Zwischenfrüchte und Leguminosen: Bodenfruchtbarkeit erhöhen, Düngeeffizienz steigern und Ressourcen schonen

Vorteile von Körnerleguminosen im konventionellen Landbau nutzen- was ist möglich?

Fachforum im Rahmen der DLG-Feldtage

Dienstag, 14. Juni 2016

Bernhard C. Schäfer, Fachhochschule Südwestfalen, Soest

Gliederung

1. Warum Leguminosen anbauen ?
   - Sichtweise der Politik
   - Erfüllung der Greening Verpflichtung
     - Zwischenfruchtanbau
     - Anbau von Leguminosen als Hauptfrucht

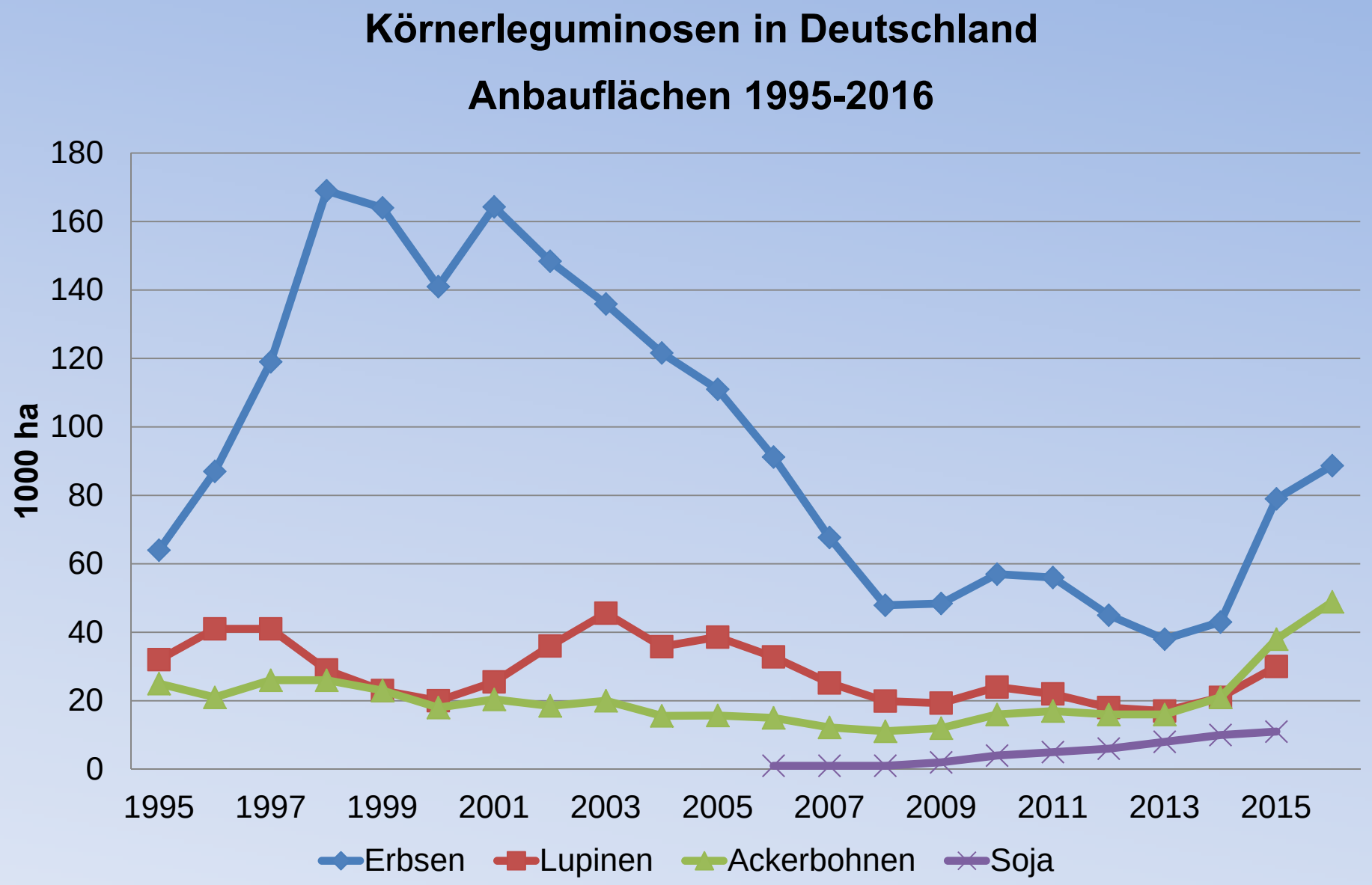
2. Welche Arten als Hauptfrucht ?
   - Erbse
   - Ackerbohne
   - Schmalblättrige (Blaue) Süßlupine
   - Soja

3. Aspekte der Bodenfruchtbarkeit

4. Wirtschaftlichkeit

5. Ausblick

Warum Leguminosen anbauen ?



Quellen: [1)] = Statistisches Jahrbuch,, Zahlen für 2016 vorläufig

Warum Leguminosen anbauen ?

Sichtweise der Politik

Agrarumweltmaßnahmen:

- **Programme zur Förderung von Fruchtfolgen mit Leguminosen mit Anteilen von z. B. 10 %**

  - **Baden-Württemberg**
  - **Hessen**
  - **Nordrhein-Westfalen**
  - **Thüringen**

aber: viele Programme aktuell geschlossen bzw. überzeichnet

Warum Leguminosen anbauen ?

Sichtweise der Politik

Vorteile des Anbaus von Leguminosen:

- **Auflockerung enger Fruchtfolgen – Erhöhung der Agrobiodiversität**
- **Lieferung zusätzlicher Trachten für Honig und Wildbienen**
- **Reduzierter Einsatzes von Stickstoffdüngemitteln und dadurch CO_2 Einsparung und höhere Energieeffizienz**
- **Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit**
- **Positive Humuswirkung**
- **Positive phytosanitäre Einflüsse im Rahmen der Fruchtfolge**
- **Positiver Beitrag zum integrierten Pflanzenschutz**
- **Besseres Wasserhaltevermögen der Böden**
- **Erhöhte Drainageleistung des Bodens**
- **Zunahme der Regenwurmpopulation**
- **Tiefe Durchwurzelung, Aufschluss von Bodenschadverdichtungen**

Quelle: BMELV 2012

Warum Leguminosen anbauen ?

Sichtweise der Politik

Eiweißversorgung aus heimischer Produktion steigern und verbessern

Regionale Wertschöpfungsketten stärken

Ökosystemleistungen und Ressourcenschutz verbessern

Quelle: BMELV 2012, Neumann 2013

Warum Leguminosen anbauen ?

Erfüllung der Greening Verpflichtung - Zwischenfruchtanbau

- **Zwischenfruchtanbau wird mit dem Faktor 0,3 als ökologische Vorrangfläche anerkannt (1 ha öVF = 3,33 ha Zwischenfruchtanbau)**
- **Aussaat vom 16.7. bis spätestens zum 1.10. des Antragsjahres**
- **Verzicht auf chemischen Pflanzenschutz und mineralische Düngung (organische Düngung nach DüVo erlaubt)**
- **Kulturpflanzenmischung (mind. 2 Kulturarten) notwendig, keine Art darf einen höheren Anteil als 60 % an den Samen haben**
- **z.B. 35 Körner Ackerbohne und 25 Körner Erbse/m^2 *nicht* möglich !!!!**
- **Bewuchs muss bis zum 15.2 des Folgejahres bestehen, wobei ein Abfrieren des Aufwuchses unschädlich ist**
- **Walzen, Schlegeln oder Häckseln zur Verhinderung des Samenausfalls möglich**
- **Es muss eine Hauptfrucht folgen**

Warum Leguminosen anbauen ?

Erfüllung der Greening Verpflichtung – Zwischenfruchtanbau mit Leguminosen (hier Ackerbohne und Erbse)

Warum Leguminosen anbauen ?

Erfüllung der Greening Verpflichtung – Zwischenfruchtanbau mit Leguminosen

pro

- **Leguminosengemenge benötigen keine N-Düngung**
- **Gute Bodengare nach dem sicheren Abfrieren**
- **Geringer Aufwand für Bestellung, Rückstände mit engem C/N-Verhältnis**
- **Bis zu 80 kg N/ha Einsparung in nachfolgenden Zuckerrüben und Mais (trotz niedrigem Nmin im Frühjahr)**

contra

- **Ausreichende Entwicklung nur nach Gerste (nach Weizen meist zu kurze Vegetationszeit)**
- **Bekämpfung von Ausfallgetreide, vor allem vor Zuckerrüben schwierig (gilt auch für andere Zwischenfrüchte)**
- **Teures Saatgut**
- **Keine Nematodenbekämpfung**
- **Kombination mit Leguminosen im Hauptfruchtanbau problematisch?**

Warum Leguminosen anbauen ?

Erfüllung der Greening Verpflichtung – Anbau von Leguminosen als Hauptfrucht

- **Anbau von stickstoffbindenden Pflanzen wird mit Faktor 0,7 als ökologische Vorrangfläche anerkannt (1 ha öVF = 1,43 ha Leguminosen), Artenliste beachten**
- **Keine Einschränkungen hinsichtlich Düngung und Pflanzenschutz**
- **Nach der Ernte der Leguminosen Winterung oder Zwischenfrucht (nicht öVF-fähig) anbauen**

Welche Arten als Hauptfrucht ?

