



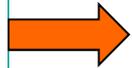
# **Bedeutung mehrschnittiger Leguminosen in Fruchtfolgen des Öko-Landbaus**

## **Ackerbauliche Grundlagen und Rolle der Betriebskonstellation**

**Jürgen Müller**

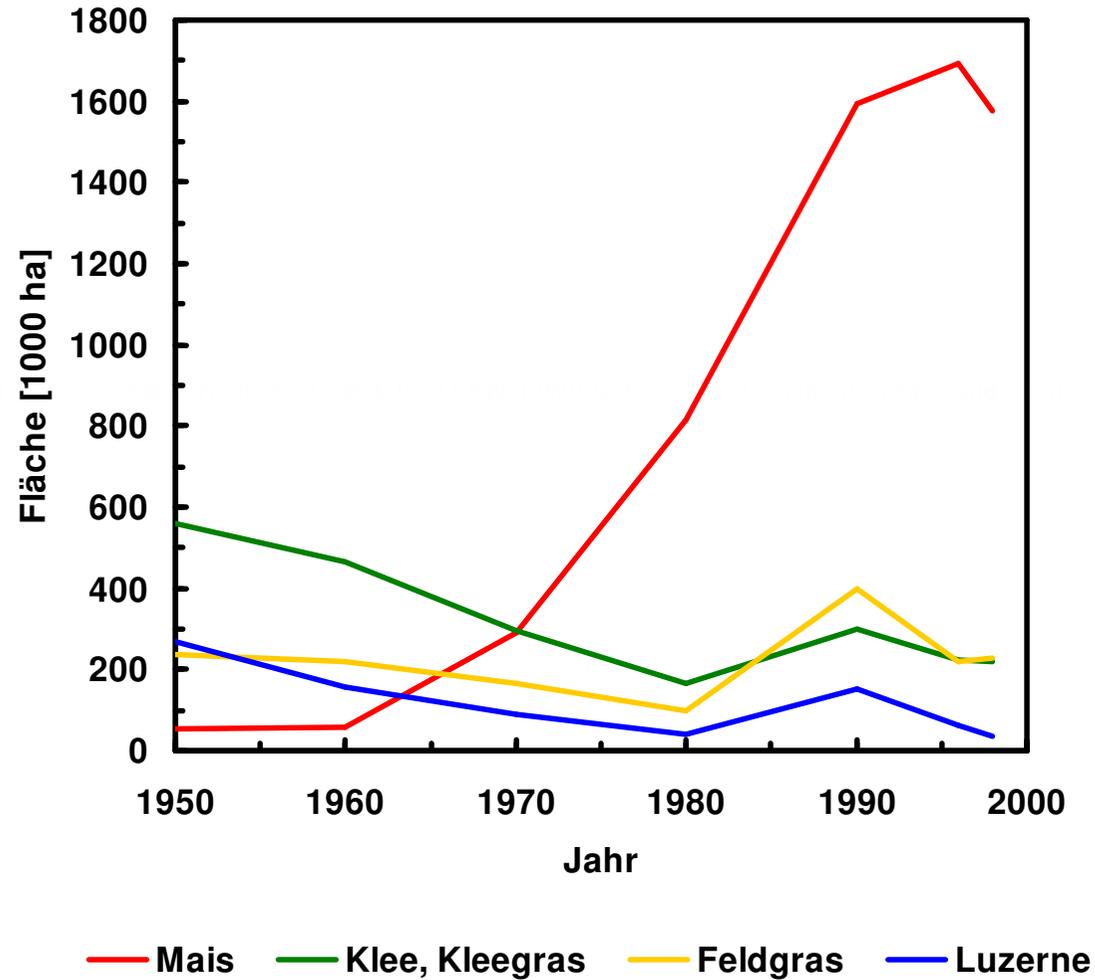
**Gülzow, 27.11.2018**

## Gliederung des Vortrages



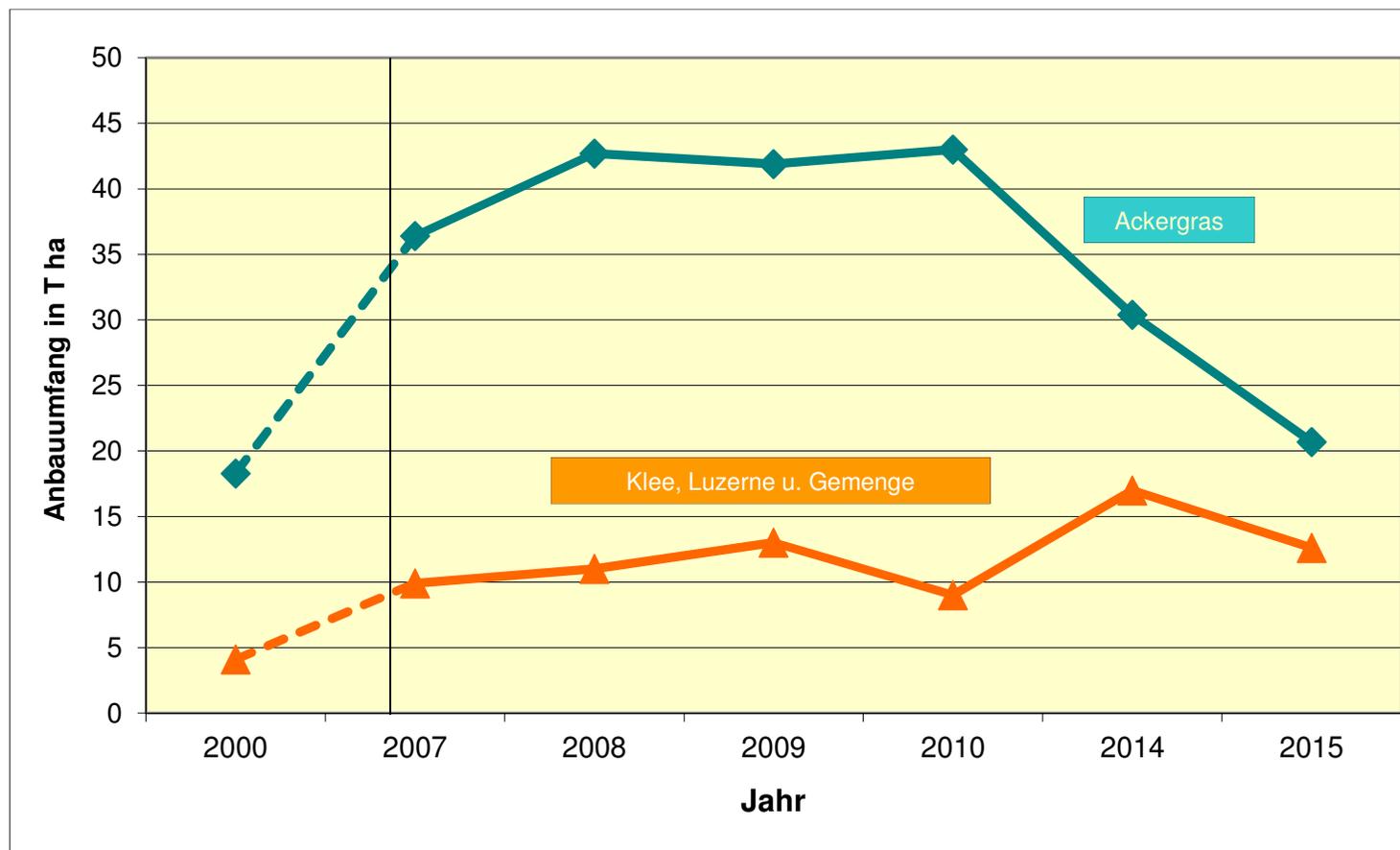
- 1. Einführung**
2. Fruchtfolgeeffekte
3. Rolle der Betriebskonstellation
4. Produktionstechnik
5. Fazit

# Entwicklung der Anbaufläche von Feldfutterpflanzen in Deutschland (ab 1990 Vereintes Deutschland)



## Anbauentwicklung von Ackerfutterfrüchten in MV

(Quelle: Statist. Bundesamt 2018)



