor- od. visueller Diagnose Behebung des Nährstoffmangels in frühen Vegetationsphasen d. Fruchtarten

Schwefelschätzrahmen I

(mit Beispiel)

Merkmal	Bewertung mit Punktzahlen			Zutreffende Punktzahl				
	SCHLAG			1	2	3	4	5
STANDORTEIGENSCHAFTEN Lage des Standortes in der Nähe von Industriezentren bzw. Ballungsräumen	Nein 2	Ja 4		Beispiel 2				
Bodenart 1) z. B. Sand, lehmiger oder schluffig-lehmiger Sand 2) z. B. sandiger, sandig-toniger oder schluffiger Lehm 3) z. B. Ton, sandiger oder lehmiger Ton	Sandiger Boden Schotterböden 1	Lehmiger Boden ²⁾ 3	Toniger Boden ³⁾ 5	1				
Humusgehalt	Humusarm < 2 % Humus 2	Humus 2 – 4 % Humus 3	Humusreich > 4 % Humus 4	2				
Verfügbare Wurzelraum (Krume + durchwurzelter Raum)	Flachgründig 2	Tiefgründig 4		4				
Strukturschäden (Verschlammung, Boden- verdichtung, Pflugsohle)	Vorhanden 1	Stellenweise vorhanden 3	Nicht vorhanden 5	3				
N_{min}-Gehalt zu Vegetations- beginn im Vergleich zum langjährigen Mittelwert	Unterdurch- schnittlich 2	Durch- schnittlich 3	Überdurch- schnittlich 4	3				
WITTERUNG Niederschläge (Oktober – März) im Vergleich zum langjährigen Mittelwert	Überdurch- schnittlich 1	Durch- schnittlich 3	Unterdurch- schnittlich 5	3				
Lange Kälteperiode im Winter mit Ostwind	Nein 2	Ja 4		2				

Schwefelschätzrahmen II

(mit Beispiel)

BEWIRTSCHAFTUNG Schwefelzehrende Kulturen in der Fruchtfolge (Raps, Kohlarten, Leguminosen)	Anbau jedes 3. Jahr 2	Anbau jedes 4. Jahr 3	Anbau mind. jedes 5. Jahr 4	2				
In diesem Jahr angebaute Kultur	Raps, Kohl, Leguminosen 1	Andere Kulturen 3		1				
Schwefelmangel bereits aufgetreten (Ertragseinbußen, Blattanalyse, Mangelsymptome)	Ja 1	Nein oder unbekannt 3		3				
Ertragsniveau (dt/ha) Raps ¹⁾ > 35 ²⁾ 25 – 35 ³⁾ < 25 Getreide ¹⁾ > 70 ²⁾ 50 – 70 ³⁾ < 50	Hoch ¹⁾ 2	Mittel ²⁾ 3	Niedrig ³⁾ 4	2				
Zwischenfruchtanbau	Nein 2	Ja 4		2				
DÜNGUNG Einsatz organischer Dünger aus Tierhaltung (keine Gründüngung)	0 – 1 GV/ha 2	1 – 2 GV/ha 3	> 2 GV/ha 4	2				
In den letzten 3 Jahren Einsatz von Mineraldüngern mit nennens- werten Schwefelmengen	Nein 2	Ja 4		2				
19 - 32 Punkte: Wahrscheinlichkeit von Schwefelmangel hoch 33 - 44 Punkte: Bestände (besonders Raps) genau beobachten 41 - 51 Punkte: Schwefelmangel zur Zeit nicht zu erwarten				34				
				Summe der Punktzahlen				

Gliederung



- Humusumsatz und Nährstofffreisetzung (N, P, S)