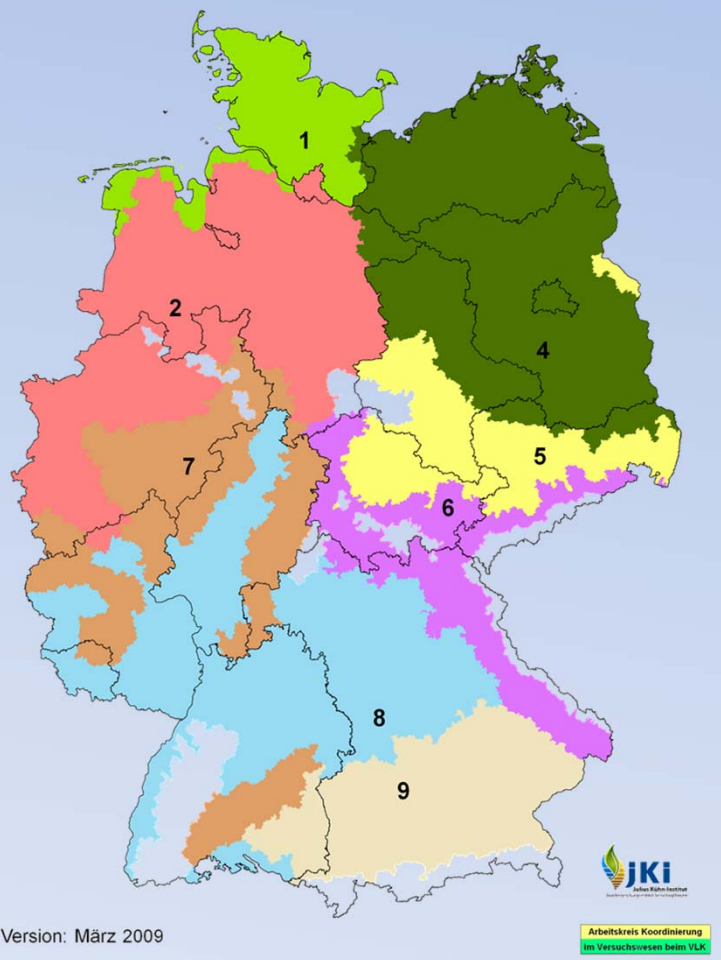
Direktzahlungen-Durchführungsverordnung vom 14.11.2014
- für das „Greening“ zugelassene großkörnige Arten -

Art
Erbse
Ackerbohne
Schmalblättrige Lupine (= Blaue Lupine)
Weiße Lupine
Gelbe Lupine
Sojabohne
alle Arten der Gattung Linse
Gartenbohne
Pannonische Wicke
Saatwicke
Zottelwicke

Daneben u.a. Luzerne, Serradella, alle Arten der Gattung Esparsetten und diverse Kleearten

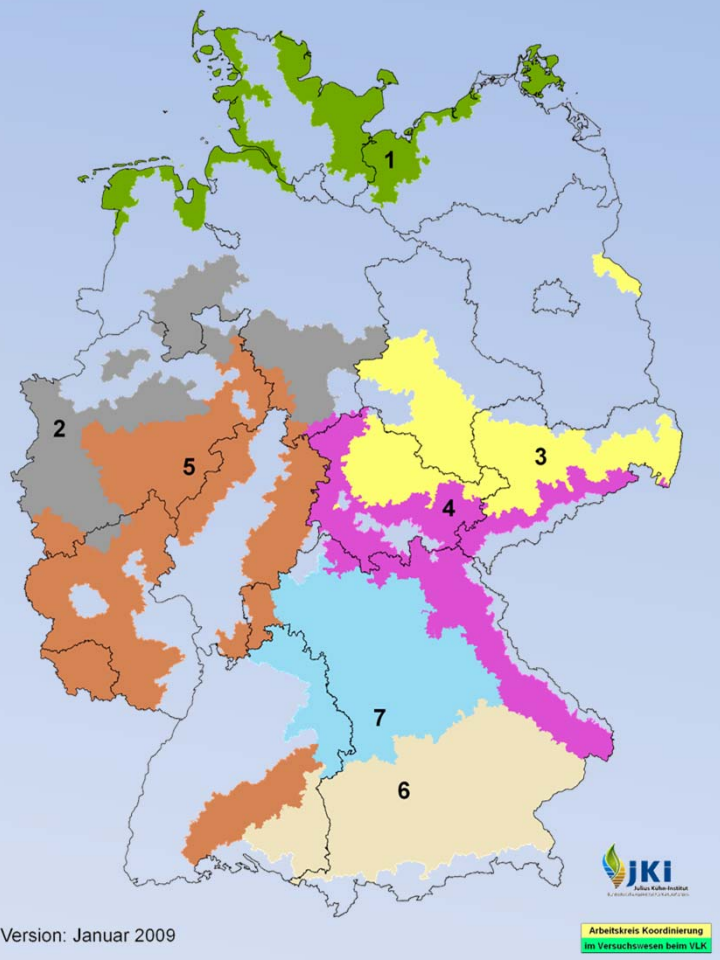
Welche Arten als Hauptfrucht ?

Anbaugebiete Futtererbsen



Version: März 2009

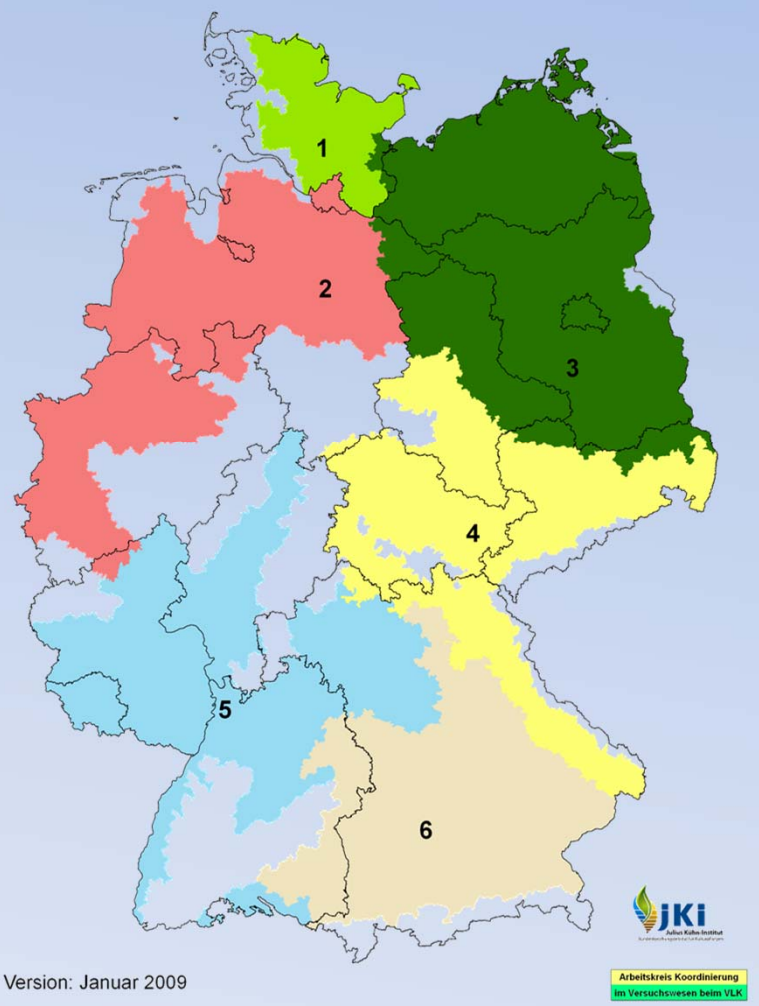
Anbaugebiete Ackerbohnen



Version: Januar 2009

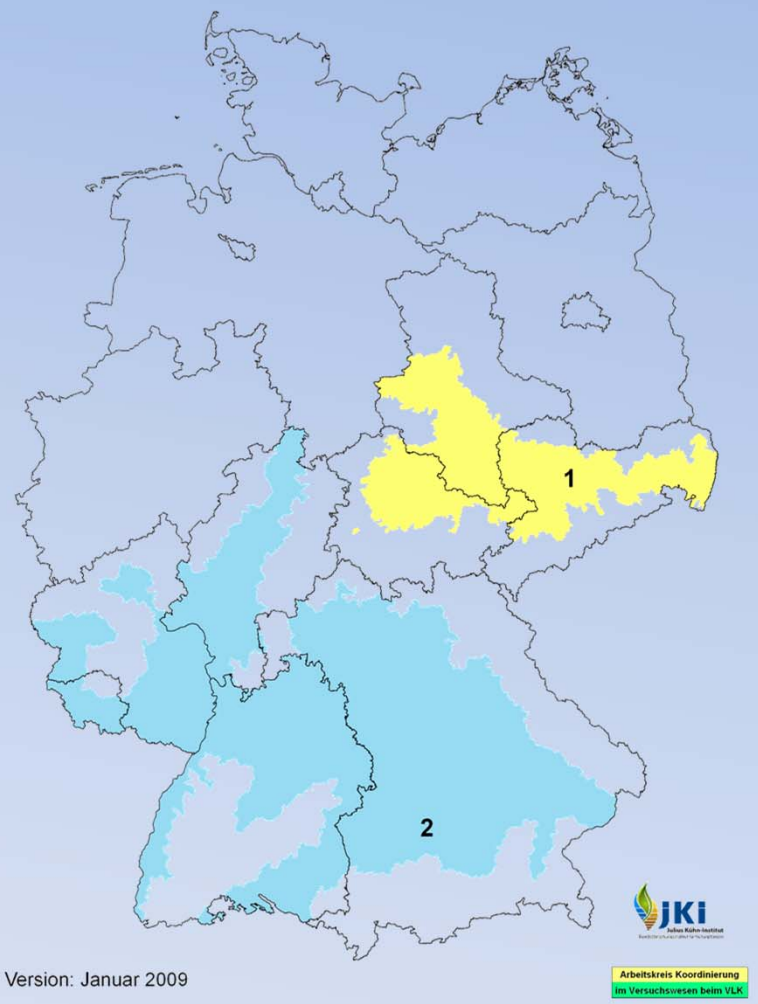
Welche Arten als Hauptfrucht ?

