Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

Ackerbauliche Grundlagen der ökologischen Bewirtschaftung

Dr. Harriet Gruber

Güstrow, 06.03.2013

Es gilt das gesprochene Wort

Einleitung

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

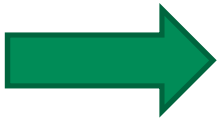
derzeitige Situation im Öko-Landbau in Mecklenburg-Vorpommern:

- große Nachfrage nach Öko-Produkten
- hohe Akzeptanz des Öko-Landbaus bei den Verbrauchern
- zunehmende Angebotsdeckung mit Importware
- steigende Konventionalisierung im Öko-Landbau
- weitgehend stagnierende Erträge und Leistungen
- unzureichende Preisdifferenz zwischen ökologischen und konventionellen Produkten mit folglich ökonomischen Konsequenzen
- zunehmende Belastung durch Kontrollmechanismen, besonders in kleinen Betrieben

Einleitung

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

1. **Der Boden ist im Öko-Landbau Nährstoffspeicher und Grundlage für gesundes Pflanzenwachstum.**
2. **Seine Fruchtbarkeit muss durch Humusmehrung und Erhöhung der biologischen Aktivität nachhaltig verbessert werden.**



langfristiger Prozess

Wichtige Elemente für eine nachhaltige Bewirtschaftung sind:

- Fruchtfolgegestaltung mit Leguminosen und Ackerfutter
- Zwischenfruchtanbau und Untersaaten
- Tierhaltung und organische Düngung, mineralische Düngung

Albert Schultz-Lupitz

Der Aufbau einer biologischen Bodenfruchtbarkeit (*mit Hilfe der Gründüngung)* bildete die Grundlage um „*eine ursprünglich elende Scholle zu einem Garten, zu einem fruchtbaren Erdreich umzugestalten*.“ *(Schultz-Lupitz 1895)*,

in: Vogt, 1999: Entstehung und Entwicklung des ökologischen Landbaus. Diss.

Fruchtfolgen mit Leguminosen und Ackerfutter

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

Eine richtig geplante und konsequent eingehaltene Fruchtfolge stellt den Schlüssel zur Erhaltung und Förderung der Bodenfruchtbarkeit und damit zur nachhaltigen Sicherung befriedigender Erträge bei“ (Neuerburg 1992).

Die Fruchtfolge ist so vielseitig und ausgewogen zu gestalten, dass sie folgende Funktionen erfüllt:

- Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit
- Ernährung der Tiere mit hofeigenen Futtermitteln
- Erzielung von wirtschaftlich sinnvollen Erträgen ohne Einsatz von chemischen Dünge- und Pflanzenschutz- Mitteln
- Hervorbringung von gesunden Pflanzen
- Unterdrückung der Ackerunkräuter

Fruchtfolgen mit Leguminosen und Ackerfutter

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

- Wechsel von Halm- und Blattfrüchten (Vorfruchtwirkung nutzen)
- Wechsel zwischen Winterungen und Sommerungen (Regulierung des Unkrautdrucks)
- **Ausreichender Anteil von Stickstoffsammlern und Humusmehrern**
- Ausreichender Abstand selbstunverträglicher Arten und Artengruppen (Anbaupausen)
- **Nutzung von Untersaaten und Zwischenfrüchten zur Verbesserung der biologischen Aktivität im Boden**
- Berücksichtigung des Nährstoffbedarfs der Kulturen (Stark- und Schwachzehrer)
- Auswahl der Kulturen entsprechend der Standortansprüche und der wirtschaftlichen Vorzüglichkeit

Fruchtfolgen mit Leguminosen und Ackerfutter

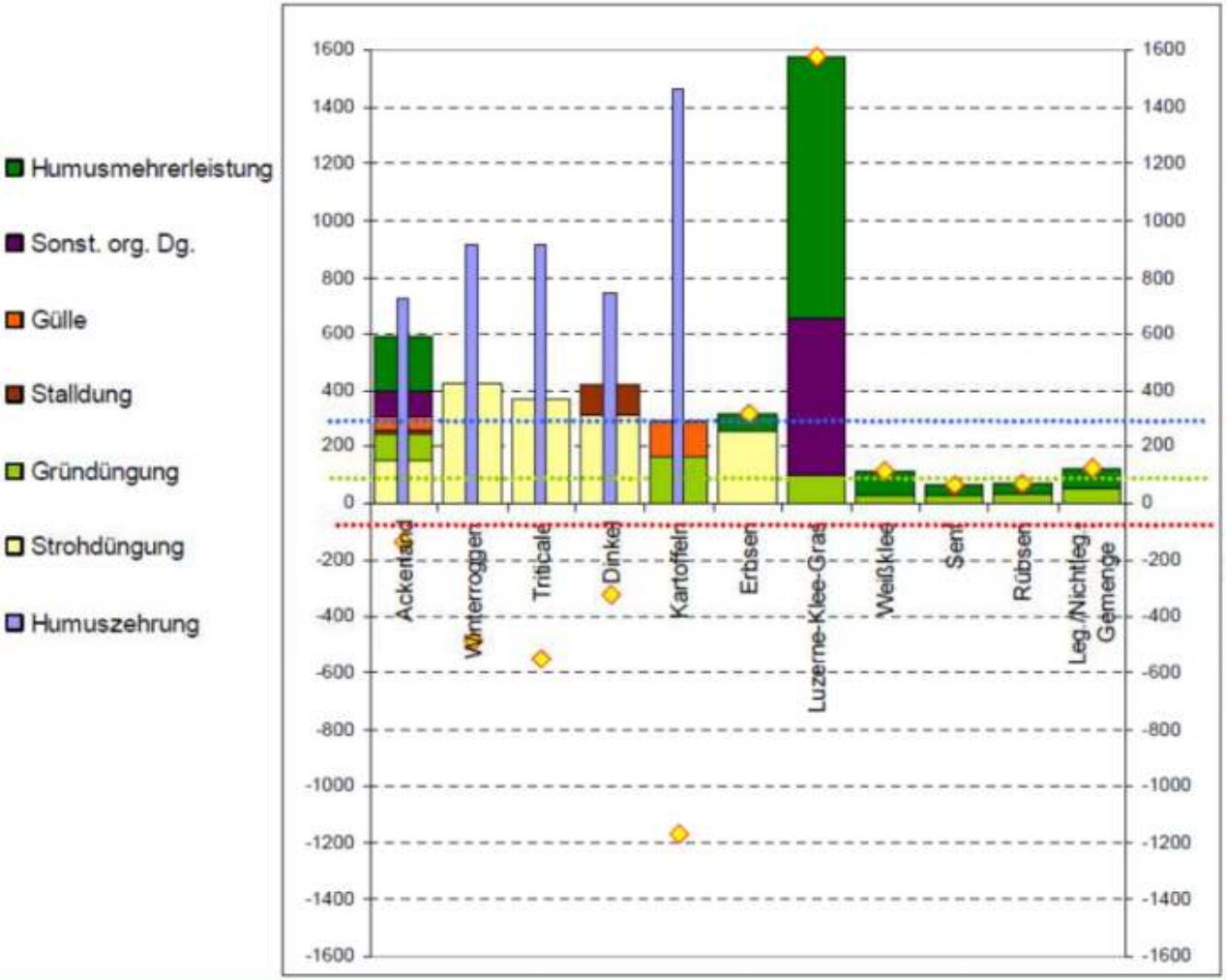
Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

- überjähriges Ackerfutter versorgt den Boden mit vielen Ernte- und Wurzelrückständen, gibt Mikroorganismen, Regenwürmern und anderen Kleinstlebewesen Nahrung
- intensive Durchwurzelung schafft gute Voraussetzungen für hohe biologische Aktivität und Nährstofffreisetzung





