

Betriebliche Anforderungen an ein modernes Düngungsmanagement

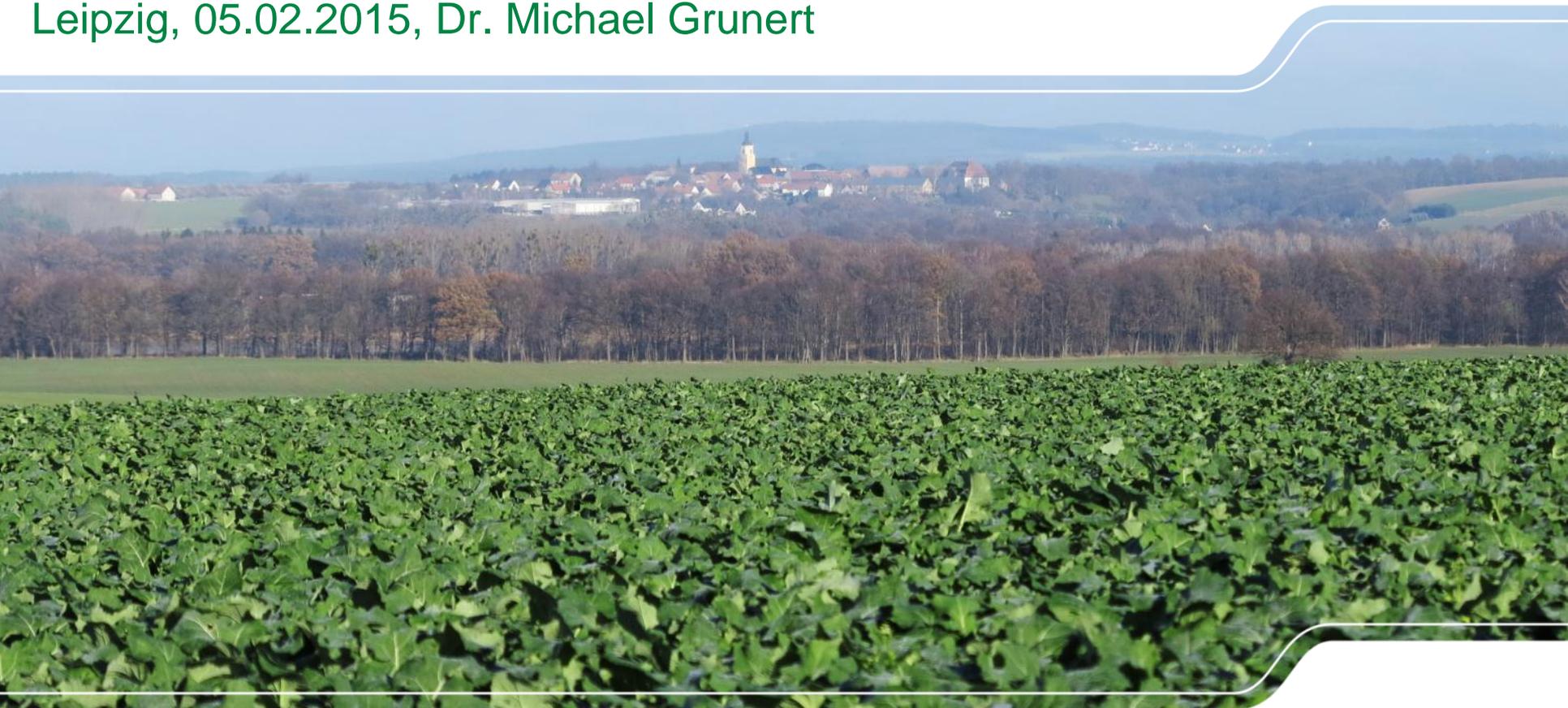
Umweltmanagementkonferenz

Leipzig, 05.02.2015, Dr. Michael Grunert

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN



Düngung - Problemlage und Herausforderungen

- erzielte Fortschritte im Themenkomplex Pflanzenernährung reichen noch nicht aus
- zunehmend kritische öffentliche Meinung zur Düngung (festgemacht u.a. an: Nährstoffanreicherungen in Grund-/Oberflächengewässern, Emissionen, Treibhausgasbilanz, Biodiversität ...)
- Verbesserungspotenzial bei Nährstoffeffizienzen (N, teilweise auch P); zunehmend unausgewogene Nährstoffversorgung (P! und K abnehmend)
- regional teilweise deutliche Nährstoffüberschüsse
- geänderte Klimabedingungen, längere Trockenphasen
- zunehmende gesetzliche Forderungen
- zunehmende und komplexere technische Möglichkeiten
- hohe und steigende Anforderungen an die Landwirte
- deutliche Auswirkungen auf Betriebe, Anbauverfahren, Wirtschaftlichkeit
- sehr unterschiedliche Voraussetzungen der Betriebe (Struktur, Personal, Standortbedingungen, Technikausstattung, EDV ...)



Ziele der Düngung

- bedarfsgerechte Pflanzenernährung
Menge, Zeitpunkt, Verfügbarkeit, Ausgewogenheit
- hohe Nährstoffeffizienz (Boden und Pflanze),
Verlustminderung
- Kosteneffizienz
- Erhalt und Verbesserung Bodenfruchtbarkeit
- Minimierung schädlicher Auswirkungen auf Umwelt



Düngungsmanagement

Faktoren im Betrieb (Auswahl)

- Betriebsstruktur (Marktfrucht, Tierhaltung, Biogas)
- Fruchtartenverhältnis (incl. Sorten, Qualitätsstufen), Grünland, Sonderkulturen ...
- Standortbedingungen (Bodenqualität und -heterogenität, Höhenlage, Hangneigung, Schutzgebietsauflagen, Klima, aktuelle Witterung ...)
- Düngemittelqualität, -lagerung, -homogenisierung, evtl. auch -mischung
- Lagerkapazitäten (Volumen, Art)
- Maschinen, Geräte (Anzahl, Art, Auslastung, Qualität, Einstellung)
- Personal (Anzahl, Qualifikation, Fortbildung, Nachwuchs sichern)
- Organisation (aktuell, Flexibilität ...)
- Probenahmen (Boden, org. Düngemittel, Anzahl, Qualität)
- Datenmanagement (Aufzeichnung, Auswertung, Verwendung)
- Wirtschaftlichkeit (Nährstoff-, Maschinen-, Personalkosten, Erzeugerpreise ...)
- Kontrollmechanismen (Qualität, Erfolg und für gesetzliche Anforderungen)
- gesetzliche Forderungen
-

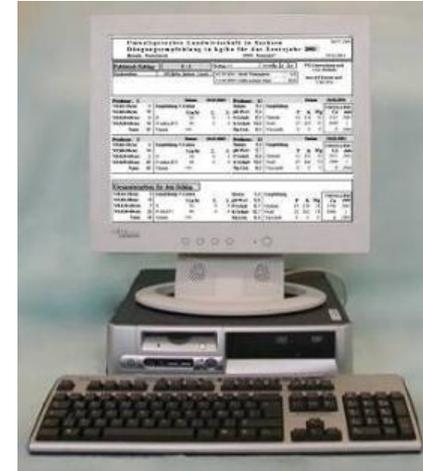
=> Wechselwirkungen zwischen allen Faktoren !