Anbaugebiete Blaue Süßlupinen



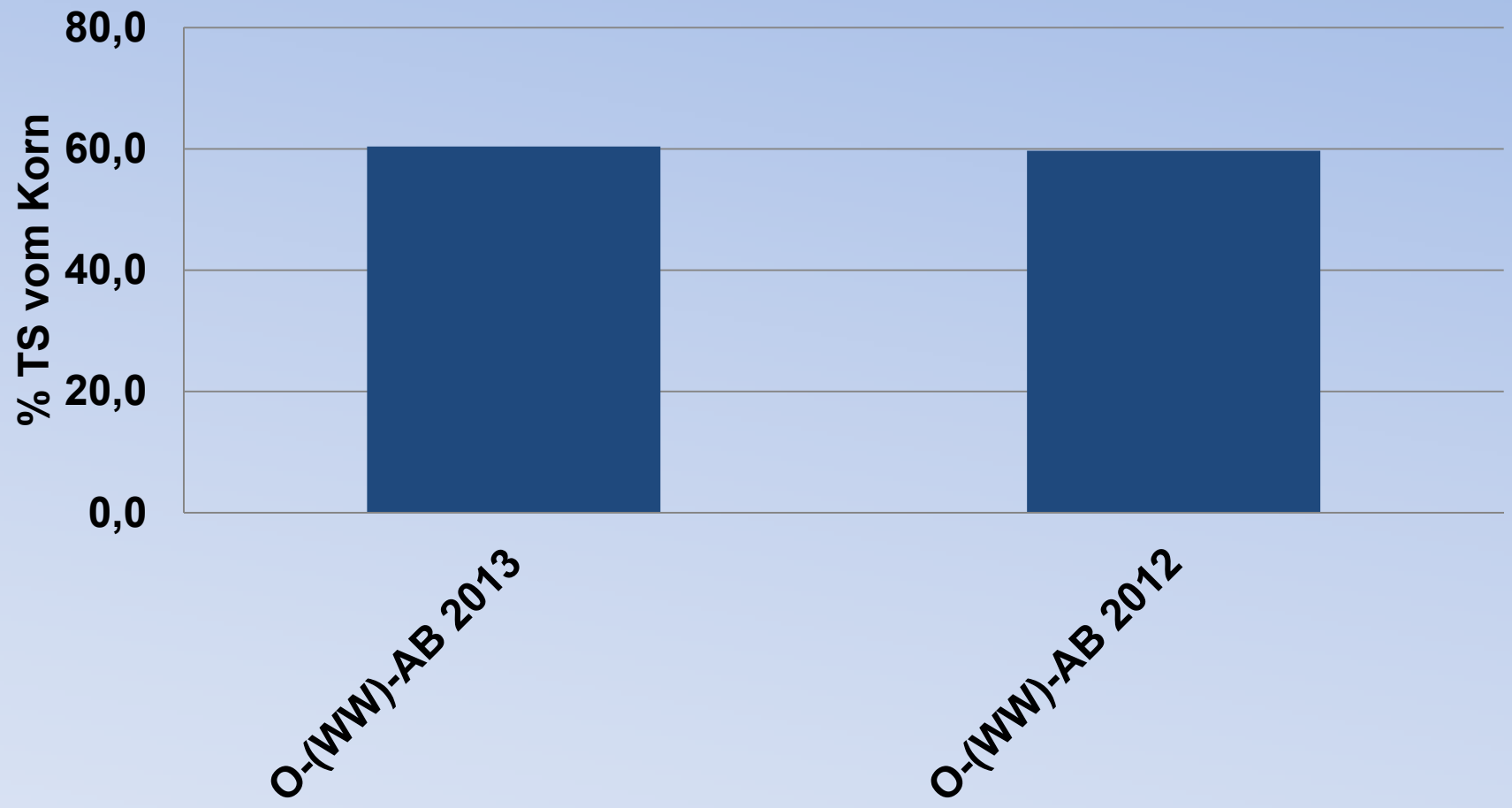
Version: Januar 2009

Anbaugebiete Sojabohnen

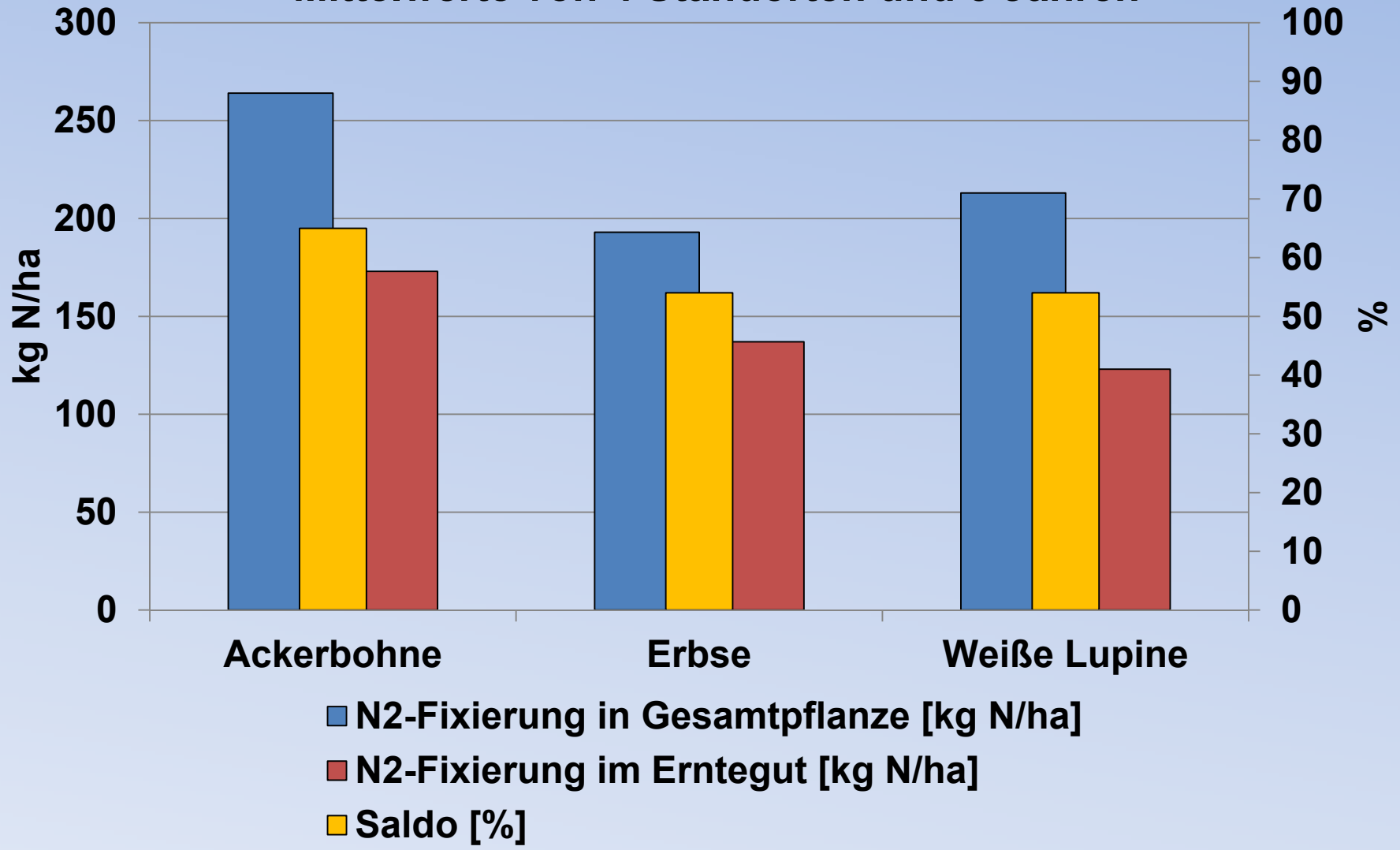


Version: Januar 2009

Harvest-Index von Ackerbohnen am Standort Merklingsen in den Jahren 2012 bis 2013

