



Das Lebensministerium



Vorstellung eines Kalkulationsprogramms für den ökologischen Landbau

Dr. Hartmut Kolbe, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft,
Fachbereich Pflanzliche Erzeugung, Leipzig

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Gliederung

Einleitung und Zielstellung

BEFU (Bestandesführung) ist ursprünglich ein Programm für den konventionellen Landbau in Sachsen

Entwicklung von Programm-Komponenten für den ökologischen Landbau

- Von den fachlichen Grundlagen zur Programmgestaltung
- Prinzip der Berechnungswege
- Anpassungsmöglichkeiten (Standort, Betrieb, etc.)
- Anwendungsrichtungen (Gesetzl. Bestimmungen, Betriebsberatung)
- Ergebnisbewertung („gute fachliche Praxis“)

Zusammenfassung

Einleitung und Zielstellung

Hoher Kalkulationsaufwand auf dem Biobetrieb:

- Umstellungsplanung (Fruchtfolge, Dünger- u. Futterplan)
- Spezielle Betriebsberatung (Betriebsentwicklung)
- Nährstoffmanagement (Entwicklung d. Bodenfruchtbarkeit, Düngungsbemessung)
- Ökokontrolle
- Gesetzliche Bestimmungen (EU-Öko-Vo, DüVo, CC, BBodSchG)



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

EU-Verordnung 2092/91 zum Ökologischen Landbau

Cross Compliance

Bundes- Bodenschutzgesetz

„Gute fachliche Praxis“

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)

Programm-Varianten im BEFU, Teil Ökologischer Landbau (kurz: Öko-BEFU)

Kurzfassungen:

- Geringer Erhebungs- u. Datenaufwand
- Entspr. d. gesetzl. Mindestanforderungen
- Vergleichende Szenarienrechnungen
(z.B. Fruchtfolge I – Fruchtfolge II)

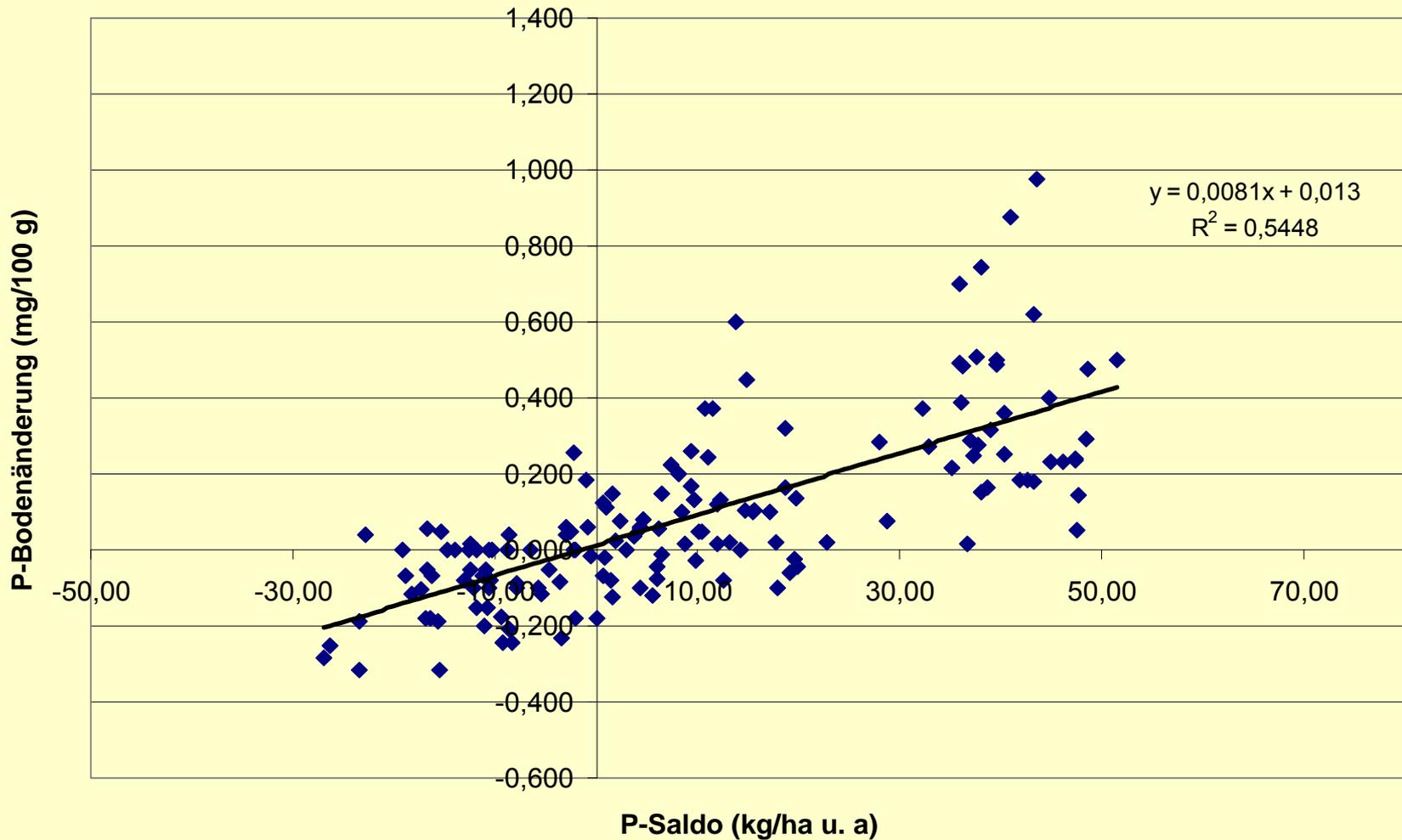
Erweiterte Fassungen:

- Tiefergehender Erhebungs- u. Datenaufwand
- Geeignet f. umfassende Betriebsplanungen
- Durchführung v. Systemvergleichen und
Szenarienrechnungen mit größerer Sicherheit
- Kontrolle d. Bodenfruchtbarkeit und Umweltwirkung