Strategien zur Verbesserung der Stickstoffverwertung - Teil 1

exakte Ermittlung des schlagspezifischen Düngebedarfes

- Bodenuntersuchung (N_{\min} , P, K, Mg, S_{\min} , pH ...)
- realistische Einschätzung Ertragserwartung und Nährstoffbedarf (Nitrattest, Pflanzenanalyse, N-Tester, Düngefenster, Luftbilder ...)
- Berücksichtigung gewachsener Biomasse und/oder der N-Versorgung
- Berücksichtigung der Nährstoffnachlieferung (Boden, Vorfrucht)
- Anrechnung Nährstoffbereitstellung aus organischen Düngern (aktuell, Vorfrucht, langjährig)



Weitere wichtige Faktoren:

- Beachtung Anwendungseigenschaften der Düngemittel (mineralisch/organisch)
- Prüfung der Nährstoffstabilisierung
- tatsächlicher Nährstoffgehalt organischer Düngemittel (N, NH_4 -N, P ...)
- Mineraldüngeräquivalent organischer Düngemittel (Kulturart, Monat)
- Art der Ausbringung und der Einarbeitung in den Boden
- Nährstoffplatzierung (unter-Fuß-Düngung, Injektion, strip-till)
- Witterungsverhältnisse während und nach der Ausbringung
-



Strategien zur Verbesserung der Stickstoffverwertung - Teil 2

exakte Verteilung der Düngemittel auf der Fläche

teilschlagspezifische Düngung heterogener Standorte
(N-Sensoren, Boden-Scanner, Ertragskarten ...)

Beseitigung von Ertragsbegrenzungen
(andere Nährstoffe, Krankheiten, Schädlinge, Bodenverdichtung ...)

Maßnahmen im Herbst

- keine pauschale Herbst-N-Düngung
- N-Konservierung durch Zwischenfrüchte
- Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität im Herbst

DüV aktuell: Ab 2018 Absenkung zulässiger Bilanzwert auf
50 kg N/ha*Jahr (\emptyset d. Betriebes in letzten 3 Düngejahren!)



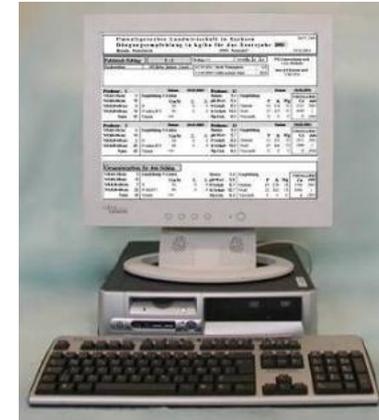
Düngebedarfsermittlung N

Aktueller Entwurf DüV:

- bundesweit einheitliche Methodik bei N (standortbezogene Obergrenzen, Sollwertsystem)
- Grundlage: durchschnittliches Ertragsniveau der letzten drei Jahre (im Betrieb?)
- Dokumentationspflicht für N- und P-Düngebedarfsermittlung

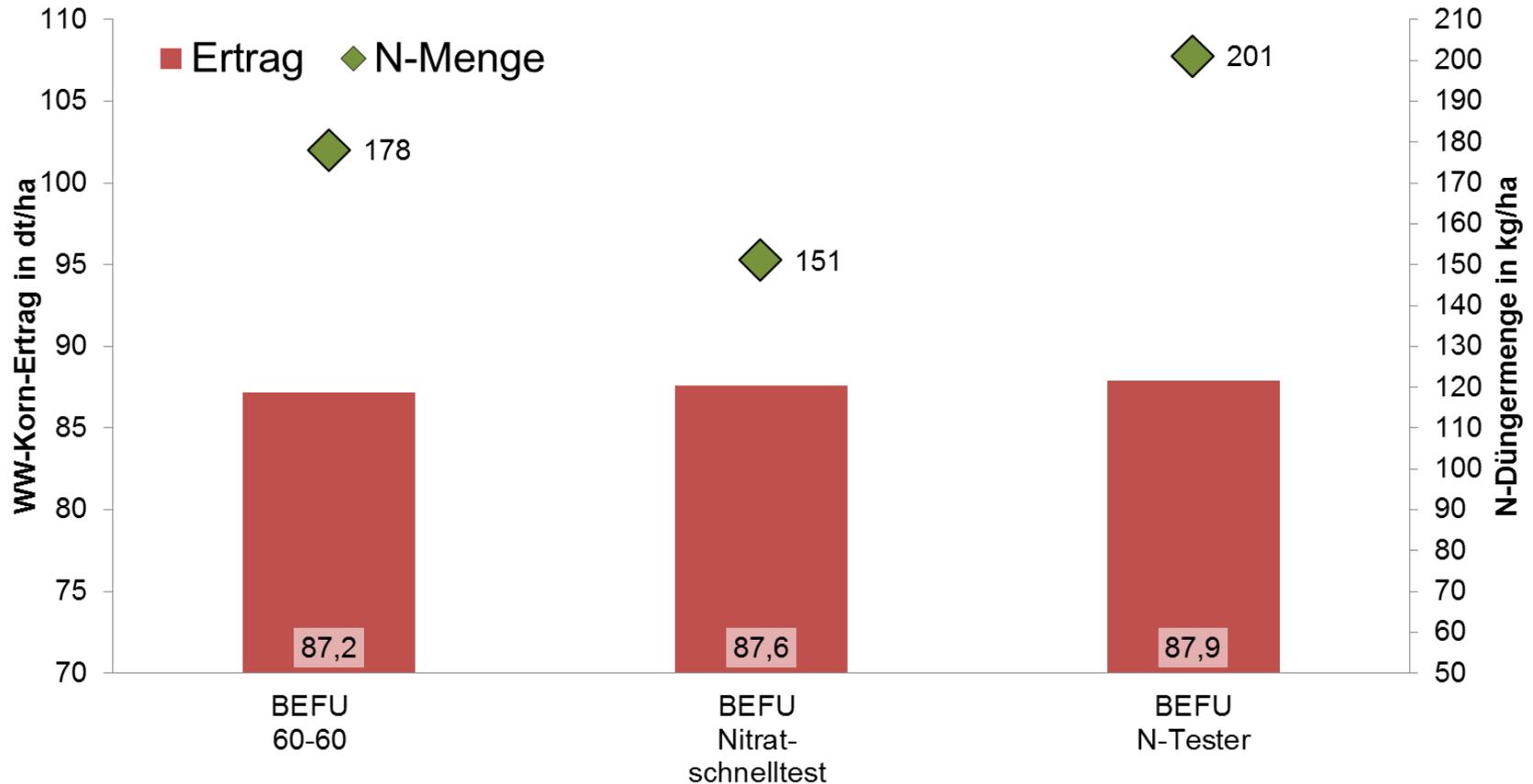
Grundlage sollten sein:

- zeitnahe Bodenproben von den betreffenden Flächen
 - Analyse organischer Düngemittel
 - Berücksichtigung des aktuellen Bestandes (Biomasse, EC)
 - teilschlagspezifische Berechnung und Ausbringung (bei entsprechender Bodenheterogenität)
 - schlagspezifische Aufzeichnungen aller relevanten Daten
- => Nutzung Düngebedarfsprogramm



Vergleich von Verfahren der N-Bedarfsermittlung zu Winterweizen

V-Standort Forchheim, 2001 - 2012



Rohprotein in %

13,3

13,3

13,4

N-Bilanz in kg N/ha

3

-24

23

effektive Mehrleistung in €/ha
(gegenüber ohne N-Düngung)

476

508

468

Abschätzung der N-Aufnahme von Raps mit dem Wiegeverfahren

Voraussetzung für einheitliche N-Düngung:
weitgehend gleichmäßige Pflanzenbestände,
sonst Teilflächen-spezifische Düngung

möglichst 4 Wiederholungen je Schlag
Auswahl repräsentativer Stellen

auf je 1 m² Rapspflanzen
am Wurzelhals abschneiden

jede Probe einzeln wiegen und
dann den Durchschnittswert ermitteln

Beispiel:

$$(1,3 \text{ kg} + 1,7 \text{ kg} + 1,8 \text{ kg} + 1,2 \text{ kg}) / 4 \\ = 1,5 \text{ kg Frischmasse/m}^2$$

je kg Frischmasse 50 kg N/ha N-Aufnahme

$$1,5 \text{ kg Frischmasse/m}^2 * 50 \\ = \mathbf{75 \text{ kg N-Aufnahme/ha}}$$



Quelle: Albert, LfULG, 2011

Frühjahr, N zu Winterrapps

Berücksichtigung gewachsener Biomasse - Berechnungsbeispiele

Lö-Standort, Zieldertrag 40 dt/ha, N_{\min} 40 kg/ha, ohne organische Düngung

Merkmal		Schlag 1		Schlag 2		Schlag 3	
Sprossfrischmasse	kg/m²	0,8		1,5		2,5	
erhebliche Blattverluste im Winter		nein		nein		nein	
N-Düngung gesamt	kg N/ha	175		150		100	
N-Gaben		85	90	75	75	50	50

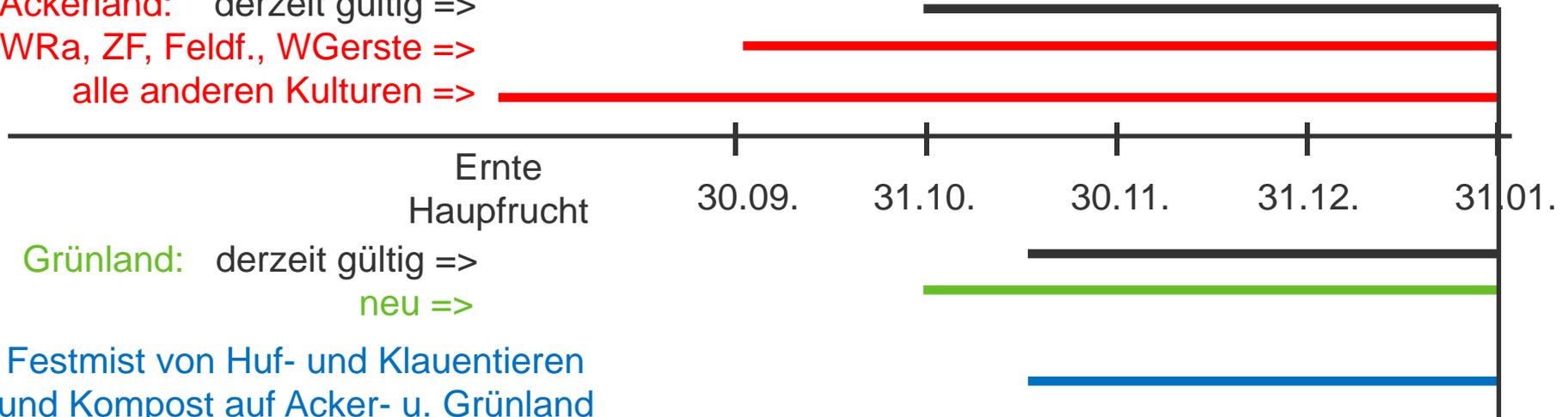
		Schlag 4		Schlag 5		Schlag 6	
Sprossfrischmasse	kg/m²	0,8		1,5		2,5	
erhebliche Blattverluste im Winter		ja		ja		ja	
N-Düngung gesamt kg	N/ha	185		170		135	
N-Gaben		90	95	85	85	70	65

Novellierung Düngeverordnung Sperrfristen für N-haltige Düngemittel



nach Hauptfruchternte:
 $\leq 30 \text{ kg NH}_4\text{-N/ha}$ (bisher 40)
 $\leq 60 \text{ kg Gesamt-N/ha}$ (bish.80)

Ackerland: derzeit gültig =>
 WRa, ZF, Feldf., WGerste =>
 alle anderen Kulturen =>



Grünland: derzeit gültig =>
 neu =>

**Festmist von Huf- und Klautentieren
 und Kompost auf Acker- u. Grünland**



Novellierung der DüV für Gülle/Gärreste verfügbare

Flächen im Spätsommer/Herbst in Fruchtfolgenbeispielen

Voraussetzung: - es besteht entsprechender N-Düngebedarf
- 100% Anbau von Zwischenfrüchten vor Mais, Hackfrüchten

Fruchtartenanteile im Betrieb	aktuell möglich (% der Fläche)	nach Novellie- rung möglich (% der Fläche)	incl. Senkung 40/80 auf 30/60; Reduzie- rung ausbringbarer Menge auf %
33% WWeizen, 33% ZF/Mais, 33% WRaps	100	66	50
50% WWeizen, 25% ZF/Mais, 25% WRaps	100	50	37
30% WWeizen, 20% WGerste, 20% WRaps, 20% ZF/Mais, 5% ZF/Zuckerr., 5% Kör.legum.	95	65	51
30% WRoggen, 20% WRaps, 20% ZF/Mais, 20% WGerste, 10% WWeizen	100	60	45
30% WRoggen, 30% ZF/Mais, 10% WRaps, 10% Körnerlegum., 10% WTriticale	90	40	33
30% WWeizen, 30% ZF/Mais o. Feldfutter, 15% SoGerste, 20% WRaps, 5% Kör.legu.	95	50	39

Längere Sperrfristen

Wie bei Gülle/Gärrest reagieren?