Humusbilanz in Kg Humus-C/ha



◇ Saldo

kg Humus-C / ha

Luxusversorgung:
> 300 kg C / ha

Überversorgung:
100 - 300 kg C / ha

Optimalbereich:
- 75 – 100 kg C / ha

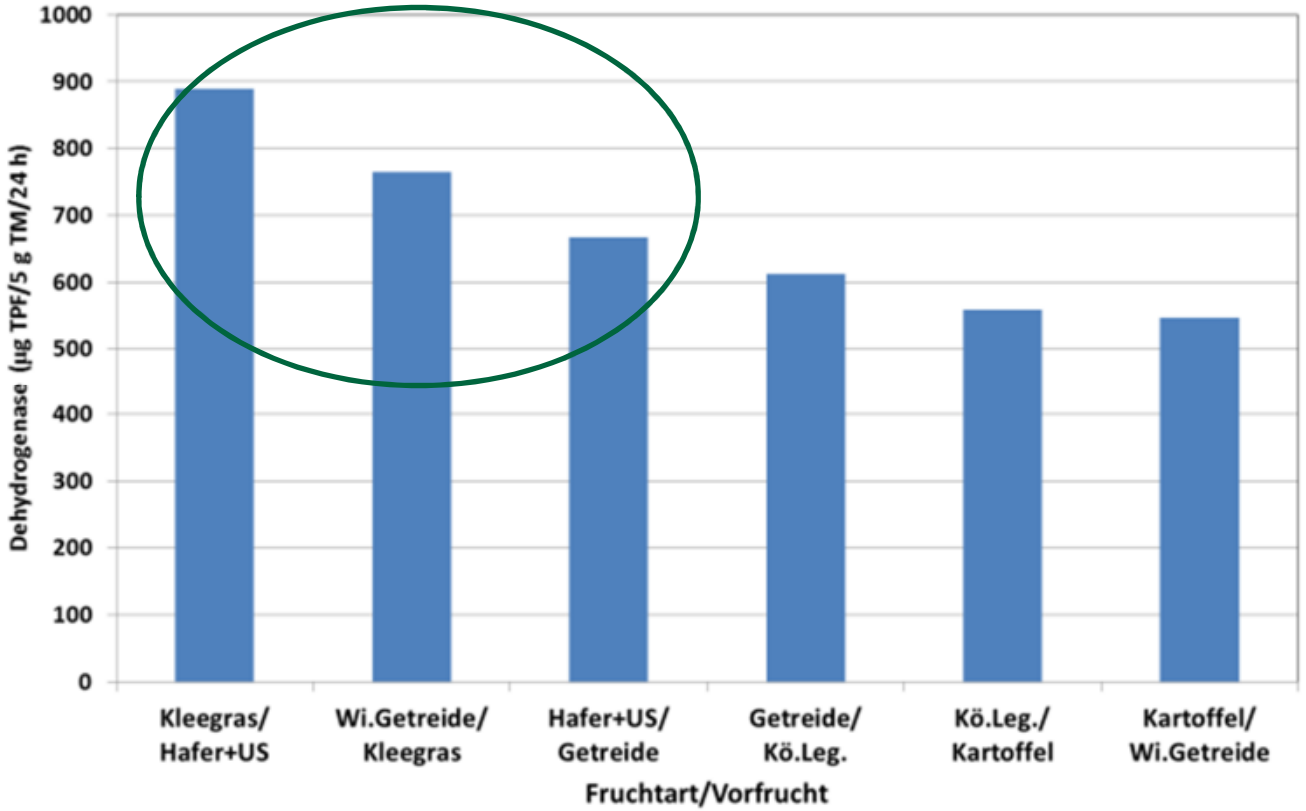
Unterversorgung:
-200 - - 75 kg C / ha

Extreme Unterversorgung:
< -200 kg C / ha

Einfluss der Fruchtarten auf die Dehydrogenaseaktivität

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

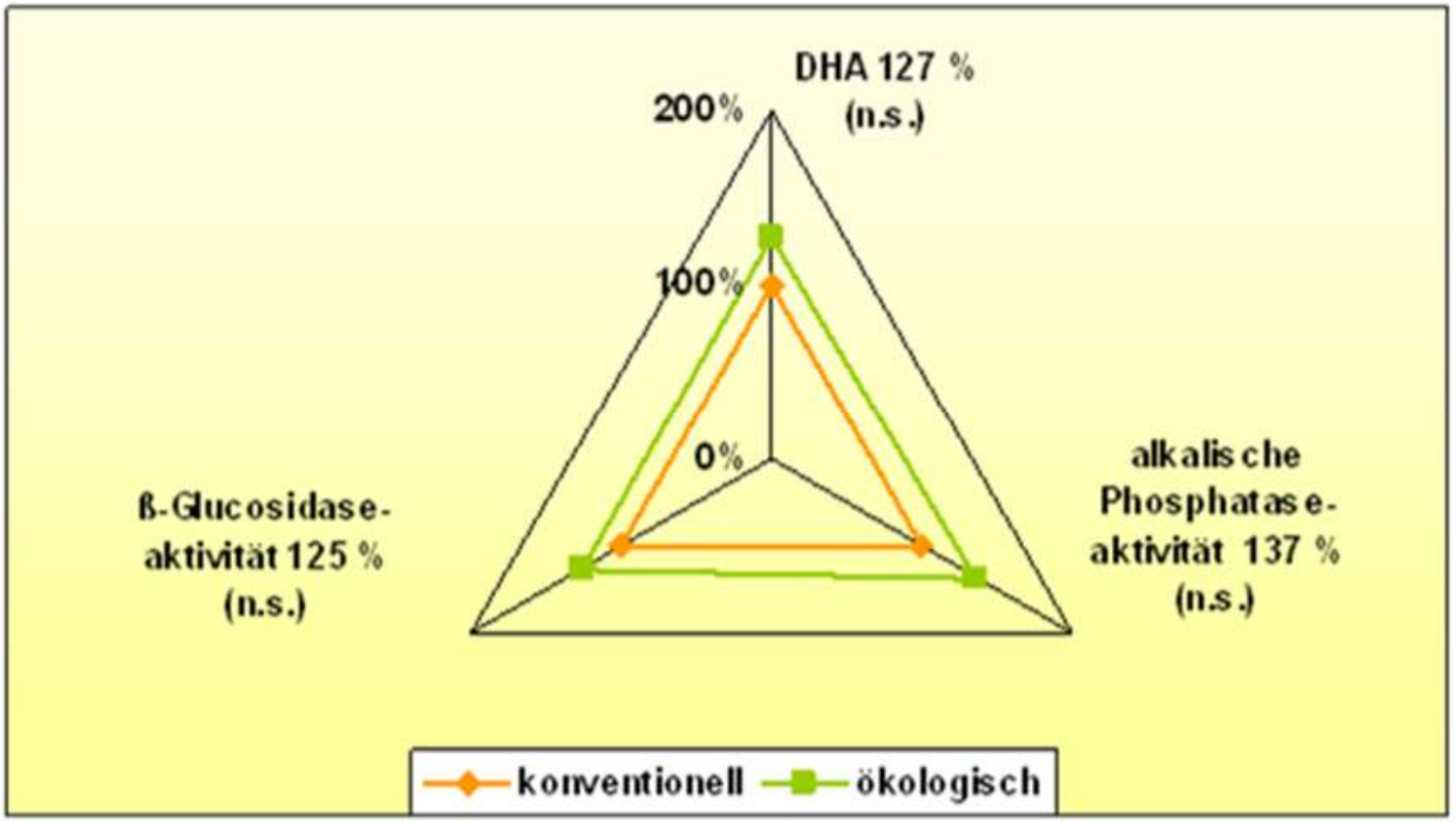
bei ökologischer Bewirtschaftung, (Öko-Feld Gülzow 2002-2004) Borchwardt et al. 2005



Vergleich ausgewählter Enzymaktivitäten

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

bei ökol. und konv. Bewirtschaftung (Öko-Feld Gülzow 2002-2004) Borchwardt et al. 2005



Fruchtfolgen mit Leguminosen und Ackerfutter

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

- mehrgliedrig, möglichst in jedem Glied Leguminosen, denn Leguminosen sind N-Selbstversorger und hinterlassen der Folgefrucht noch Nährstoffe

Beispiel			
FF-Feld	**Fruchtarten**	**FF-Feld**	**Fruchtarten**
1 BF	Kleegras	1 BF	Kleegras
2 HF	Getreide	2 BF	Kleegras
3 BF	Kartoffeln	3 HF	Getreide
4 BF	Lupinen	4 HF	Getreide
5 HF	Getreide	5 BF	Lupinen
6 HF	Getreide	6 HF	Getreide

Fruchtfolgen mit Leguminosen und Ackerfutter

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

FF	Fruchtarten
BF	Kleegras + ZF
BF	Kartoffeln mfr.
HF	Getreide (Wi.-Roggen) + ZF
BF	Leguminosen (Lupinen)
HF	Getreide (Wi.-triticale) + ZF
BF	Silomais
HF	Getreide (Wi.-Roggen+US)

Warum Leguminosen?