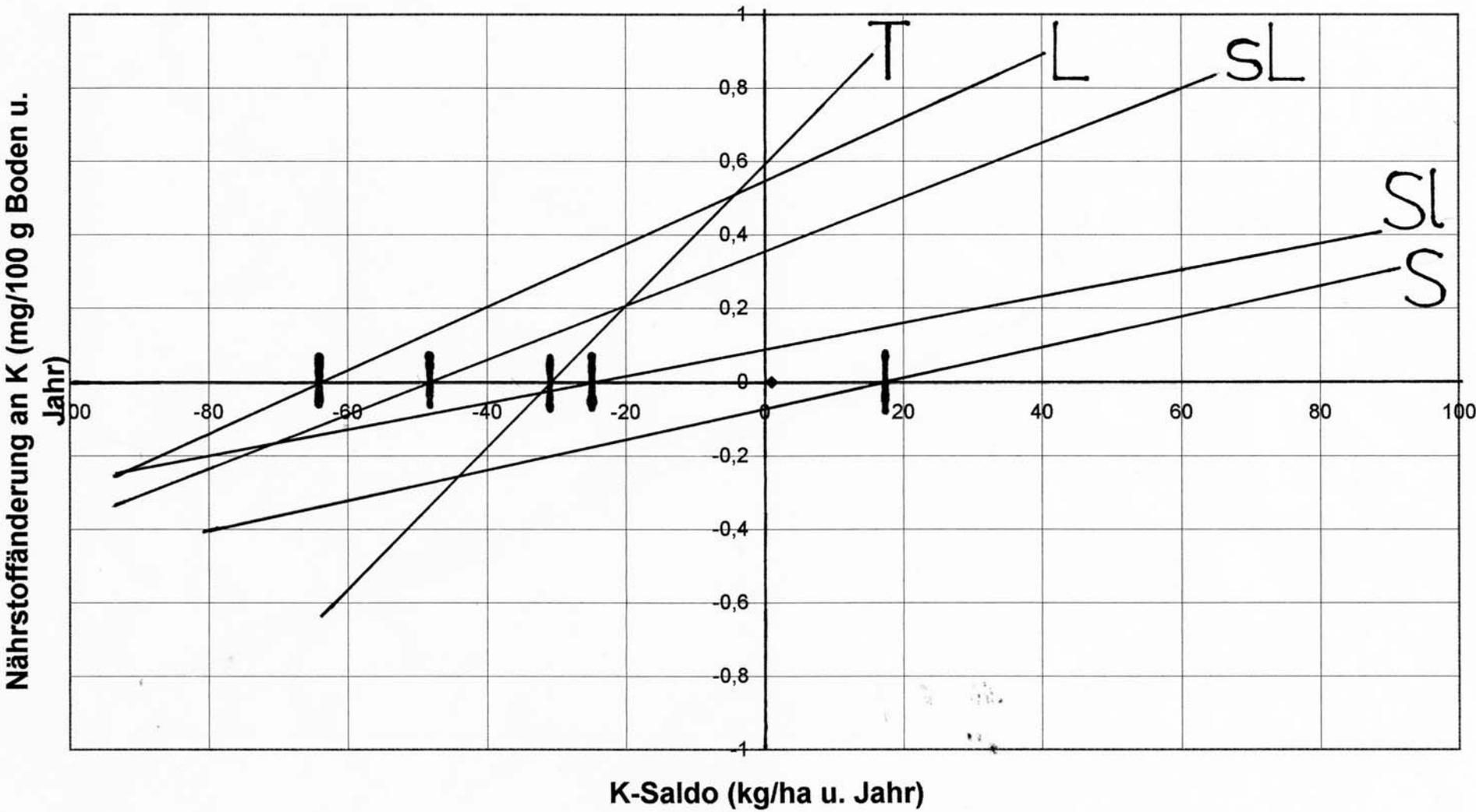
Programm-Komponenten im Öko-BEFU:

- **Schlagkartei:** Aufzeichnungen über Anbauinformationen, Fruchtarten, Sorten, Düngung, Pflanzenschutz, Bodenuntersuchung, etc. (Fa. AGRO-CAD)
- **Datenbank:** Datengrundlage f. Fruchtarten u. Düngemittel (z.B. Nährstoffgehalte, Korn/Stroh-Verh.), Sonderformen (z.B. GPS, Stilllegung, Mulchen, Weide) (AG d. Versuchsansteller im ÖLB)
- **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)

Beziehung zwischen P-Saldo und P-Bodenänderung (Dauerversuche Ostdeutschland, nach KERSCHBERGER & MARKS, 1974)



Beziehung zwischen K-Schlagbilanz und K-Gehalt des Bodens



Prinzip zur Berechnung der P- und K-Grunddüngung im Öko-BEFU

Berechnung der Fruchtfolge-Schlagbilanz

Nährstoffzufuhren:

- + Vorfrüchte (Haupt-Zwischenfrüchte, Nebenprodukte, Gründüngung)
- + Mineral-Düngemittel (Haupt- u. Nebenbestandteile)
- + Wirtschaftsdünger (Stallmist, Kompost, Gülle, Jauche, etc.)

Nährstoff-Abfuhr/-Entzug:

- Hauptfrüchte (Aufwuchs bzw. Abfuhr von Haupt- und Nebenprodukten)
- Zwischenfrüchte (Aufwuchs bzw. Abfuhr)

= \pm **Nährstoffsaldo**

Berechnung der Boden-Ausgleichs-Düngerhöhe

- Bodenarten
- Versorgungsstufen-Zielgehalte (= Versorgungsstufe B, C)