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

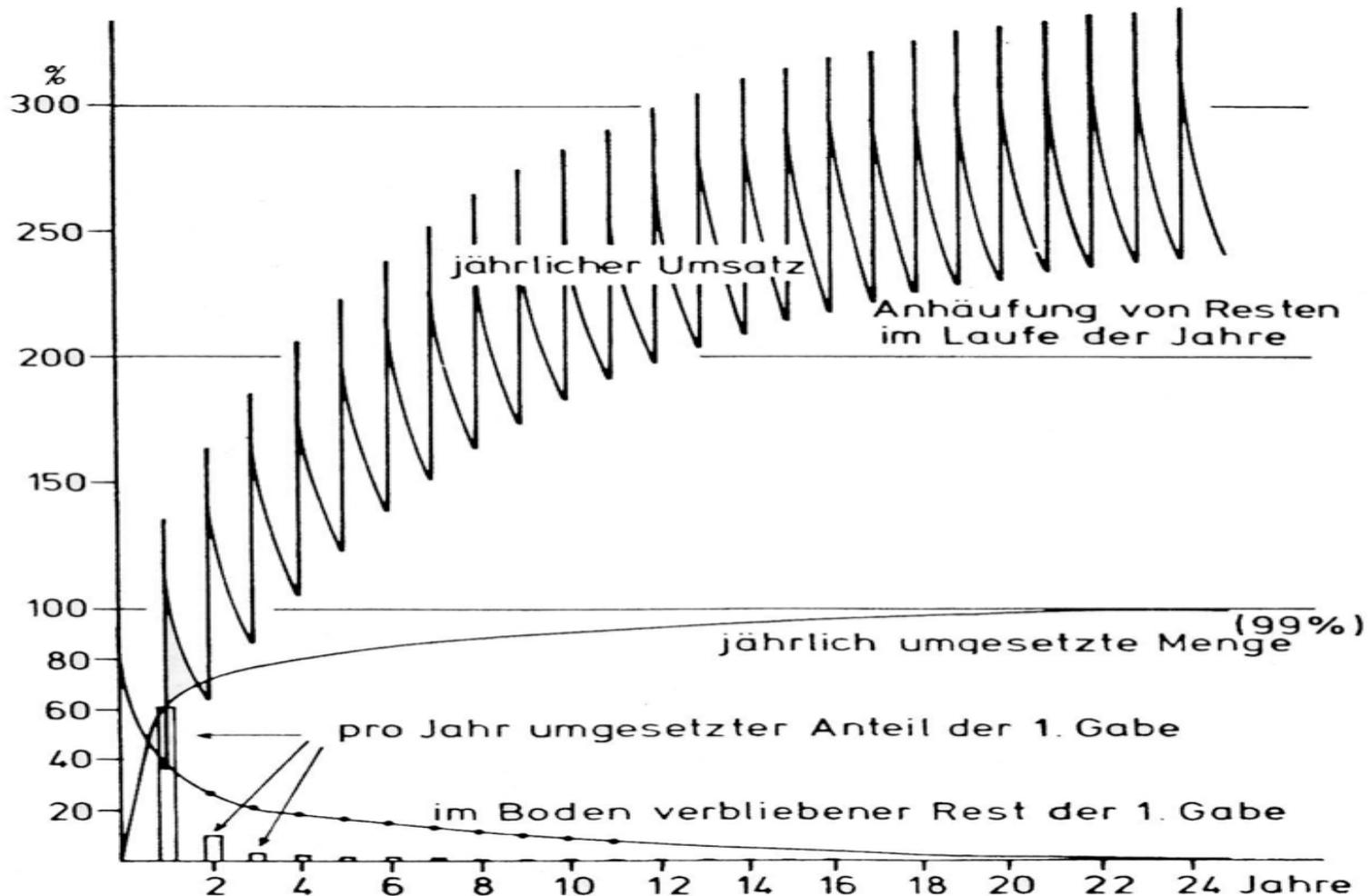
Mehrertrag bei **einmaliger Anwendung** zur Fruchtart:

+	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 %):

