



Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.

AG Ressourceneffiziente Anbausysteme

68. Fortbildungskurs Ökologischer Landbau,
SIGÖL e. V., 7.11.204

Die Bedeutung von Luzerne für Boden, Fruchtfolge und Fütterung

Dr. Johann Bachinger, Dr. Klaus Gutser

wir! Wandel durch
Innovation
in der Region



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

1. Positive Leistungen von Luzerne
2. Optimierung des Luzerneanbaus
3. Fruchtfolgeeffekte aus dem Dauerversuch „Ökologischer Landbau Müncheberg“
4. Ergebnisse Forschungsprojekt zur dualen Nutzung von Luzerne FUFAPRO und zur Eiweißfutterproduktion (HEILU)
 1. Erntemanagement (Schnitthöhe und Schnittzeitpunkte)
 2. Erntetechnik (Doppelmessermähwerk)
 3. Futterwertuntersuchungen (Schnittzeitpunkte, Schnitthöhe) Für Wiederkäuer und Monogastrier
 4. Untersuchungen zur Fasernutzung der Stängel (Kartonagen, naturfaserverstärkte Kunststoffe)



Positive Leistungen der Luzerne

1. Biologische N_2 -Fixierung durch Symbiose mit Knöllchenbakterien bis zu 500 Kg N/ha und Jahr
2. Durch Symbiose mit Mykorrhizapilze Erhöhung der P-, K- und Wasserversorgung auch von Nachfrüchten und der Nährstoffgehalte in der Krume (Agroscope Schweiz). Erhöhung des Infektionspotentials mit Mykorrhizapilzen am höchsten bei Luzerne
3. Durch mehrjährigen Anbau Reduktion von bodenbürtigen Schaderregern und des Unkrautdruckes
4. Durch tiefreichende Pfahlwurzel Verbesserung des Wurzeltiefgangs von Nachfrüchten und Aufbrechen von Pflugsohlen und Erhöhung der Infiltrationsleistung → Erosionsminderung
5. Höchste Humusreproduktion aller Fruchtarten
6. Durch Bodenruhe und Förderung von Regenwürmer Verbesserung des Bodengefüges
7. Durch ganzjährige Bodenbedeckung effektiver Erosionsschutz
8. Hohe Ertragssicherheit durch größte Trockenheitstoleranz aller Ackerfrüchte
9. Höchster Proteinertrag mit bester Proteinqualität (Hoher Lysingehalt wie Soja)
10. Hohe Biodiversitätsförderung bei Feldvögel und bestäubende Insekten

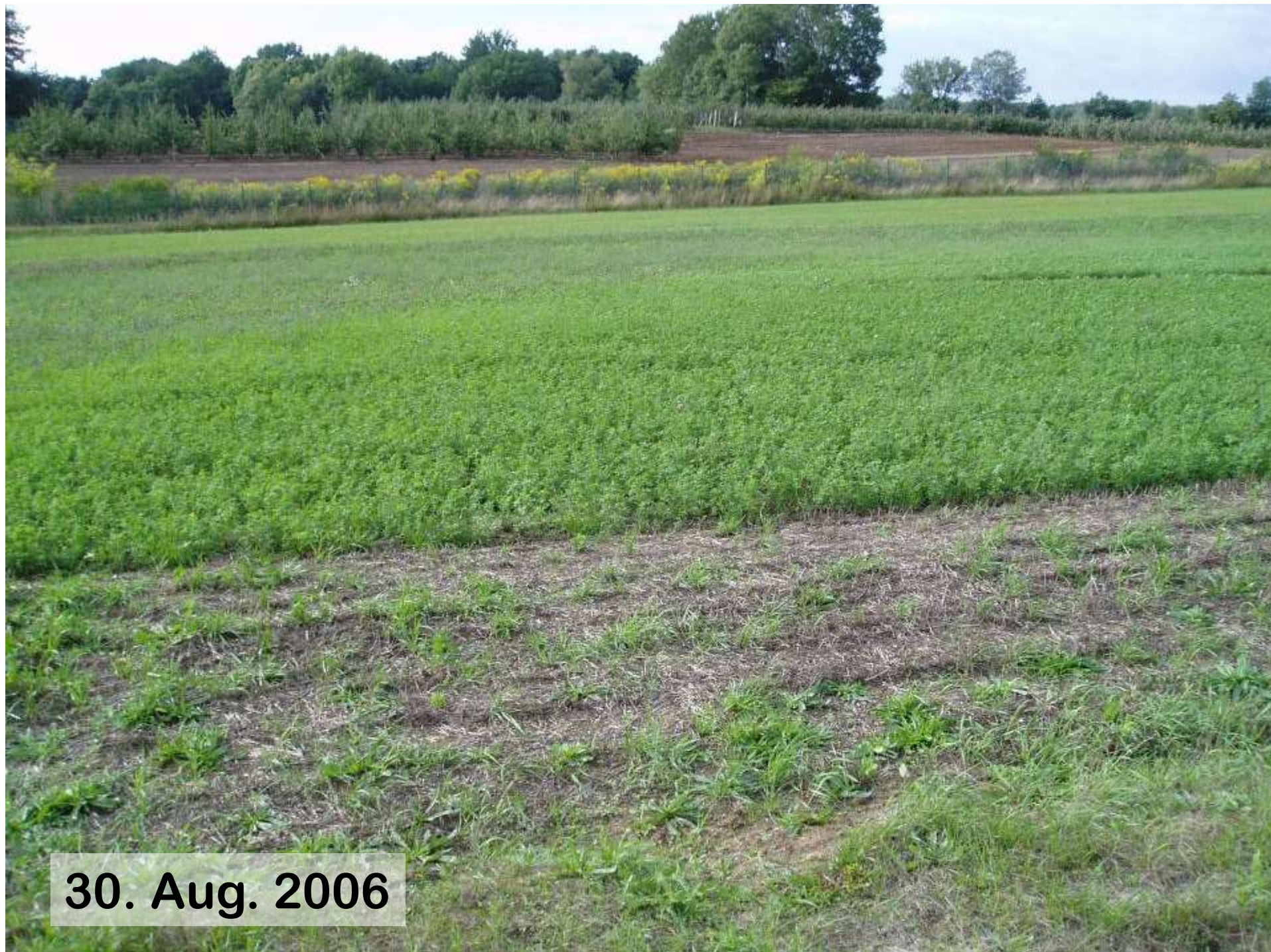
Optimierung Leguminosengras



16. Mai 2006

A photograph of a field with green and brown vegetation, a fence, and trees in the background. The foreground is filled with dense, low-lying green plants and some taller, brownish grasses. In the middle ground, there is a fence line with some greenery behind it. The background shows a line of trees and a clear sky.

28. Juni 2006



30. Aug. 2006



pH-Wert über 6 bis 7



pH-Wert deutlich unter 6

**Teilflächenspezifische Kalkung
Saatbeetkalkung**

Optimierung der Düngung



Schwefelmangel im Luzernekleegrass

Optimierung der Ansaat von Leguminosengras

Untersaat in Winterroggen
Foto: 6.05.2004
Ernte: 15.05.

dt TM/ha	35,1
Luz	7,8%
Klee	79,3%
Gras	12,9%

Untersaat in Hafer
Foto: 6.05.2004
Ernte: 15.05.

dt TM/ha	35,4
Luz	34,3%
Klee	33,1%
Gras	32,6%

Bitte schätzen Sie den Leguminosen-Frischmasseanteil im Aufwuchs auf diesem Bild!