- Versorgungsstufenausgleich
- Jahres-Ausgleich
- Boden-Ausgleich

= \pm **Boden-Ausgleichs-Düngerhöhe**

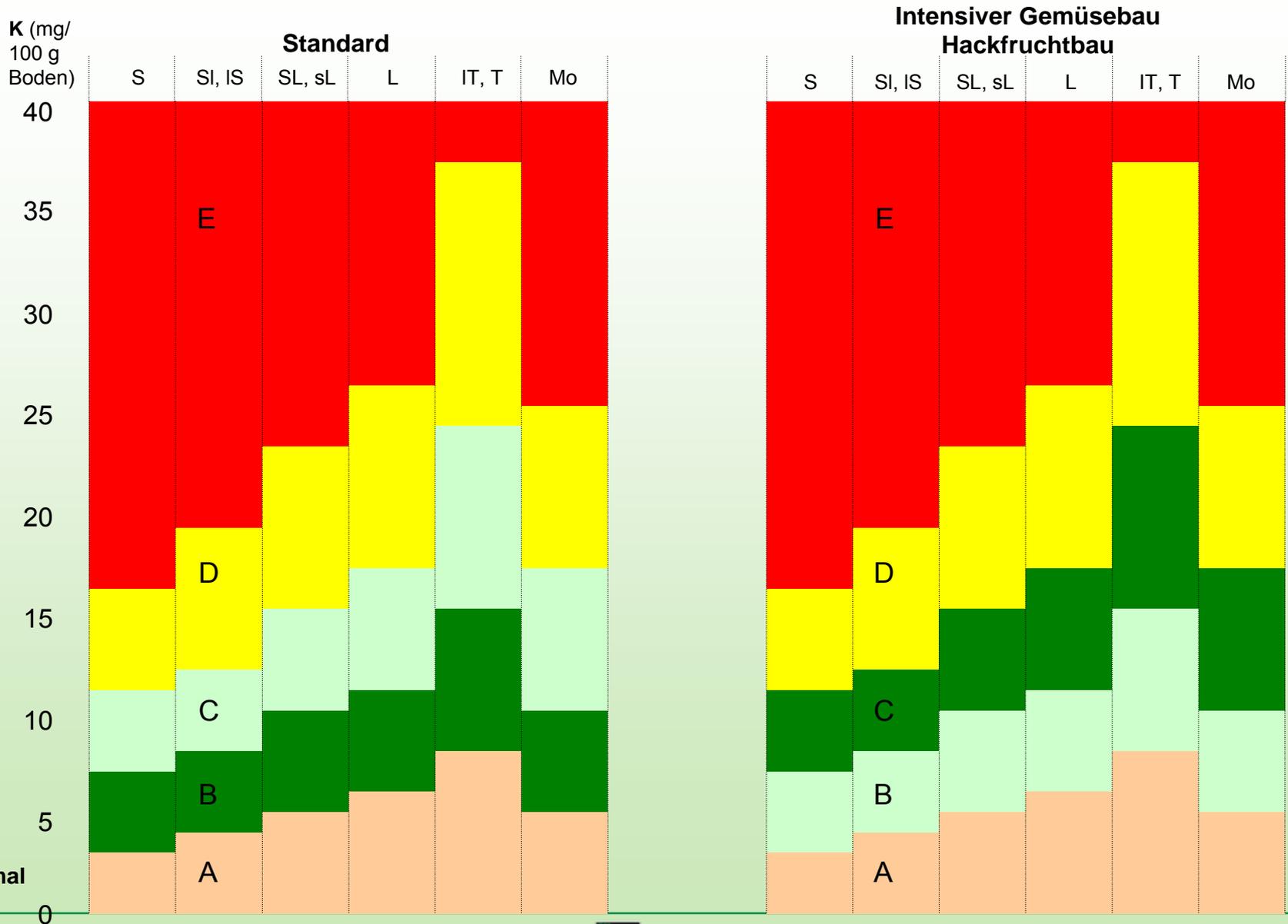
Berechnung der Düngungshöhe

Bodenausgleich — Nährstoffsaldo = Düngungshöhe

Versorgungsstufen für lösliche Bodennährstoffe (P, K, Mg) von Ackerland und Grünland

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)

Versorgungsstufen für Kalium im Ökologischen Landbau



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

Bei der VDLUFA-Methode (KÖRSCHENS et al., 2004) wird ein Saldo aus dem Humusverlust (Anbau humuszehrender Kulturarten) und der Humuszufuhr (Anbau humusmehrender Kulturarten, organische Düngung) errechnet.

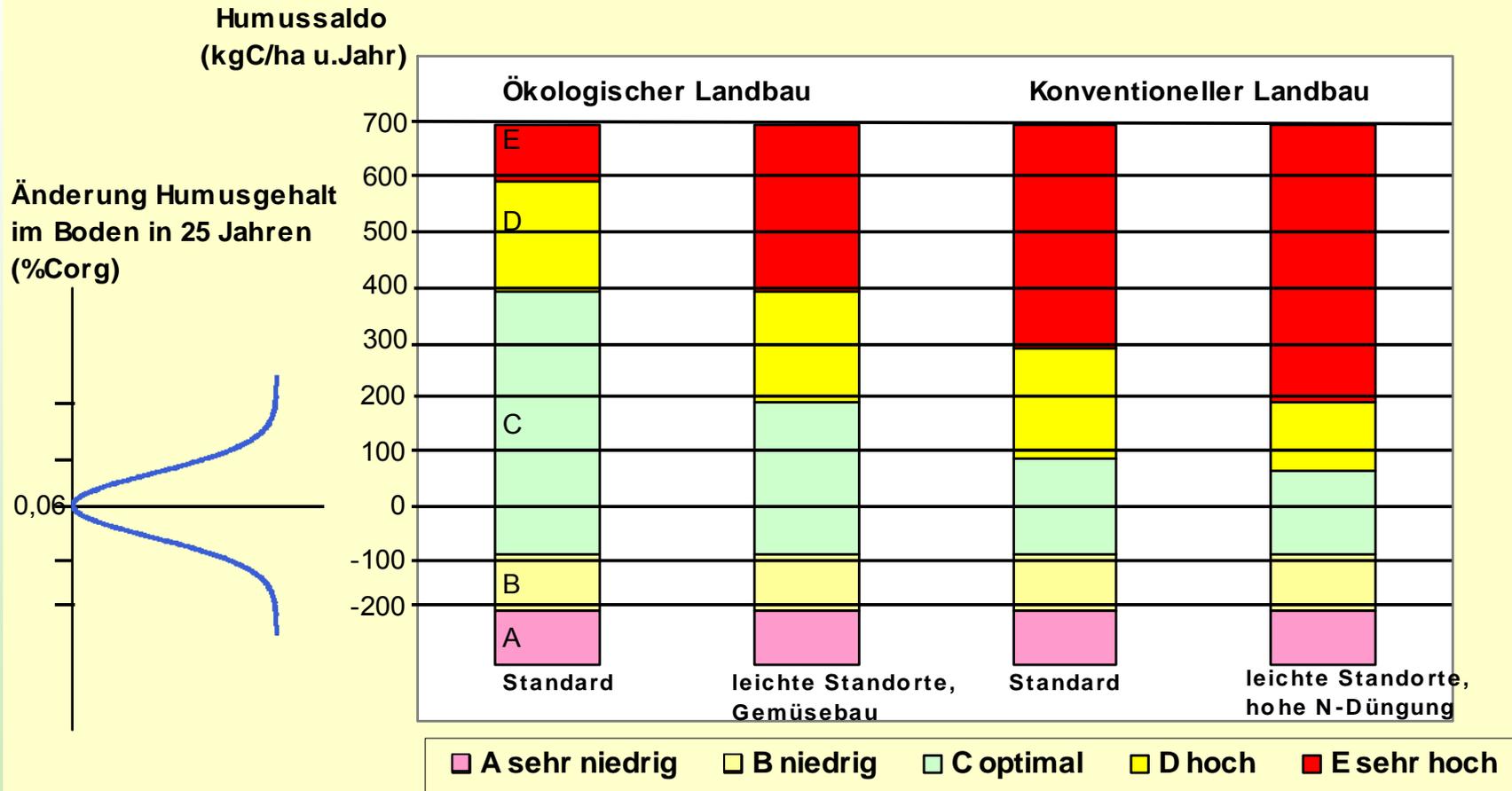
Anforderungen an die Humusbilanzierung im Öko-BEFU