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

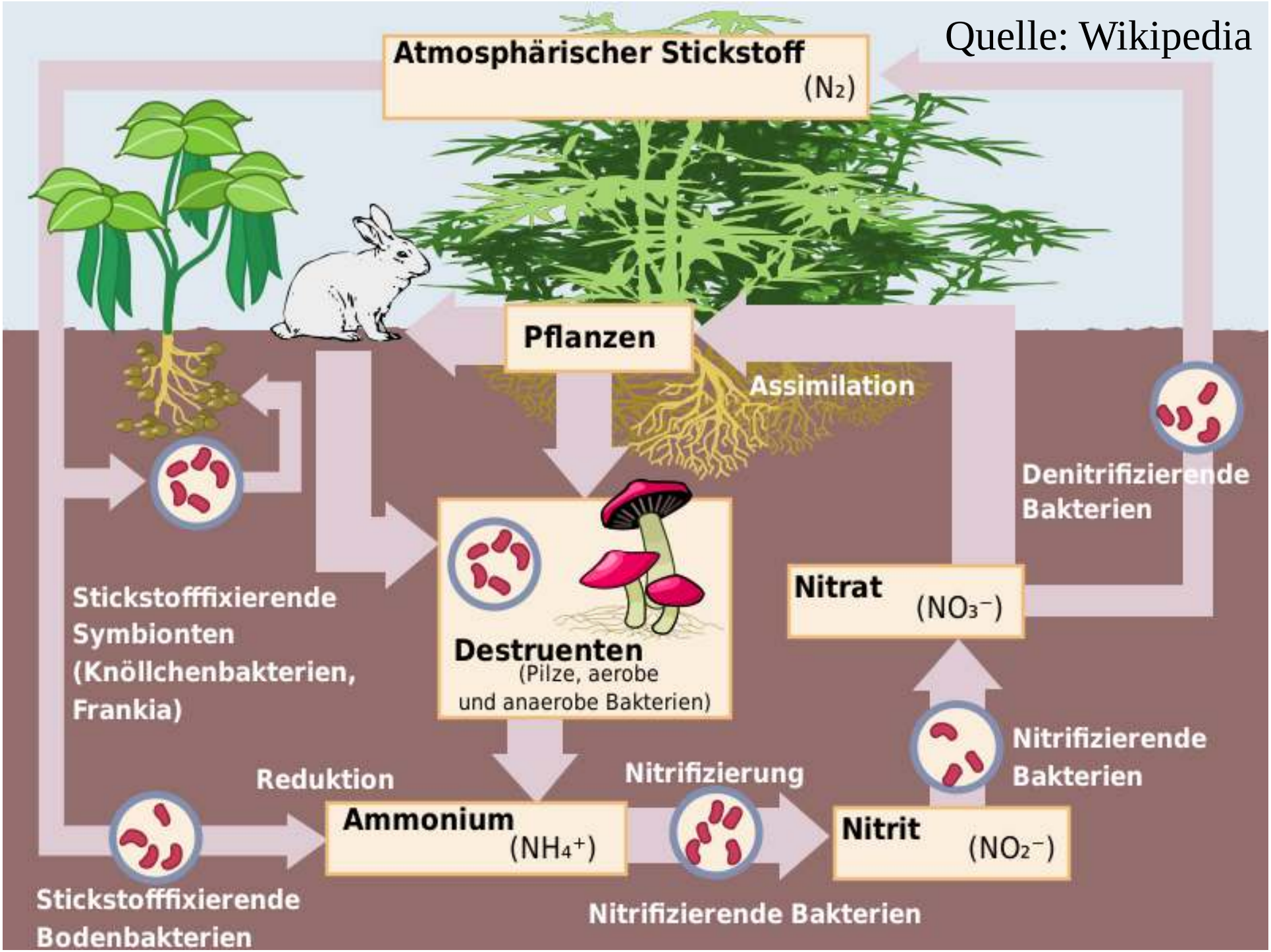
- abiotische Stickstofffixierung (Bildung von Stickoxiden durch Verbrennungen oder Blitzschlag)
- technische Stickstofffixierung (siehe Haber-Bosch-Verfahren).
- **biotische Stickstofffixierung,** Bakterien wandeln elementaren Stickstoff (N_2) zu pflanzenverfügbaren Verbindungen um.



freilebend	symbiontisch lebend
(z. B. Azotobacter)	(z. B. Rhizobien = Knöllchenbakterien, Frankia)

bekannteste Symbiose ist die zwischen Knöllchenbakterien und Leguminosen

Quelle: Wikipedia



Warum Leguminosen?

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei



Leguminosen als N-Sammler

- Leguminosen sammeln große Mengen Luftstickstoff, nehmen wenig aus dem Boden auf
- größtenteils verbrauchen sie gesammelten N-Mengen selbst
- nach Erbsen und Lupinen (20-30 dt/ha) verbleiben 40-70 kg N/ha nach Kleegras/Luzernegras (60-80 dt TM/ha) 70-100 kg N/ha für die Nachfrucht



Zwischenfrüchte und Untersaaten

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

- Zwischenfrüchte stehen zwischen zwei Hauptfrüchten
- Bilden mit Hauptfrüchten ein grünes Band
- sollen aus phytosanitären Gründen andere Arten berücksichtigen als Vor- und Nachfrucht

FF-Feld			Fruchtarten	+ Zwischenfrucht
BF	1	Kleegras	Rotkleegras	
HF	2	Getreide	Winterweizen/-triticale	Phacelia + Senf + Weißklee
HF	3	Getreide	Hafer/Sommergerste	
BF	4	Leguminosen	Lupinen	
HF	5	Getreide	Winterroggen/-triticale	

Effekte des Zwischenfruchtanbaus

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

- Nahrungsangebot für Kleinstlebewesen(u. a. Regenwürmer)
- Nährstoffkonservierung (N, P, K)
- biologischer Verbau und „Durchporung“ von Verdichtungen
- Nährstoffaufschluss(N, S, P)
- Nährstoffsammlung (N)
- Bodenbedeckung = Erosionsschutz
- Zusatzfutter

Leistungen der Regenwürmer (Felgentreu, 2011)