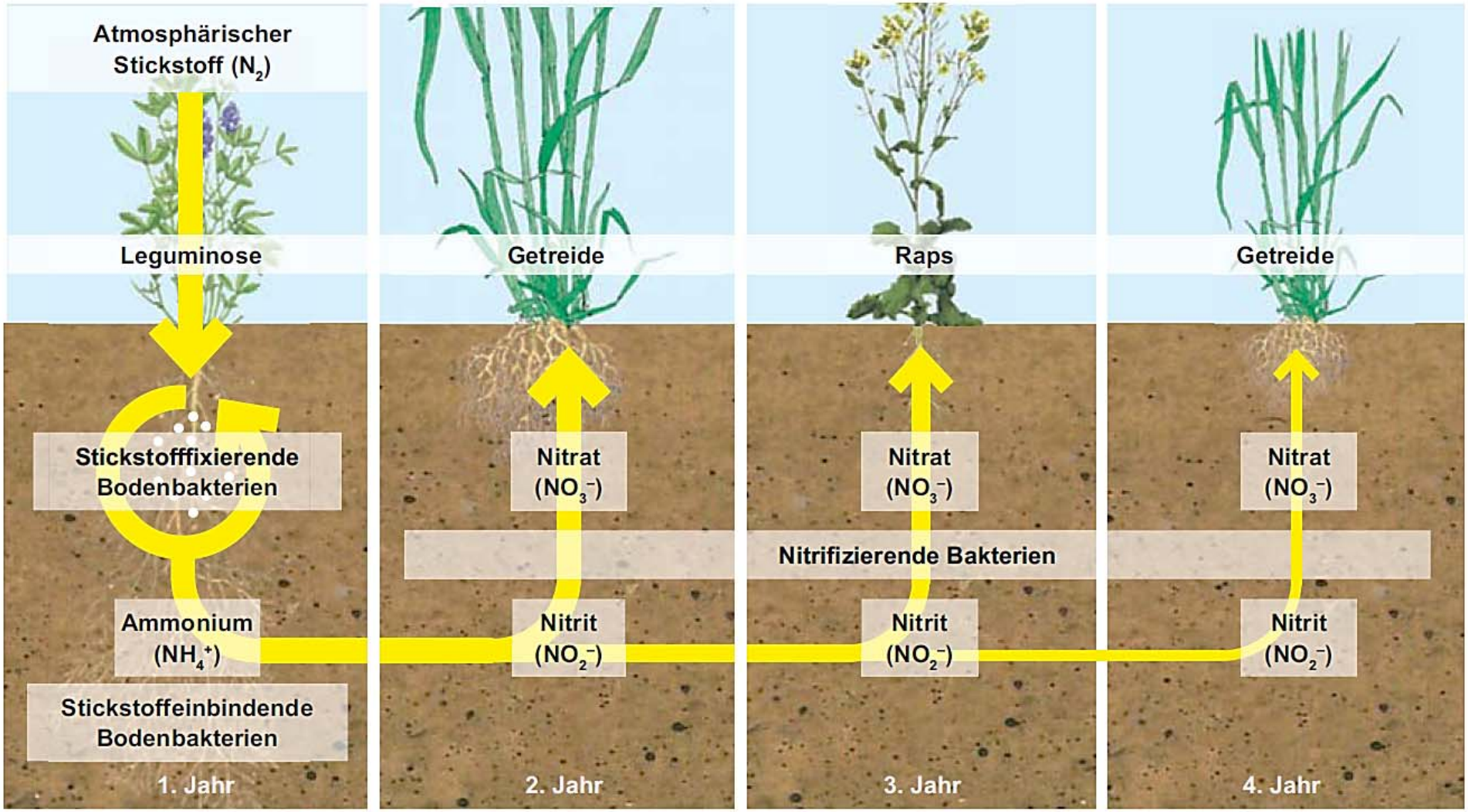


Biologische N_2-Fixierung
Unterschiede zwischen den Arten
Mittelwerte von 4 Standorten und 3 Jahren



Quellen: nach Jost 2003

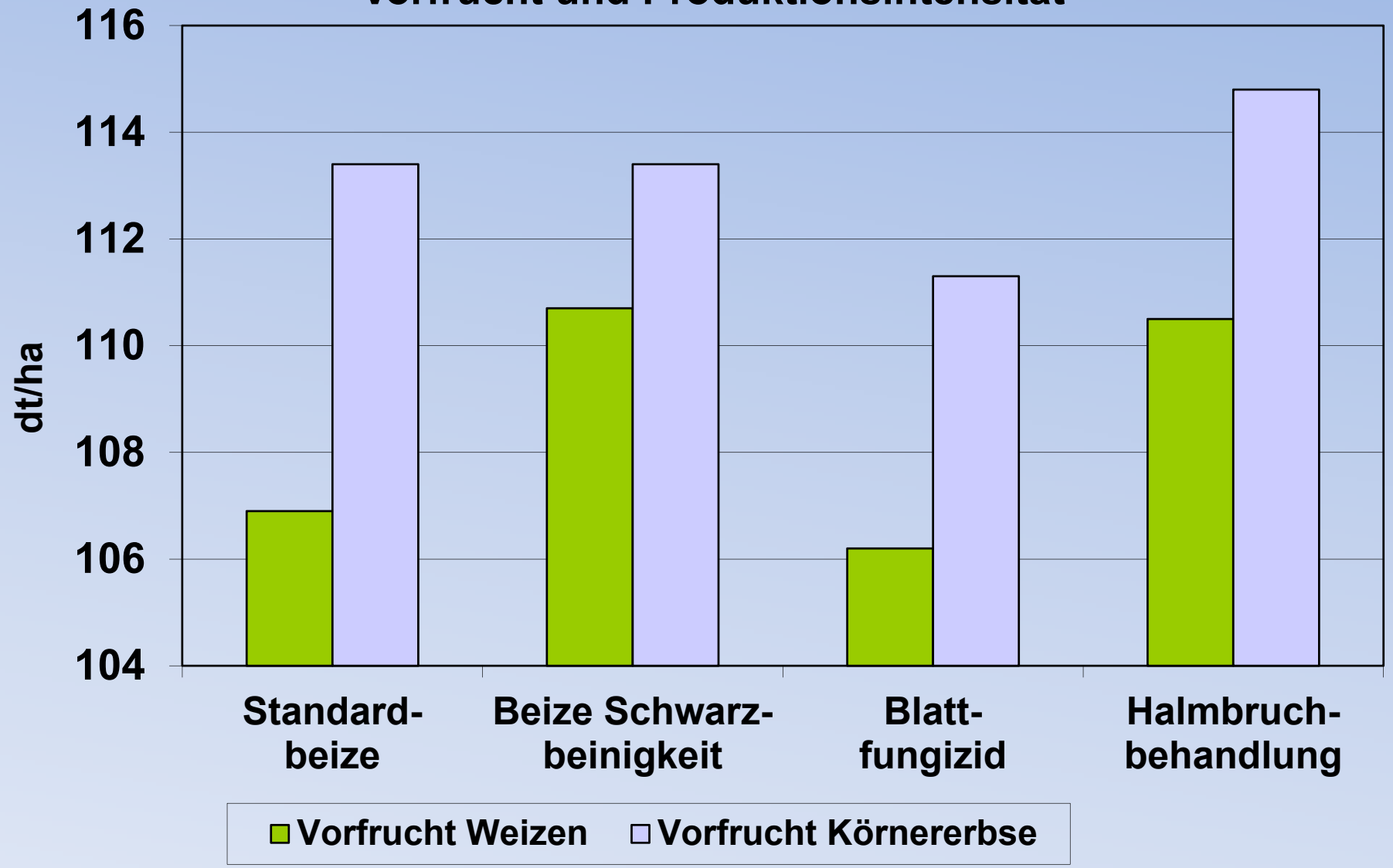
Biologische N_2-Fixierung
Beiträge der Leguminosen zur Stickstoffversorgung der Fruchtfolge



Schematische Darstellung der Stickstofffixierung als druschorientierter Fruchtfolgeabschnitt ohne organische und mineralische N-Düngung sowie ohne N aus dem Bodenpool