- Verschiebung der Ausbringung in das Frühjahr (zu Raps, Wintergetreide)
 - aber: max. 60 kg Ges.N/ha auf trockenen kurzzeitig auftauenden Boden
 - ist auch Chance: höheres MDÄ, weniger mineral. N, bessere Bilanz
- Ausbringungstechnik:
 - Auslastung wird sinken => Kapazität erhöhen (selbst, überbetrieblich)
 - weniger Direkteinarbeitung (Güllegrubber), mehr Schlauch-/Schlitztechnik
 - Ausbringung kleiner Mengen ermöglichen (Gärrest mit 4 kg $\text{NH}_4\text{-N}/\text{m}^3$:
30 kg $\text{NH}_4\text{-N}/\text{ha} = 7,5 \text{ m}^3/\text{ha}$; ist z.Z. technisch kaum dosierbar!)
- Fruchtfolge anpassen (Feldgras statt Mais?), Zwischenfruchtanbau, Ausbringungsfenster einplanen (Arten, Umfang je Kulturart, Zeiträume)
- Gärrest-Aufbereitung oder Verkauf?
- Lagerkapazität bauen
Extremfälle berücksichtigen (Befahrbarkeit, Nährstoffbedarf Herbst, Winter 2012/13 mit anschließend sehr kurzen Ausbringungsfenstern)
(- Tierhaltung einschränken?)

=> deutliche Auswirkungen auf Abläufe, Management, evtl. sogar Strukturen



Mais für Biogas

Humusbilanz, Nährstoffrückführung

	Biogas	
	Silomais Gärsubstrat- rückführung	Silomais ohne Rückfuhr
Abfuhr	14,4 t TM	14,4 t TM
Verbleib	-	-
Rückfuhr	Gärsubstrat	-
Humusbilanz		
kg Humus-C/ha	-92	-560
Nährstoffabfuhren, rechnerisch		
kg N/ha	19	195
kg P/ha	2	36
kg K/ha	10	190
Kosten für Nährstoff- und Humusausgleich		
für Humus €/ha	74	450
für N P K €/ha	24	383
Gesamt €/ha	98	833

Silomais: 45 t /ha mit 32 % TS

Humuswerte nach VDLUFA untere Werte
Humusausgleich mit Stroh: 100 €/t Stroh

Nährstoffpreise:

1,10 €/kg N, 2,90 €/kg P, 0,90 €/kg K

MDÄ: N: 50

MDÄ: P, K: 100



Koppelprodukte, Gärsubstrate
zurück auf den Acker/Grünland !

Ausbringungstechnik neue Anforderungen

- Pflicht: Grenzstreueinrichtung für Mineraldüngung
 - Mindestanforderungen an Verteil- und Dosiergenauigkeit für neu in Betrieb genommene Mineraldüngerstreuer, Flüssigmisttankwagen, Stalldungstreuer
 - Ausbringung flüssiger org. oder org.-mineral. Düngemittel auf bestelltem Ackerland und Grünland nur noch:
 - streifenförmig auf den Boden abgelegt oder
 - direkt in den Boden eingebracht
- =>
- höhere Investitionskosten
 - bessere Arbeitsqualität, ausgeglichene Bestände
 - höheres N-MDÄ



Wirkung ungenügender N-Verteilgenauigkeit zu Winterweizen

(Daten aus Weizen-N-Düngungsversuch Nossen, Mittel 2004 bis 2012)

Große Ungenauigkeiten Schleulerdüngerstreuer-Ausbringung in der Praxis (Lossie, DEULA, 2014)
Streufehler sind erst ab 30 % Streuungenauigkeit sichtbar! (yara, 06/2013)

N-Düngung Fehler	kg N/ha	Ertrag dt/ha	RP %	Erlös €/ha	N-Bilanz kg N/ha	angenomm. Flächenanteil
- 50 % N	84	87,6	12,4	1.555 (-191)	-93	35 %
optimal	144	94,4	13,7	1.746 (± 0)	-49	30 %
+ 50 % N	216	94,5	14,3	1.748 (+ 2)	+14	35 %
Gesamt	144	92,1	13,5	1.680	-43	100 %
	± 0	(-2,3)	(-0,2)	(-66)	(+6)	



Ausbringungstechnik Nährstoff-Platzierung

Warum?

- gute Erreichbarkeit der Nährstoffe für Jungpflanzen
- bessere Wirkung auch in Trockenphasen
- Vorteile insbesondere bei pflugloser Bearbeitung und Direktsaat
- keine Abschwemmung von Nährstoffen nach Starkniederschlägen
- Senkung von Emissionsverlusten

Optionen:

- unter-Fuß-Ablage mineralischer Düngemittel (N, P)
- Injektion von mineralischen N (CULTAN)
- strip-till-Verfahren insbesondere mit Gülle/Gärresten

Herausforderungen:

- geeignete Technik
- Anpassung der Verfahren an Standorte und Kulturarten
- Wahl geeigneter Düngemittel



Foto: Albert, LfULG



Vermeidung von Gefährdungen für die Bodenstruktur bei flüssiger organischer Düngung

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



organische Düngung kritisch durch hohe Radlasten

optimal:

- Transport und Ausbringung mit verschiedenen Maschinen
- Transportfahrzeug verbleibt auf Feldweg
- Ausbringung auf Stoppel der Vorfrucht
- direkte Einarbeitung
- Niederdruckreifen, Reifendruck absenken
- fahren im „Hundegang“
- Ausbringung nur bei Befahrbarkeit der Flächen, Ausgrenzung von Nassstellen
- Anbau von Zwischenfrüchten, Untersaaten...