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

Mineralisierung

Humusaufbau

Biosynthese

Drainierung

Lebendverbauung

Durchmischung

Durchlüftung

Röhren für schnellen Wurzeltiefgang

Nährstoffrecycling und Transfer

Pathogenreduzierung

Leistungen der Regenwürmer

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei



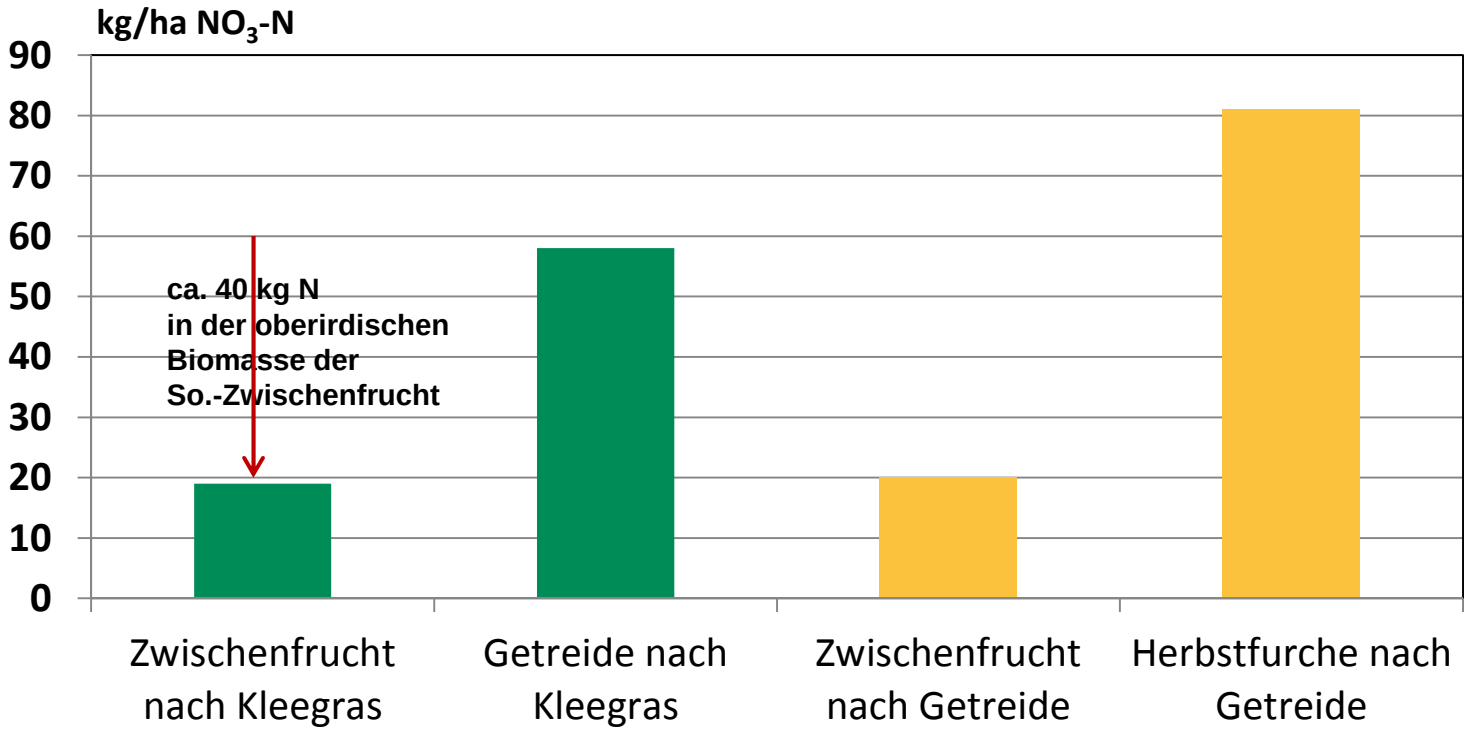
Schmitt, Baum, Köppen, : Einfluss der Regenwürmer auf die Bodenfruchtbarkeit. In: Bodenfruchtbarkeit und Agroökosysteme. Hrsg. D. Köppen2004

- Auftreten ist abhängig vom Bodensubstrat, Humusgehalt, Nahrungsangebot, Feuchte
- mehrere 100 Regenwürmer/m^2 sind möglich
- Regenwurmausscheidungen sind N-reich, bis zu 300 kg N/ha/a
- Röhrensystem verbessert die Wasseraufnahmefähigkeit der Böden
- Herbst und Frühjahr ist die aktivste Zeit

Effekte des Zwischenfruchtanbaus

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

Nitrat-N-Gehalte im Boden (0-90 cm) im Herbst bei ökologischer Bewirtschaftung (Öko-Feld Gülzow 1993-2005)



TM-Ertrag und Nährstoffmengen in der oberirdischen Biomasse (MW 2002-2005, Gülzow)

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

Varianten	Trockenmasse-ertrag dt/ha	Nährstoffmenge kg/ha in der oberirdischen Trockenmasse			
		N	P	K	Mg
So.-wicke + Senf	15,3	39,8	6,5	36,3	5,1
Phacelia + Senf	13,5	32,4	6,0	32,6	4,5
Perserklee + Phacelia	6,8	17,3	3,9	18,5	3,5
Grünfuttererbse + Sonnenbl. + So.-wicke	10,7	33,3	4,6	25,7	4,3
Wickroggen	31,0	78,0	12,1	62,9	4,3
Landsberger Gemenge	21,6	50,7	8,0	45,2	3,9



Konservierung auswaschungsgefährdeter Nährstoffe


50 cm

Zwischenfruchtanbau

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

- Zwischenfrüchte, die abfrieren: Lupinen, Erbsen, Senf, Ölrettich, Phacelia, Perserklee, Alexandrinerklee, Seradella, Sommerwicke
- Zwischenfrüchte, die überwintern: Rot-, Weiß-, Steinklee, Wickroggen, Landsberger Gemenge, Winterfutterraps
- wüchsige Arten, die schnell Bodenbedeckung erreichen: Senf, Phacelia, Ölrettich
- Arten mit guter Wurzelbildung: Hafer, Roggen, Gräser, *Kleearten*
- Arten mit guter phytosanitärer Wirkung: Phacelia
- Zwischenfrüchte bevorzugt im Gemenge aussäen
- Abfrierende und überwinternde Arten kombinieren

Auswahl der Zwischenfrüchte

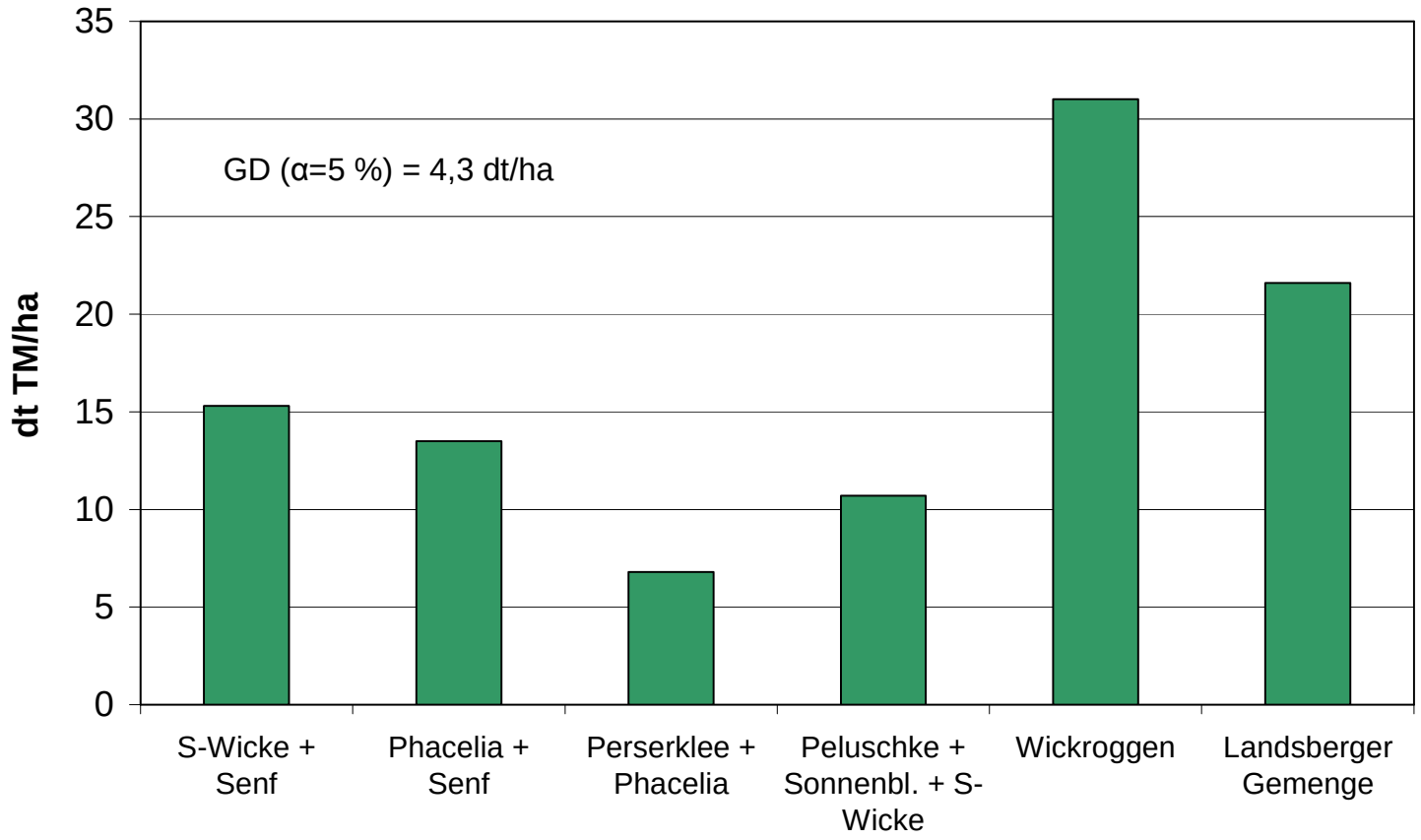
Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