## Situation der Flächennutzung in MV

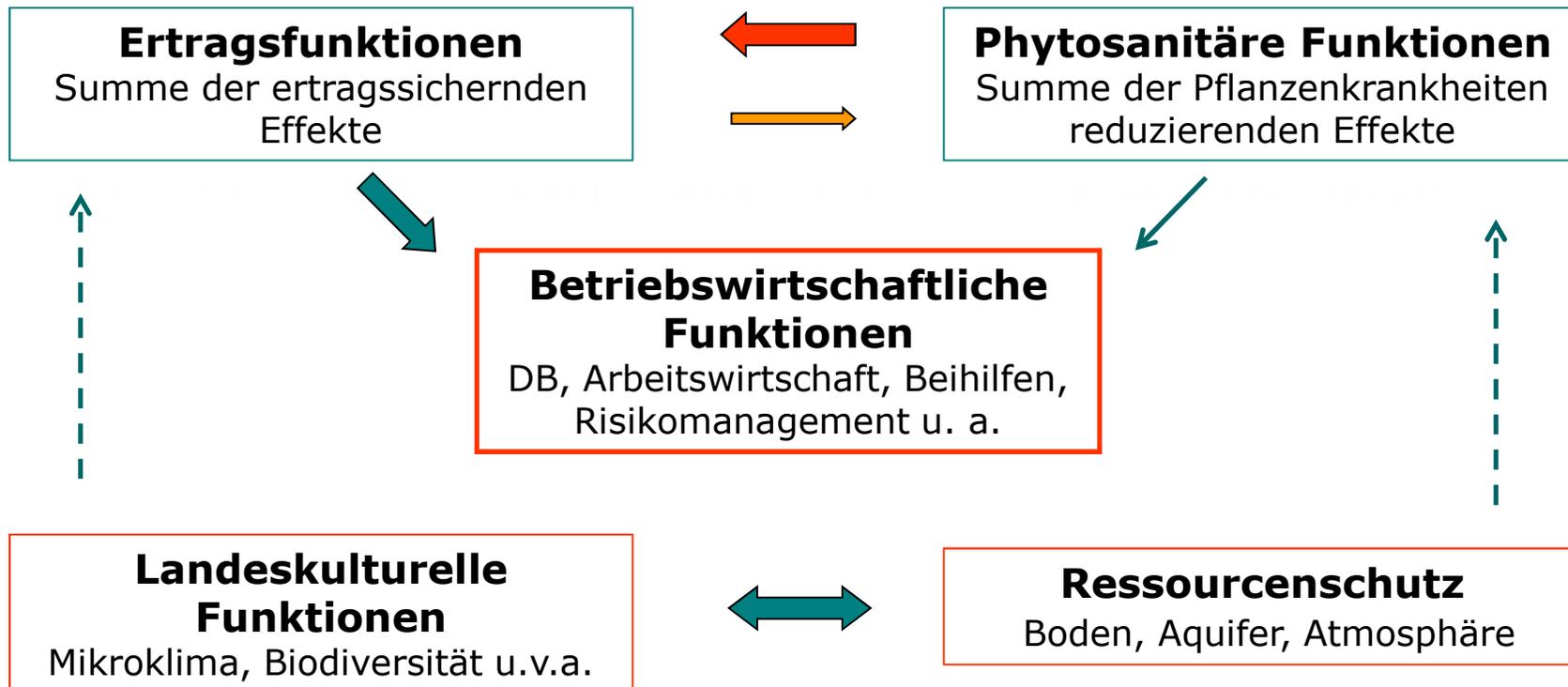
### global:

- Grünlandüberschuss (ca. 75 T ha in MV)
- unstete Tendenzen beim mehrschnittigen Ackerfutterbau

### lokal:

- sehr unterschiedliche betriebliche Konstellationen
- Flächenansprüche für Biogassubstrate

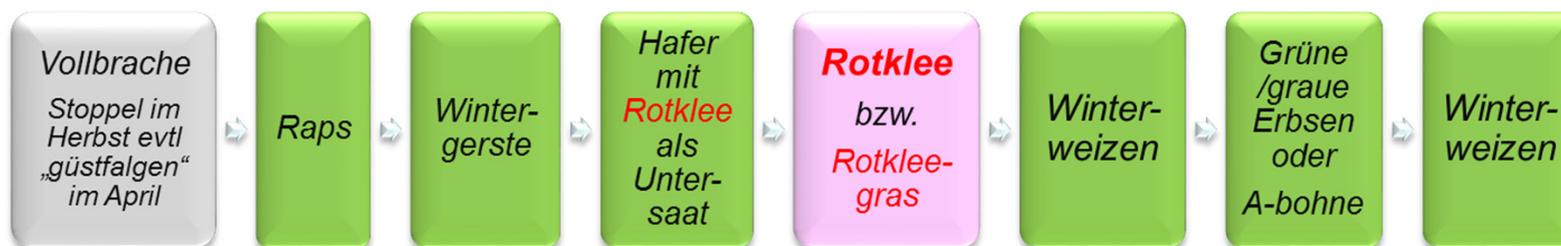
## Funktionen von Fruchtfolgen



## Gliederung des Vortrages

1. Einführung
-  **2. Fruchtfolgeeffekte**
3. Rolle der Betriebskonstellation
4. Produktionstechnik
5. Fazit

## Fruchtfolgen mit **Rotklee** bis in die 50er Jahre

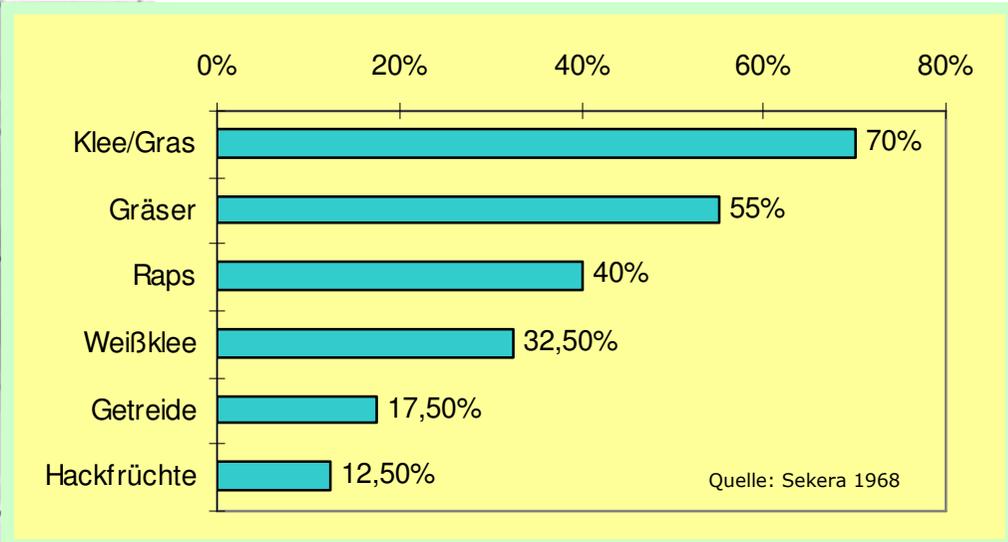
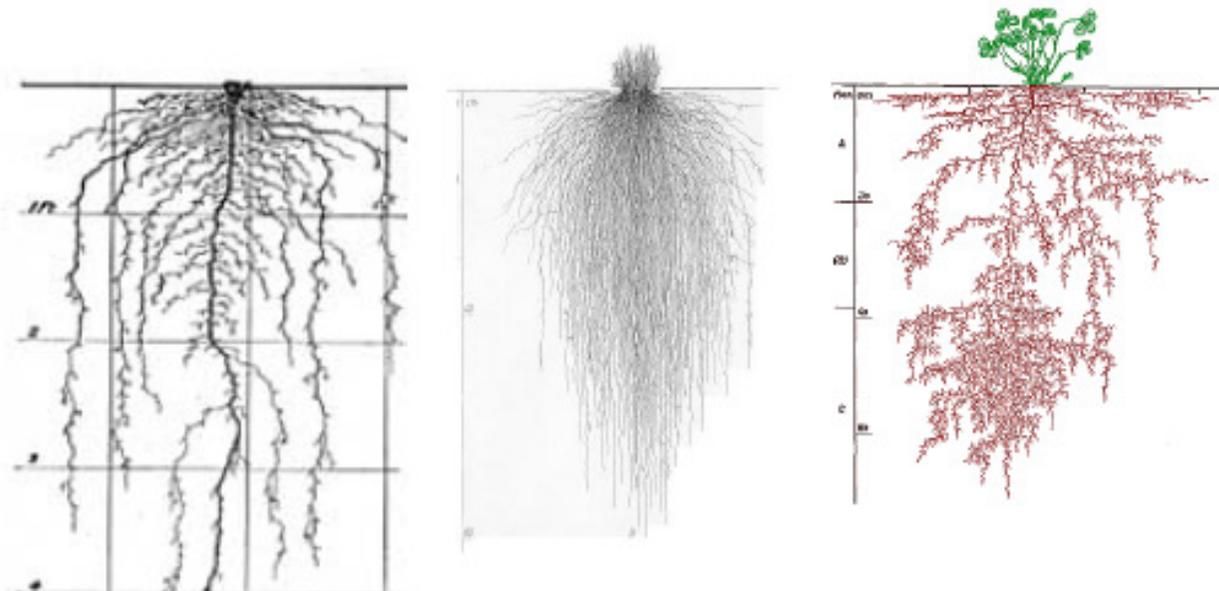