Nicht optimal aus Sicht des Bodenschutzes:



teilschlagspezifische N-Düngung (Bestandes- und Boden-abhängig)

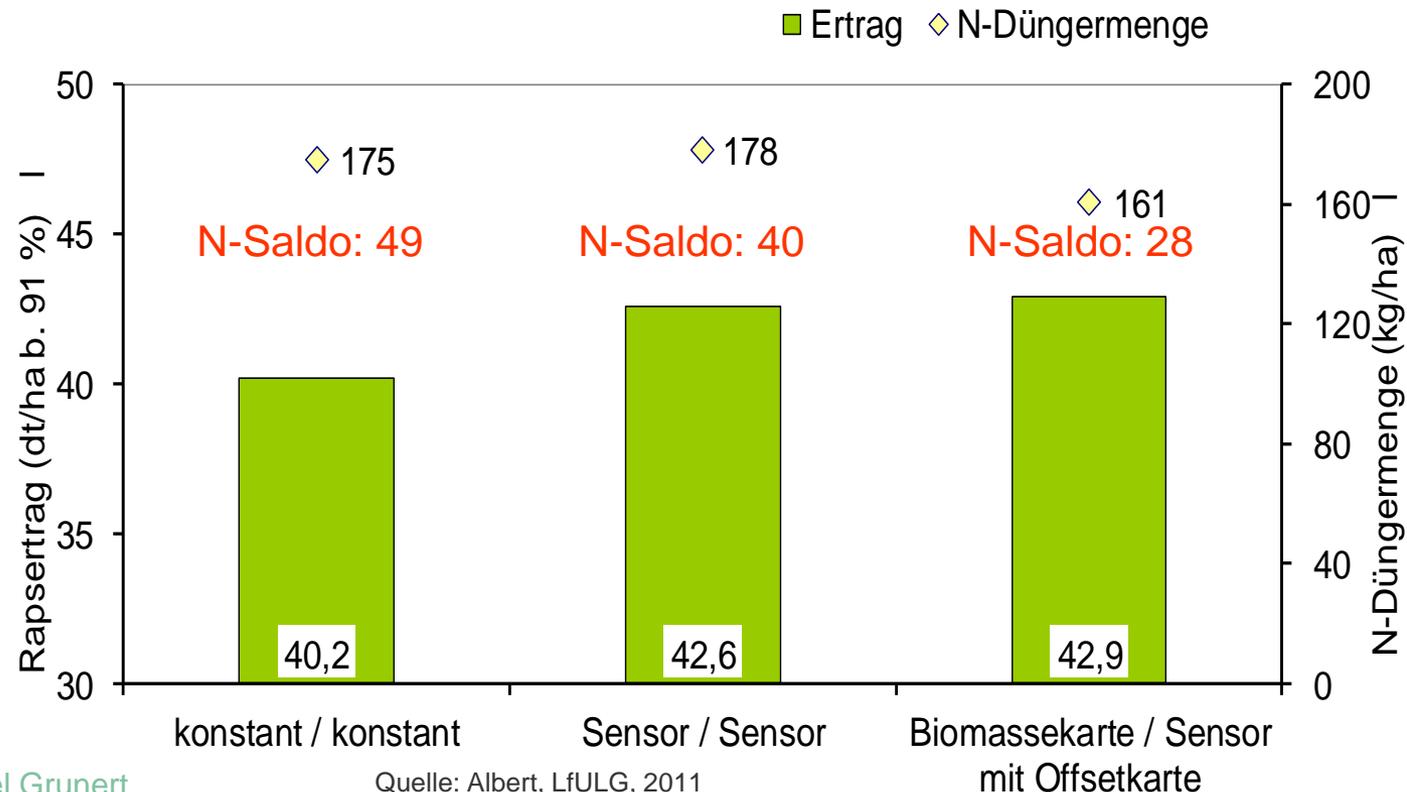
Vorteile bei uneinheitlichen Standorten:

- einheitliche Bestände (Qualität, Reife, Beerntbarkeit)
- höhere Nährstoffeffizienz, geringere Nährstoffsalden
- verbesserte Wirtschaftlichkeit
- (höhere Erträge)

.....