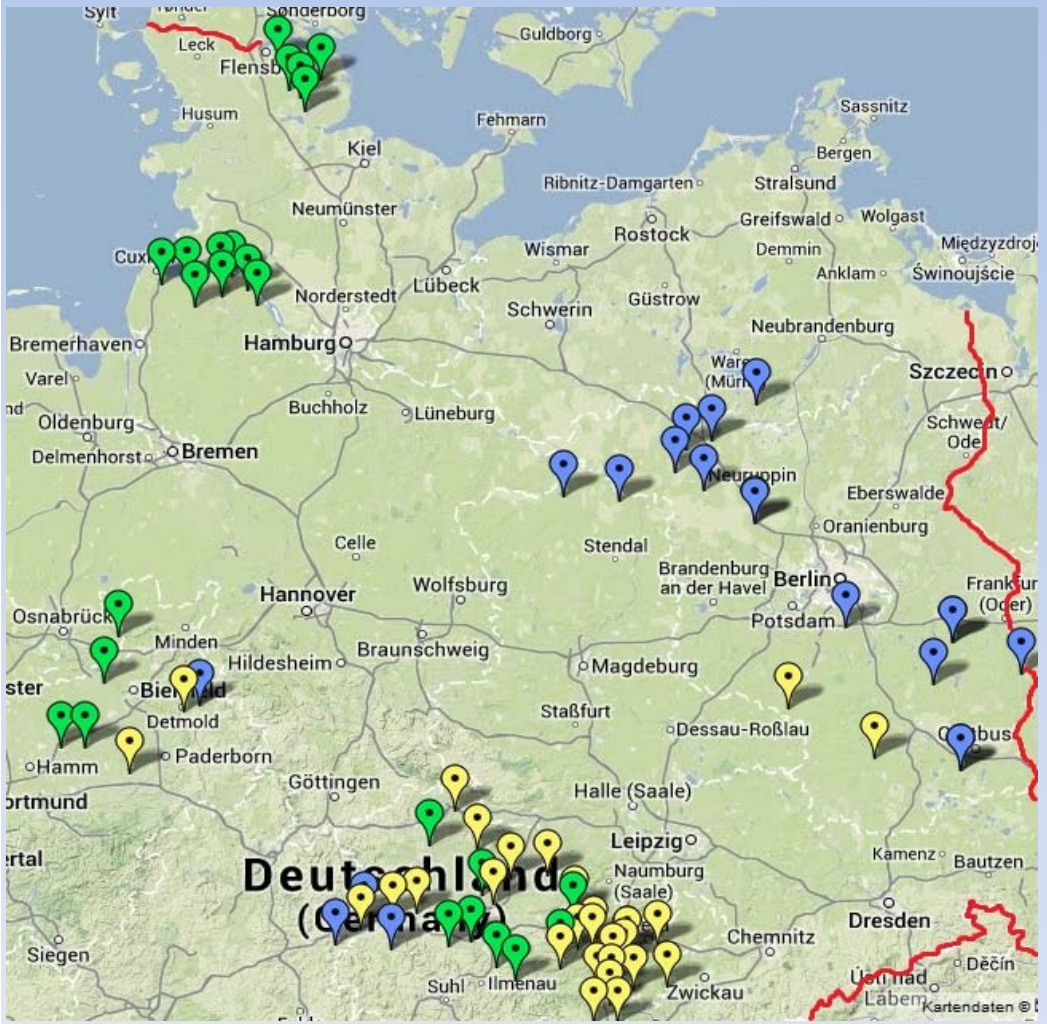
Quelle: DAFA 2012

Ertragsleistungen von Winterweizen in Abhängigkeit von Vorfrucht und Produktionsintensität



Quelle: verändert nach Stemann & Lütke Entrup 2001

Standorte und Verteilung (%) der befragten Betriebe 2012



Bundesländer	Acker-bohne (n=29)	Erbse (n=40)	Lupine (n=21)
HE			10
NW	17	8	5
NS	25		
SH	17		
TH	38	77	10
ST		3	5
BB	3	12	60
MV			10

Quelle: Daten aus dem Forschungsprojekt LeguAN

Ertragsleistungen in Betrieben des Forschungsprojektes LeguAN in den Jahren 2012 bis 2014

		Ackerbohne			Erbse			Lupine		
		2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Ertrag (dt/ha)	Maximum	63,0	70,1	75,0	46,0	51,4	63,1	34,0	27,6	26,6
	Mittelwert	**53,0**	**50,4**	**58,3**	**35,4**	**39,1**	**39,6**	**25,3**	**20,0**	**17,8**
	Minimum	40,0	28,2	37,0	17,1	23,2	8,7	12,9	11,5	11,8
	Ø Bund *	**38,9**	**36,3**	**40,9**	**31,0**	**34,1**	**37,1**	**17,6**	**17,9**	**17,6**

Quelle: BMELV 2013 und Daten aus dem Forschungsprojekt LeguAN

Wert der Leguminosen

betriebsspezifische Verwertung <u>oder</u> Vermarktung ?

In den Betrieben erzielte Erzeugerpreise im Vergleich zu den in den Betrieben errechneten Futtervergleichswerten bei innerbetrieblicher Verwertung

	Ackerbohnen			Erbsen			Lupinen		
	2012	2013	2014	2012	2013	2013	2012	2013	2013
Ø Erzeugerpreis bei Vermarktung (Min. – Max.)	25,1 (19,9 – 29,0)	22,6 (20,0 – 24,1)	21,7 (19,0 – 26,5)	24,5 (20,9 – 30,0)	23,5 (21,0 – 26,0)	22,5 (20,0 – 25,2)	27,4 (25,0 – 30,0)	24,5 (24,0 – 25,5)	23,0 (21,0 – 26,0)
Futtervergleichswert									
Milchvieh	26,8	23,4	21,3	25,5	21,9	18,9	29,6	26,1	23,9
Schweinemast	31,3	28,6	27,1	32,8	30,8	27,2	30,9	28,7	25,8

(Ø Wert der Körnerleguminosen bei innerbetrieblicher Verwertung (€/dt) berechnet auf Basis einer Ø Preiskonstellation für Weizen und Soja: 2012: Weizen: 22,8 €/dt; Soja: 42,7 €/dt; 2013: Weizen: 18,5 €/dt; Soja: 45,2 €/dt; 2014: Weizen 17,3 €/dt; Soja: 42,1 €/dt
Berechnung des Futterwertes auf Grundlage von nXP (nach Over et al. 2012) und pvc Lysin (nach Hollmichel 2012)

Quelle: Daten aus dem Forschungsprojekt LeguAN

Vorfruchtwert der Leguminosen

Monetärer Vorfruchtwert im Vergleich zu einer Getreidevorfrucht

	Ackerbohne			Erbse			Lupine		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Monetärer Mehrertrag der Folgefrucht (€/ha)	128	128	113	164	109	90	145	67	94
Mehrertrag der Folgefrucht (GE/ha)*	6,9	8,9	7,4	8,6	6,4	6,0	6,7	6,1	6,6
N-Einsparung (€/ha)	26	32	35	28	26	26	17	17	15
Einsparung Bodenbearbeitung (€/ha)	42	53	59	35	35	26	23	32	34
Vorfruchtwert (€/ha)	**204**	**203**	**207**	**239**	**170**	**142**	**185**	**136**	**143**

*GE= Getreideeinheiten (entspricht dem Energiewert von 1 dt Gerste)

Quelle: Daten aus dem Forschungsprojekt LeguAN

Berechnungsschema der Direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL)

Leistungen	• **Marktleistungen / Futtervergleichswert** • **Direktzahlungen aus Agrarumweltmaßnahmen** • **(Vorfruchtwert)**
- Direktkosten	• Saatgut • Düngung • Pflanzenschutz • Konservierung
= Direktkostenfreie Leistung	
- Arbeits-erledigungskosten	• Lohn • Lohnansatz • Lohnunternehmer • **Feste Maschinenkosten** • Variable Maschinenkosten
= Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung (DAL)	

Quelle: Lütke Entrup und Schneider, 2003

Wirtschaftlichkeit im Mittel der Jahre 2012 bis 2014

(mit Vorfruchtwert und N-Düngung nach Nährstoffabfuhr; Ergebnisse aus LeguAN)

(€/ha)	Ackerbohne	Weizen	Erbse	Weizen	Lupine	Roggen
	n = 47	n=21	n=33	n=11	n=17	n=11
Ertrag	54	81	38	59	21	51
Betriebswert	24,6	19,4	23,8	20,0	25,8	15,5
Vorfruchtwert	205	0	193	0	155	0
Summe Leistungen	**1.569**	**1.577**	**1.110**	**1.184**	**725**	**789**
Saatgut	129	101	100	89	120	65
Düngung	99	230	66	168	37	130
PSM gesamt	122	180	108	111	74	98
AEK	348	404	338	318	311	309
Summe Kosten	**725**	**948**	**617**	**692**	**548**	**610**
DAL	**844**	**629**	**493**	**492**	**176**	**179**

PSM= Pflanzenschutzmittel, AEK= Arbeitserledigungskosten

Quelle: Daten aus dem Forschungsprojekt LeguAN

Konkurrenzfähigkeit der Leguminosen

(Ergebnisse aus LeguAN)

Anteil (in %) der genannten Vergleichsfrüchte

		2012	2013	2014
Ackerbohne	Winterweizen	32	71	73
	Wi.-So.-Gerste	17	14	9
	Raps	17	7	
	Hafer	17	7	9
	Silo-, Kö.-Mais	17		9
Erbse	Winterweizen	43	33	25
	Wi.-, So.-Gerste	28	33	38
	Silomais	14	22	
	Raps	7		25
	Durum, Triticale, Winterroggen	7	11	12
Lupine	Roggen	67	67	60
	Winterweizen	33	33	40

Unter Berücksichtigung des **Vorfruchtwertes** und bei einer Berechnung der **Düngerkosten** über die **Nährstoffabfuhr** konnten in den Jahren 2012 bis 2014 …

- **64 - 100 %** der Betriebe mit **Ackerbohnen**
- **50 – 75 %** der Betriebe mit **Erbsen**
- **25 - 33 %** der Betriebe mit **Lupinen**

… eine **höhere DAL** erzielen als mit der angegebenen Vergleichs-frucht.

Quelle: Daten aus dem Forschungsprojekt LeguAN

Ausblick

Größere Unternehmen mit Verarbeitung heimischer Körnerleguminosen:
Emsland Group, Goodmills, Müller´s Mühle ca. 185.000 t ≈ 50.000 ha,
Tendenz: ↗

Weitere Unternehmen mit Interesse an Leguminosen für die Humanernährung:
AMIDORI Food Company, Rhönland eG, crisbiss GmbH u.a.