Quelle: zit. in Stroman 2015



# Wurzelbilder von Rotklee, Deutschem Weidelgras und Weißklee

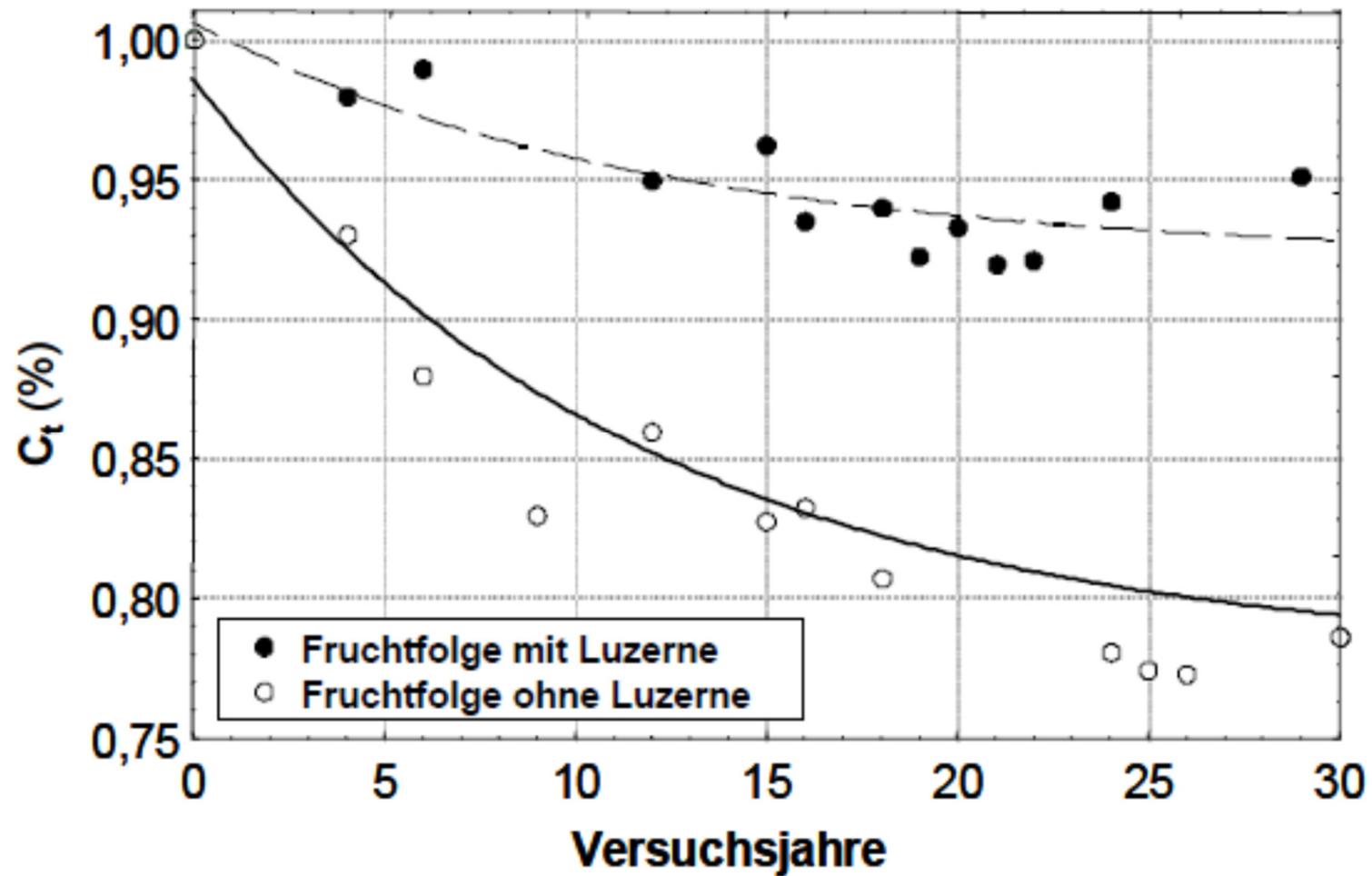
- Mischbestände durchwurzeln den gesamten Bodenraum effektiv



Quelle: Stroman 2015

Root Development of Field Crops;  
John E. Weaver; McGraw Hill Book  
Company, INC.; 1926

# Einfluss des Feldfutterbaus auf den Humusgehalt



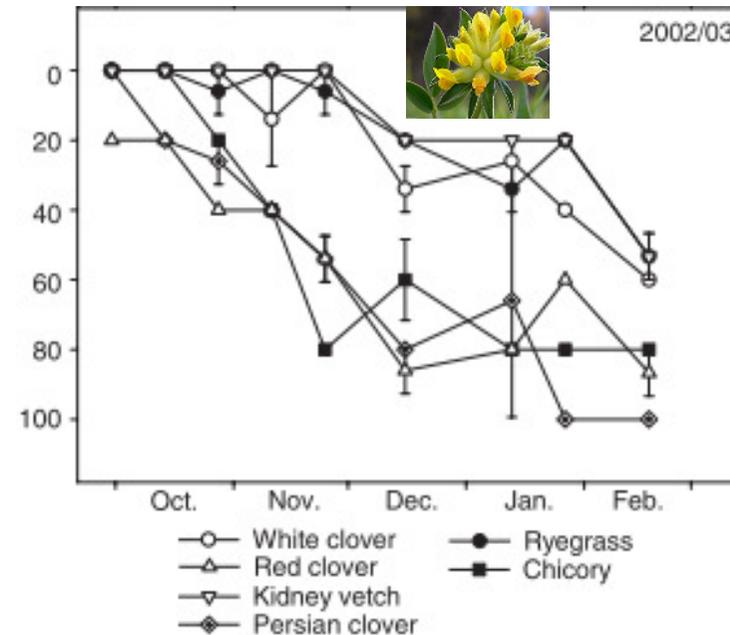
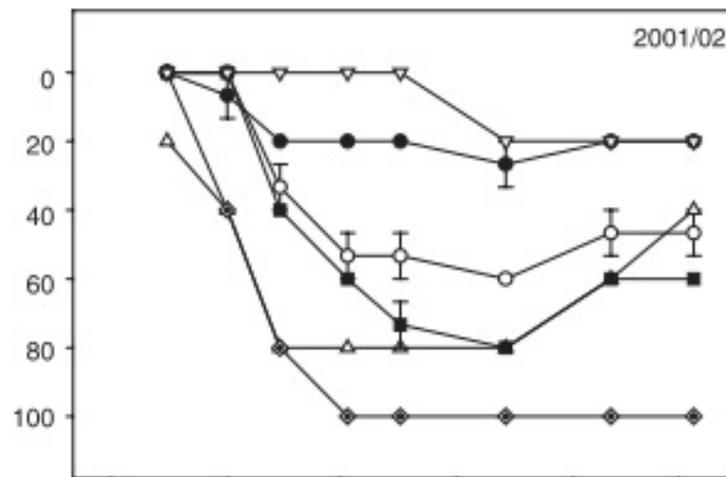
Quelle: Hülsbergen et al. 2005

## Was kleinkörnige Leguminosen bereits als Zwischenfrucht leisten können **N<sub>2</sub>-Fixierung**

Treatment	Aboveground						Soil				
	DM (T ha <sup>-1</sup> )	Total N (kg ha <sup>-1</sup> )		C : N		N <sub>2</sub> fixation (kg ha <sup>-1</sup> )	N <sub>min</sub> <sup>§</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )	Nitrate-N <sup>§</sup> (% of N <sub>min</sub> )			
No catch crop							24	66		a	
Persian clover	2.7	a	64	a	19	cd	52	a	25	44	b
Kidney vetch 	2.6	a	67	a	17	de	56	a	16	29	cd
Red clover	2.3	ab	61	a	18	de	50	ab	20	39	bc
Black medic 	2.0	ab	61	a	16	ef	49	ab	16	29	cd
White clover	1.8	bc	55	ab	15	ef	44	ab	22	32	bcd
Lupin	1.2	cd	33	c	17	de	21	c	18	41	bc
Rye/hairy vetch	1.0	de	39	bc	11	f	28	bc	19	37	bcd
Chicory	0.8	de	12	d	29	a			10	25	d
Ryegrass	0.6	de	13	d	24	ab			13	31	bcd
Sorrel	0.5	de	10	d	22	bc			12	28	cd
Fodder radish	0.4	e	11	d	16	ef			12	28	cd
LSD <sub>0.05</sub>	0.7		19		6		22		n.s.	13	