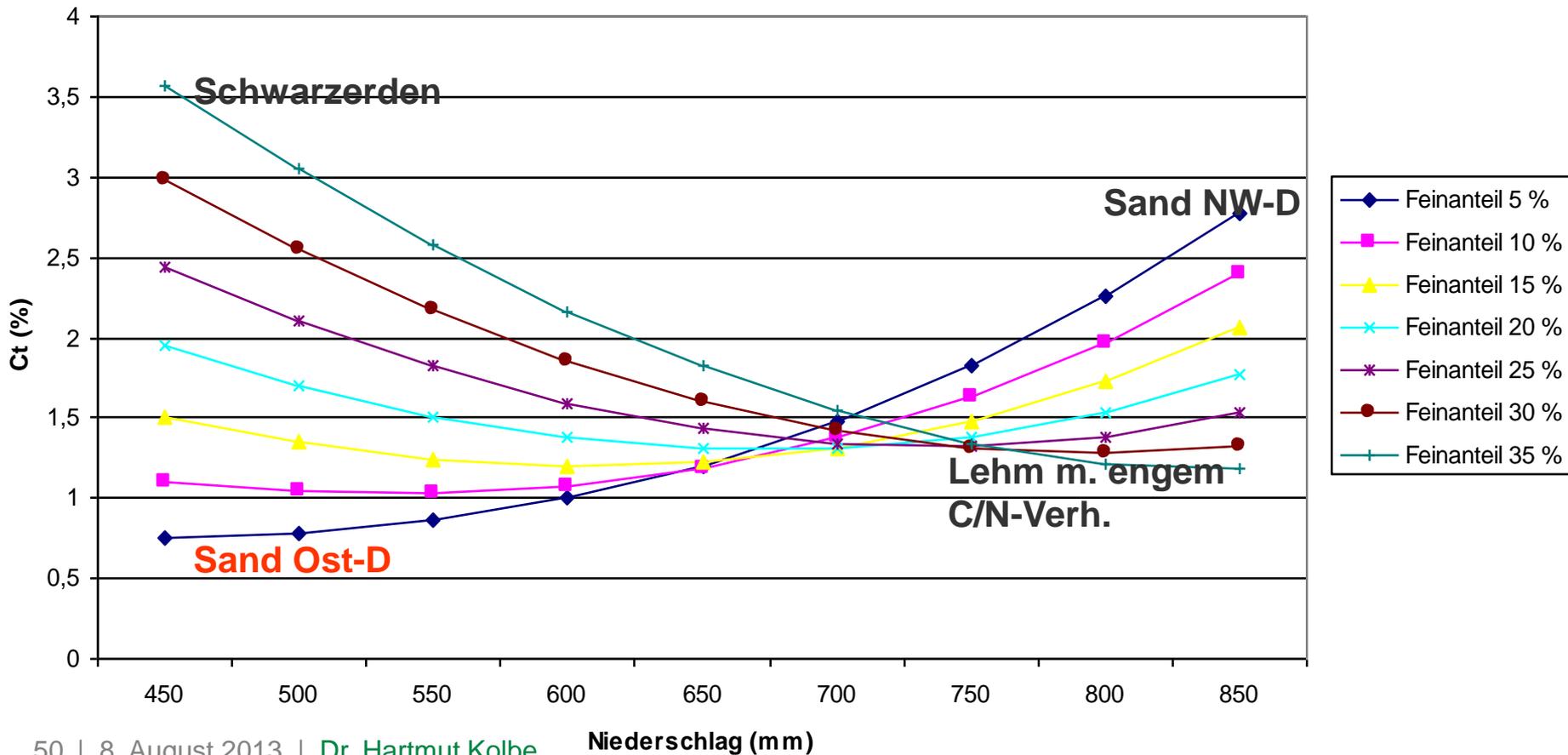
+	Kompost	150 – 200 %
+	Stalldung	130 – 150 %
+	Gülle	120 – 140 %

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



Einfluss von Niederschlag und Boden (Feinanteil) auf die Humus-Gehalte in Deutschland

(Auswertung von ca. 240 konv. u. ökol. Dauerversuchen)



Einflussfaktoren auf den Humus- und Nährstoffumsatz

Auswertung von Dauerversuchen (% der Variationsbreite)



Wetterbedingungen (Temperatur, Niederschlag)	$\geq 50 \%$
Eigenschaften des Bodens (Textur, C/N-Verhältnis)	$\sim 20 - 30 \%$
Bewirtschaftung (Fruchtfolge, Düngung)	$\sim 5 - 30 \%$