- Artenwahl in Abhängigkeit von der Vorfrucht
- N-Restmengen aus der Vorfrucht berücksichtigen (konservierende, wüchsige Arten)
- Saattermin für Sommergemenge ab Ende Juli (je größer das Korn desto früher die Aussaat)
- Saattermin für überwinternde Arten ab Ende August
- Saatmengen bei den Saatgutanbietern erfragen
- Wachstumsdauer, Vegetationszeit beachten
- Ansprüche an Standortbedingungen (Bodengüte, Niederschläge)
- Sommerzwischenfrüchte nur begrenzt für die Verfütterung geeignet

  (Mutterkühe ohne Kalb, güste Mutterschafe)

Trockenmasse-Ertrag von Zwischenfrucht-gemengen (adjustierte MW 2002-2005, Gülzow)

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei



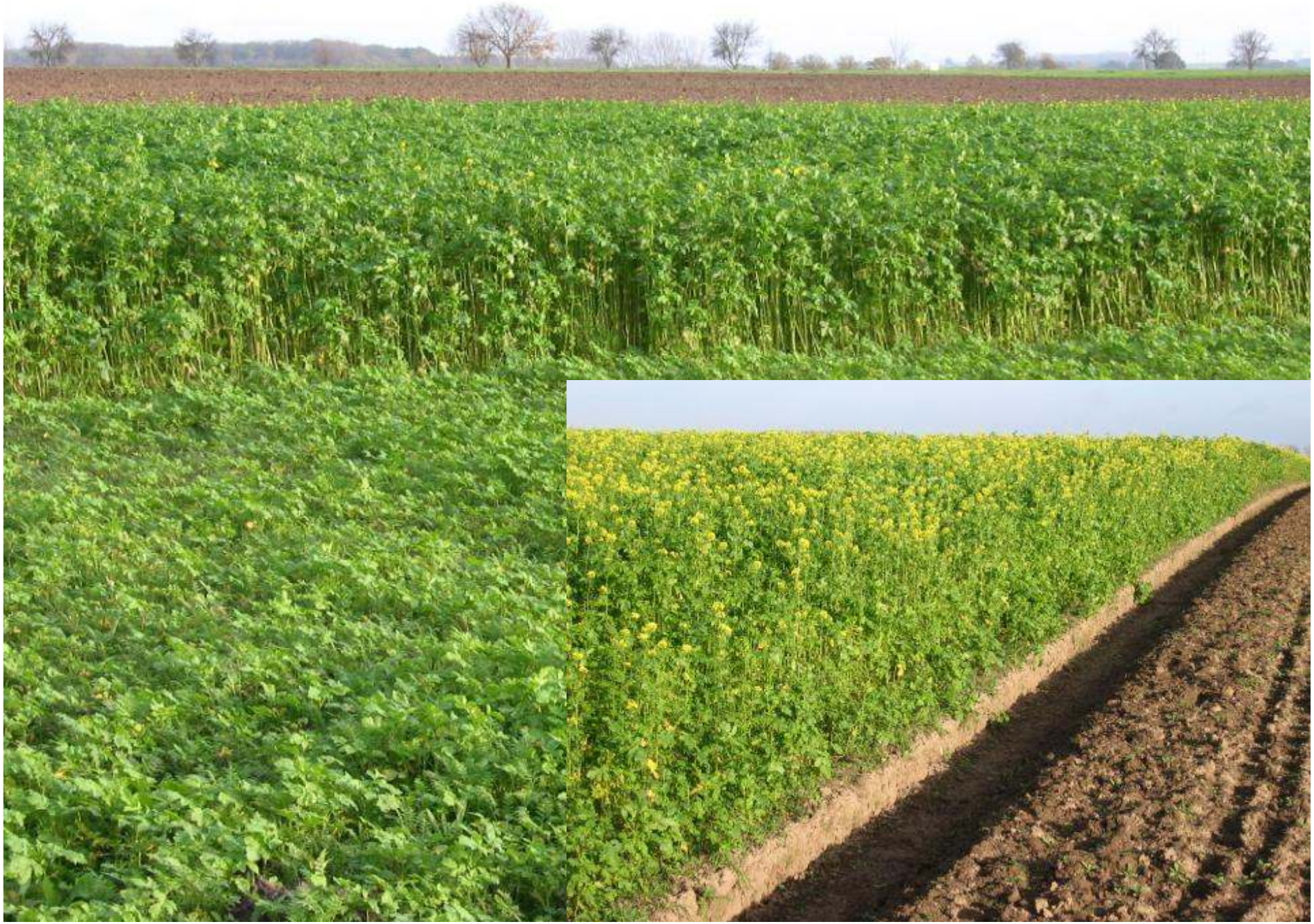
Saatgutkosten (nur ca.-Preise)

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

Mischung/Anbieter	Menge	Preis	Saatgutvermehrung	
	kg/ha	ca. €/ha	ökol.	konv.
Terra life Biomax/ DSV	35	80	x	
Terra life Legufit/Solanum/ DSV	40/50	125	x	
Landsberger/ Camena	60	201	x	
Hülsenfruchtgemenge/ Camena	50	155	x	
Lauenauer Aktivhumus/ Camena	70	170	x	
Schnellbegrüner/ Camena	70	150	x	
Hülsenfruchtgemenge/ DSV	120	250	x	
Bio-Aktiv-Grün/ DSV	20	89	x	
Wickroggen/ Camena	90	201	x	
Hülsenfruchtgemenge/ LFA*	100	70	x	

*Eigenmischung, keine Lieferung möglich








TerraLife-Landsberger (DSV)
50 % Welsches Weidelgras, Turtetra
20 % Winterwicken, Ostsaat Dr. Baum
30 % Inkarnatklee, Linkarus
Saatmenge: 50 kg/ha
Preis: 120 €/ha (konv.)





Fotos: I. Bull

Untersaaten

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

- Untersaaten sind Einsaaten (Gründüngung oder Futternutzung), die zwischen oder unter bereits stehende Früchte (Deckfrucht Getreide) gesät werden (sehr verbreitetes Verfahren im Öko-Landbau).
- Untersaaten für Futter, Bodenbedeckung, Erosionsschutz, Gründüngung,
- Untersaat ist eine Möglichkeit Kleegrasbestände kostengünstig zu etablieren (ohne zusätzliche Bodenbearbeitung)
- Klassische Untersaaten: Weißklee, Weidelgräser, Rotklee, Erdklee, solo und im Gemenge mit Gräsern
- Alternativ zur Untersaat kann eine Kleegrasblanksaat gedrillt werden, Auswahl ist abhängig von betrieblichen Gegebenheiten

Untersaaten in der Fruchtfolge

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

FF-Feld			Fruchtarten	+ Zwischenfrucht	Untersaat
BF	1	Kleegras	Rotkleegras		
HF	2	Getreide	Winterweizen/-triticale	Phacelia + Senf + Weißklee	
HF	3	Getreide	Hafer/Sommergerste		
BF	4	Leguminosen	Lupinen		
HF	5	Getreide	Winterroggen/-triticale		Kleegras

Tierhaltung und organische Düngung

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

- Stalldung und Kompost aus Tierhaltung fördern die Humusbildung





Bioland Beratung

Humus

Hintergrund:

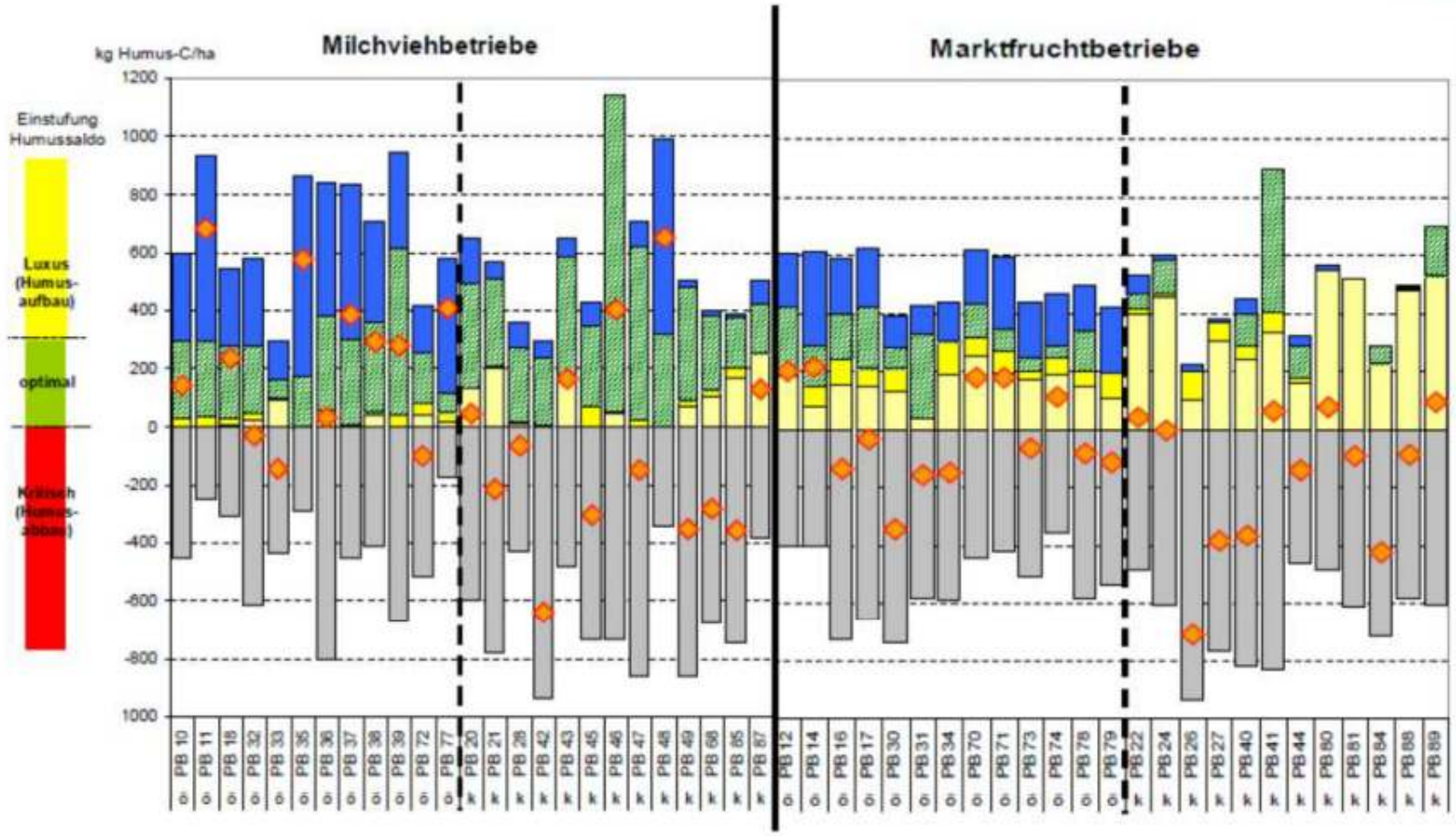
- Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit
- Speicherung und Umsetzung von Nährstoffen
- Erhaltung der Filter- und Pufferfähigkeit: Immobilisierung und Entgiftung toxischer Substanzen
- CO_2-Senke: C-Speicherung und Beeinflussung des CO_2-Haushaltes der Atmosphäre
- Förderung vom Bodenleben: erhöhter mikrobieller Umsatz und bessere phytosanitäre Wirkung
- Verbesserung des Bodengefüges: bessere Aggregatstabilität, Durchlüftung, Infiltration, Wasserspeicherung, Durchwurzelbarkeit; verminderte Verschlämmung, Erosion



Einflussgrößen:

- Bodenart (Feinerdeanteil)
- Klima (Temperatur und Niederschlag)
- Relief (Erosion)
- Pflanzenbestand
- Anbaumaßnahmen (Anbaustruktur, Fruchtfolge, Düngung, Bodenbearbeitung)

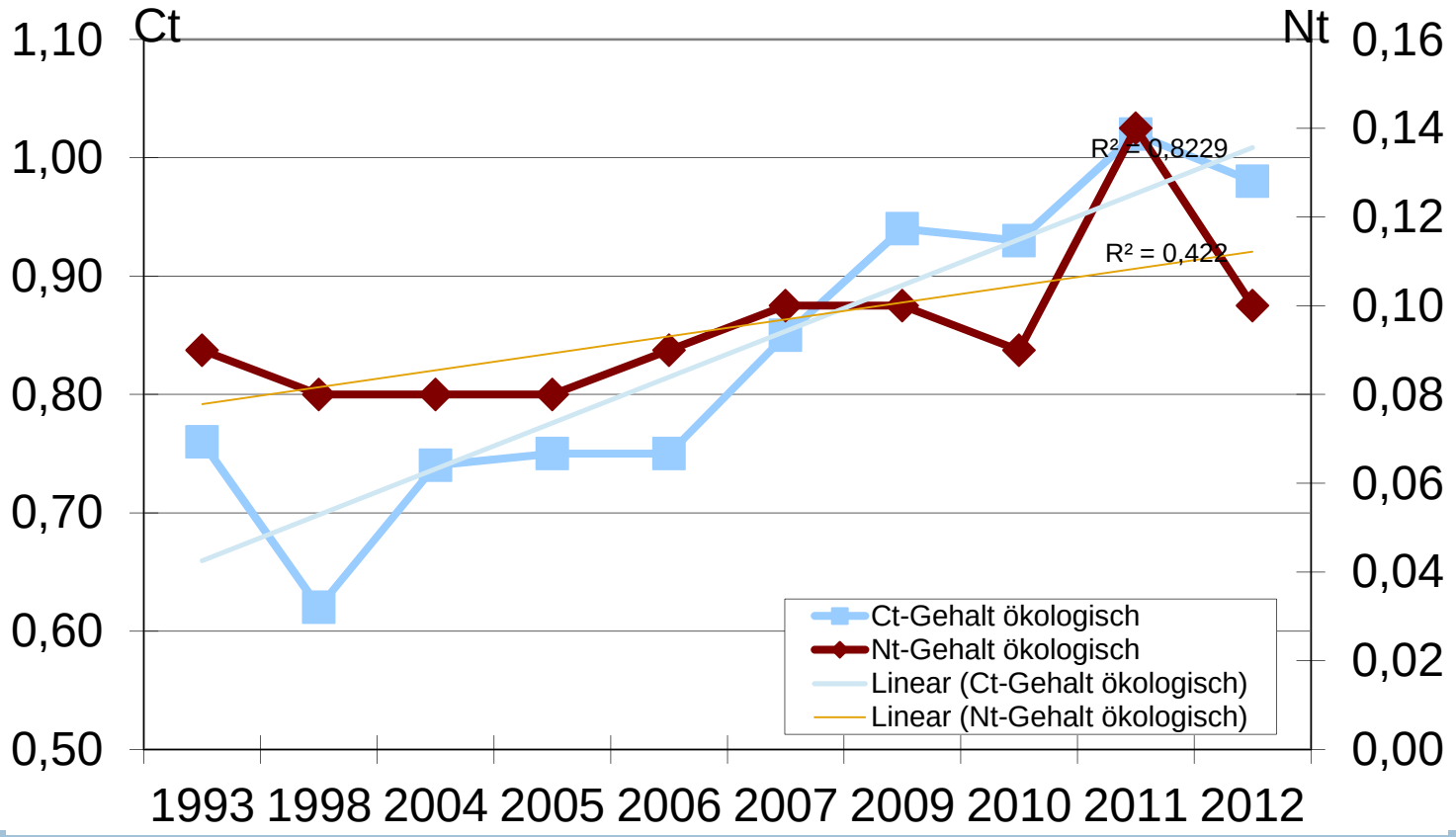
Humusbilanz gesamtes Ackerland in kg Humus-C/ ha