- ✓ Ausrichtung auf die Kalkulation der Veränderung der **Humusgehalte im Boden**.
- ✓ Differenzierung der Koeffizientensätze nach **Standorten** (Bodenart, Klima) und **Zufuhrhöhe** an organischen Düngemitteln.
- ✓ Erstellung eines möglichst breiten Handlungsrahmens (**VDLUFA-Versorgungsgruppen C - D**), in dem der Versorgungsgrad mit organischer Substanz als optimal angesehen wird.
- ✓ Ausweisung einer unteren Grenze der Versorgung mit organischer Substanz (**Versorgungsgruppen A/B**), die nicht unterschritten werden darf, damit standorttypische Humusgehalte und die Nachhaltigkeit der Betriebe gewährleistet werden.
- ✓ Ausweisung einer oberen Grenze der Versorgung, damit Belange des Umwelt- und Ressourcenschutzes gewahrt werden (Übergang zur **Gruppe E**).

Standortgruppen mit ähnlicher Reaktionsfolge

- Standortgruppe 1:** - Schwarzerden,
- Tonböden (über 700 mm Niederschlag/Jahr),
- Sandböden (C/N-Verhältnis über ca. 12-15)
- Standortgruppe 2:** - Sand, anlehmiger Sand u. lehmiger Sand
(unter 8,5 °C Durchschnittstemperatur)
- Toniger Lehm, Tonböden
- Standortgruppe 3:** - Sand, anlehmiger Sand u. lehmiger Sand
(über 8,5 °C Durchschnittstemperatur)
- Standortgruppe 4:** - Stark sandiger Lehm, sandiger Lehm
(unter 8,5 °C Durchschnittstemperatur)
- Standortgruppe 5:** - Stark sandiger Lehm, sandiger Lehm
(über 8,5 °C Durchschnittstemperatur)
- Standortgruppe 6:** - Lehm (C/N-Verhältnis unter ca. 9,5)

Bewertungsschema für die Humusversorgung



Berechnung der legumen N-Bindung

Methoden (alle sehr ungenau!):

- Einfache Verfahren der Ländereinrichtungen (z.B. auch REPRO)
- AG Univ. Göttingen und Univ. Kiel
- AG ZALF, Müncheberg

Merkmalsgrundlage zur genauen Berechnung im Öko-BEFU:

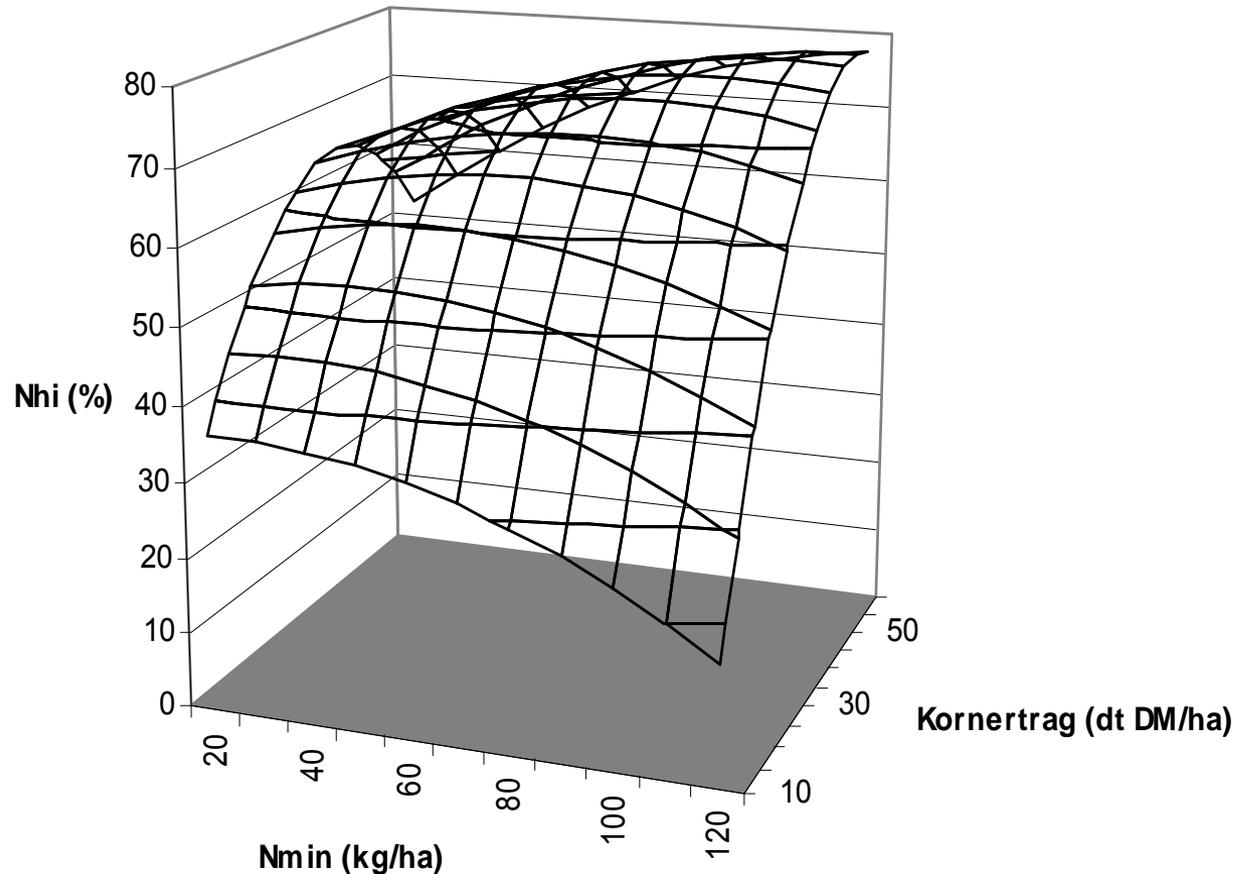
- Pflanzenart, Pflanzenstadium
- Ertrag
- Leguminosenanteil im Gemenge (nicht einfach zu schätzen!)
- N_{\min} -Gehalt im Frühjahr
- Nutzungsart u. -anzahl (Mulch, Aberntung, GPS)
- Starke Trockenheit
- Ernteverluste