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 (%):

physikalische Eigenschaften:			
- Lagerungsdichte		-2	bis -13
- Porenvolumen		+1	bis +3,5
- Aggregatstabilität		+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
chemische Eigenschaften:			
- C _{org} und N _t Gehalte		+30	
- potenzielle Mineralisierung (N, P, S)		+26	bis +33
- effektive Kationenaustauschkap. (Na, K, Mg, Ca)	S	+20	
	L	+10	
biologische Eigenschaften:			
- 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

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

Organische Substanz und Humus

ein übergeordneter Parameter

Parameter	Methode	Handhabung
Humus	<u>Humusbilanzierung</u> (Ackerland) (mit standortangepassten Methoden)	- Umstellung: Planung v. Fruchtfolge u. Dünganfall - zu jeder deutlichen Änderung der Betriebsausgestaltung
	<u>Düngebedarfsermittlung</u> f. organische Substanz (Ackerland)	- 1 x je 1 – 2 Fruchtfolge-Rotationen bzw. entspr. Cross Compliance - Ziel: Versorgungsgruppen*) C – D
	<u>Bodenuntersuchung</u> der Ackerkrume auf: C _{org} , N _t , C/N-Verhältnis	- 1 x Erhebungsuntersuchung, ggf. 1x je Fruchtfolge

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



I Standard-Untersuchungs-Programm und technische Umsetzung

Datendokumentation und Standort

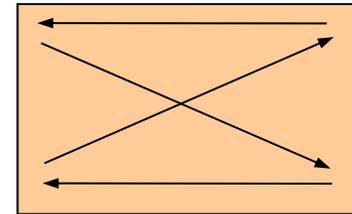
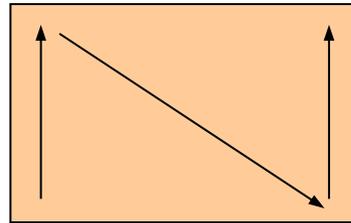
Parameter	Methode	Frequenz / Zielstellung
Datendokumentation		
Aufzeichnungen über: Anbauinformationen, Fruchtarten, Sorten, Düngung, Pflanzenschutz, Erträge, Bodenuntersuchungsergebnisse, Tierhaltung, etc.	Führung von Schlagkartei und Stallbuch	-Zu jeder angebauten Fruchtart und Tierart, jährlich; -Ziel: Bereitstellung von Informations- u. Dokumentations-Unterlagen für Öko-Kontrolle, Buchführung, Humus- u. Nährstoffbilanzierung
Boden, Standort		
Bodenart u. –profileigenschaften u. weitere Standortmerkmale	Bestimmung d. Bodenart; Texturanalyse (Sand, Schluff, Ton); Besonderheiten des Profils (Tiefgründigkeit, Grundwasser- stand, etc.); Klima- u. Wetter-Daten	-Einmalige Erfassung; -Ziel: Bereitstellung von Informationen für Humus- u. Nährstoffbilanzierung, Düngungsbemessung

Regelmäßige Bodenuntersuchungen gehören zum Untersuchungsprogramm



Quelle: www.oekolandbau.de

Beispiel für Begehungsmuster der Flächen:



Frequenz: 20 Einstiche, 20 cm (Ackerland) bzw.
10 cm Tiefe (Grünland), alle 3 – 5 Jahre

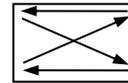
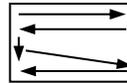
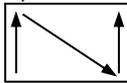
1 Landwirtschaftlicher Betrieb

1a Schlagkarteiaufzeichnungen

- Schlagbezeichnung, Bodenart, etc.
- Fruchtarten, inkl. Zwischenfrüchte, Fruchtfolge
- Erträge (Haupt-, Nebenprodukte)
- Wirtschaftsdünger (Art und Höhe)
- Mineraldünger (Art und Höhe)
- Ergebnisse der Bodenuntersuchung
- Frequenz: jährliche Aufzeichnungen

1b Bodenprobenahme

- Beispiel für Begehungsmuster der Flächen:



- Frequenz: 20 Einstiche, 20 cm (Ackerland) bzw. 10 cm Tiefe (Grünland), alle 3 – 5 Jahre
- Ausfüllen von Belegblättern