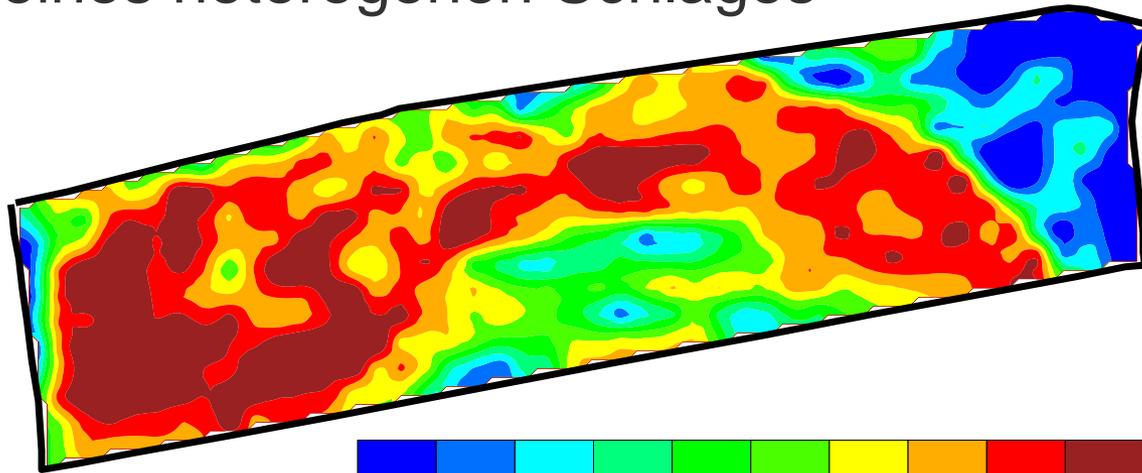


Rapserttrag, N-Düngung, N-Salden bei
verschiedenen Applikationsstrategien

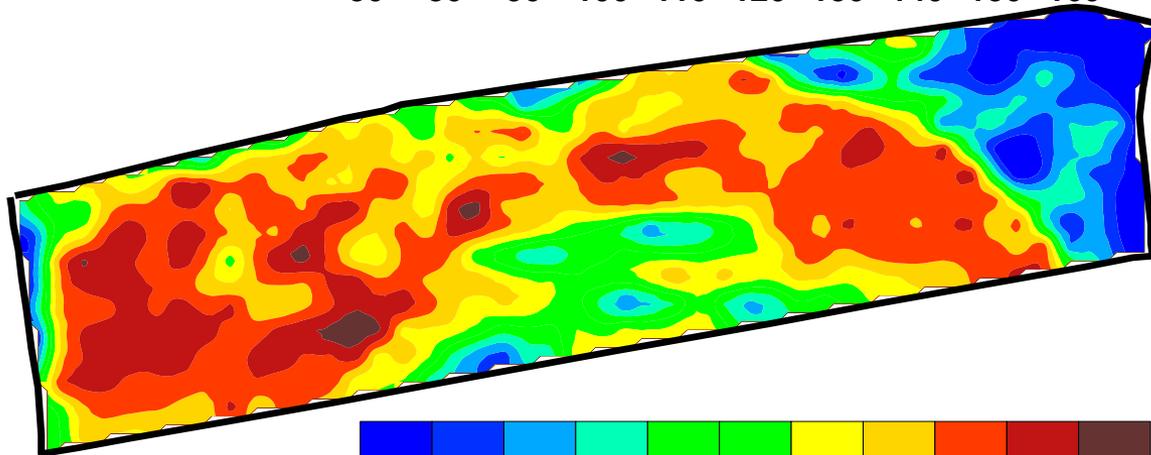


Quelle: Albert, LfULG, 2011

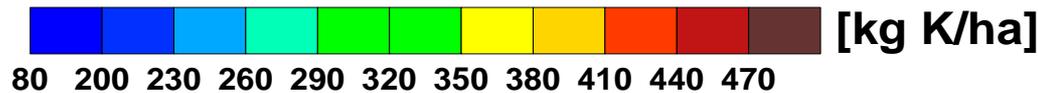
akkumulierte P- und K-Abfuhren eines heterogenen Schlages



**Akkumulierte
Phosphor-Abfuhr
(Summe aus 5 Jahren)**



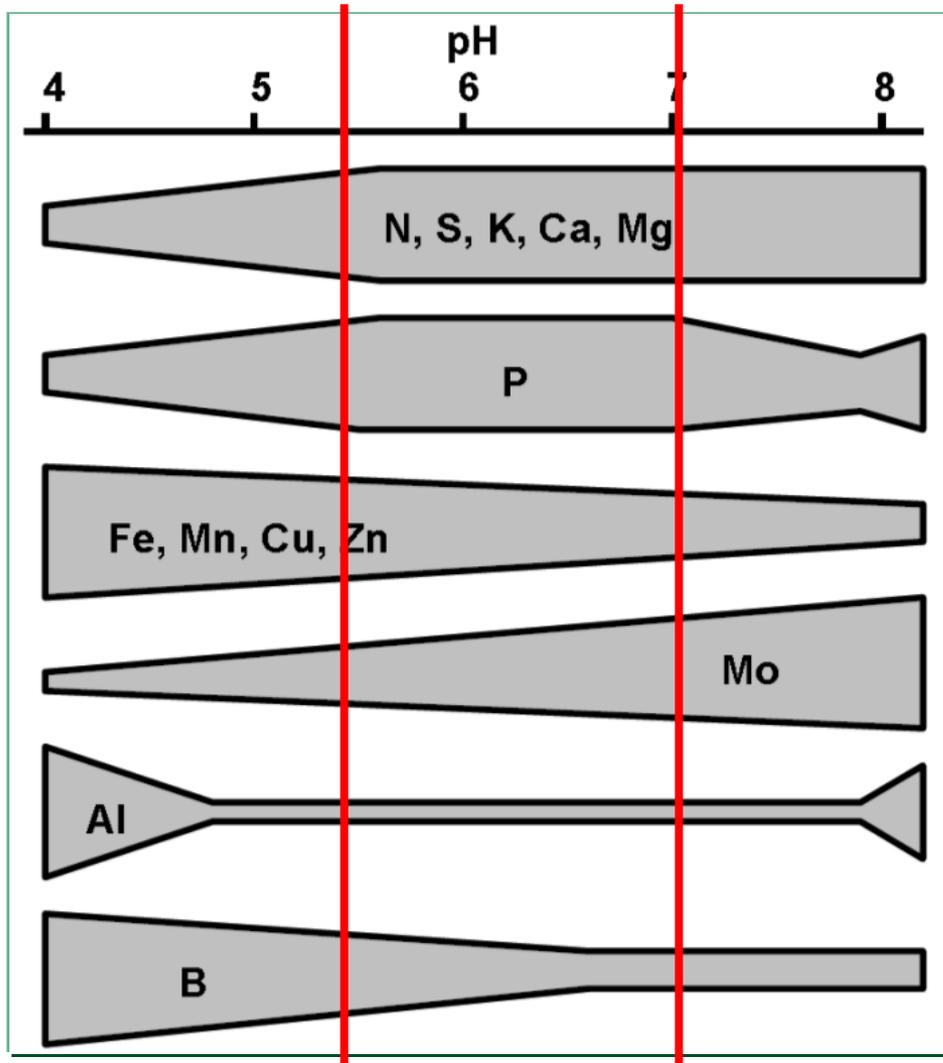
**Akkumulierte
Kalium-Abfuhr
(Summe aus 5 Jahren)**



Quelle: Albert, 2012

=> teilflächenspezifische P/K-Düngung (mineralisch, nach Möglichkeit auch organisch)

Nährstoffmobilität in Abhängigkeit vom pH-Wert des Bodens



Rot: Gehaltsklasse C auf Ackerflächen
(je nach Bodenart bei Humusgehalt $\leq 4\%$)

Quelle Diagramm: DLG, 2012; in Anlehnung an Finck, 1979

Nährstoff-Bilanzen

Rechtliche Forderung:

- Flächenbilanz im Mittel des Betriebes
(N: dreijähriges, P: sechsjähriges Mittel)
- zukünftig evtl. Hoftorbilanz

Unbedingt sinnvoll und anzustreben:

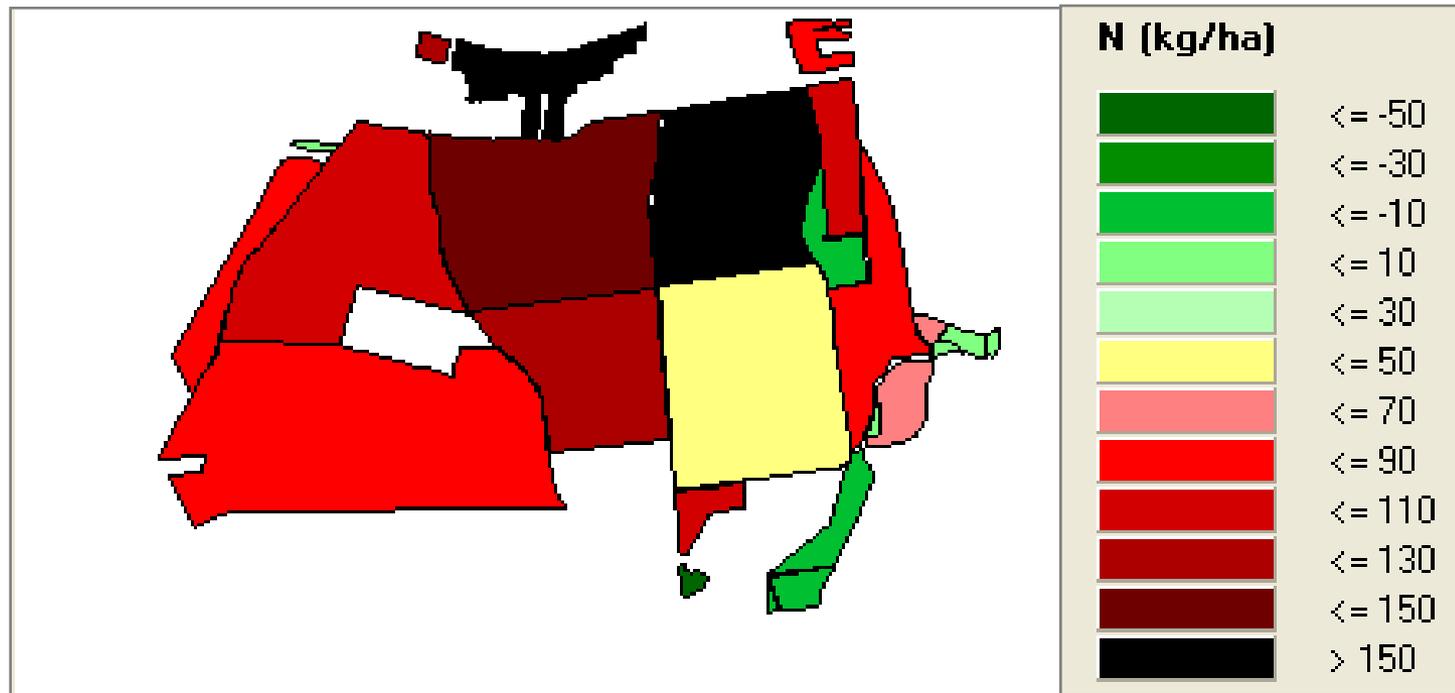
- Schlagbilanzierung

Warum?

- oft größere Betriebe mit verschiedenen Böden
 - in Sachsen kleinräumig größere Bodenunterschiede (Entstehungsbedingt)
 - Bewirtschafterwechsel durch hohe Pachtanteile
 - differenzierte organische Düngung je nach Lage der Fläche im Betrieb
- => differenzierte Ertragspotenziale, Humus- und verfügbare Nährstoffgehalte, pH, Wasserkapazität ...
- => oft drastische Unterschiede :
in Nährstoffentzügen und damit -bilanzen,
in der Folge deutliche Nährstoffan- oder -abreicherung
- => Betriebsbilanz verdeckt diese Unterschiede



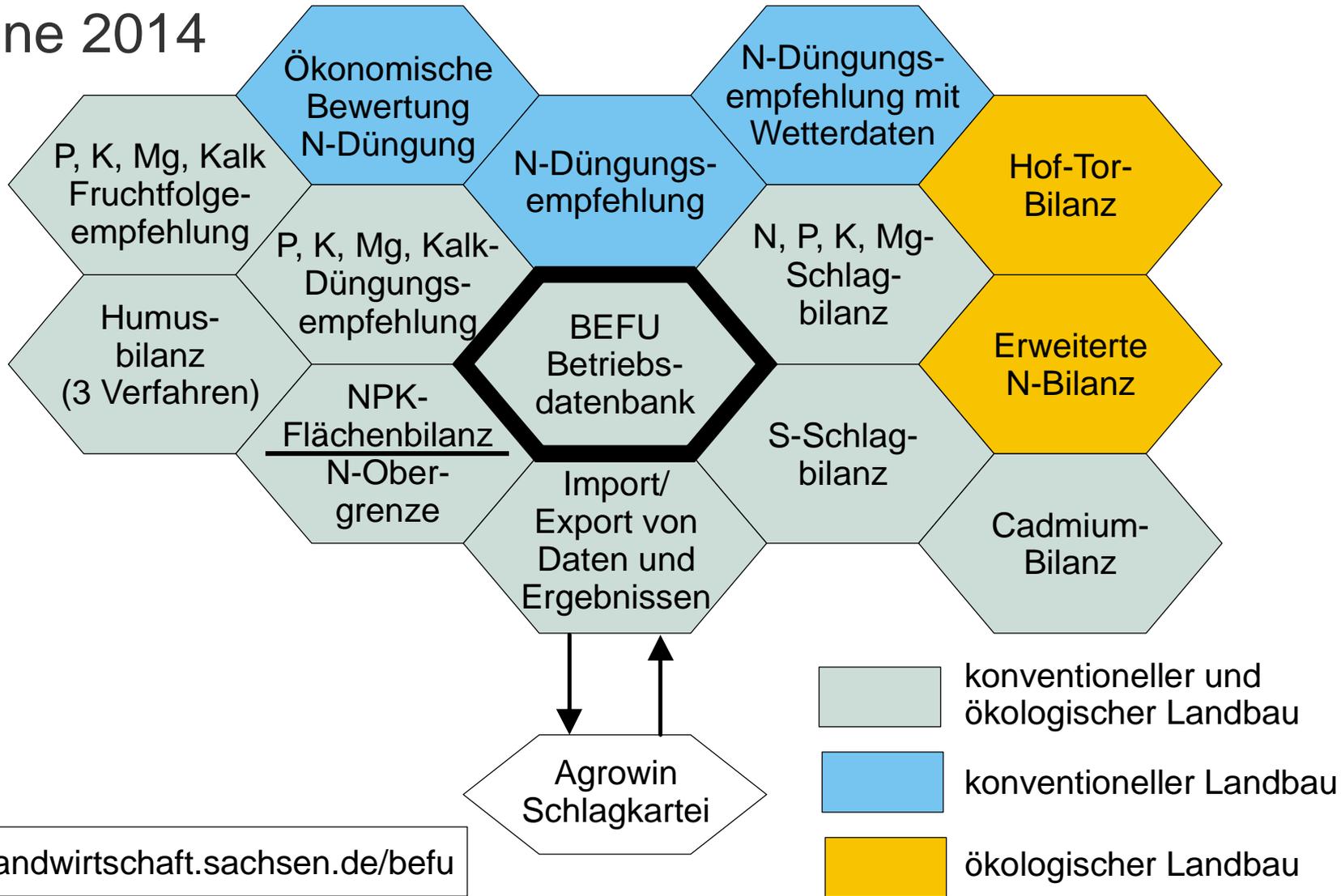
Beispiel für schlagspezifische Stickstoffsalden in einem Praxisbetrieb (dreijährige Mittelwerte)