Mögliche Produkte:

- **Backzutaten auf Basis von Erbsenschrot,**
- **Backwaren und Nudeln basierend auf Erbsenmehl,**
- **Proteinextrudate**
- **Zutaten für Sportlerriegel, -shakes, Eis, Milch - und glutenfreie Produkte, Fleischersatz usw.**

Aktuelle Anreize zur Erhöhung der Nachfrage im Futtermittelbereich:

- **GVO-Freiheit**
- **Tierwohlinitiative**
- **Verfügbarkeit (Greening, Agrarumweltmaßnahmen)**
- **Markenprogramme LEH (proPlanet, WWF, oneworld etc.)**

Danke für Ihr Interesse !!

Wichtige Kenndaten – Boden- und Klimaansprüche

- wichtig ist ausreichende Wasserversorgung, deswegen sehr leichte Böden bei fehlender Beregnung ungeeignet
- Tonböden müssen frühzeitige Bestellung ermöglichen und sollten keine Staunässe zeigen
- Erbsen reagieren empfindlich bei Bodenverdichtungen
- Steinfreiheit
- Frosttoleranz bis –5 °C (Wintererbsen bis –20 °C möglich??)
- Ernte etwa zeitgleich mit Winterweizen

Quellen: Stelling 1999

Stellung in der Fruchtfolge

Vorfrüchte:

- Getreide, einschließlich Mais
- Blattfrüchte wie Zuckerrüben oder Raps, aber eher Stellung vor Getreide

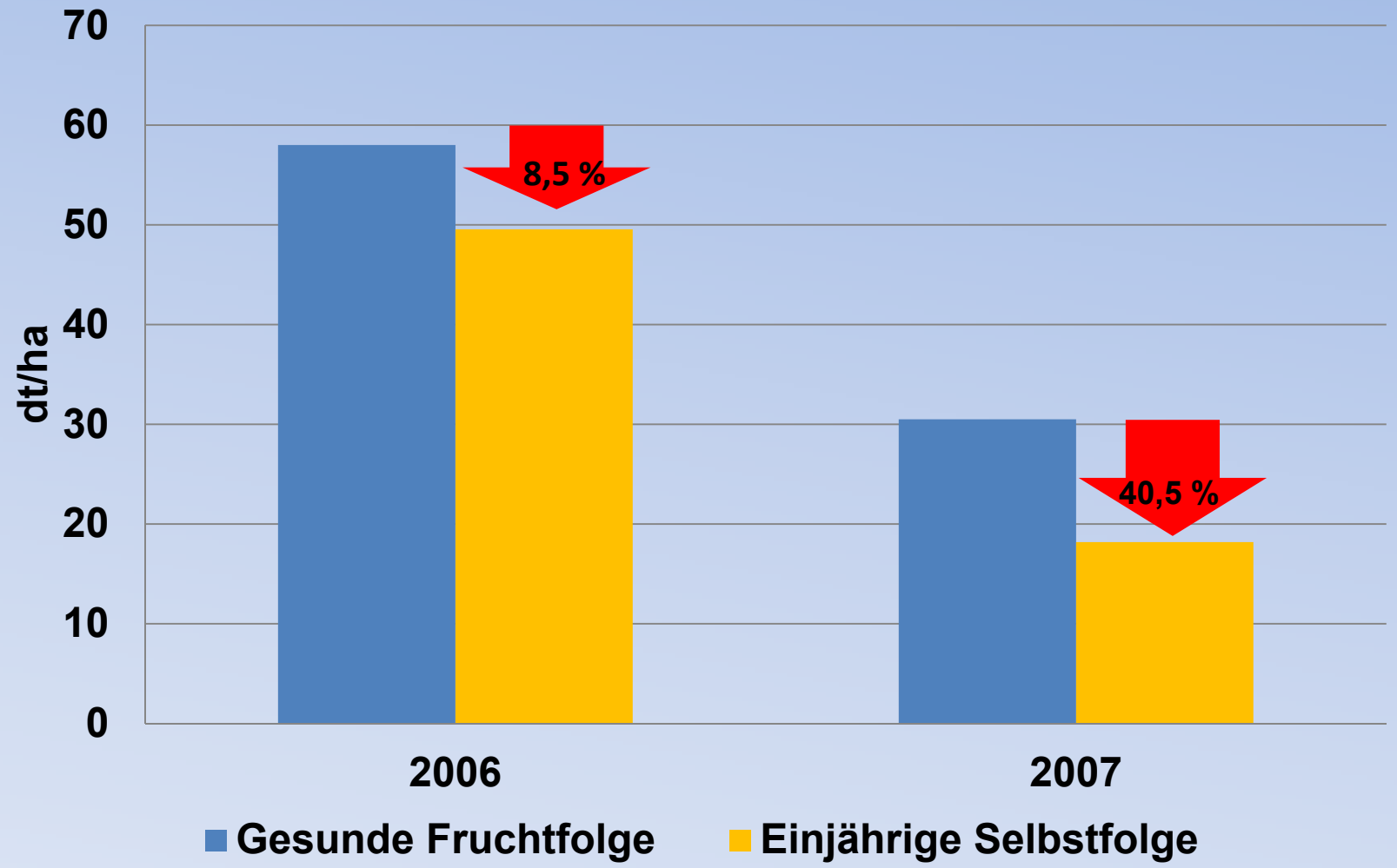
Vorfruchtwirkung beruht auf:

- leicht zersetzbaren Wurzelrückständen mit 2 % N
- 15-40 dt/ha Stroh
- fixiertem Stickstoff, der zu etwa 60 % für die Nachfrucht verfügbar wird
- höherem Porenvolumen im Boden als nach Getreide
- günstiger Schattengare, die zu Krümelstruktur bei Nachfrucht führt
- Minderung des Potentials an Getreidefußkrankheiten
- geeignete Nachfrüchte für Erbsen sind:

  Winterraps
  Wintergetreide
  Zwischenfrüchte

Quelle: Naumann 1999

Einfluss der Fruchtfolgestellung auf den Ertrag von Körnererbsen am Standort Merklingsen



Wichtige Kenndaten - Standortansprüche

- hohe Bodenansprüche bezüglich Wasserhaltefähigkeit, pH-Wert 6,5-7,3; keine zu hohen Nitratgehalte, da sonst Behinderung der N_2-Fixierung
- besonders geeignet sind kalk- und humusreiche Lehm- und Tonböden
- Frostempfindlichkeit bei Sommerbohnen bei –5 °C einsetzend, bei Winterbohnen ab –12 °C
- im Vergleich zu anderen Kulturen nur geringe Reaktion auf Photoperiode
- wichtig ist ausreichende Wasserversorgung, vor allem für Keimung und zu Blühbeginn, ca. 600-700 mm Niederschlag sind erforderlich
- Wasserstress ab Blühbeginn führt zu Blüten- und Hülsenfall
- aufgrund der schlechten Abdeckung und der langsamen Jugendentwicklung sind Ackerbohnenbestände stark erosionsgefährdet
- Ernte meist im August, selten bis Mitte September (Höhenlagen?)