Trockenmasseertrag (dt TM/ha):

Frischmasseertrag (dt FM/ha):

0-20%

21-40%

41-60%

61-80%

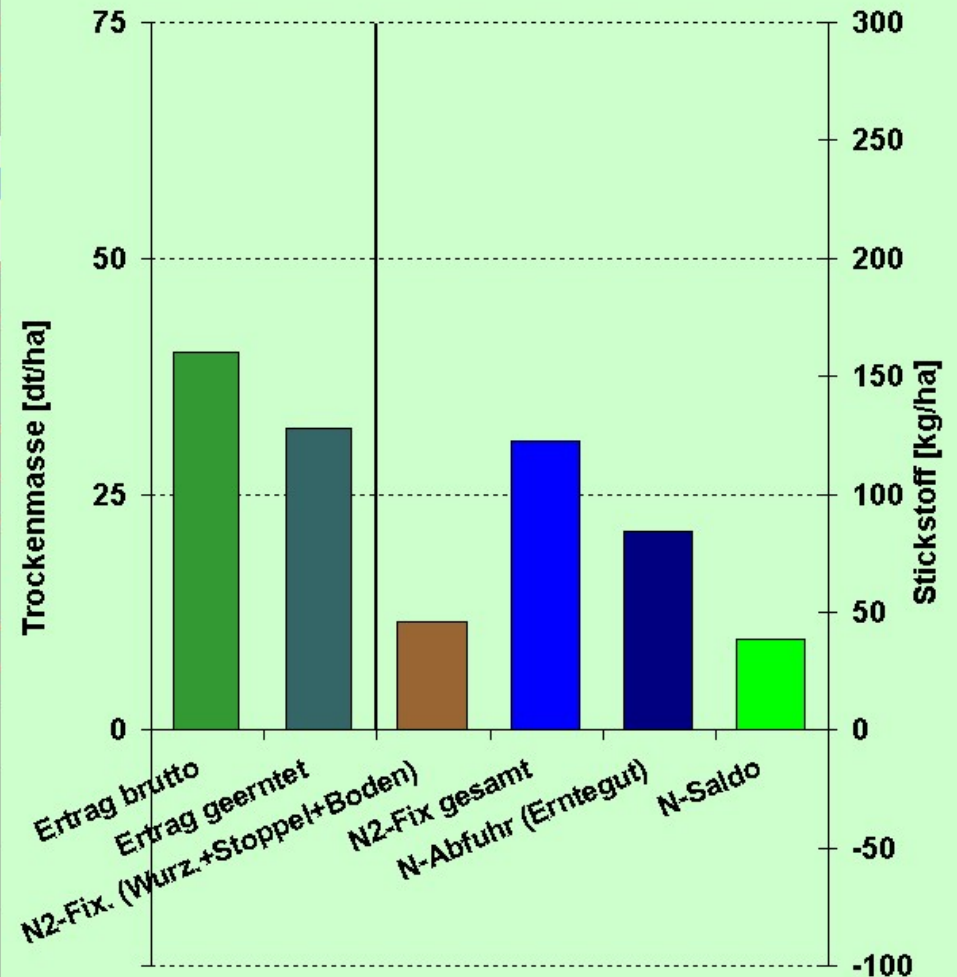
81-100%

neues Bild anzeigen

 Erläuterungen + Stickstoffdaten + Beenden

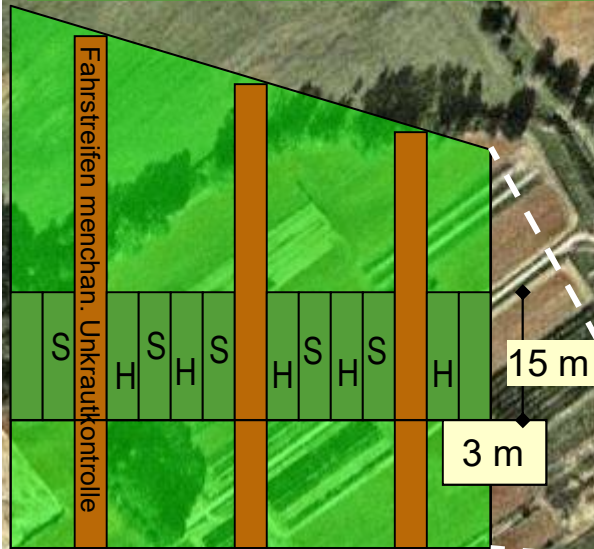
N-Saldo-Rechner einzelner Aufwüchse von Futterleguminosen-Gras-Gemenge

Dateneingabe (Basis)			
mittlere Bestandeshöhe	[cm]		45
Ernte-Ertrag (eigene Ermittl.)	[dt FM/ha]		
Art der Nutzung (aus Liste rechts auswählen!) <i>Bei Mulchnutzung Kommentar beachten!</i>		Grünfutter Anweilsilage Bodenheu Mulch	
Ernte-/Bröckelverluste (eigene Schätz.)	[%]		
Leguminosenanteil	[%]		70
Dateneingabe (erweitert)			
N-Gehalt in Leguminosen (im Bruttoertrag)	[% N in TM]		3
N-Gehalt in Gras	[% N in TM]		2,5
Verhältnis N in Brutto-Ertrag der Leguminosen zu N in Leguminosenstoppel/-wurzel und Boden	1 :		0,6
N-Gehalt der Bröckelverluste:	in Leguminosen [% N in TM]		4
	in Gras [% N in TM]		3
Ergebnisse			
Trockenmasse-Ertrag (brutto) bei 5 cm Schnitthöhe	[dt/ha TM]		40
Trockenmasse-Ertrag (geerntet)	[dt/ha TM]		32
N ₂ -Fixierungsleistung	[kg N / ha] [kg N / dt TM]		123 3,1
N-Saldo	[kg N / ha]		38



Dauerversuch „Ökologischer Landbau Müncheberg“ seit 1995 Lageplan Forschungsstation ZALF