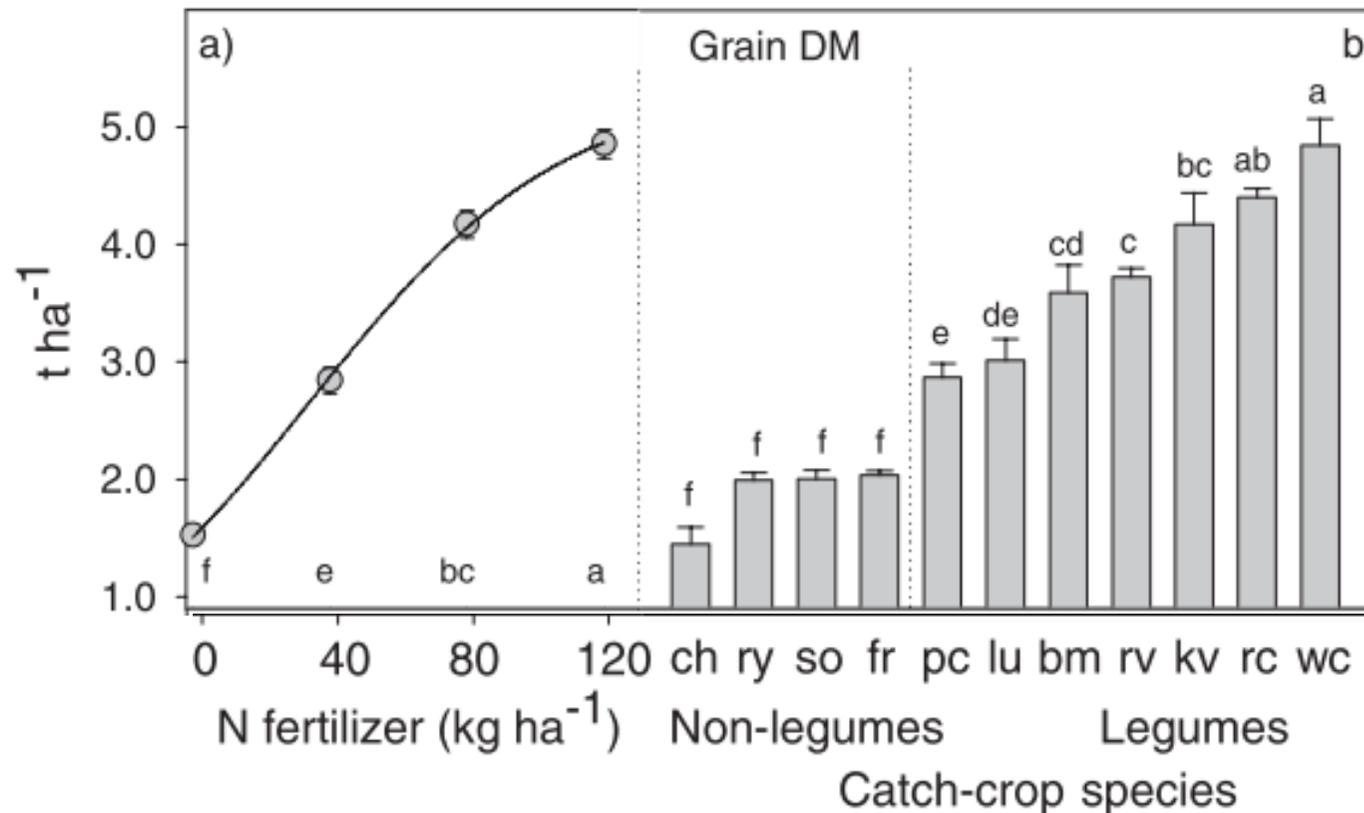
Quelle: Askegaard *et al.* (2007)

## Was kleinkörnige Leguminosen bereits als Zwischenfrucht leisten können **Winterhärte**



Quelle: Askegaard *et al.* (2007)

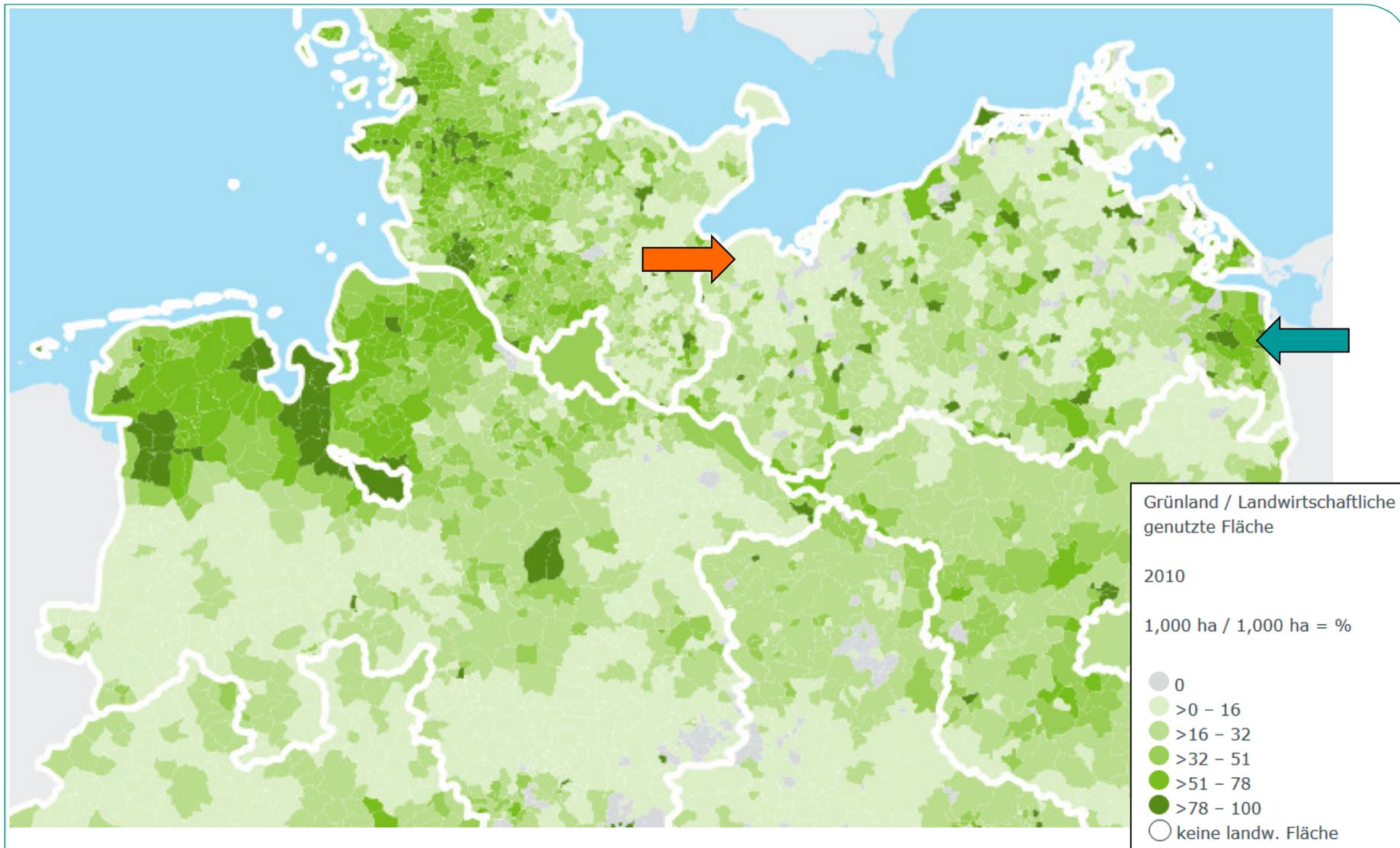
# Was kleinkörnige Leguminosen bereits als Zwischenfrucht leisten können **Vorfruchtwirkung**