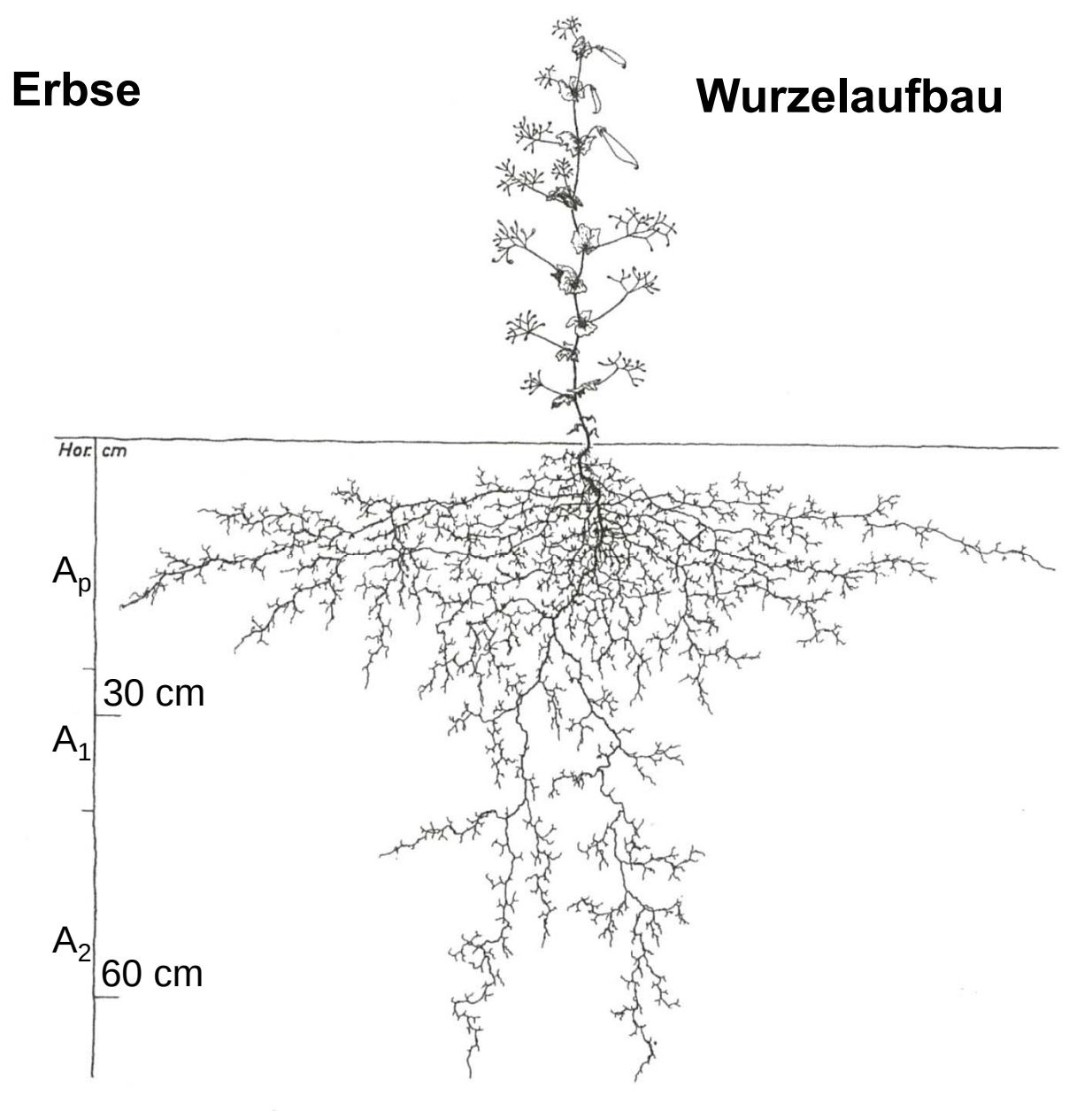
Quelle: Keller 1999

Reaktion auf Bodengüte und Wasserversorgung

Ackerzahl-bereich	< 30	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	> 80
Relativertrag	50	67	71	83	89	96	100

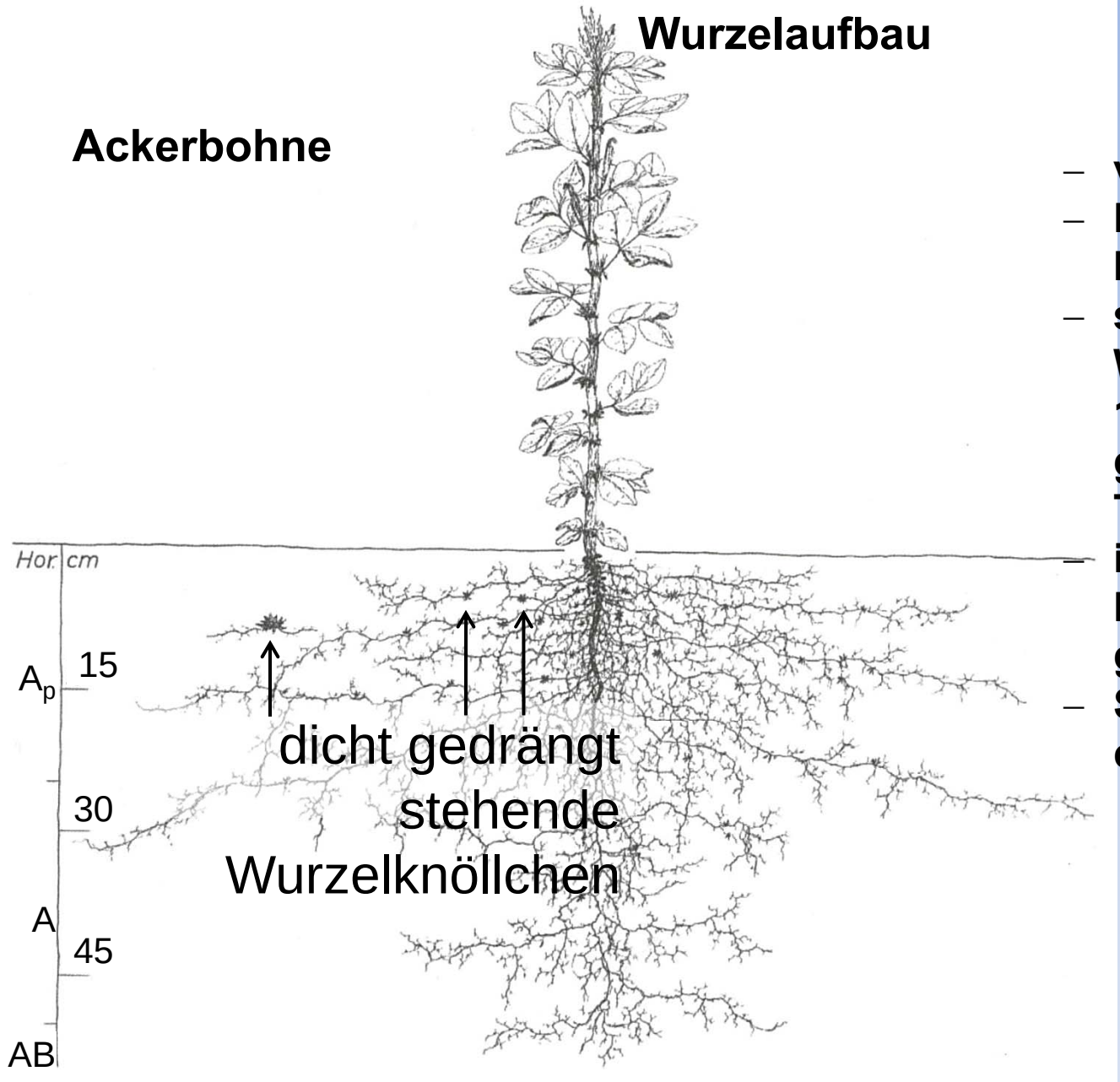
Variante	Transp. H_2O Menge (kg/m^2)	Ernte-index	Hülsen/ Pfl.	Körner/ Hülse	Einzelkorn-gewicht (mg/Korn)	Korn-ertrag (g/Pfl.)
Kont. H_2O-Versorgung	409,0	0,43	34,2	2,9	290,8	28,8
H_2O Mangel	189,7	0,36	19,0	2,5	291,6	13,8
GD 5%	*46,9*	*n.s.*	*6,2*	*n.s.*	*n.s.*	*8,0*

Quellen: Jakisch 1993 in Makowski 2000, Aufhammer 1998



- **Durchwurzelungstiefe: 110cm**
- **seitwärts verlaufende Seitenwurzeln -> dichte Durchwurzelung der Krume**
- **Wurzelknöllchen können bis 50 cm Tiefe die Wurzel besiedeln**

Quelle: Kutschera et al. 2009



- vorwüchsige Polwurzel
- Durchwurzelungstiefe: bis zu 90 cm
- seitliche Wurzelausbreitung ca. 100 cm -> deswegen hier geringes Tiefenwachstum
- im Vergleich zum hochwüchsigen Spross geringe Wurzeltiefe
- Sprosshöhe: 50 bis 120 cm

Quelle: Kutschera et al. 2009

Bodennutzung in Deutschland an ausgewählten Kulturen (in 1.000 Hektar)

Fläche	1991	2000	2010	2015
Weizen (W+S)	2.453	2.969	3.298	*3.288*
Roggen	720	853	627	*623*
Gerste (W+S)	2.535	2.066	1.641	*1.629*
Raps	950	1.078	1.461	*1.288*
Silomais	1.309	1.154	1.829	*2.100*
Zuckerrüben	554	452	345	*313*
Lupinen	-	-	24	*30*
Erbsen	33	164	57	*79*
Ackerbohnen	33	29	16	*38*

Quelle: Destatis, BMVEL

Fruchtfolgegestaltung

- **Auf mehr als 2/3 des Ackerlandes wächst Weizen, Mais, Gerste oder Raps**
- **Auf ca. 50 % des Ackerlandes steht Wintergetreide**
- **Auf ca. 2/3 des Ackerlandes werden Winterungen angebaut**
- **Konsequenzen:**

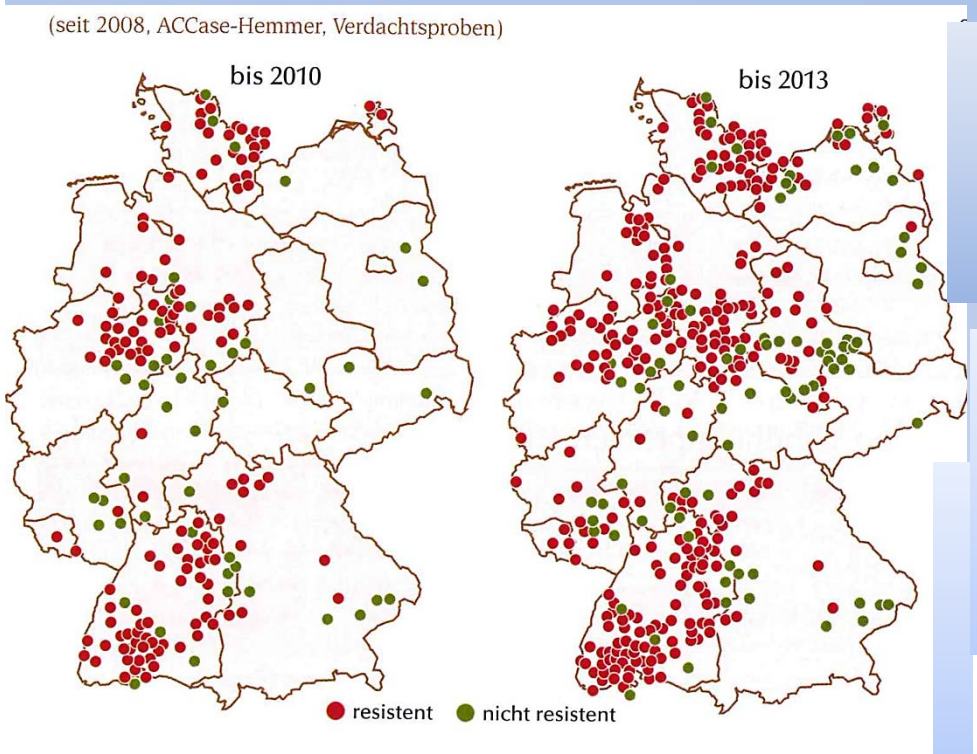
  - Bodenbearbeitung, Maßnahmen zur Bestandesführung und Ernte fallen in enge Zeiträume