Tierhaltung und organische Düngung

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

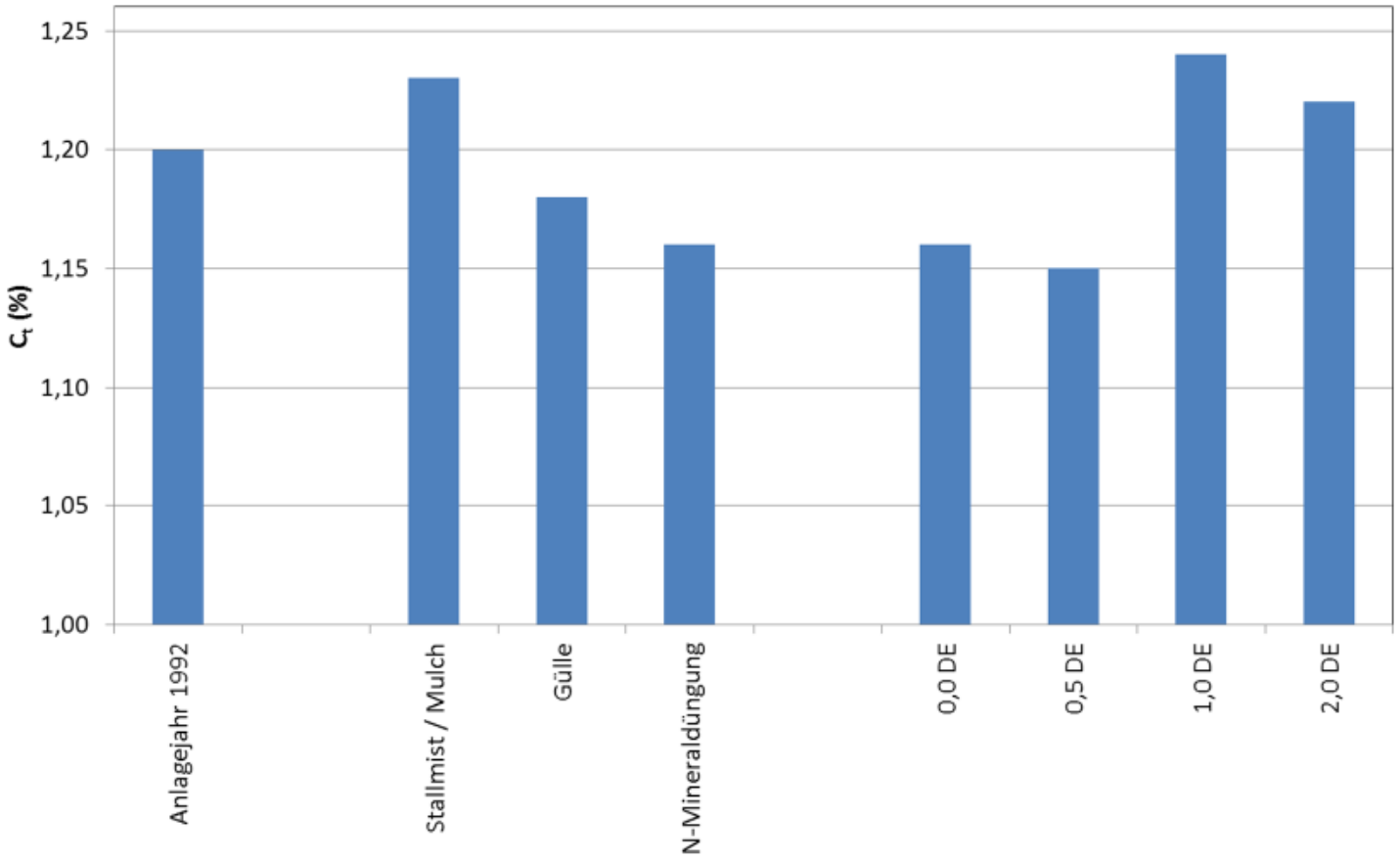
Entwicklung der C_t-Gehalte (Öko-Feld Gülzow, Stalldung 8 t/ha/a, 6-feldrige Fruchtfolge, min. 33% Leguminosen)



Tierhaltung und organische Düngung

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

Ct-Gehalte 1992 (Anlagejahr) und 1999 in Anhängigkeit von den Dungarten und –intensitäten (Öko-Feld Spröda, SN) Beckmann et al. 1999



Tierhaltung und organische Düngung

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

Stalldung fördert die Humusbildung und hohe Humusgehalte fördern wichtige Bodeneigenschaften:

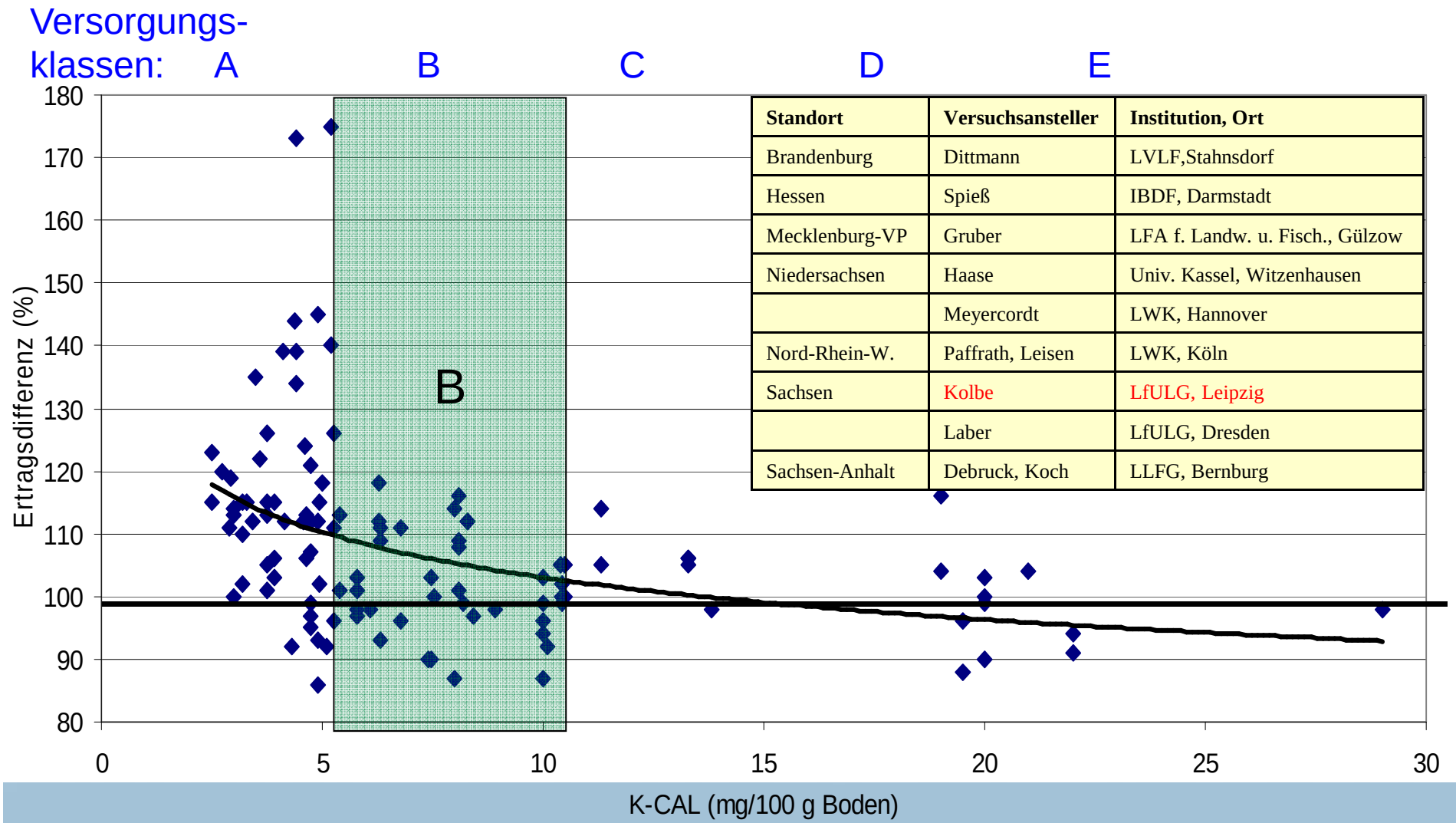


„Die mikrobielle Biomasse C_{mik}, die Enzymaktivität sowie die Abundanz und Biomasse der Regenwürmer korrelieren mit den C_t-Gehalten“ (Hülsbergen 2011)