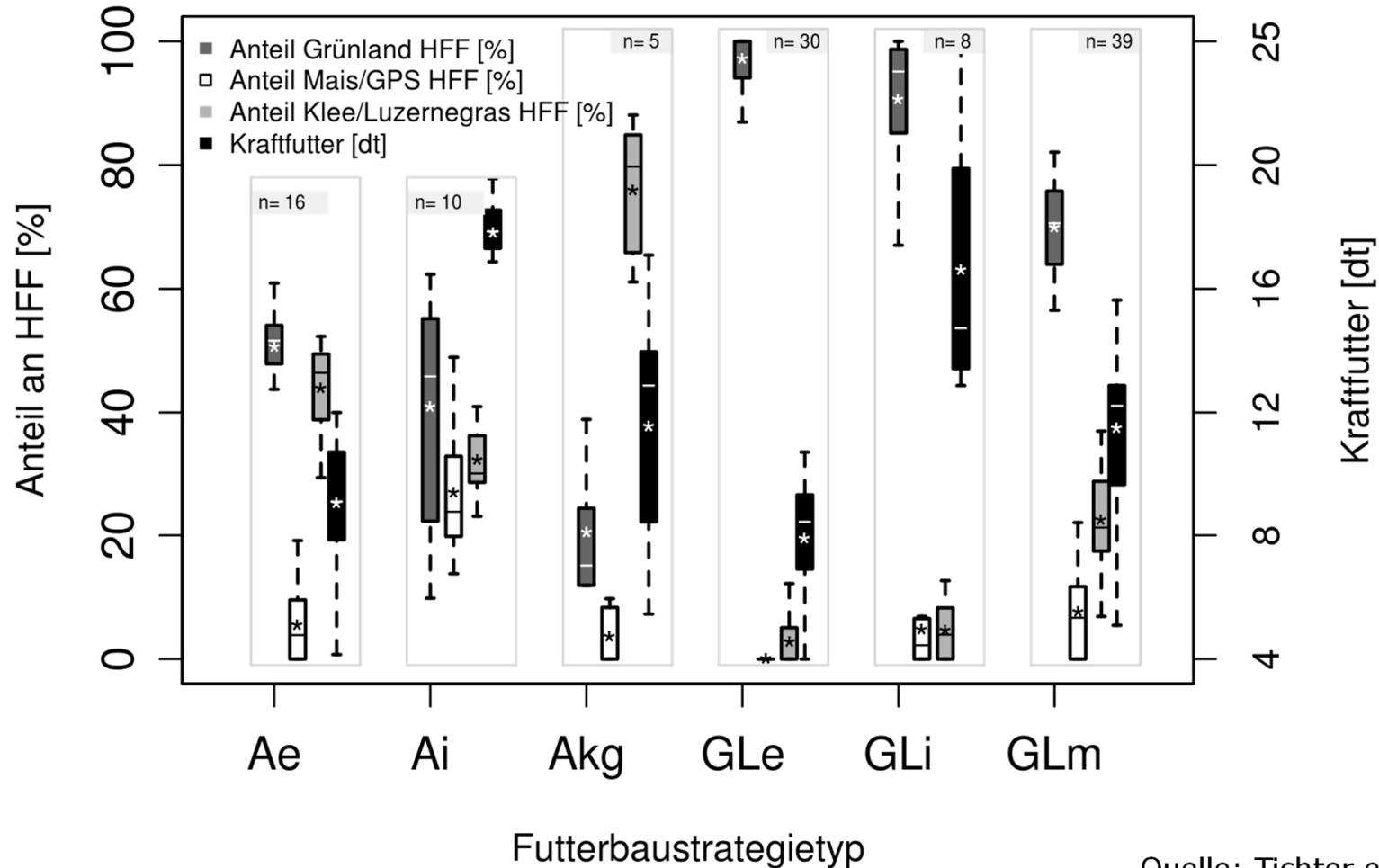
Quelle: Askegaard *et al.* (2007)

## Gliederung des Vortrages

1. Einführung
2. Fruchtfolgeeffekte
-  **3. Rolle der Betriebskonstellation**
4. Produktionstechnik
5. Fazit



## Charakteristik von Futterbau-Strategietypen

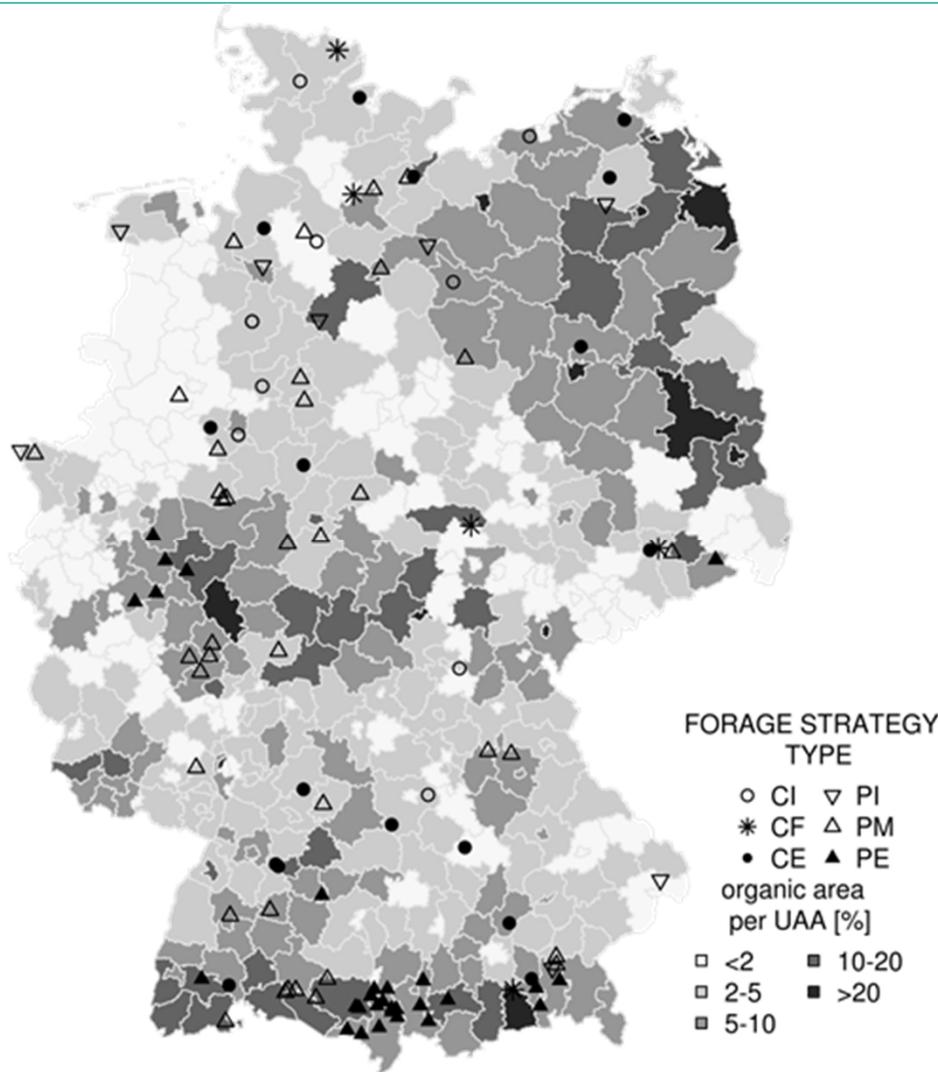


Quelle: Tichter et al., in prep

## Charakteristik von Futterbau-Strategietypen

	all							p
	median / range	CI	CF	CE	PI	PM	PE	
Milk per cow [kg 305 days <sup>-1</sup> ]	6333 / 5963	7656 <sup>b</sup>	6862 <sup>ab</sup>	5792 <sup>a</sup>	7245 <sup>ab</sup>	6371 <sup>a</sup>	5638 <sup>a</sup>	***
Milk from roughage per cow [kg 305 days <sup>-1</sup> ]*	4132 / 5228	3333 <sup>a</sup>	4141 <sup>ab</sup>	4200 <sup>ab</sup>	3268 <sup>ab</sup>	4077 <sup>ab</sup>	4543 <sup>b</sup>	**
Milk RA <sup>-1</sup> [kg ha <sup>-1</sup> 305 days <sup>-1</sup> ] **	8130 / 17547	11442 <sup>b</sup>	7051 <sup>ab</sup>	6370 <sup>a</sup>	8918 <sup>ab</sup>	6541 <sup>a</sup>	6824 <sup>a</sup>	*
Roughage milk RA <sup>-1*</sup> [kg ha <sup>-1</sup> 305 days <sup>-1</sup> ]	5336 / 10222	4907	4376	4626	4295	5105	6030	ns