Struktur der Monitoring-Versuche

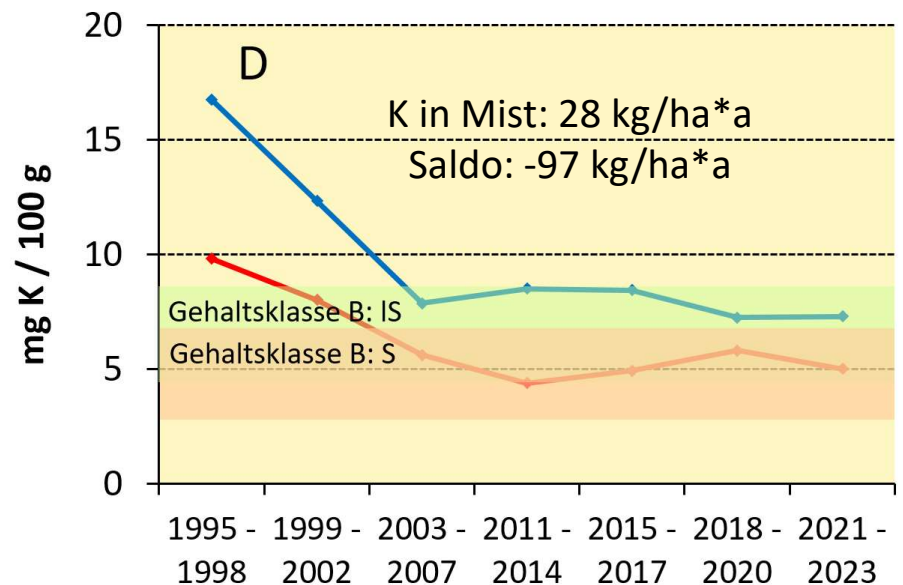
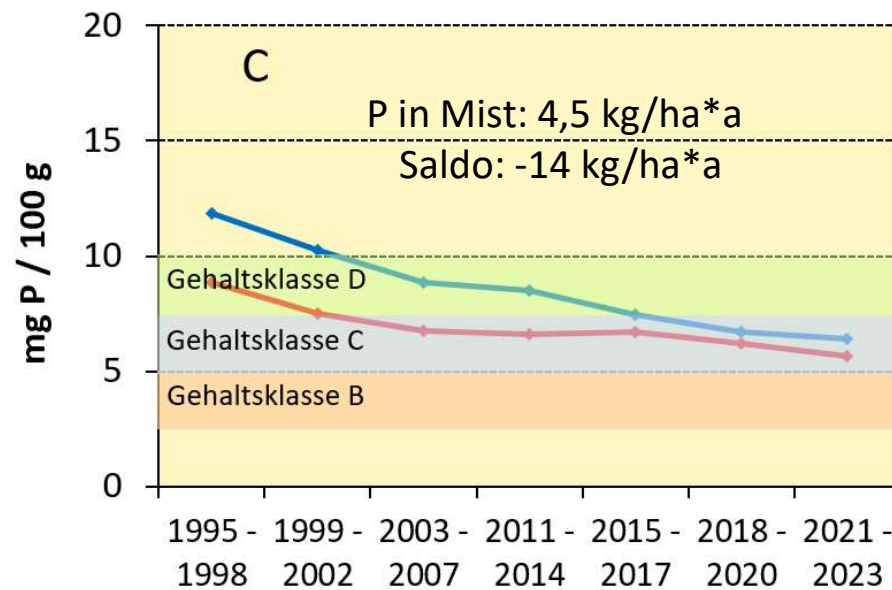
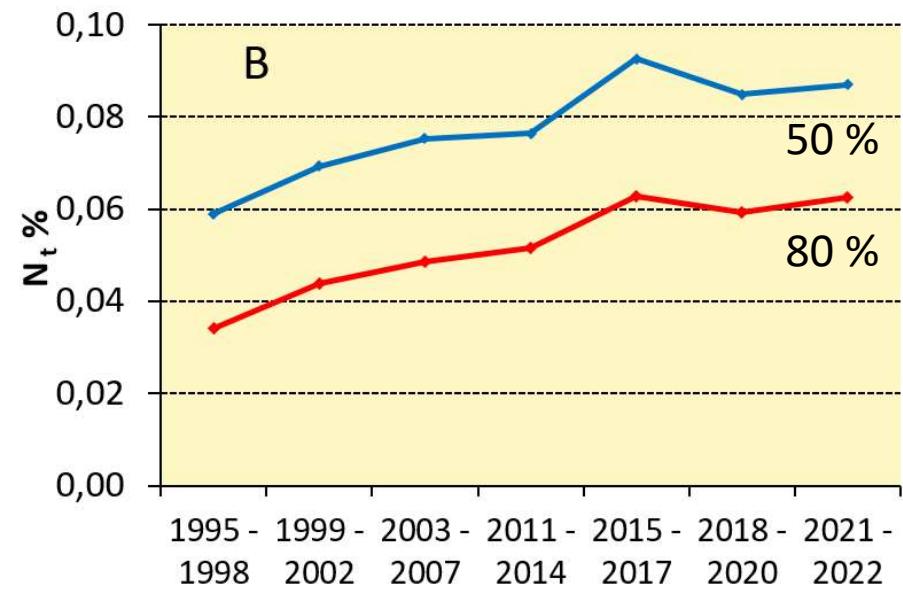
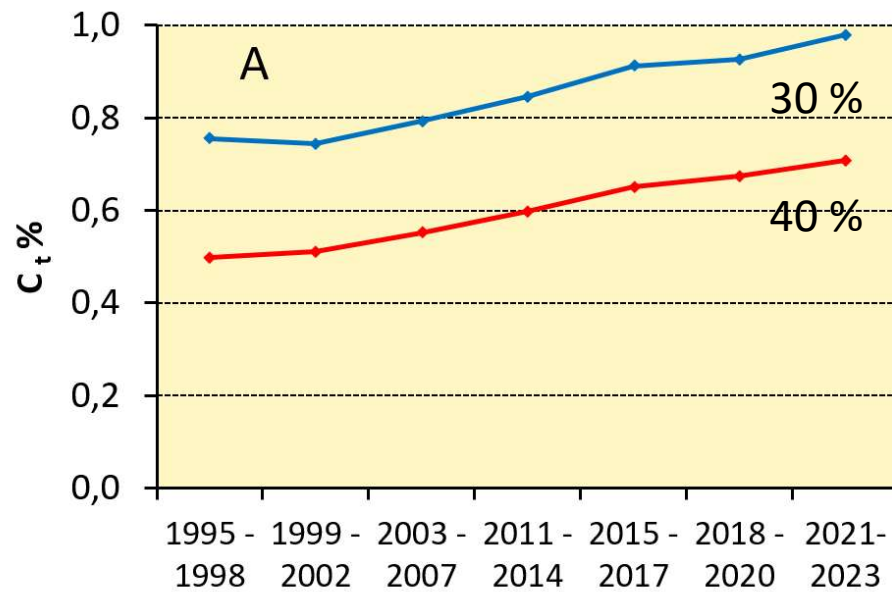


Monitoring-Versuche

Bodenart : Sand, lehmiger Sand, sandiger Lehm
→ Hohe Bodenheterogenität
Mittlere Jahresniederschläge: 533 mm
Mittlere Jahrestemperatur: 8.5 °C

	Hauptfrucht	Untersaaten / Zwischenfrucht	Düngung
1	Leguminosen- Gras-Gemenge		
2	Leguminosen- Gras-Gemenge		
3	Winterweizen		Stroh
4	Winterroggen	Leguminosengras	Stroh
5	Leguminosen- Gras-Gemenge		
6	Silomais		Festmist (30 t ha ⁻¹)
7	Blaue Lupine / Erbse	Winterrübsen	Stroh
8	Hafer	Leguminosengras	Stroh

Entwicklung der Gehalte an C_{org} und N_{org} , P_{DL} und K_{DL} 1995 - 2023



anlehmiger Sand / lehmiger Sand



Sand



Frischmasse-Erträge von Silomais nach Futterleguminosengras und Winterroggen auf den Versuchsflächen BZ 22 - 40 im Langzeitversuch 2001-2020

Brandenburg: 317 dt/ha
ÖL-Versuche ZALF: 345 dt/ha (111 %)
höchster Ertrag 2017 530 dt/ha; AZ 25

Winterroggenerträge 2010-2019 nach Winterweizen

Brandenburg: 42 dt/ha
ÖL-Versuche ZALF: 30 dt/ha (71 %)

Entwicklung und regionale Etablierung klimaresilienter, ressourcenschonender Farming-Systeme für Anbausysteme, dualer Beerntung und Verarbeitung von **Fu**tterleguminosen zu selektierten, **fa**serhaltigen Stängelteilen für naturfaserverstärkte Kunststoffe und Blattmasse für hochwertige **Pro**teinnutzungen (FUFAPRO)





Zielstellung von FUFAPRO

Erzielung nachhaltiger Synergieeffekte beim Luzerneanbau in Fruchtfolgen des konventionellen und ökologischen des Landbaus, durch selektiven Ernte und regionale Erstaufbereitung ausgewählter Pflanzenteile mit speziellen Maschinen und Ausrüstungen

für die stoffliche Nutzung in den Bereichen

- **aus Blätter bzw. Triebspitzen „heimische“
Eiweißfuttermittel**
- **aus Stängel u.a. biogene naturfaserverstärkte Kunststoffe und Kartonagen**



Strategie: Erntezeitpunkt /-Ernteverfahren

Einsatz Verfahrenstechnik

12. 5. 2022: Doppelmesser- Schmetterling der BB- Umwelttechnik im Einsatz bei der Bauern AG Neißetal



1. verkürzte Trocknungszeit bei hoher Schlagkraft
2. kaum Bröckelverluste mit geringem Aschegehalt
3. variable Schnitthöhen
4. kein Zetten und Wenden (Personalkosten)
5. kleinere Traktoren
6. 85 % Kraftstoffeinsparung
7. weniger Reparaturkosten (Steinschlag)

Konnte im Fahrsilo mit ~55 % TM siliert werden mit **6,4 ML NEL** und **23,9 % XP** pro kg TM:
Hochschnitt in 15 cm mit Bodentrocknung auf dem „Igelrücken“ innerhalb 24 Stunden