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN

Checkliste

zur Bodenuntersuchung,
Grunddüngung
und Kalkung im
ökologischen Landbau

2 Anerkannte Labore, VDLUFA, etc.

- Laboranalyse der Bodennährstoff-Gehalte:
P, K, Mg, Humus (C_{org} , N_t), pH-Wert, Spurenelemente

3 Labor, Landwirtschaftsamt, Beratung, Betrieb

Berechnungen mit PC-Programm BEFU, Ökologischer Landbau:

- Humusbilanzierung
- Nährstoffbilanzierung: N, P, K, Mg
- Düngbedarfsermittlung: **P, K, Mg, Kalk**

4 Betrieb, Beratung: Analyse der Ergebnisse, Handlungsempfehlungen

4a

- Änderung der Fruchtfolge, Zwischenfruchtanbau
- Änderung der Viehhaltung
- Änderung der Düngerverteilung
- Sonstiges

4b

- Zukauf von Wirtschaftsdüngern
- Zukauf von Mineraldüngemitteln

5 Kontrollstelle, Verband

- Dokumentation der Notwendigkeit der Verwendung der Mittel
- ggf. Genehmigung der Düngungsmaßnahme

6 Landwirtschaftlicher Betrieb

- Durchführung der pflanzenbaulichen Optimierungs- und Düngungsmaßnahmen
- Erfolgskontrolle

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)

Anwenderkreis



- Landwirtschaftliche Praxis
- Beratung
- Verbände
- Behörden
- Kontrollstellen
- Labore u. a. Dienstleister
- Schule u. Ausbildung

Anwendungsgebiete

- Freistaat Sachsen (besonderes Serviceangebot: ausführlichere Datengrundlagen)
- Deutschland, Mitteleuropa (individuelle Einstellmöglichkeiten)

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				
Ackerland									
Körnerleguminosen	-	+	+	++	++	++	-	-	-
Kleeagr., Luzernegras	-	-	-	++	++	++	+	-	-
Ackergras	++	++	++	++	++	+	+++	++	+
Mais	++	++	++	+++	+++	++	+++	++	+
Kartoffeln, Rüben	-	+	++	+++	+++	++	++	+	++
Ölfrüchte (Raps)	+++	++	++	+++	+++	++	+++	+++	++
Kohl	-	-	-	+	++	++	+	+	+++
Wintergetreide	++	+	+	++	++	++	+++	++	++
Sommergetreide	++	++	++	++	++	+	+	+	+
Braugerste	-	-	-	+	+	++	-	-	-
Grünland									
Weide	+	-	-	+	+	+++	+	+	-
Wiese u. Mähweide	+	-	-	+	++	+++	++	++	-

Nährstoffgehalte in Wirtschafts- und anderen organischen Düngern

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



(Reinnährstoffgehalte in kg/t bzw. kg/m³ FM)