- N-Rhizodepositon (N-Abgabe d. Leguminosen an Boden)
- N-Harvest-Index (**nicht bekannt!**)
- Rel. Symbioseanteil von d. N-Aufnahme u.a. z.T. diffuse Einflussgrößen (kaum bekannt!)

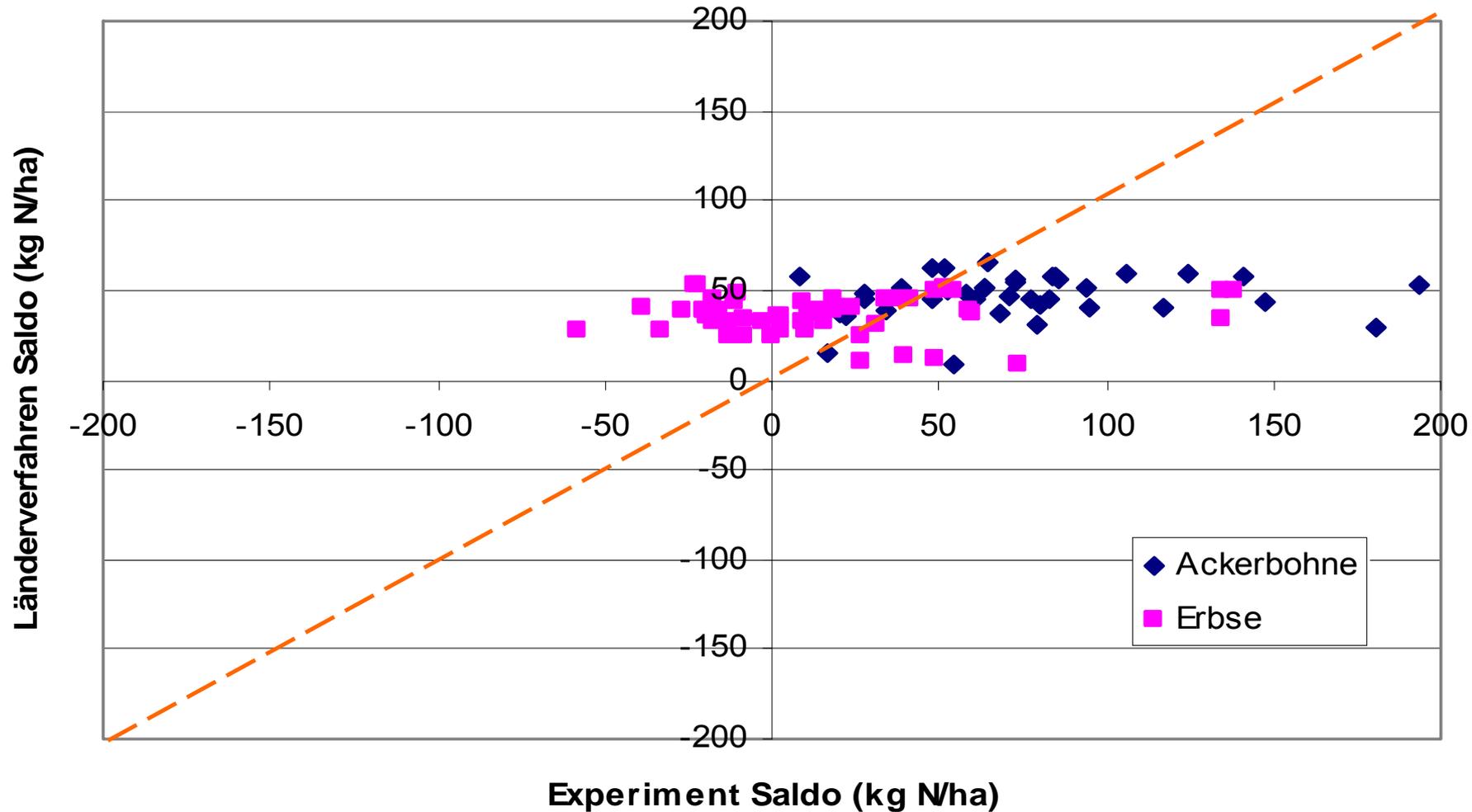
Erweiterte BEFU-Fassungen zur legumenen N-Bindung