Mähdrusch: Blatt-Stängel-Trennung von Luzerne

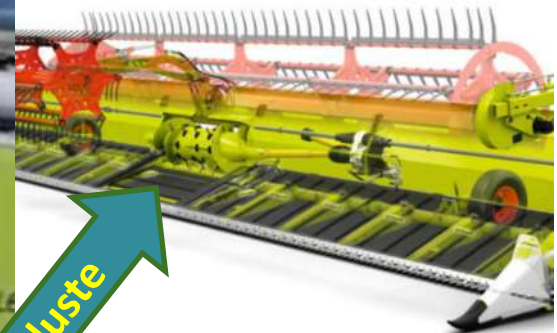
→ TM-Gehalt **60 - 70 %**



Blätter im
Korntank

25% Rohprotein

Zinkenbandaufnehmer
statt Haspel

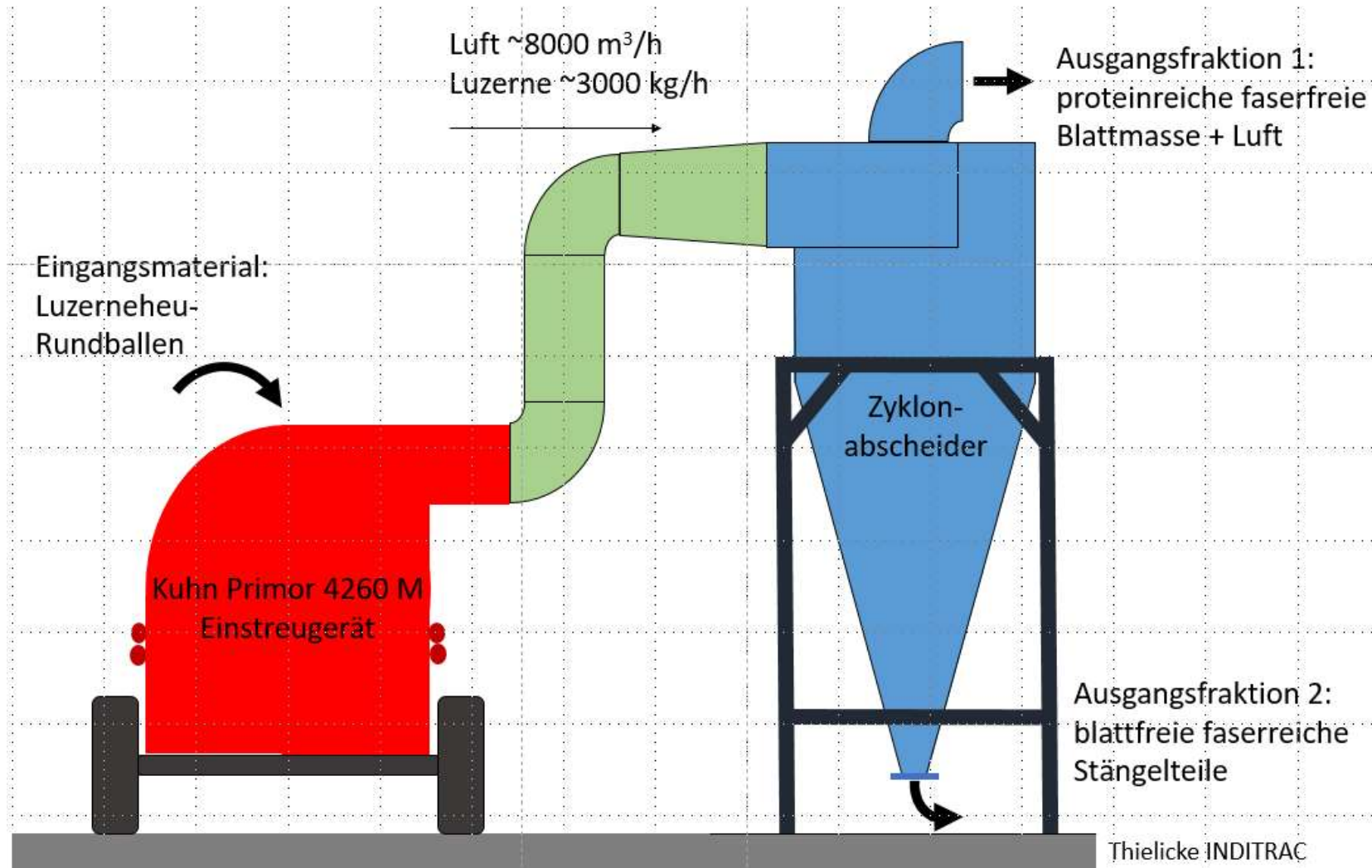


Bröckelverluste



Stängel
aus
Mähdrescher

Stationäre Blattstängeltrennung aus Luzerneheu/Silage- rundballen durch Kombination von Stroheinstreugerät und Zyklonabscheiber





Die Dynamik der Inhaltsstoffe in den Aufwüchsen *der ganzen Pflanze* der Luzerne (Gruber-Tabelle)

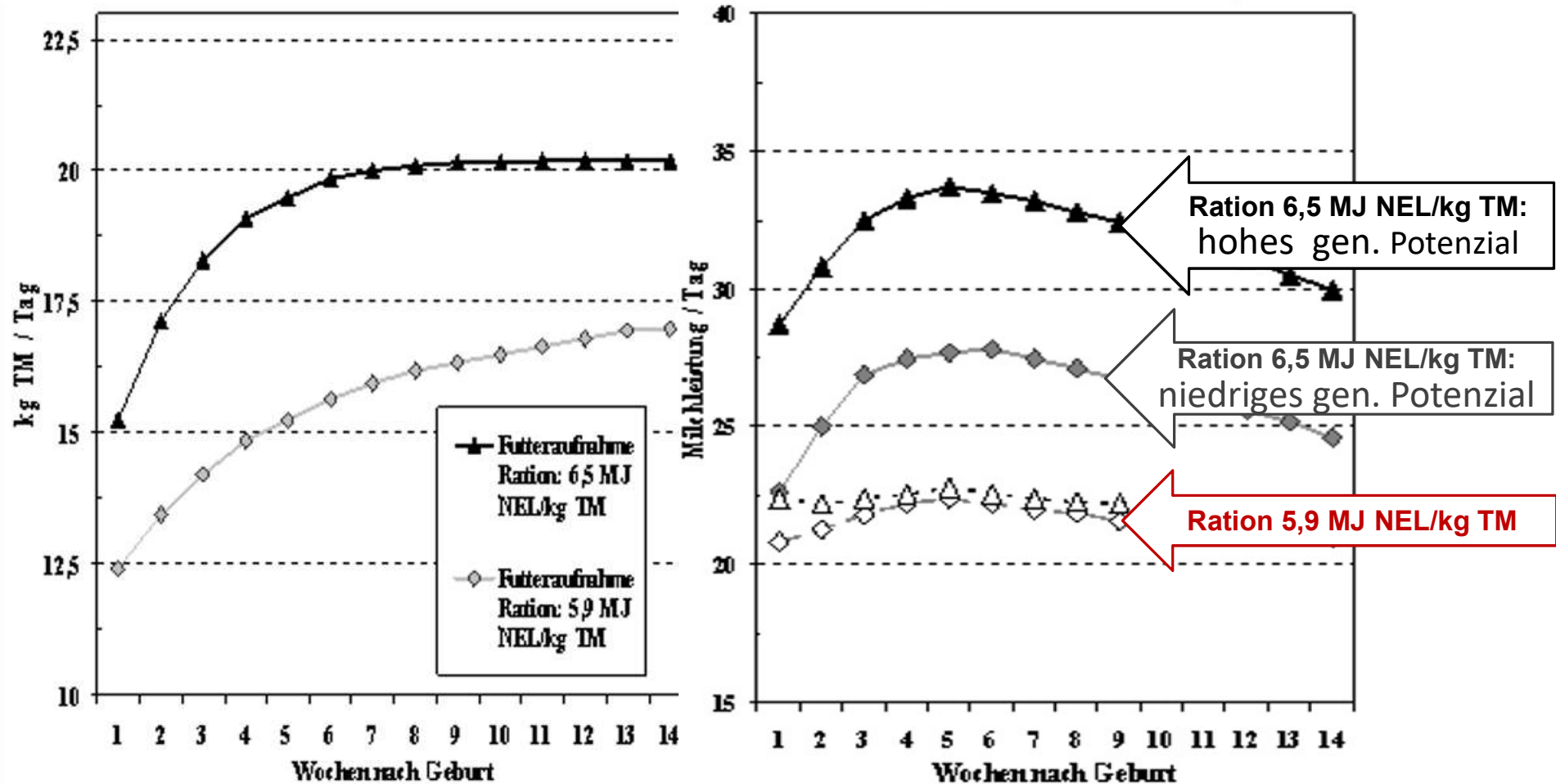
		TM (%)	Rohfaser XF (%)	Rohprotein XP (%)	Energie MJ NEL	Zucker XS (%)
1. Schnitt je kg TM						
vor Knospe !	in Knospe	18	22,3	21,6	5,74	1,5
	Beginn Blüte	20	27,6	18,8	5,45	2,5
	Ende Blüte	21	32,5	16,9	5,00	5,4
2. Schnitt und folge Schnitte je kg TM						
vor Knospe !	in Knospe	18	23,1	22,2	5,79	4,0
	Beginn Blüte	20	27,7	19,8	5,44	3,5
	Ende Blüte	20	33,1	18,9	4,97	3,5