Quelle: Heinitz, LfULG, 2010

Sächsisches Düngungs- und Bilanzierungsprogramm BEFU Bausteine 2014

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

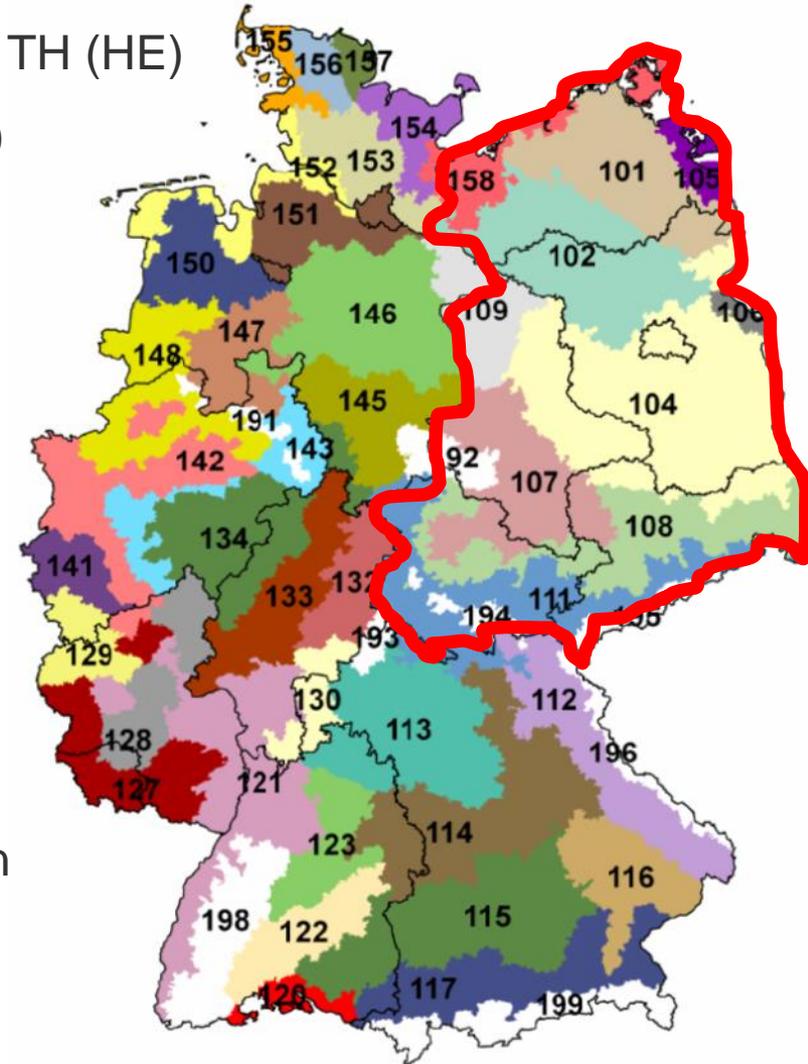


www.landwirtschaft.sachsen.de/befu

N-Düngebedarfsermittlung nach neuer DüV: EDV-Programm

ein Programm für Bundesländer BB, MV, SN, ST, TH (HE)

1. Berechnung nach DüV (Vorlage bei Kontrollen)
2. fachlich erweiterte Berechnung
 - Boden-Klima-Räume (BKR) als Grundlage, einheitliche Empfehlungshöhen auch für länderübergreifende BKR
 - Programmierung im LfULG
 - Berechnungsbausteine teilweise aus BEFU
- Umstellung gegenüber BEFU:
 - Berechnung einer Empfehlung für Gesamtbedarf und getrennt für Gaben 1 bis 3 (BEFU bisher „nur“ für erste Gabe)
 - erste Gabe ist Düngebedarfsempfehlung
 - Berechnung 2. und 3. Gabe hat orientierenden Charakter, tatsächliche Festlegung mit bestandsabhängiger Bestimmungsmethode
 - Summe 1.-3. Gabe \leq Gesamthöhe nach DüV



Boden-Klima-Räume in Deutschland

Düngung

Schwerpunktthemen (Auswahl)

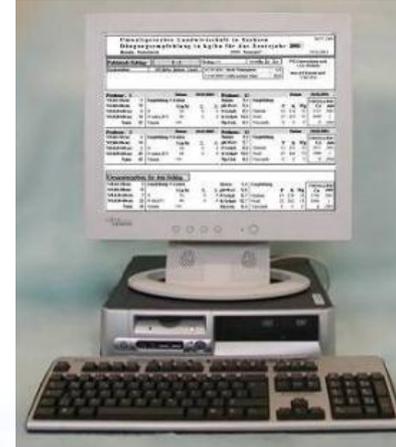
- genaue Kenntnis über bewirtschaftete Standorte
- Führen von Schlagkarten
- klare Datenstrukturen
- realistische Zielerträge
- ausgewogene Pflanzenernährung
- geeignete Düngemittel
- regelmäßige Kontrolle der Bestände
- Probenmanagement
- Nährstoffrückfluss sichern
- optimaler Einsatz organischer Düngemittel
- aktueller Wissensstand Technik und Gesetze,
Weiterbildung Mitarbeiter
- neue Technologien testen
- Entscheidung ob eigene oder überbetriebliche Technik
- Technik pflegen und optimal einstellen
- Alternativen/Ausweichoptionen im Auge behalten
- keine starren Standardvarianten fahren
- Öffentlichkeitsarbeit



Düngung

Erfolgskontrolle

- optische Kontrolle der Flächen
 - Düngefehler, Streubild, Ablagetiefe, Abstandsauflagen
- gegebenenfalls Analyse Pflanzenproben
- regelmäßige Flächenbeprobung, evtl. auf Teilflächen
- Anlegen von Düngefenstern, z.B.:
 - für bestandesabhängige 2./3. Gabe
 - Test neuer Technologien
- ein- und mehrjährige Schlag(Teilschlag-)bilanzen
 - N, P, K, Humus
- Wirtschaftlichkeit



Düngungsmanagement Zusammenfassung

- noch Reserven zu erschließen
- gesetzliche Vorgaben nehmen zu
- technische Möglichkeiten steigen
- erhebliche Wechselwirkungen mit anderen Faktoren
- in der Summe hohe Anforderungen an das Management im Betrieb

Modernes Düngungsmanagement geht über die derzeitigen und die in Erarbeitung befindlichen gesetzlichen Mindestanforderungen hinaus!



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Michael Grunert (035242) 631-7201 Michael.Grunert@smul.sachsen.de

Veranstaltungshinweis: Pflanzenbautagung, 27.02.2015 in Groitzsch