Quelle: Tichter et al., in prep

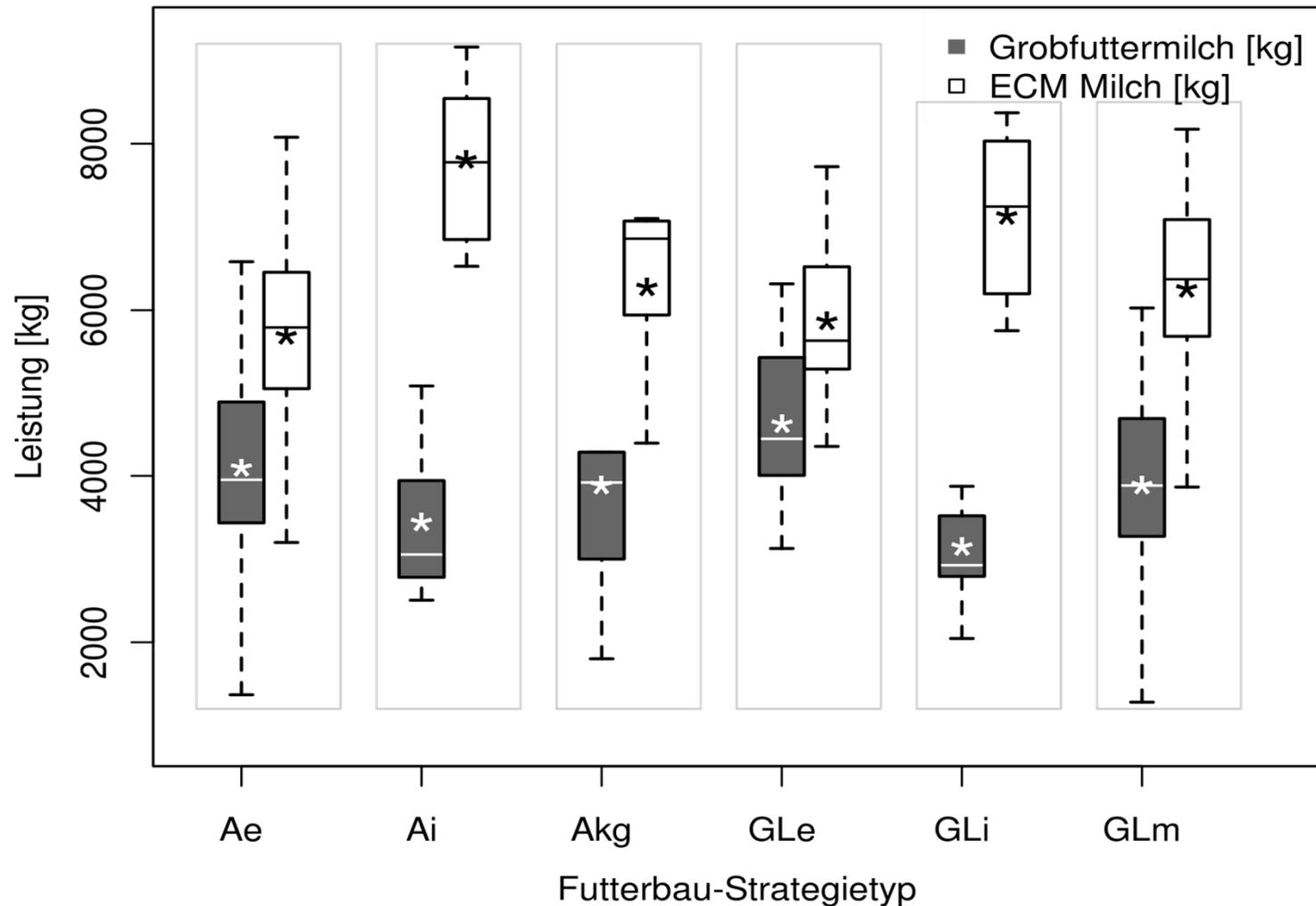


**Tendenz:  
Segregation**

**Futterbau-  
Strategietypen**

Quelle: Tichter *et al.*, in prep

## Leistungen von Futterbau-Strategietypen



## Rolle des Anbausystems / der N-Versorgungsstrategie auf den Humushaushalt

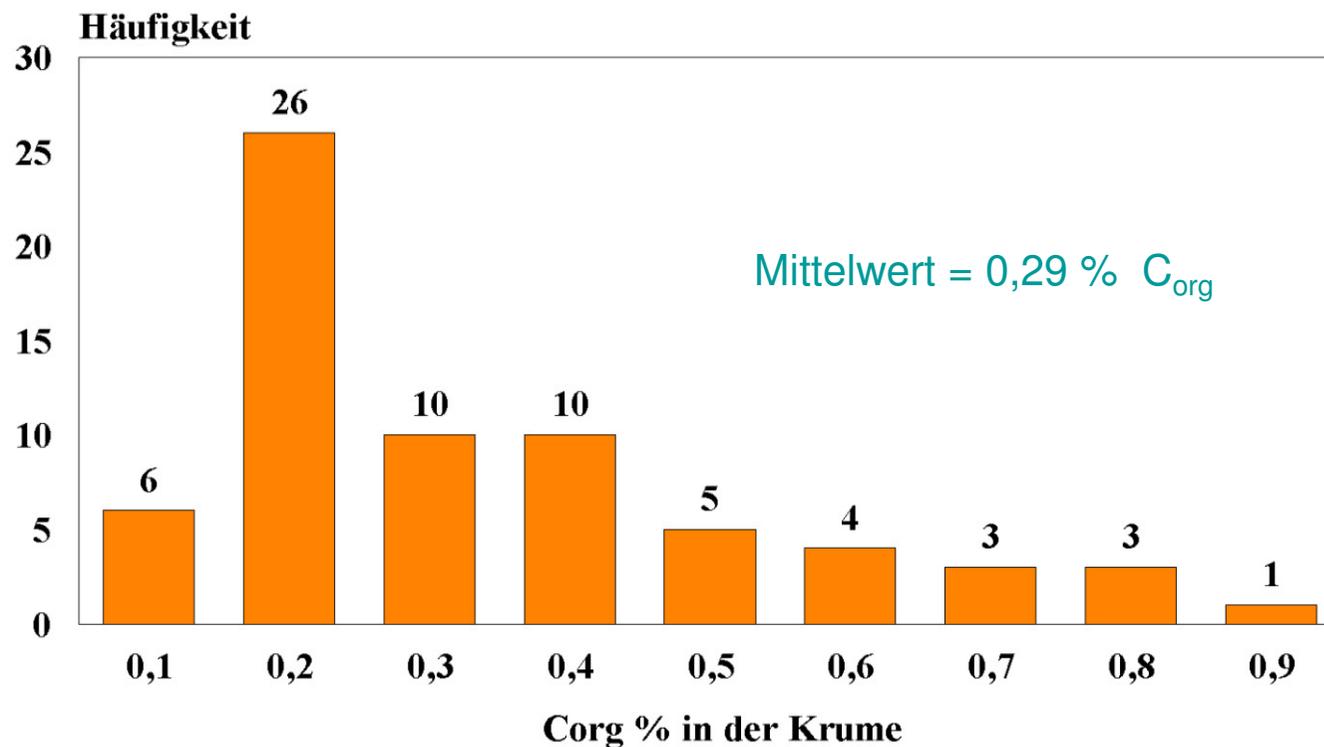
Anbausystem	NPP	P.-Rückstände	Festmist	$\Sigma$ Organ. Input	$\Delta$ Boden $C_t$ nach 15 Jahren
Festmist	69 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>	19	44 <sup>b</sup>	2,0
Leguminosen	68 <sup>a</sup>	39 <sup>b</sup>	0	39 <sup>a</sup>	6,6
konventionell	75 <sup>b</sup>	43 <sup>c</sup>	0	43 <sup>b</sup>	2,2

NPP = Pflanzliche Nettoprimärproduktion; alle Angaben in t/ha über 15 Jahre kumuliert

Quelle: Drinkwater *et al.* (1998)

## $\Delta C_{org}$ zwischen ungedüngten und optimal organisch versorgten Böden

(Mittel von 68 Dauerversuchen und 33 Versuchsjahren!)



Quelle: Körschens *et al.* (2018)

## Fruchtfolgestrategien zur N-Versorgung der Ackerfrüchte - Beitrag des Futterbaus -

N source	Subgroups	Crop rotation		
		Arable	Grassland	
<b>Legumes arable land</b>	Grass-clover ley (1 year; red clover) Field bean	GC, SB, TR FB, TR, SB		
<b>Legumes grassland</b>	FYM <sup>1</sup> (100 kg N/ha) FYM (200 kg N/ha)	MA, TR, SB MA, TR, SB	clover+, clover++	G+, G++
<b>No N</b>		MA, TR, SB	No clover	G0

FYM = Farm yard manure

Crops: TR = triticale; SB = spring barley; MA = maize; GC = grass-clover (30–40% clover); FB = field bean; G0, G+, G++ = permanent grassland mixture with 0-5, 30 and 50% white clover, respectively

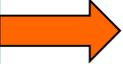
Quelle: Kayser *et al.* 2010

## Einfluss der N-Versorgung auf Ertragsparameter von So.-Triticale

Crop rotation	DM yield grain	N yield grain	N content grain	DM yield straw	N yield straw	N content straw
	[dt/ha]	[kg/ha]	[%]	[dt/ha]	[kg/ha]	[%]
ANOVA	p<0.008	p<0.001	p<0.001	p<0.051	p<0.011	p<0.078
<b>FYM 100</b>	24.6	41.5	1.70	15.7	8.7	0.55
<b>FYM 200</b>	22.5	39.4	1.75	16.4	9.4	0.57
<b>Grass-clover</b>	22.9	40.5	1.74	11.5	5.2	0.45
<b>Field bean</b>	17.1	28.8	1.70	13.9	8.0	0.56
<b>Control N0</b>	19.2	31.3	1.65	15.1	7.9	0.50
<b>Grassland</b>	29.1	64.6	2.21	18.9	11.1	0.60
l.s.d. <sup>1</sup>	5.4	8.0	0.12	4.3	2.6	0.10

Quelle: Kayser *et al.* 2010

## Gliederung des Vortrages

1. Einführung
2. Fruchtfolgeeffekte
3. Rolle der Betriebskonstellation
-  **4. Produktionstechnik**
5. Fazit

## Saatparameter mehrjähriger Futterleguminosen u. -gemenge

Fruchtart	Saatmenge	Saatgutkosten *	Saatzeit	Saat-tiefe	Reihen-abstand
<b>Rotklee</b>	15-20 kg/ha	65 €/ha	März/April Juli/ bis 20.8.	1-2 cm	10-14 cm
<b>Rotklee-gras</b>	RK 10 kg/ha WS 7 kg/ha WL 5 kg/ha	58 €/ha	März/April Juli/ bis 20.8.	1-2 cm	10-14 cm
<b>Luzerne</b>	30 kg/ha	98 €/ha	März/April Juli (August)	1-2 cm	10-14 cm
<b>Luzerne-gras</b>	Luz 22 kg/ha Kg 3 kg/ha Gh 5 kg/ha	94 €/ha	März/April Juli (August)	1-2 cm	10-14 cm

\*) – langjähriges Mittel, aktuell Preise z.T. deutlich erhöht

Die Etablierungsphase stellt immer noch die größte produktionstechnische Herausforderung dar !