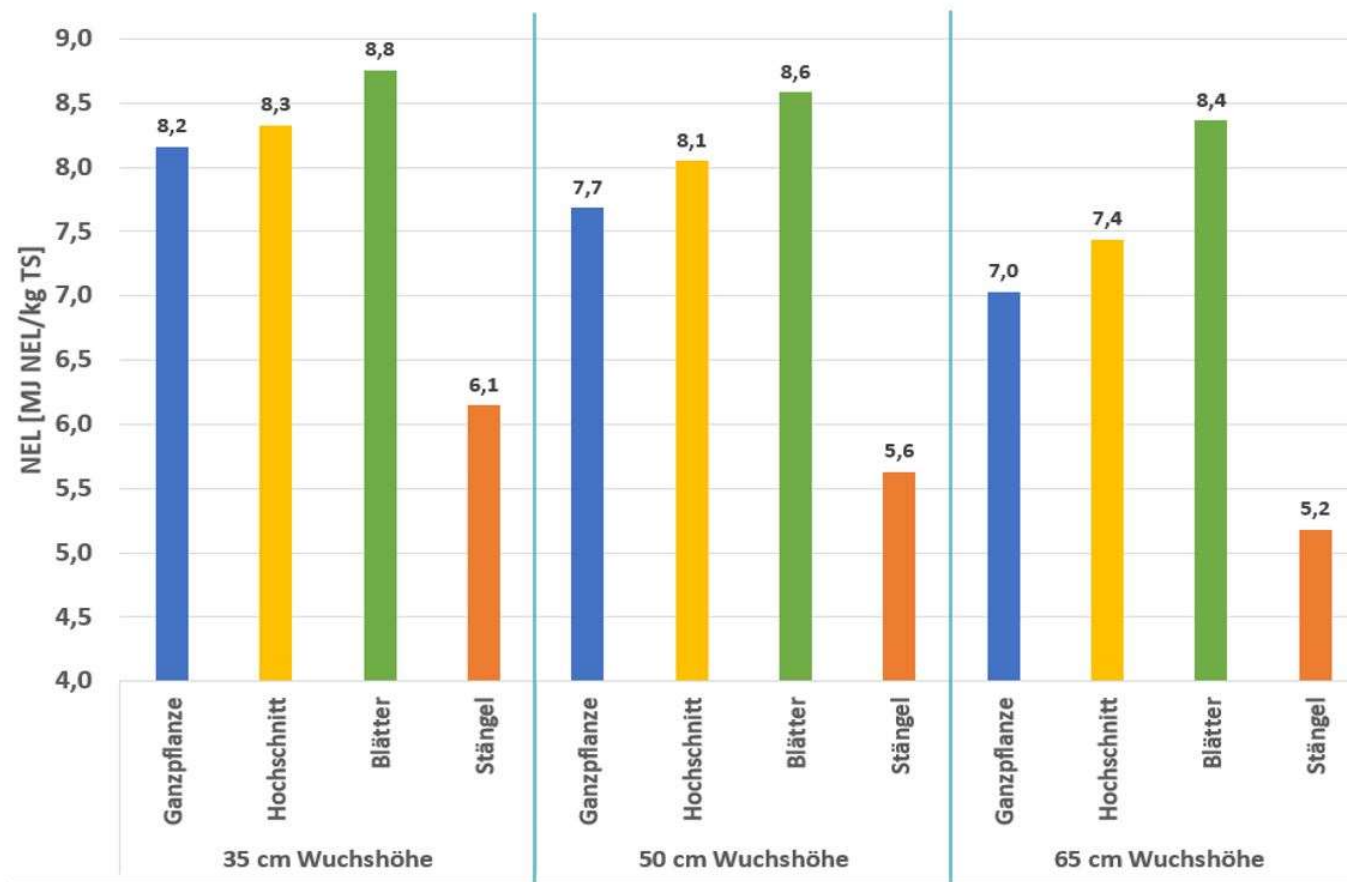
Vergleich zwischen Leistungsfutter und dem Futterwert von Luzerne aus verschiedenen Ernteverfahren

	Rohprotein pro kg TM			Energie pro kg TM
	Gehalt (g)	nutzbares (g)	Verlust (%)	MJ NEL
Rapsextraktionsschrot (UDP 35 %)	390	252	35,4	7,1
Sojaextraktionsschrot (UDP 30 %)	477	281	41,0	8,4
Maistrockenschlempe (UDP 40 %)	360	<u>251</u>	30,3	<u>7,6</u>
Luzernecobs: in Knospe	230	193	16,3	5,9
Luzernesilage: in Knospe	190	130	31,6	5,4
Luzernecobs: Beginn Blüte!	175	154	12,1	5,2
Luzerne-Triebspitzen: in Knospe	335	179	46,6	<u>7,2</u>
Luzerne-Triebspitzencobs: in Knospe		254	24,1	
Luzerneblätter: Beginn Blüte !	255	202	20,8	<u>6,6</u>

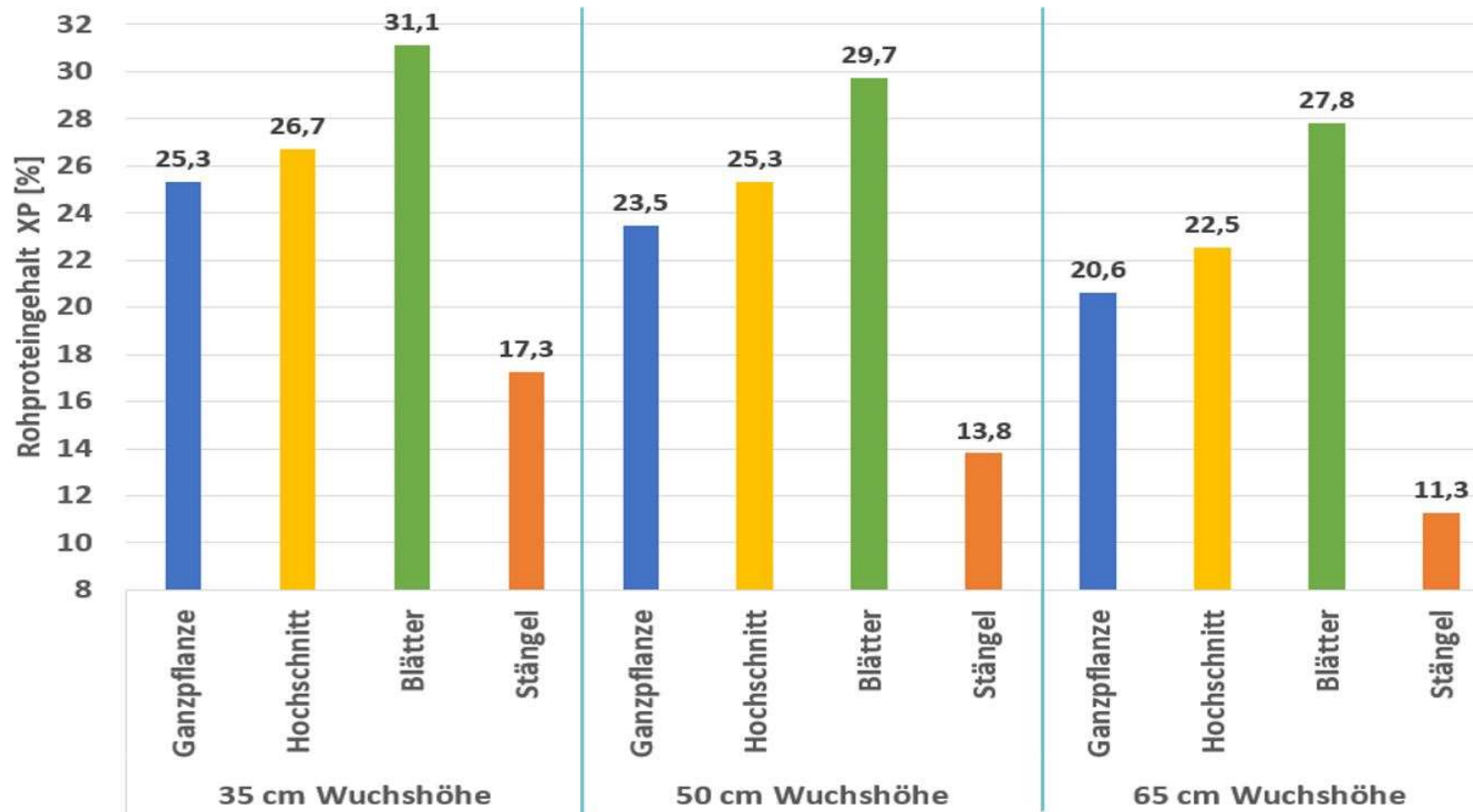
Abhängigkeit der Futteraufnahme und Milchleistung in der 1. Laktation von dem durchschnittlichen Energiegehalt der Ration unter Berücksichtigung der genetischen Disposition der Tiere (*nach Beerda u.a. 2007, J.Dairy Sci 90: 219-228*)