Einfluss von N_{\min} -Menge u. Kornertrag auf N-Harvest-Index (Nhi) bei Erbse

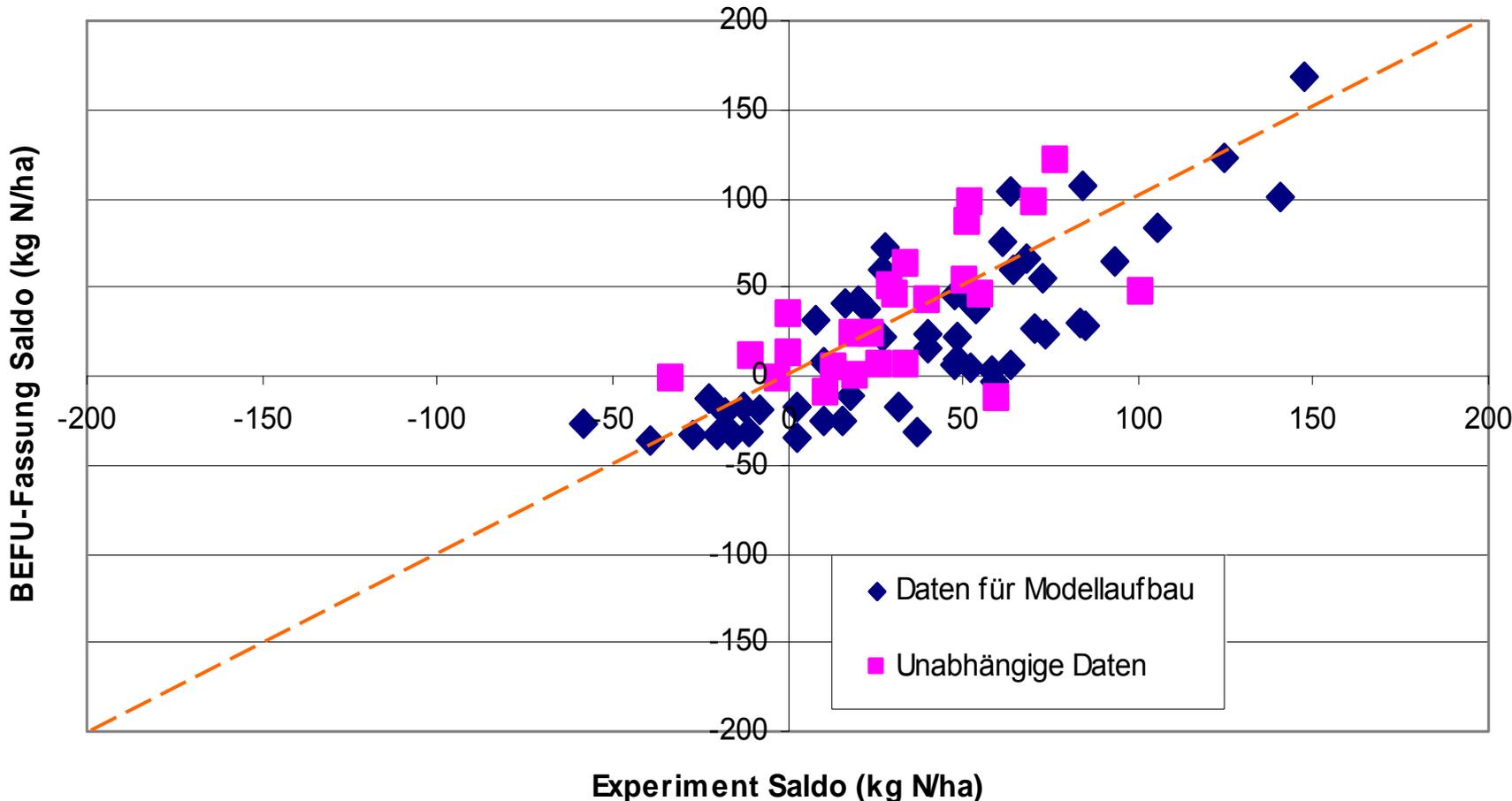
Erbse: $r=0,923^{***}$



Vergleich zwischen Experiment u. Länderverfahren zur legumen N-Bindung bei Körnerleguminosen



Vergleich zwischen Experiment u. erweiterter BEFU-Fassung zur legumen N-Bindung bei Körnerleguminosen (Ackerbohne, Erbse)



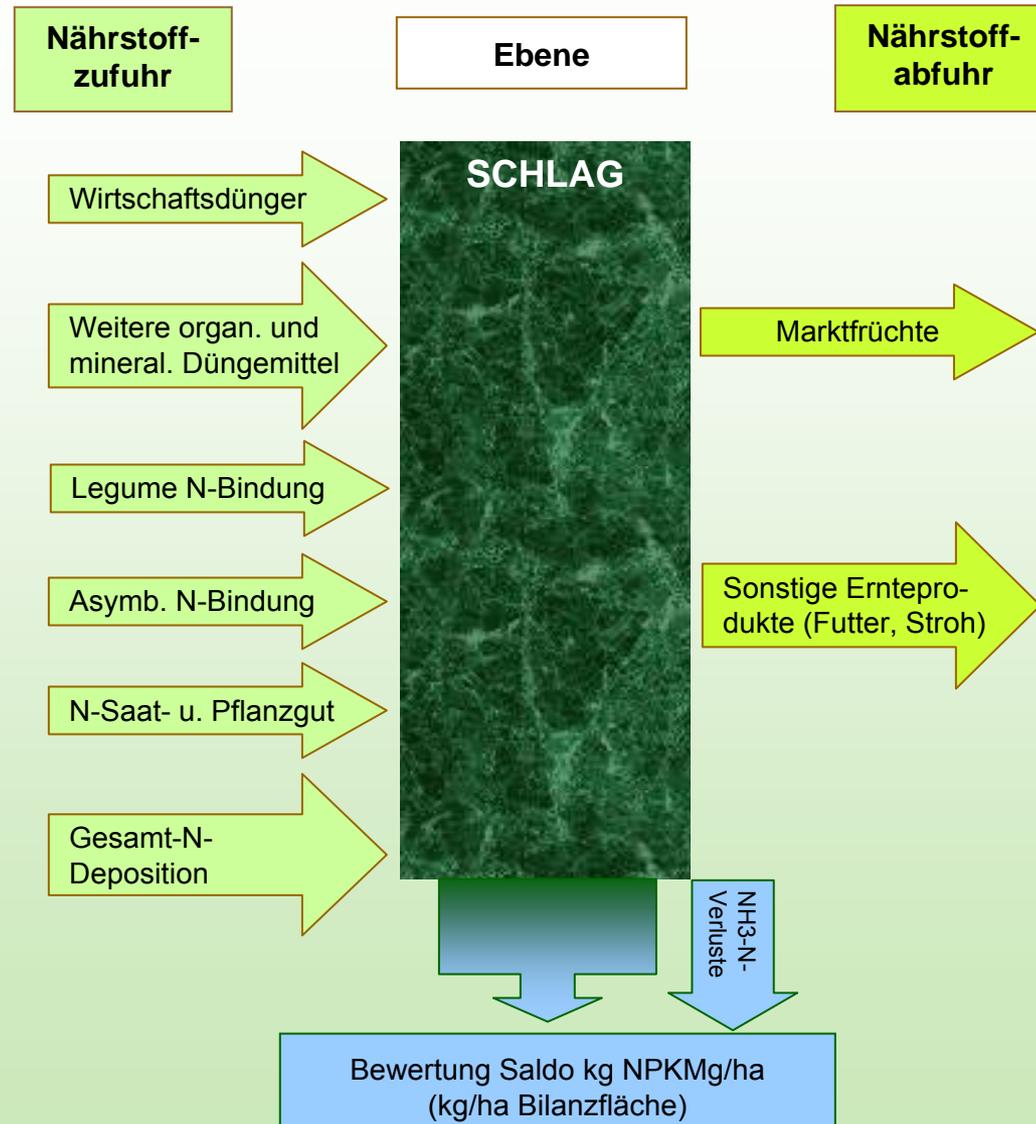
Bilanzgrößen der Hofter-, Flächen- und Stallbilanz für Stickstoff