Ansaat- verfahren	Vorteile	Nachteile
<b>Frühjahrsansaat mit Deckfrucht</b>	Hohe Etablierungs- und Ertragssicherheit, geringe Verunkrautungsprobleme	Aussaatstärke Deckfrucht und Termin d. 1. Nutzung müssen exakt eingehalten werden
<b>Frühjahrs- blanksaat / Herbstblanksaat</b>	geringerer Saatgutaufwand, gezielterer Bestandsaufbau möglich	Insbesondere FJBS: sehr starke Verunkrautungsneigung, niedriger Ertrag im Ansaatjahr
<b>Untersaat</b>	Einsparung der Bodenbearbeitung, damit sehr kostengünstig	hohes Ansaatrisiko, insbesondere unter sommertrockenen Bedingungen, besondere Anforderungen an Produktionstechnik

# Vergleich der Standortansprüche von Rotklee und Luzerne

	Rotklee	Luzerne
<b>Bodenart</b>	indifferent, kein reiner Sand, humose Böden	Löß, Lehm, gehaltvollere Verwitterungsböden, (Sand nur bei >8% aT i. Krume & Mergelband mindestens 10 cm stark & < 80 cm tief)
<b>Bodenzustand</b>	toleriert geringe Staunässe (Pseudogley)	gute Wasserführung, keine starke Verdichtung, sehr staunässeempfindlich
<b>Azidität</b>	neutral bis schwach basisch (schwach sauer, pH > 5,5 -5,8)	schwach basisch bis basisch
<b>Niederschlag/ Wasserversorgung</b>	> 600 mm, hohe Ansprüche an Luftfeuchtigkeit	< 550 mm, aride Verhältnisse (deckt hohen Wasserbedarf aus dem Boden)
<b>Temperatur</b>	gemäßigte Temperaturen (max. 25°C)	liebt hohe Temperaturen, möglichst über 8,5°C (nicht < 7,8°C) im Jahresmittel

## Erträge von Grünlandleguminosen und Deutschem Weidelgras in Abhängigkeit vom Trockenstress (g/Gefäß)

Art	Kontrolle	Trockenstress	%
Deutsches Weidelgras	34,5	30,4	- 11,9
Weißklee	86,8	47,0	- 45,8
Hornklee	67,7	42,9	- 36,6
Gelbklee	72,1	48,3	- 33,0
Steppenluzerne	60,0	42,3	- 29,5

Quelle: Küchenmeister (2013)

## Steckbrief Hornklee



## **Wachstumsbedingungen / Eigenschaften**

Der Hornklee (ehemals Hornschotenklee) ist von Natur aus eine ausdauernde, winterharte Kleeart der Wiesengesellschaften auf relativ trockenem, kalkhaltigem Böden. Erstmals um 1850 in der Schweiz angebaut, wird der Hornklee jetzt überall auf trockenem Standorten der gemäßigten Zone kultiviert.

## **Klima- und Bodenansprüche**

Die ausdauernde, winterharte und dürrefeste Kleeart mit relativ geringen Ansprüchen an Klima und Boden gedeiht am besten auf warmen, kalkreichen Böden.

Bei ausreichendem Kalkgehalt sind alle Bodenarten vom schweren Muschelkalk bis zum Sand- und Moorboden geeignet. Auf tiefgründigen Böden sind andere Kleearten überlegen.

## **Nutzung**

Den Bedarf deckt vorwiegend Handelssaatgut aus Frankreich. Hornklee hat für mehrjährige Kleegrasmischungen in trockenen Lagen eine zunehmende Bedeutung, ebenso in Wiesenansaat. Als Reinsaat ist er wegen des leicht bitteren Geschmacks nicht zu empfehlen. Im Hochsommer sollte er auch nicht übernutzt werden, er reagiert darauf sensibler als die Luzerne.

## Steckbrief Gelbklee



## **Wachstumsbedingungen / Eigenschaften**

Der Gelbklees steht botanisch der Luzerne nahe. Gelbklees hat im Ansaatjahr eine schnelle Jugendentwicklung aufzuweisen und treibt im Frühjahr des Hauptnutzungsjahres zeitig aus. Er bildet eine dünne, spindelförmige Pfahlwurzel aus, die wenig verzweigt ist und nur mitteltief in den Boden eindringt. Faserwurzeln werden vom Gelbklees, besonders auf den ärmeren Böden, reichlich ausgebildet.

Nach Aussaat im Frühjahr ist die junge Pflanze frostempfindlich, weshalb nicht vor Anfang April gesät werden sollte.

## **Klima- und Bodenansprüche**

Obwohl er wärmeres, verhältnismäßig trockenes Klima bevorzugt, nimmt die Lebensdauer im maritimen und montanen Klima gegenüber den kontinental beeinflussten Gebieten etwas zu. Er bevorzugt Böden mit guter Kalkversorgung. Sind diese gegeben, dann gedeiht er auf nahezu allen Böden, die nicht zur Staunässe neigen.

## **Nutzung**

Gelbklees ist physiologisch für den ein- als für den zweijährigen Anbau geeignet. Er benötigt eine dreijährige Anbaupause. Die Art war früher hauptsächlich wegen des niedrigen Saatgutpreises Bestandteil von Kleeegrasmengen. Das minimale Nachwuchsvermögen rechtfertigt die Verwendung im Hauptfruchtfutterbau heute nur noch in besonderen Fällen. Gelegentlich wird er noch im Zwischenfruchtanbau, z. T. als Untersaat (Gründüngung) eingesetzt.

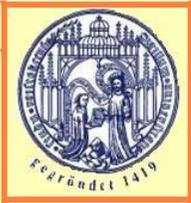
## Gliederung des Vortrages

1. Einführung
2. Fruchtfolgeeffekte
3. Rolle der Betriebskonstellation
4. Produktionstechnik
-  5. **Fazit**

- Mehrschnittige Futterleguminosen bergen ein großes Potenzial zur Erhaltung und Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit, dessen Ausnutzung aber auch ein hohes produktionstechnisches Niveau voraussetzt.
- Aus ökonomischen Gründen muss der moderne Ackerfutterbau
  - a) höhere Futterqualitäten als das Dauergrünland und
  - b) in kürzerer Zeit die futterunabhängigen Ökosystem-Dienstleistungen erbringen. (Bereits überjähriger Klee-gras-anbau erbringt 2/3 des Humusbeitrags 3-jähriger Bestände)
- Die Schärfung der **standörtlich** und **betriebsstrukturell** bedingt unterschiedlichen Anbauziele, und die konsequente Justierung der Produktionstechnik darauf wird als Schlüssel für eine erfolgreiche Integration von kleinkörnigen Leguminosen in die Betriebskulissen angesehen