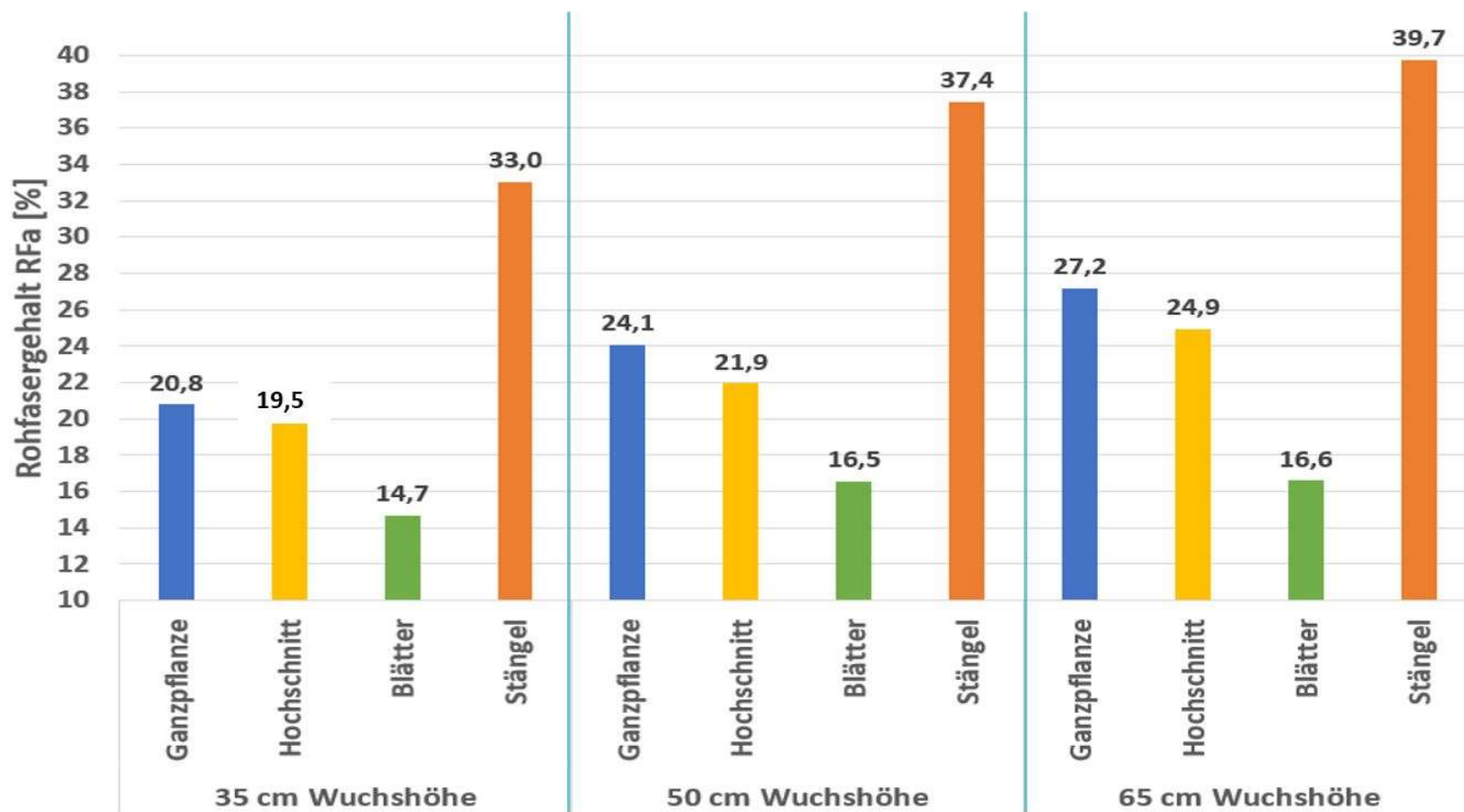
Mittelwerte des Energiegehalts (MJ NEL/kg TS) für Milchkühe: Ganzpflanze, Hochschnitt, Blätter und Stängel in Abhängigkeit der Wuchshöhe (Müncheberg, 2023)



Mittelwerte Rohprotein (%): Ganzpflanze, Hochschnitt, Blätter und Stängel in Abhängigkeit der Wuchshöhe (ZALF, 2023)



Mittelwerte Rohfaser % (nutzbares Rohprotein) Ganzpflanze, Hochschnitt, Blätter und Stängel in Abhängigkeit der Wuchshöhe (Müncheberg, 2023)





Vergleich Luzernesilage im Hoch- und Frükschnitt mit 6,4 MJ NEL u. 24 % XP zu Luzernesilage mit 5,4 MJ NEL u. 19 % XP pro kg TM geerntet wie bisher

Fütterungsversuch bei der Bauern AG Neißetal mit 100 Milchkühe mit 11000 l/a

	Kg /TM				
	Anteil	kg TM	MJ NEL	nXP	RNB
Maissilage	28,0%	6,7	1,876	37,8	-1,96
Luzernesilage (Hochschnitt)	33,0%	7,9	2,112	53,13	4,29
Luzerneheu	4,0%	1,0	0,204	6,16	0,36
Körnermais	25,0%	6,0	2,075	41,25	-2,75
Gerstenschrot	4,0%	1,0	0,324	6,6	-0,24
Rapsextraktiossschot	6,0%	1,4	0,426	15,12	1,32
	100,0%	24,0	7,0	160,1	1,0

Prozentuale
Änderung
des Anteils in
der Ration

+ 13 %

- 6 %

- 7 %

Einsparungen:

Rapsextraktionsschrot 55%

Gerstenschrot 60%

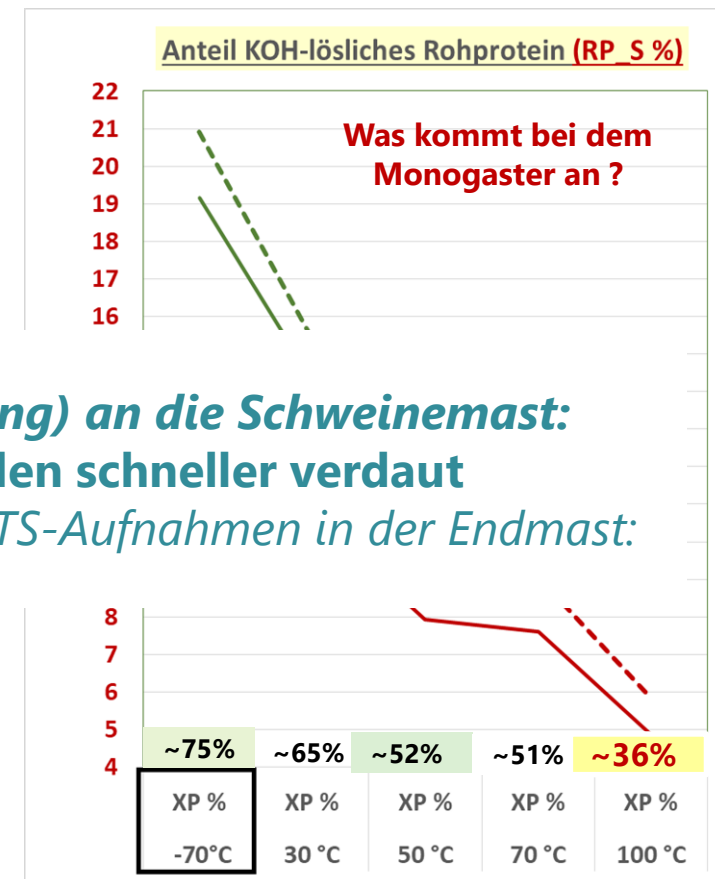
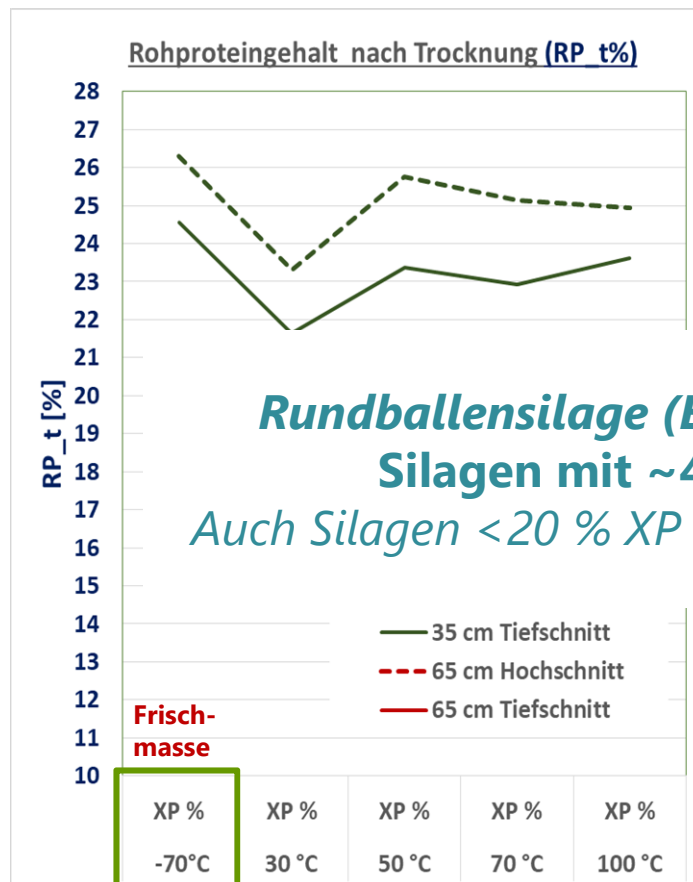