Einfluss mineral. K-Düngung auf die Ertragsdifferenz bei unterschiedlichen K-Bodengehalten

(aus Öko-Versuchen, Kolbe 2010)

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

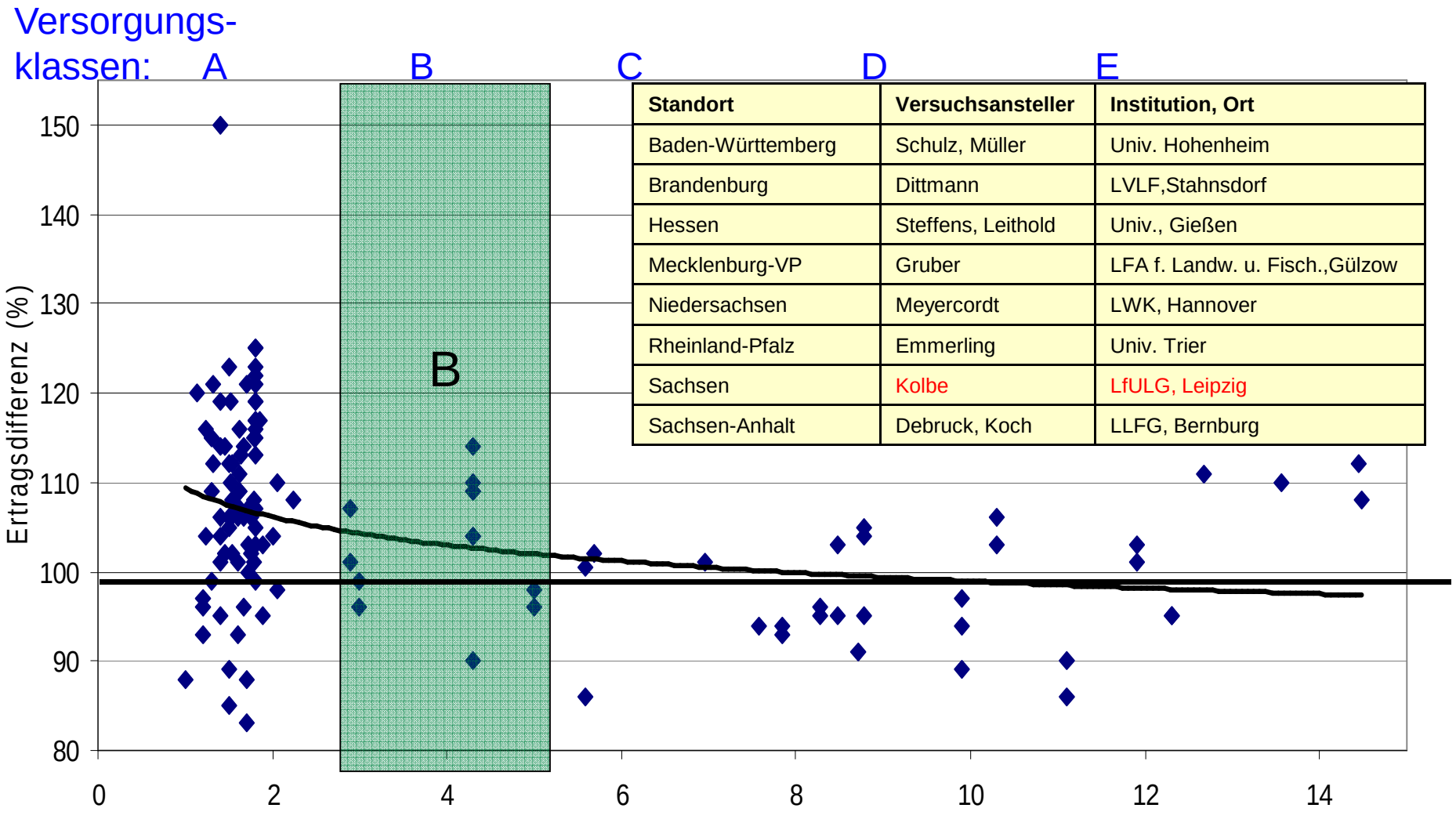


Standort	Versuchsansteller	Institution, Ort
Brandenburg	Dittmann	LVLF,Stahnsdorf
Hessen	Spieß	IBDF, Darmstadt
Mecklenburg-VP	Gruber	LFA f. Landw. u. Fisch., Gülzow
Niedersachsen	Haase	Univ. Kassel, Witzenhausen
	Meyercordt	LWK, Hannover
Nord-Rhein-W.	Paffrath, Leisen	LWK, Köln
Sachsen	Kolbe	LfULG, Leipzig
	Laber	LfULG, Dresden
Sachsen-Anhalt	Debruck, Koch	LLFG, Bernburg

Einfluss mineral. P-Düngung auf die Ertragsdifferenz bei unterschiedlichen P-Bodengehalten

(aus Öko-Versuchen, Kolbe 2010)

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei



Standort	Versuchsansteller	Institution, Ort
Baden-Württemberg	Schulz, Müller	Univ. Hohenheim
Brandenburg	Dittmann	LVLF,Stahnsdorf
Hessen	Steffens, Leithold	Univ., Gießen
Mecklenburg-VP	Gruber	LFA f. Landw. u. Fisch.,Gülzow
Niedersachsen	Meyercordt	LWK, Hannover
Rheinland-Pfalz	Emmerling	Univ. Trier
Sachsen	Kolbe	LfULG, Leipzig
Sachsen-Anhalt	Debruck, Koch	LLFG, Bernburg

Empfehlung

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

Gehaltsklasse, Einstufung und Anmerkungen für ökologische Anbauverfahren (Kolbe, Köhler 2008)

A Sehr niedrig	Ertrags- u. Qualitätsmängel, sehr guter Umwelt- u. Ressourcenschutz,	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 in der Regel nicht not-wendig (Ausnahmen möglich)
C Mittel	Optimal für konventionellen Landbau: Ertrag, verringerter Umwelt- u. Ressourcenschutz	Zufuhr an Grundnährstoffen von außen nicht notwendig (Ausnahmen möglich)
D Hoch	Maximaler Ertrag, Luxuskonsum, geringer Umwelt- u. Ressourcenschutz	Keine Zufuhr an Grundnährstoffen von außen
E Sehr hoch	Ertrags- u. Qualitätsdepressionen möglich, Luxuskonsum, kein Umwelt- u. Ressourcenschutz	Keine Zufuhr an Grundnähr-stoffen von außen (Vorsorge- u. Sanierungsmaßnahmen erwägen

Zusammenfassung

Mecklenburg Vorpommern
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei

ackerbauliche Maßnahmen für eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung im ökol. Landbau:

- Fruchtfolgegestaltung mit Leguminosen und Ackerfutter
- Zwischenfruchtanbau und Untersaaten
- Tierhaltung und organische Düngung, mineralische Düngung

Umsetzung ist nicht einfach aber unumgänglich,

um nachhaltig Ertrag und Qualität zu sichern!