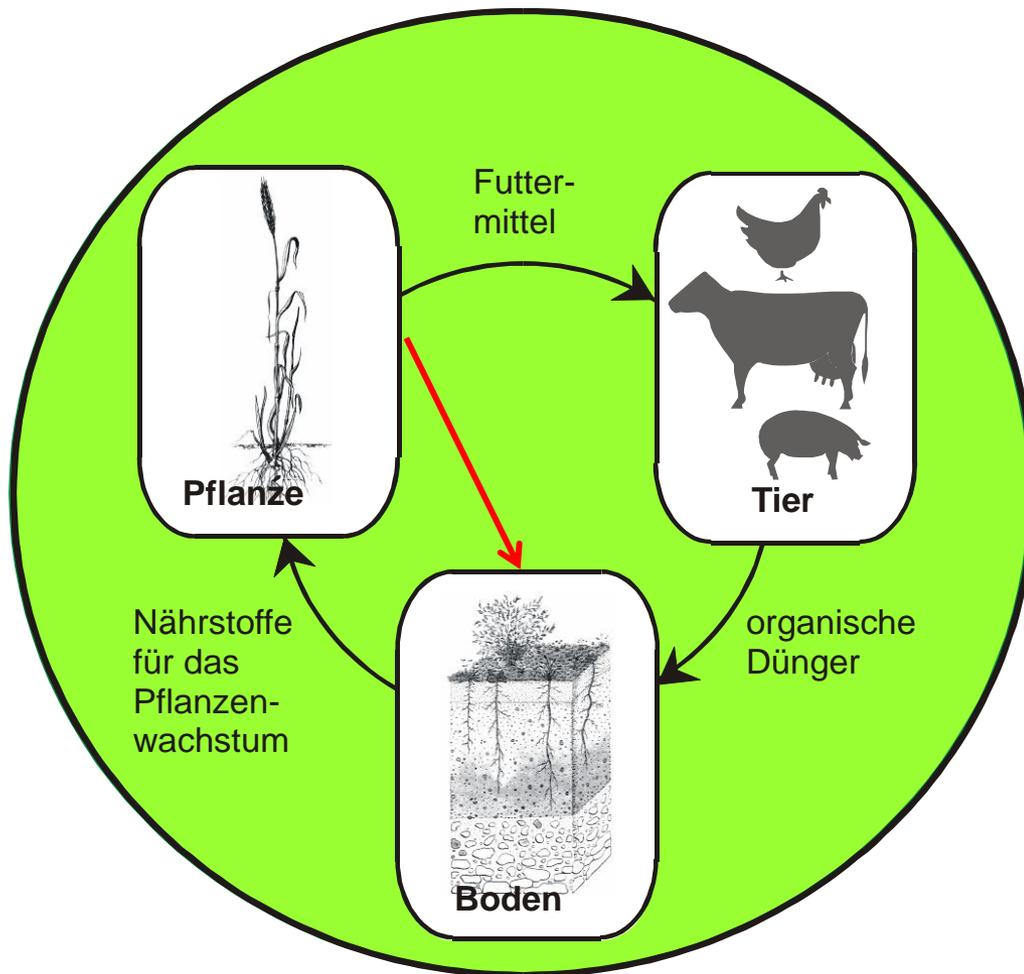
Gruppe	Tierart	TM (%)	N	C/N-Verhältnis	N-Verfügbarkeit (% Gesamt-N)	P	K	S
Stallmist	Rind	25	5,00	12 – 15	5 – 18	1,20	6,60	0,78
	Schwein	25	6,10	12 – 15	5 – 20	2,50	5,00	0,93
Jauche	Rind	2	1,70	1 – 2	50 – 65	0,10	4,60	0,26
	Schwein	2	2,30	1 – 2	55 – 65	0,40	3,00	0,26
Gülle	Rind	8	3,00	8	20 – 30	0,50	3,10	0,29
	Schwein	8	4,60	8	30 – 40	1,20	1,60	0,45
Geflügelkot	Hühnerfrischkot	12	7,40	4	40 – 55	4,30	2,80	0,72
	Hühnertrockenkot	45	20,90	5	35 – 45	8,64	3,40	1,76
Bioabfallkompost		60	7,70	13 – 20	0 – 15	1,90	6,20	1,62
Gründüngung (Zwischenfrucht)		15	4,30	10 – 30	10 – 25	0,50	4,30	0,27
Ackerbohenschrot		86	42,0	10 – 13	20 – 30	4,70	11,30	1,72
Erbsenschrot		86	35,0	10 – 13	20 – 30	4,30	10,60	1,64
Hornmehl		98	130,0	3 – 4	30 – 45	4,70	4,20	21,4
Haar- u. Federmehl		98	135,0	3 – 4	30 – 45	4,00	1,60	17,2
Fleischknochenmehl		95	70,0	4	35 – 50	65,0	3,00	27,3
Vinasse		69	36,6	6 - 7	2 - 6	1,72	51,1	10,0



Gliederung

I Fazit

Nährstoffaufschluss durch Stärkung des inneren Kreislaufs



Maßnahmen:

Abwechslungsreiche
Fruchtfolgen

Tiefwurzelnde Pflanzen

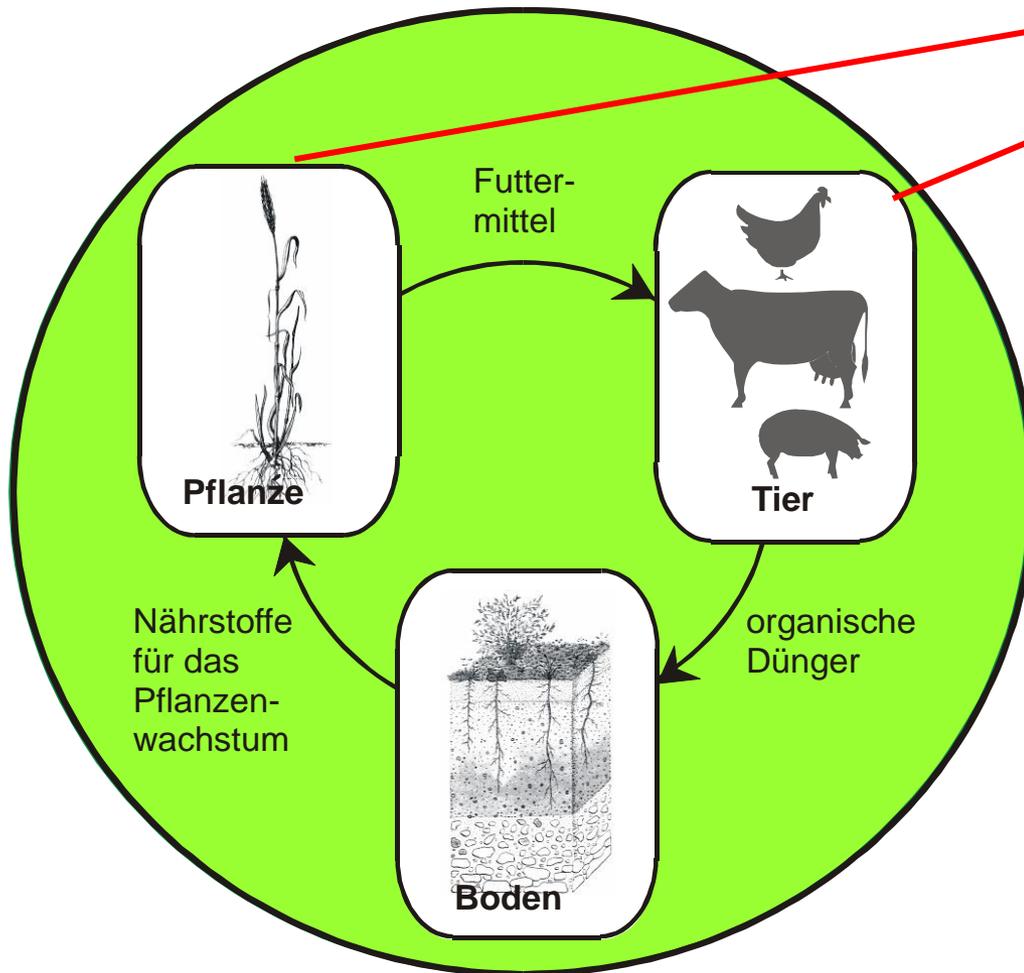
Zwischenfrüchte

Gründüngung

„Grüne Welle“
stetiger Bodenbewuchs

Reichhaltige Landschaft

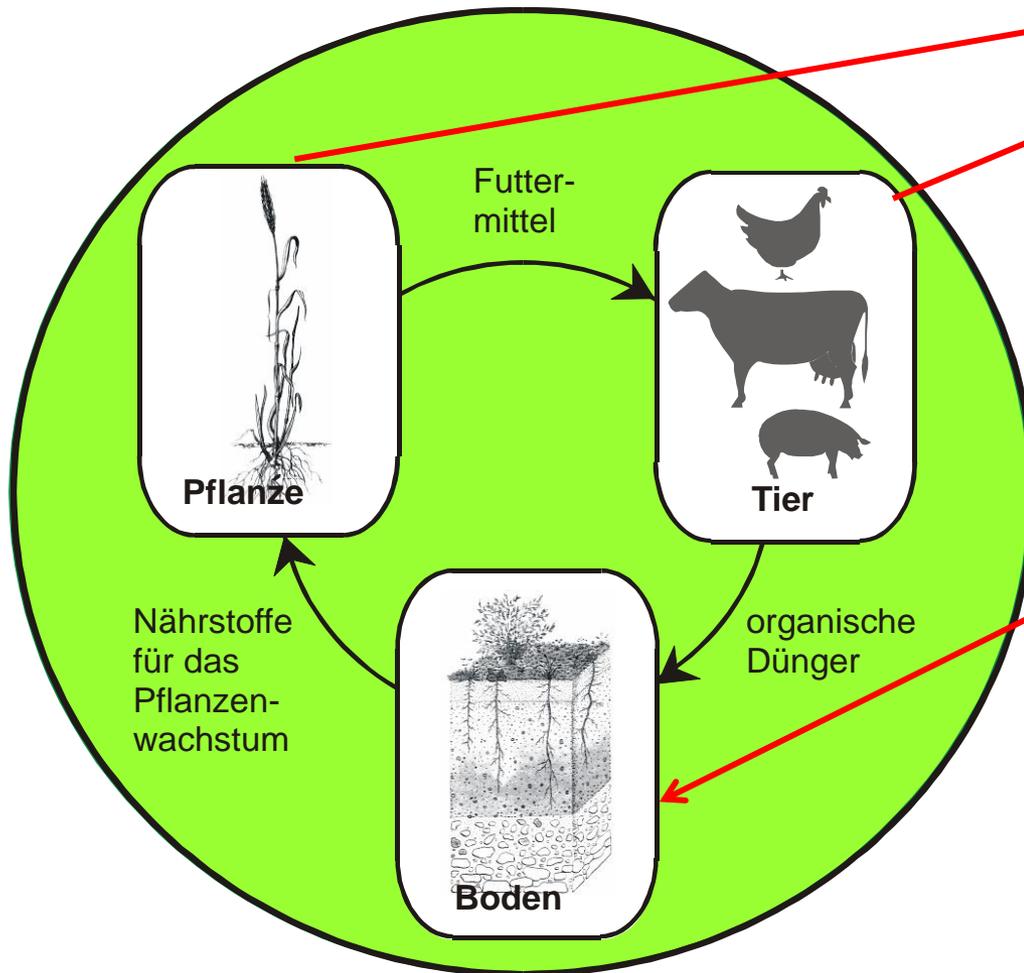
Nährstoffkreislauf ist nicht geschlossen



Abfuhr:
Pflanzliche Produkte
Tierische Produkte

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

Nährstoffkreislauf auf lange Sicht schließen



Abfuhr:
Pflanzliche Produkte
Tierische Produkte

↓
Aufbereitung
„Rezyklierung“

Zufuhr:
Organische Dünger
Mineralische Dünger

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.

Schlussfolgerungen

- **Nährstoffbilanzen und Bodengehalte von Ökobetrieben weisen oft einen negativen Trend für P und K auf**
- **Bei guter Nährstoffversorgung kann zunächst ein Überhang abgeschöpft werden**
- **Bei knappen Boden-Reserven besteht Handlungsbedarf zur Sicherung der Nachhaltigkeit**
- **Ein reichhaltiger Schatz an Düngungsversuchen sowie experimentell erprobten Methoden der Bodenuntersuchung und des Nährstoffmanagements stehen aus der konventionellen Landwirtschaft zur Verfügung**
- **Einige Methoden wurden an Hand von Versuchen für die Bedingungen des Ökolandbaus abgestimmt und stehen zum Nährstoffmanagement zu Verfügung:**
 - Humus- u. Nährstoffbilanzierung
 - Düngungsbemessungsverfahren
 - Bodenuntersuchung und System der VDLUFA-Versorgungsstufen
- **Die organisch gebundenen Nährstoffe und deren Dynamik sollten zukünftig beim Nährstoffmanagement besser berücksichtigt werden**
- **Das Angebot an mineralischen (Recycling)-Düngern und organischen Düngemitteln könnte noch verbessert werden**

Internetadressen I

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

→ 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.umwelt.nrw.de/ministerium/presse/presse_extra/pdf/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

→ 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

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Quelle: Alföldi, FIBL, Schweiz