Ersatz in Zukunft durch
hochwertige
Luzerneblattmasse

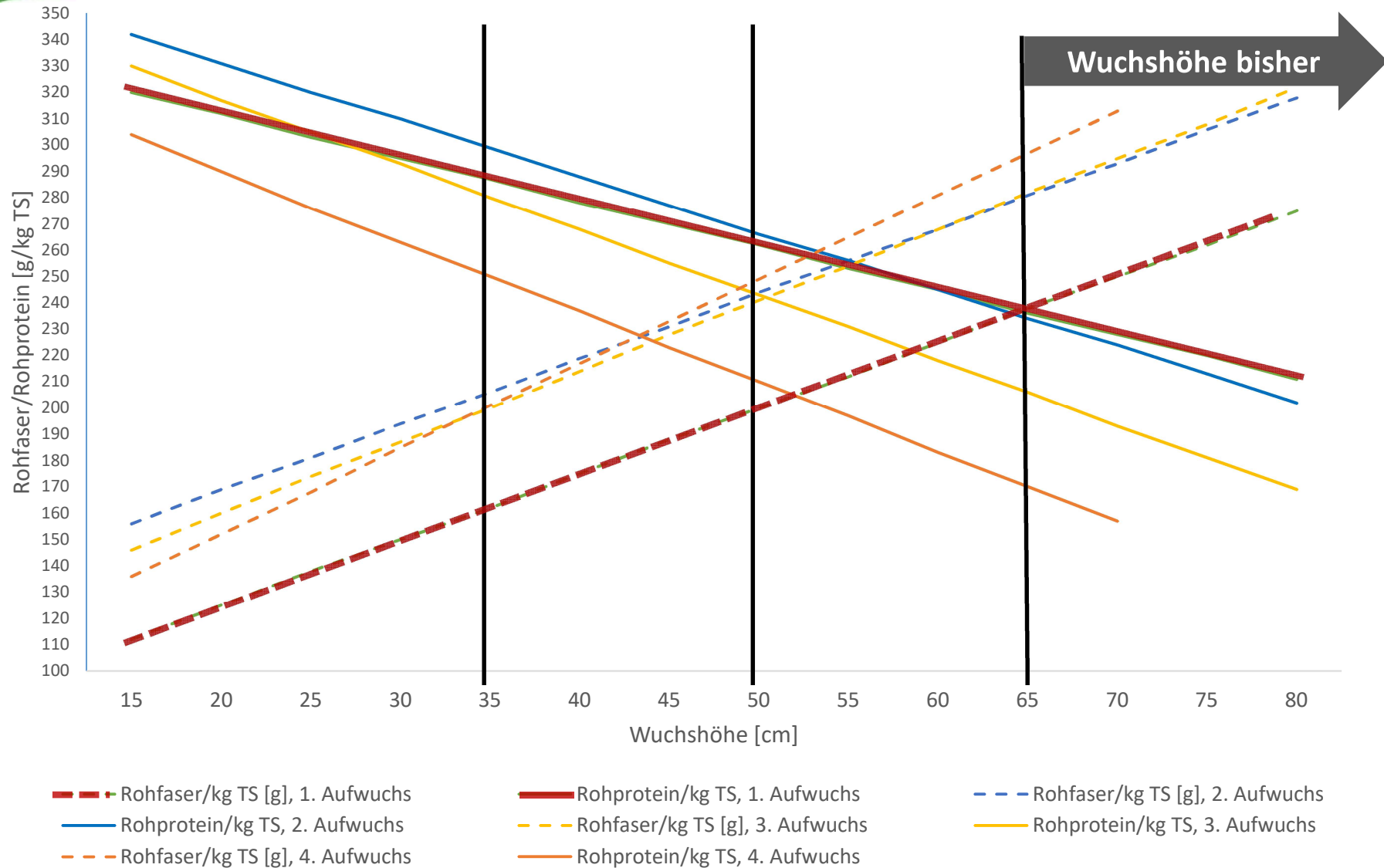
Luzerneblattmasse in der Schweine-, Geflügel- und Milchviehfütterung

- Luzerne höchster Rohproteintrag pro ha aller Leguminosen
- Luzerne Blattmasse hat den höchsten Lysingehalt aller Kleearten
- Hohes Potenzial in Futterrationen für Geflügel und Schwein importierte Eiweißträger weitgehend zu ersetzen
- Luzerne in der Broilermast wegen dem Saponingehalt nur bis 5% in der Ration verwendbar
- Luzerne bis 50% in Ration von Milchvieh möglich
- Blattmasse von Luzerne ca. 28 % Rohprotein
→ Selektiver Mähdrusch oder Hochschnitt

Geschwindigkeit der Verdaubarkeit von Rohprotein: KOH-Löslichkeit bei 90 % TS



Luzernestab: Rohfaser- und Rohproteingehalt (1. bis 4. Schnitt) im Verhältnis zur Wuchshöhe (nach Schmidt, L. 1980, 1982, Halle)



Quellen: Schmidt, L.; Märtin, B.: Kontinuierliche Produktion von monogastridengerechtem Luzernegrünfütter. Feldwirtschaft 23 (1982), S. 63
Schmidt, L.: Empfehlung zur gebrauchsfertigen Nutzung der Luzernebestände. Feldwirtschaft 21 (1980), S. 61-63

Probekörper aus Luzernestängel



Probekörper (faserverstärkter Kunststoff / Kartonagen)



Handbuch mit Luzerne im Fokus

**Notwendigkeit einer regionalen Kreislaufwirtschaft mit einer
Mehrfachnutzung des Futterbaus von Leguminosen durch die Tier-
und Pflanzenproduktion**

Projekte zu BIOÖKONOMIE und Luzerne:

FUFAPRO (Futter Faser Protein)

MEFAP (Mehrfachnutzung Faser Protein)

HEILU (Hochwertiges Eiweiß aus Luzerne)

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF)

Klaus Gutser und Johann Bachinger

A photograph of a lush green field. In the foreground, there is a dense thicket of green plants with many small purple flowers. The field extends into the background, where a line of trees is visible under a bright sky. The text "Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!" is overlaid in white on the lower part of the image.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Auszug
Grubertabelle:

Gehaltswerte der Futtermittel		in 1000 g Trockenmasse (TM)											
Num	Futtermittel	TM	XF	aNDF	ADF	XP	nXP	UDP	RNB	NEL	ME	XS+XZ	bXS
Fortsetzung	Silagen	g	g	g	g	g	g	%	g	MJ	MJ	g	g
	Luzernesilage												
	in der Knospe	350	240	485	280	190	130	15	10	5,45	9,27	20	
	Beginn der Blüte	350	280	550	320	175	130	20	7	5,15	8,86	15	
	Ende der Blüte	350	325	620	360	165	128	25	6	4,81	8,39	15	
	Luzernecobs, -Grünmehl												
	vor Knospe ???	890	185	410	240	210	177	40	5	5,88	9,84	50	
	in Knospe	890	225	490	285	185	162	40	4	5,46	9,27	50	
	Beginn Blüte	890	255	545	315	175	154	40	3	5,16	8,85	40	