(nach BACH & FREDE, 2005)

Bilanzglieder	Gesamt-, Hofter-Bilanz	Flächen- Schlag-Bilanz	Stall- Bilanz
ZUFUHREN			
Mineraldünger	X	X	
Wirtschaftsdünger	X	X	
Sekundärrohstoffdünger	X	X	
Saatgutzukauf	X	X	
Futtermittelzukauf	X		X
Zukauf Vieh	X		X
Atmosphärische N-Immission (Netto)	X	X	
NH ₃ -Immission aus landwirtschaftl. NH ₃ -Emission ^{a)}		X	
Symbiot. Stickstoff-Bindung	X	X	
Asymbiot. Stickstoff-Bindung	X	X	
ABFUHREN			
Ernteabfuhr zum Verkauf (Pflanzliche Marktprodukte)	X	X	
Tierische Marktprodukte	X		X
Ernteabfuhr zur innerbetriebl. Verwertung (Futter, Streu)		X	
Abgabe von Wirtschaftsdüngern	X		X
NH ₃ -Emission ^{a)} , Rückfluss auf Landwirtschaftsflächen			X
SALDO			
Bilanzsaldo (Überschuss), Menge abs.	X	X	X
Bezugsfläche (Saldierte Fläche, SF)		÷ SF	
Bilanzsaldo (Überschuss), pro ha LF	X	X	X

a) NH₃-Emission aus Stall-, Lagerungs- u. Ausbringungsverlusten

Schlag-Brutto-Bilanz im Öko-BEFU



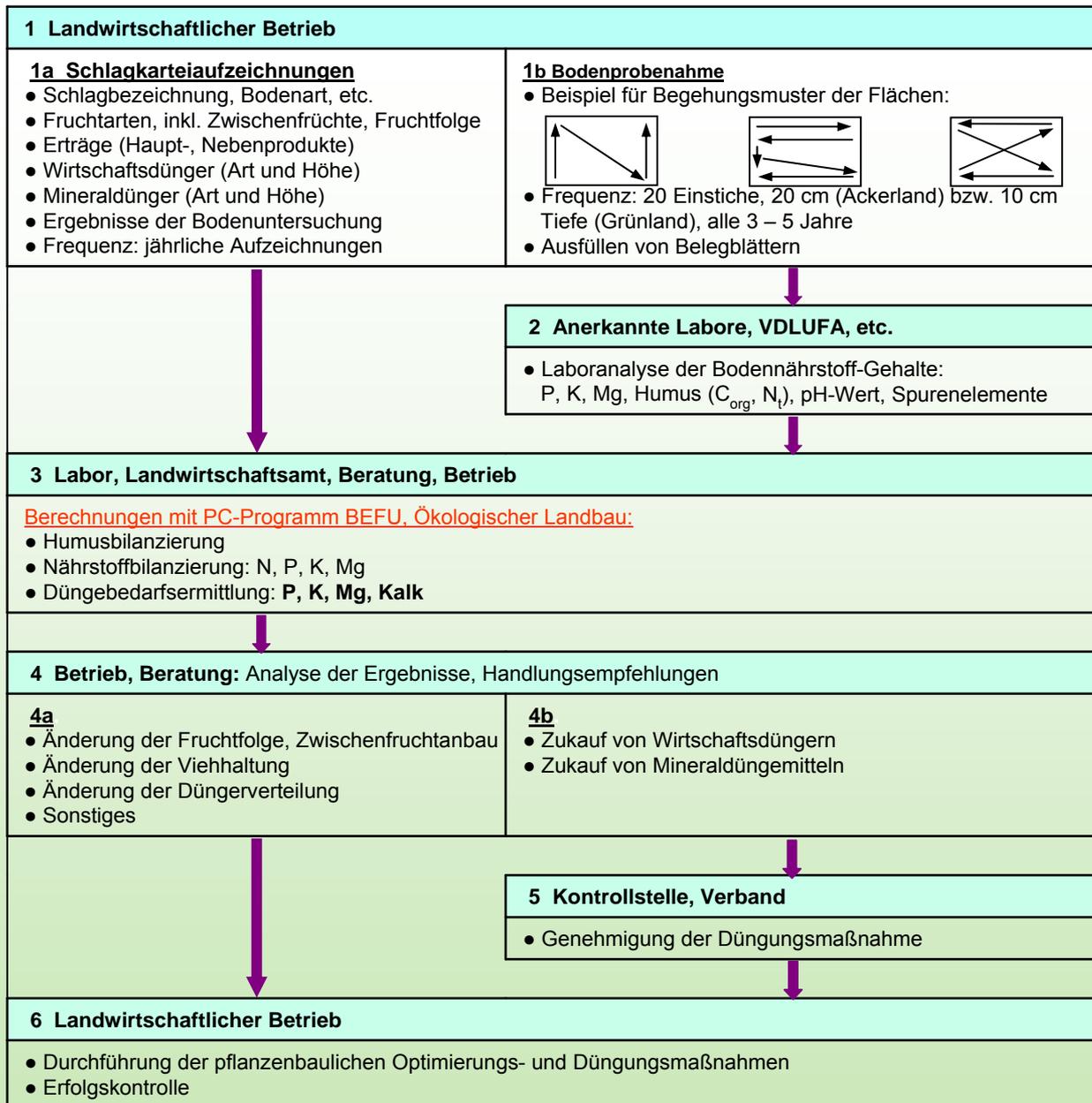
Zusatz-Möglichkeiten zur besseren Standort- u. Betriebsanpassung bei erweiterten BEFU-Fassungen