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**





# Einfluss der N-Versorgung auf Umweltparameter von So.-Triticale



<b>Crop rotation</b>	<b>SMN</b>	<b>N leaching<sup>2</sup></b>	<b>P soil</b>	<b>K soil</b>	<b>Mg soil</b>	<b>pH soil</b>
	[kg/ha]	[kg/ha]	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]	
ANOVA	p<0.001	p<0.006	p<0.111	p<0.001	p<0.063	p<0.091
<b>FYM 100</b>	<b>64.2</b>	<b>102.7</b>	<b>62.2</b>	<b>101.9</b>	<b>35.8</b>	<b>5.1</b>
<b>FYM 200</b>	<b>57.9</b>	<b>77.8</b>	<b>65.3</b>	<b>113.8</b>	<b>34.2</b>	<b>4.9</b>
<b>Grass-clover</b>	<b>61.4</b>	<b>73.9</b>	<b>58.2</b>	<b>47.0</b>	<b>29.1</b>	<b>4.9</b>
<b>Field bean</b>	<b>58.4</b>	<b>73.0</b>	<b>56.7</b>	<b>50.8</b>	<b>26.0</b>	<b>4.8</b>
<b>Control N0</b>	<b>55.9</b>	<b>60.1</b>	<b>60.1</b>	<b>44.8</b>	<b>26.2</b>	<b>4.8</b>
<b>Grassland</b>	<b>94.7</b>	<b>112.9</b>	<b>56.6</b>	<b>38.4</b>	<b>28.7</b>	<b>4.8</b>
<b>l.s.d.<sup>1</sup></b>	<b>14.6</b>	<b>21.6</b>	<b>7.0</b>	<b>21.9</b>	<b>7.4</b>	<b>0.2</b>

Quelle: Eigene Erhebungen

## Wasserverbrauch des Grünlands und Feldfutters im Vgl. zu anderen Fruchtarten (Transpirationskoeffizienten in mm je kg TM)

Frucht	ungedüngt	vollversorgt	Ø
Zuckerrübe	552	305	429
Roggen	603	364	484
Weizen	928	349	639
Kartoffeln	1317	638	978
Grünland	1253	621	937
Feldfutter	1586	637	1112

## Vergleich Proteinqualität unterschiedlicher Futterleguminosen

Art	Tannin- äquivalent	XP-Abbaurrate in vitro (%/h)	UDP (bei Passagerate von 6%/h)
<b>Luzerne</b>	0,0	23,7	19,2
<b>Rotklee</b>	0,0	15,0	27,2
<b>Weißklee</b>	0,0	26,9	17,5
<b>Hornklee</b>	7,0	18,6	23,0
<b>Espарsette</b>	14,6	5,4	49,5

Quelle : Loges 2013

# Leistungspotentiale legumer Ackerfutterfrüchte im ÖLb

## a) mehrschnittige Futterfrüchte (in Schleswig-Holstein)

Bestandstyp	Potentiell erntbare Biomasse (dt TM/ha)	N <sub>2</sub> -Fixierung (kg N/ha)	Ernterückstände		
			org. Substanz (dt OM/ha)	N-Menge (kg N/ha)	N-Konzentration (% d. OM)
einjähr. futterbaulich genutztes Klee-gras aus Blanksaat	50 – 70 <sup>a</sup>	100 – 200	35 – 05	75 – 110	1,4 – 2,4
überjähr. futterbaulich genutztes Klee-gras aus Untersaat	85 – 131 <sup>a</sup>	190 – 380	40 – 65	82 – 126	1,5 – 2,4
überjähr. futterbaulich genutztes Klee-gras aus Sommerblanksaat	80 – 122 <sup>a</sup>	165 – 340	42 – 68	80 – 122	1,6 – 2,3

Quelle : Loges (2013)

## Ertragskontinuität einzelner Futterfrüchte II

- Dauergrünland und GL-Ansaaten im 1. u. 2. HNJ am ertragsstabilsten
- Ackerfutterbau in der Etablierungsphase sehr empfindlich  
(insbesondere Vorsommertrockenheit bei Frühjahrsblanksaaten)
- So-Zwischenfruchtfutter am wenigsten planbar
- Wi-Zwischenfruchtfutter ertragstreuer  
(aber reduzierter Bestellaufwand erhöht Risiko)

## Ertragskontinuität einzelner Futterfrüchte

Fruchtart	Ertrags- schwankungen	Standort- adaption MV	Wasser- bedarf	Qualitäts- sicherheit
Mais	<b>hoch</b>	<b>schlecht</b>	<b>gering - hoch</b>	<b>gering - mäßig</b>
Ackerfutter, mehrschnittig	<b>sehr hoch</b>	<b>gut</b>	<b>sehr hoch</b>	<b>gut</b>
<b>Grünland</b>	<b>mäßig</b>	<b>sehr gut</b>	<b>hoch</b>	<b>hoch</b>

## Zusätzlicher kurzfristiger Ackerfutterbau

1. Einjähriges Weidelgras (nur Sorten mit Zwifru-Eignung!) als Sommerzwischenfrucht – 35 dt TM ha<sup>-1</sup> realistisch
2. Überjähriger Grasanbau mit Welschem Weidelgras
3. Einjähriger Gras-/Kleegrasanbau mit Frühljahrsaussaat (Einj. + Welsches WG + Perserklee; bei 4-5 Schnitten 80-120 dt ha<sup>-1</sup>)

# Mehrjährige Haupt- futterfrüchte

## Gräser

- Welsches Weidelgras
- Deutsches Weidelgras
- Bastardweidelgras
- **Wiesenschweidel**
- **Rotschwingel**
- Wiesenschwingel
- Wiesenlieschgras
- **Knautgras**
- **Glatthafer**

## Gras/Leguminosen Gemenge

vielfältige Kombinationen,  
deren Sinnfälligkeit stark  
abhängt von :

1. Standort (Boden/Klima)
2. Nutzung (Grünfutter,  
Silage, Heu)
3. Ertragserwartung  
(Flächennutzungskosten)
4. Kombinationseignung der  
Gemengepartner

## Leguminosen

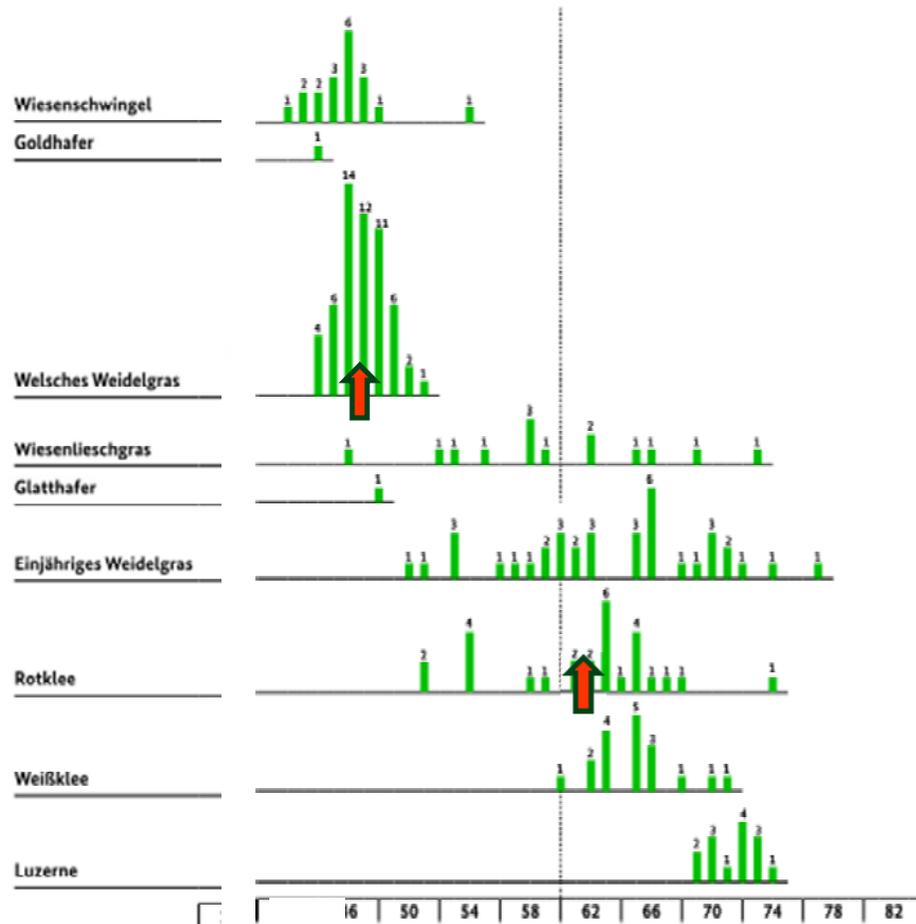
- Rotklee
- **Luzerne**
- **Hornklee**
- Weißklee

# Qualitätsaspekte beim Rotklee gras



- Mischungen oft von frühen Welschen Weidelgräsern dominiert
- mangelnde Harmonisierung der Mischungspartner im Hinblick auf den optimalen Erntezeit-punkt
- dadurch Orientierung am Entwicklungsstadium erschwert – Praktiker orientiert sich alternativ an der Aufwuchshöhe als Maß der Ertragserwartung und Erntewürdigkeit

# Nutzungssynchronisation von Klee-grasgemengen



Zeitpunkte und Zeitspannen des Ähren- bzw. Rispschiebens der Futtergräserarten,

Blühbeginn von Rotklee, Weißklee und Luzerne

(Quelle: BSA 2013)

mehr als zwei Wochen Unterschied zwischen Sortimentsmitteln WWG u. RK !

Tage nach dem 01. April