  - Etablierung nachhaltiger Bodenbearbeitungssysteme schwierig

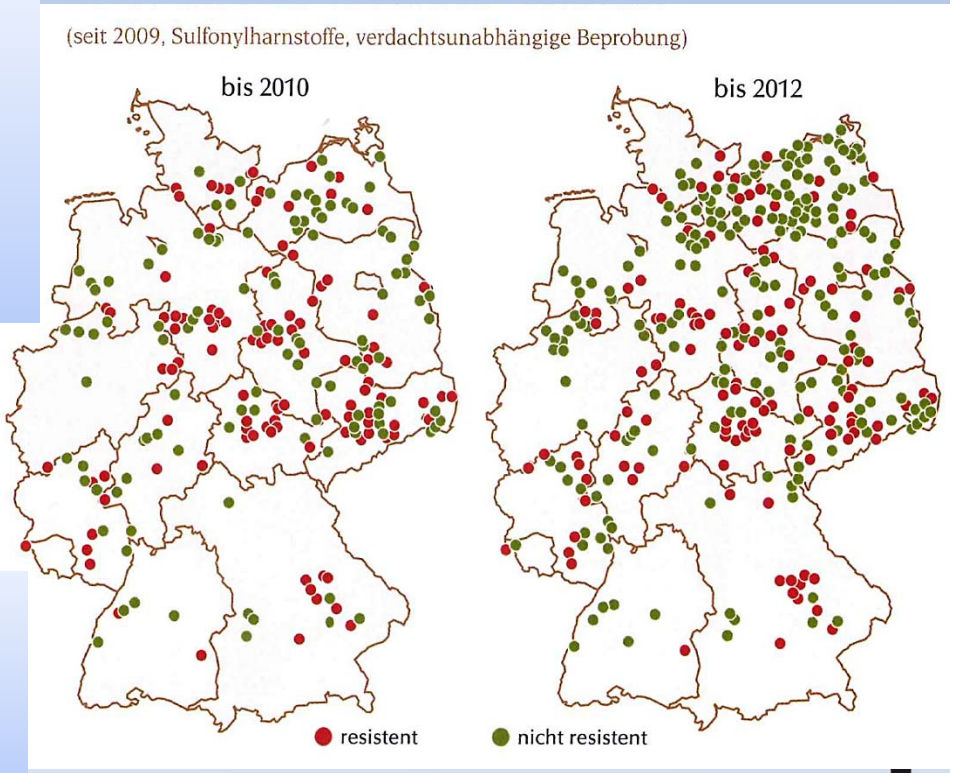
  - Hohe, kostenintensive und schlagkräftige Mechanisierung erforderlich

Fruchtfolgegestaltung

Herbizidresistenz bei Ackerfuchsschwanz

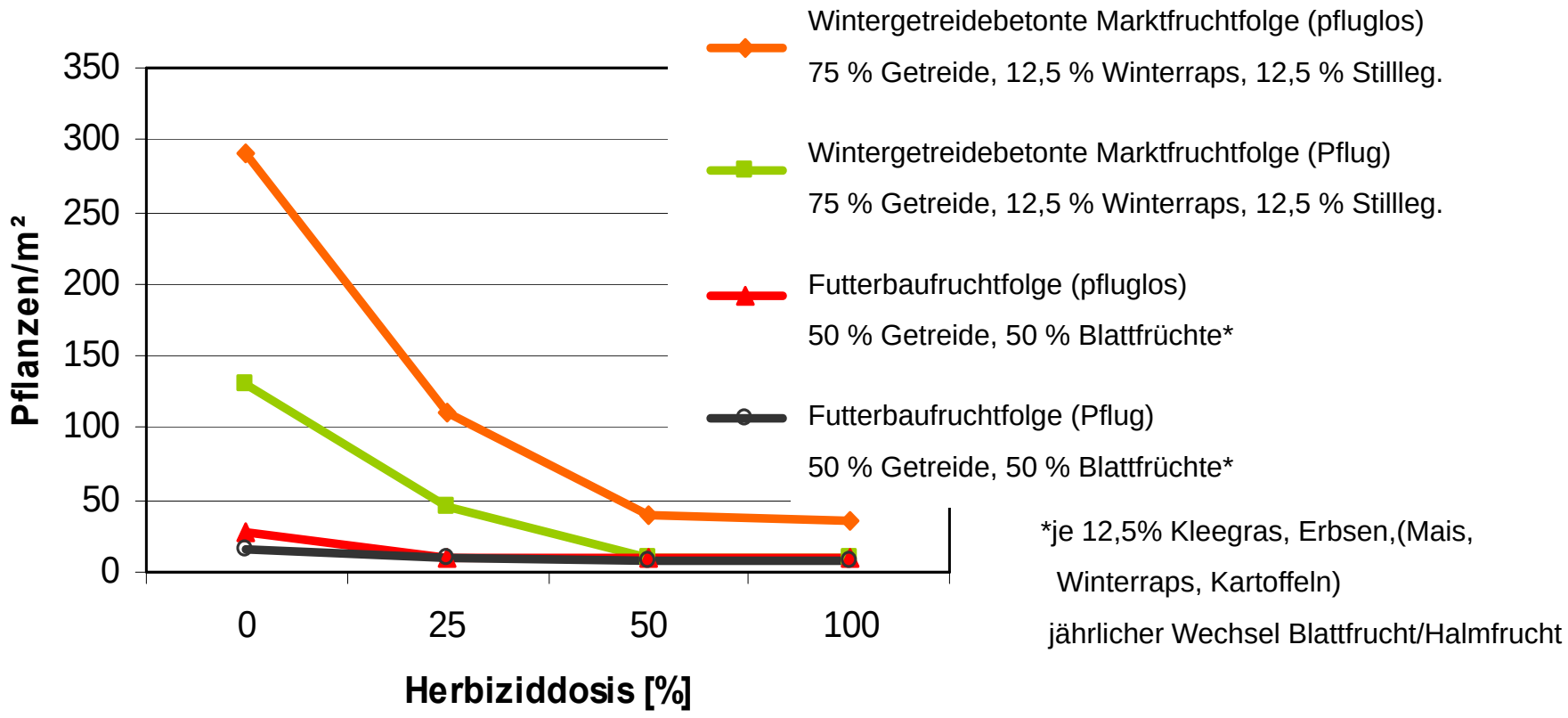


Herbizidresistenz bei Windhalm



Quelle: Petersen 2014

Einfluss der Fruchtfolge und Bodenbearbeitung auf das Auflaufen von Windhalm *(Apera spica-venti)* bei unterschiedlicher Herbiziddosis



*je 12,5% Kleegras, Erbsen,(Mais, Winterraps, Kartoffeln)

jährlicher Wechsel Blattfrucht/Halmfrucht

(Quelle:Pallut, DLG- Mitteilungen 1/03, verändert)

Erträge verschiedener Kulturen bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung in den Fruchtfolgen: FF.1: ZR-WW-WW-WW, FF.2: ZR-WW-AB-WW, Standort Soester Börde, 70-75 BP, 2000-2006 (n=7)

Kultur	*Vorfrucht*	Ertrag dt/ha		
		Direktsaat	Mulchsaat	Pflug
Weizen	*Ackerbohnen (n=4)*	97	97	96
Weizen	*Zuckerrüben (n=7)*	98	97	97
1. Stoppelweizen	*Weizen (n=4)*	77	85	85
2. Stoppelweizen	*Stoppelweizen (n=3)*	67	82	82
Ackerbohnen	*Weizen (n=4)*	60	55	51
Zuckerrüben	*Weizen(n=7)*	658	722	710

Daten Versuchsgut Merklingsen, Stemann und Lütke Entrup

Weitere Erfolgsfaktoren bei Ackerbohnen und Erbsen

Fruchtfolge/Anbaupausen:	**- Ackerbohnen: 6 Jahre** **- Erbsen: ≥ 7 Jahre**
Sortenwahl:	**- Ackerbohnen: (Rostanfälligkeit)** **- Erbsen: Standfestigkeit**
Frühzeitige Saat:	**- Ackerbohnen: ab Mitte Februar** **- Erbsen: ab Anfang März**
Ausreichende Tiefenablage:	**- Ackerbohnen: 6-8 cm** **- Erbsen: 4-6 cm**
Unkrautkontrolle:	**- Ackerbohnen und Erbsen: VA-Herbizide, ggf. Unterstützung durch Mulchauflage**
Schaderreger/Schädlinge	**- Ackerbohnen: Bohnenrost, Schwarze Bohnenlaus** **- Erbsen: Wurzel- und Stängelbasiserkrankungen, Erbsenblattlaus, Erbsenwickler**