Tabelle: Die Proteinzusammensetzung von verschiedenen Eiweißfutterpflanzen im Vergleich (AS / kg TM)

Quelle	Futtermittelbezeichnung	XFa [g]	XP [g]	Lysin [%]	Methionin [%]	Anteil Aminosäuren pro % je XP [%]	
						Lysin [in XP]	Methionin [in XP]
Lfl 2024, 29. unveränderte Auflage Futterberechnung für Schweine	Ackerbohne	79	260	1,62	0,11	6,23	0,42
	Erbse	57	207	1,45	0,19	7,00	0,92
	Sojabohne	75	402	2,50	0,60	6,22	L:M 4,2 1,49
	Sojaextraktionsschrot, 44% XP	60	440	2,69	0,59	6,11	L:M 4,6 1,34
	Sojaextraktionsschrot, 48% XP	35	480	2,94	0,65	6,13	1,35
	Luzerne, 1. Schnitt (Knospe)	201	190	0,92	0,25	4,84	1,32
Hoischen-Tauber, 2017	Blattmasse Luzerne	125	283	1,74	0,28	6,15	L:M 6,2 0,99
	Blattmasse Rotklee	139	268	1,55	0,25	5,78	0,93
Luzerne HEILU-Projekt, 2024	Luzerne-Blätter, 1. Schnitt	160	298	1,56	0,43	5,23	L:M 3,6 1,45
	Luzerne-Blätter, 2. Schnitt	164	296	1,57	0,42	5,30	L:M 3,6 1,43
	Luzerne-Hochschnitt, 1. Schnitt	227	255	1,21	0,34	4,73	L:M 3,6 1,35
	Luzerne-Hochschnitt, 2. Schnitt	222	245	1,16	0,33	4,72	L:M 3,6 1,36
	Luzerne Ganzpflanze, 1. Schnitt	238	235	1,10	0,31	4,69	L:M 3,6 1,30
	Luzerne Ganzpflanze, 2. Schnitt	236	230	1,09	0,30	4,74	L:M 3,6 1,31
(Mittelwerte)	Luzerne-Stängel, 2. Schnitt	321	159	0,82	0,18	5,12	L:M 4,6 1,15
	Luzerne-Stängel, 1. Schnitt	329	160	0,77	0,17	4,79	L:M 4,6 1,05

Das Diagramm zeigt den Brutzyklus von Wildschweinen über einen Zeitraum von April bis September. Die Zeitachse ist in Wochen unterteilt, wobei die Monate April, Mai, Juni, Juli, August und September markiert sind. Die Brutphasen sind in drei Schnitten unterteilt:

- 1. Schnitt:** Beginnt im April, dauert bis Mitte Mai. Die Brut ist potenziell gefährdet.
- 2. Schnitt:** Beginnt im Juni, dauert bis Mitte Juli. Die Brut ist erfolgreich, aber die Futterqualität ist vermindert.
- 3. Schnitt:** Beginnt im August, dauert bis Mitte September. Die Brut ist erfolgreich.

Ein roter Pfeil markiert den **Nestbaubeginn** im April. Ein blauer Pfeil markiert den **Praxisüblicher Schnitt** im Juni. Ein roter Pfeil markiert den **1. Brut potenziell gefährdet** im April. Ein roter Pfeil markiert den **2. Brut erfolgreich, Futterqualität vermindert** im Juli. Ein roter Pfeil markiert den **3. Brut erfolgreich** im August.

Blätter-Blatter-Trennung

1. Brut potenziell erfolgreich

Futterqualität verbessert

Nestbau-beginn

2. Brut potenziell erfolgreich

Futterqualität Blätter besser als in Knospe

In Blüte: 3,5 t St / 2,5 t Bl

1. Schnitt

2. Schnitt

3. Schnitt

4. Schnitt

1 April 2 3 4 1 Mai 2 3 4 1 Juni 2 3 4 1 Juli 2 3 4 1 August 2 3 4 1 September 2 3 4

Futterqualität verbessern

**Vor Knospe Hochschnitt:
ab 14-20 cm Höhe**

Forderung nach mehr Biodiversität



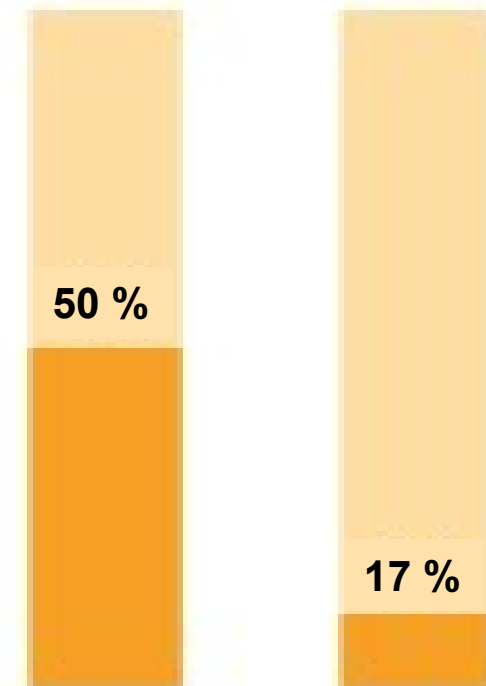
Ungemähte Klee grasstreifen (mind. 10 m breit im Abstand von 100 m) v.a. für Braunkehlchen, Schafstelzen



Neststandorte in Streifen:

Feldlerche:	< 4 %
Grauammer:	44 %
Schafstelze:	66 %
Braunkehlchen:	70 %

Anteil der Feldvogelnester mit Bruterfolg



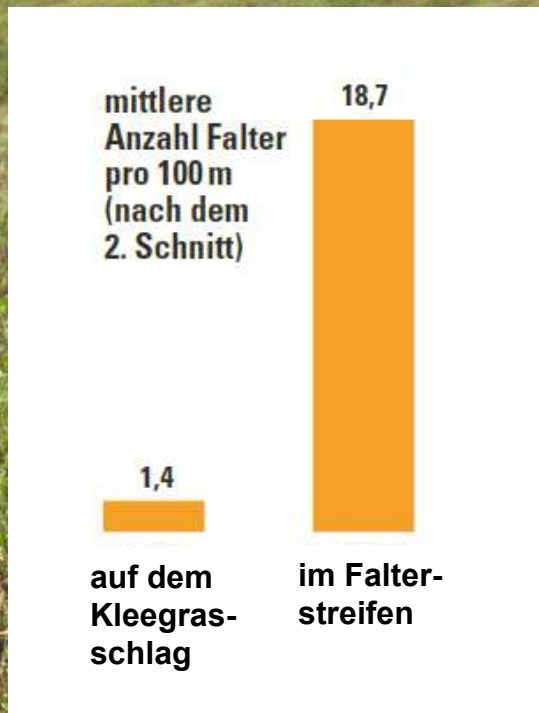
in ungemähten Streifen

auf der Fläche



Ungemähte Streifen am Schlagrand in Luzerne-Klee-gras (bis zu 3 m breit)

Zielarten: Tagfalter, Heuschrecken, Bienen u.a. blüten-
besuchende Insekten



Probekörper aus Stängelabschnitten von Luzerne und Steinklee mit Leinöl-Epoxiharz (BAM)





EU-Strategie 2020 „Vom Hof auf den Tisch“

Die europäische Kommission hat 2020 die **Strategie „Vom Hof auf den Tisch“** für ein **gesünderes und nachhaltigeres EU-Lebensmittelsystem** als einem Eckpfeiler des europäischen Grünen Deals beschlossen.

Dabei stehen die folgenden Ziele bis 2030 im Mittelpunkt:

1. Da der **Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft** zur Verschmutzung von Böden, Gewässern und der Luft führt, **Halbierung der Verwendung und des Risikos chemischer Pestizide bis 2030.**
2. Um den **übermäßigen Nährstoffeintrag** in die Umwelt als wesentlicher Faktor der Luft-, Boden- und Gewässerverschmutzung der darüber hinaus die biologische Vielfalt gefährdet und dem Klimawandel Vorschub leistet. **Verringerung der Nährstoffverluste um mindestens 50 %** unter Vermeidung rückläufiger Bodenfruchtbarkeit sowie eine **Verringerung des Düngemiteleinsatzes um mindestens 20 %.**
3. Ausweitung des **ökologische Landbau** in der EU als eine umweltfreundliche Praxis, auf **ein Viertel der gesamten landwirtschaftlichen Fläche.**