- Vegetationsstadium (vor, in, nach d. Blüte)
- Ausbringungsverluste Düngemittel (N in 4 Stufen)
- Mulchverluste (N in 4 Stufen)
- Ernteverluste je nach Nutzungsart (Ertrag in 4 Stufen)
- Hilfsfunktionen zur Schätzung d. Ertrages im Futterbau
- Leguminosenanteil im Gemenge
- Asymbiot. N-Bindung (Fixwert, veränderbar)
- N-Zufuhr über Saat- u. Pflanzgut
- N-Brutto-Deposition über die Atmosphäre (Fixwert f. Sachsen, veränderbar)
- N_{\min} -Werte im Frühjahr (standort- u. fruchtfolgeabhängige Mittelwerte f. Sachsen, veränderbar)
- Genauere Verfahren zur Berechnung d. legumen N-Bindung bei Futter- u. Körnerleguminosen

Ausbringungsverluste bei Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft im Öko-BEFU

Wirtschaftsdünger	Ausbringungsverluste (%) ausgehend vom Dünger-Gesamt-N				
	Kurzfassung	Erweiterte Fassung			
		Abstufungen je nach Ausbringungsbedingungen			
		keine	gering	mittel	hoch
		bedeckt, kühl, sofortige Einarbeitung	Standard	sonnig, warm, verspätete Einarbeitung	
Stallmist/ Rind	14	0	7	14	20
Stallmist/ Schwein	15	0	7	15	20
Stallmist/ Schaf, Ziege	9	0	5	9	15
Stallmist/ Geflügel	17	0	7	17	25
Stallmist/ Pferd	9	0	5	9	15
Jauche/ Rind	14	0	7	14	20
Jauche/ Schwein	15	0	7	15	20
Gülle dünn/ Rind	18	0	7	18	35
Gülle dünn/ Schwein, Geflügel	14	0	7	14	30
Gülle normal/ Rind	18	0	7	18	35
Gülle normal/ Schwein, Geflügel	14	0	7	14	30
Geflügeltrockenkot	17	0	7	17	25
Gärrest Gülle/ Rind	18	0	7	18	35

bei Weideverfahren werden 75 % der Gesamt-N-Ausscheidungen als N-Verluste abgezogen



Checkliste

zur Bodenuntersuchung, Grunddüngung und Kalkung im ökologischen Landbau

Zusammenfassung: Einbindung des Kalkulationsprogramms Öko-BEFU zum Nährstoffmanagement im Biobetrieb

Parameter	Methode	Frequenz / Zielstellung
Aufzeichnungen über: Anbauinformationen, Fruchtarten, Sorten, Düngung, Pflanzenschutz, Erträge, Bodenunterschg.	Schlagkarteiführung (z.B. AGRO-CAD, kompatibel zum Programm BEFU)	<ul style="list-style-type: none"> - Zu jeder angebauten Fruchtart, jährlich; - Erforderlich für: Dokumentation, Öko-Kontrolle, Buchführung, Humus- u. Nährstoffbilanzierung; - Ziel: Bereitstellung von Informations- u. Dokumentations-Unterlagen
Organische Substanz, Humusversorgung des Bodens	Humusbilanzierung mit dem Programm BEFU (möglichst mit einer standortangepassten Methode)	<ul style="list-style-type: none"> - Umstellung: Planung v. Fruchtfolge u. Dunganfall; - Bei deutlicher Änderung d. Betriebsausgestaltg.; - 1 x je 1 – 2 Fruchtfolgerotationen; - Ziel: Versorgungsgruppen C – D
Humusgehalt u. –qualität des Bodens	Bodenuntersuchung der Ackerkrume auf: C _{org} , N _t , C/N-Verhältnis	- 1x je Fruchtfolge (4 – 8 Jahre)
Grundnährstoffe des Bodens (ggf. Mikronährstoffe)	Bodenunterschg. der Ackerkrume auf verfügbare Nährstoffe: P (DL-, CAL-Methode), K (DL-, CAL-Methode), Mg (CaCl ₂ -Methode)	<ul style="list-style-type: none"> - Alle 3 – 5 Jahre bzw. 1 x je Fruchtfolge; - Ziel: Versorgungsstufe B (Standard) – C
Kalkversorgung des Bodens	Bodenuntersuchung der Ackerkrume: pH-Wert (CaCl ₂ -Methode)	<ul style="list-style-type: none"> - Alle 3 – 5 Jahre (1x je Fruchtfolge); - Ziel: Versorgungsstufe C
Stickstoff (N)	Nährstoffbilanzierung mit dem Programm BEFU (Methoden Schlagbilanz mit Brutto-Saldierung, Hoftor-, Stall-Bilanz)	<ul style="list-style-type: none"> - Umstellungsplanung; - 1 x je Fruchtfolge; - Ziel: 5 – 40 kg N/ha u. J.
Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg)	Nährstoffbilanzierung mit dem Programm BEFU (Methoden Schlag-, Hoftor-, Stall-Bilanz)	<ul style="list-style-type: none"> - 1 x je 1 – 2 Fruchtfolgerotationen; - Ziel: P ≥ 0 kg, K (je nach Bodenart verschieden)
Phosphor (P), Kalium (K), Magnesium (Mg)	Düngebedarfsermittlung mit dem Programm BEFU (mit standortangepasster Methode)	<ul style="list-style-type: none"> - Alle 3 – 5 Jahre (unter Einbeziehung der Ergebnisse d. Bodenuntersuchung); - Ziel: Sicherung d. Zielversorg.-Stufen d. Bodens)

Unterlagen zum Programm BEFU, Teil Ökologischer Landbau

- Die jeweils gültige Version des Programms kann über das Internet kostenfrei herunter geladen werden:
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/befu>
(Testversion ab Ende 2007)
- Bedienungsanleitung für das Programm von KÖHLER & KOLBE: ca. Ende 2007
- F/E-Abschlussbericht von KÖHLER & KOLBE in Schriftenreihe d. Sächs. Landesanstalt f. Landwirtschaft : Ende 2007
- Broschüre zum optimalen Nährstoffmanagement im Biobetrieb: in Planung für 2008