

SilaToast^{BLE}

Silierte & getoastete Erbsen & Ackerbohnen

Christian Kuhnitzsch und Olaf Steinhöfel



<http://www.planet-schule.de>

Workshop Demonetzwerk Erbse/Ackerbohne, Niederkaina, 16. Mai 2018

Nobelpreisträger sagt „Milchkühe brauchen kein Protein.“

Virtanen, A.I., 1966: Milk production of cows on protein-free deed.
Science **153**, 1603-1614

„Milchkühe können vollwertig mit Futter ernährt werden, das **völlig eiweißfrei** ist, nur aus den gereinigten Kohlehydraten Cellulose, Stärke, Zucker, aus Mineralsalzen & Vit. A, D, E besteht, und dem Harnstoff und Ammoniumsalsen als einzige N-Quelle hinzugefügt wurde.

Nach kurzer Adaption gedeihen die Kühe in jeder Hinsicht ausgezeichnet. In mehreren Versuchsreihen, die über mehrere Graviditäten und Laktationsperioden ausgedehnt wurden, zeigten die völlig gesunden Versuchstiere eine **hohe Milchleistung (Anm. ca. 4.000 kg / Kuh & Jahr)**. Die Milch unterschied sich in Zusammensetzung, Vitamingehalt & Aroma nicht von der Milch normal ernährter Kühe. „

Kühe haben keinen Eiweißbedarf sondern einen Stickstoffbedarf

Sächsische Landwirte sagen

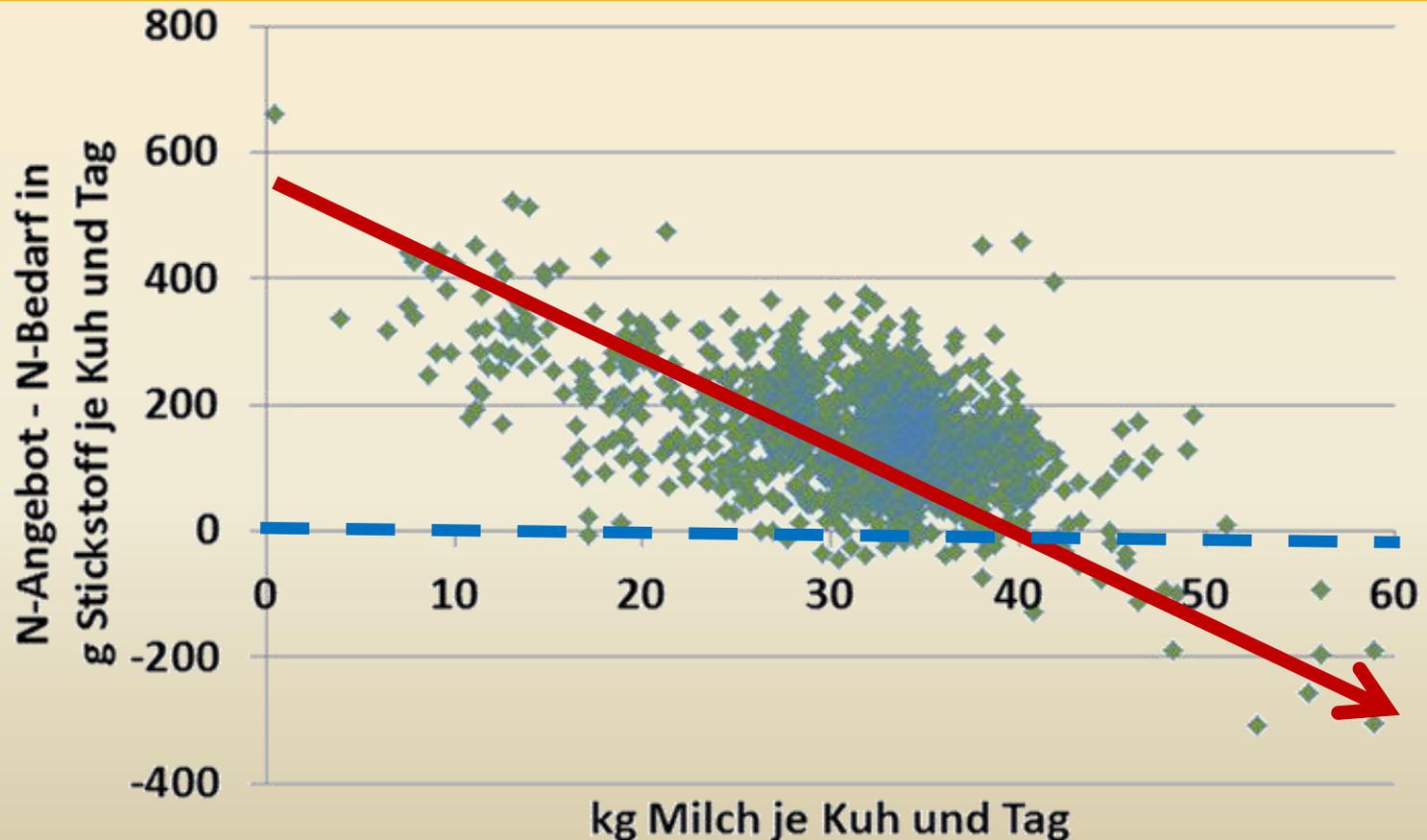
„Viel Stickstoff bringt viel Milch.“

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



97 % Überschuss:

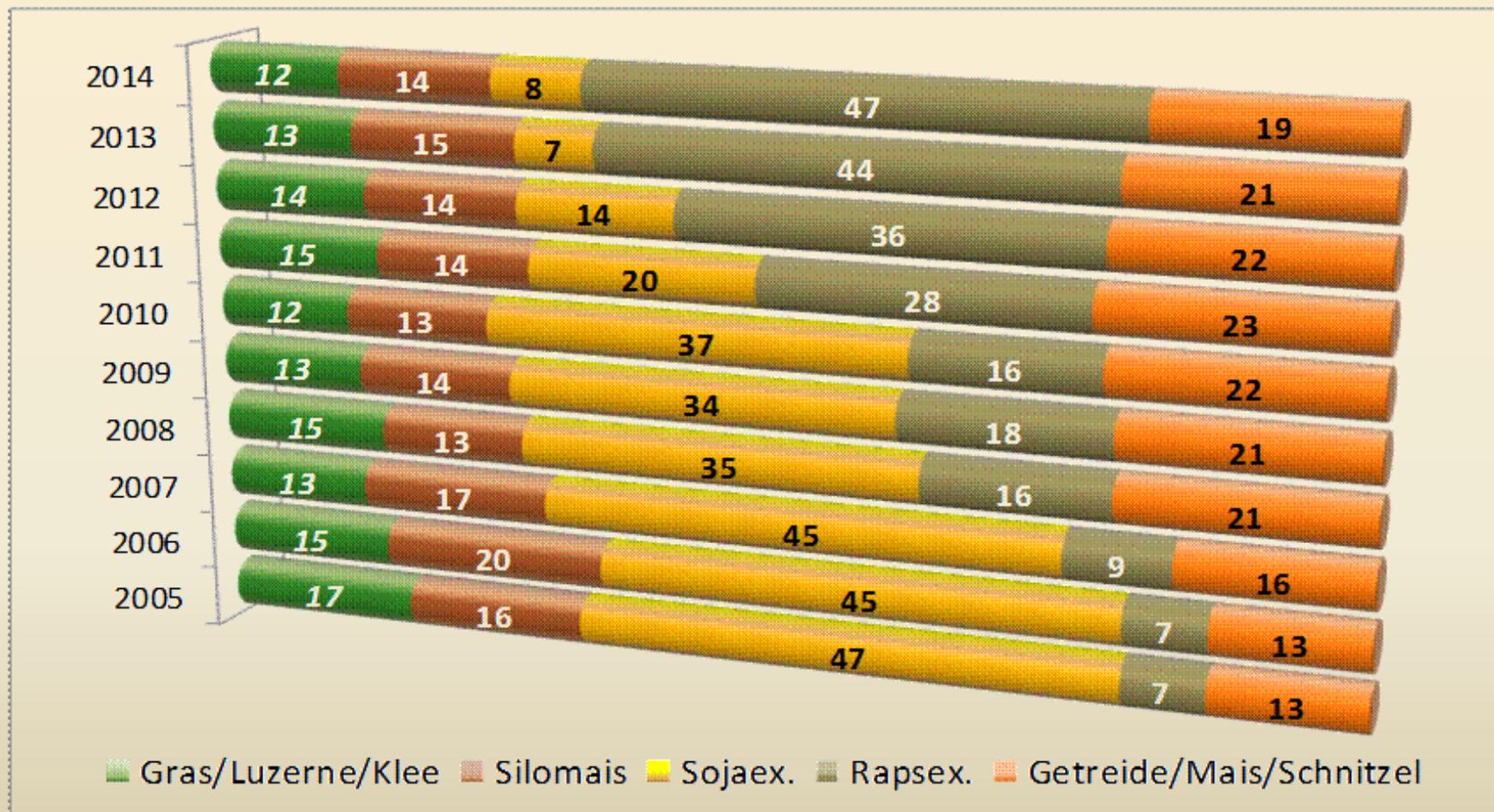
Im Mittel **160 g** Überschuss / Kuh →→ in Sachsen **10.950 t N / Jahr**



Proteinquellen

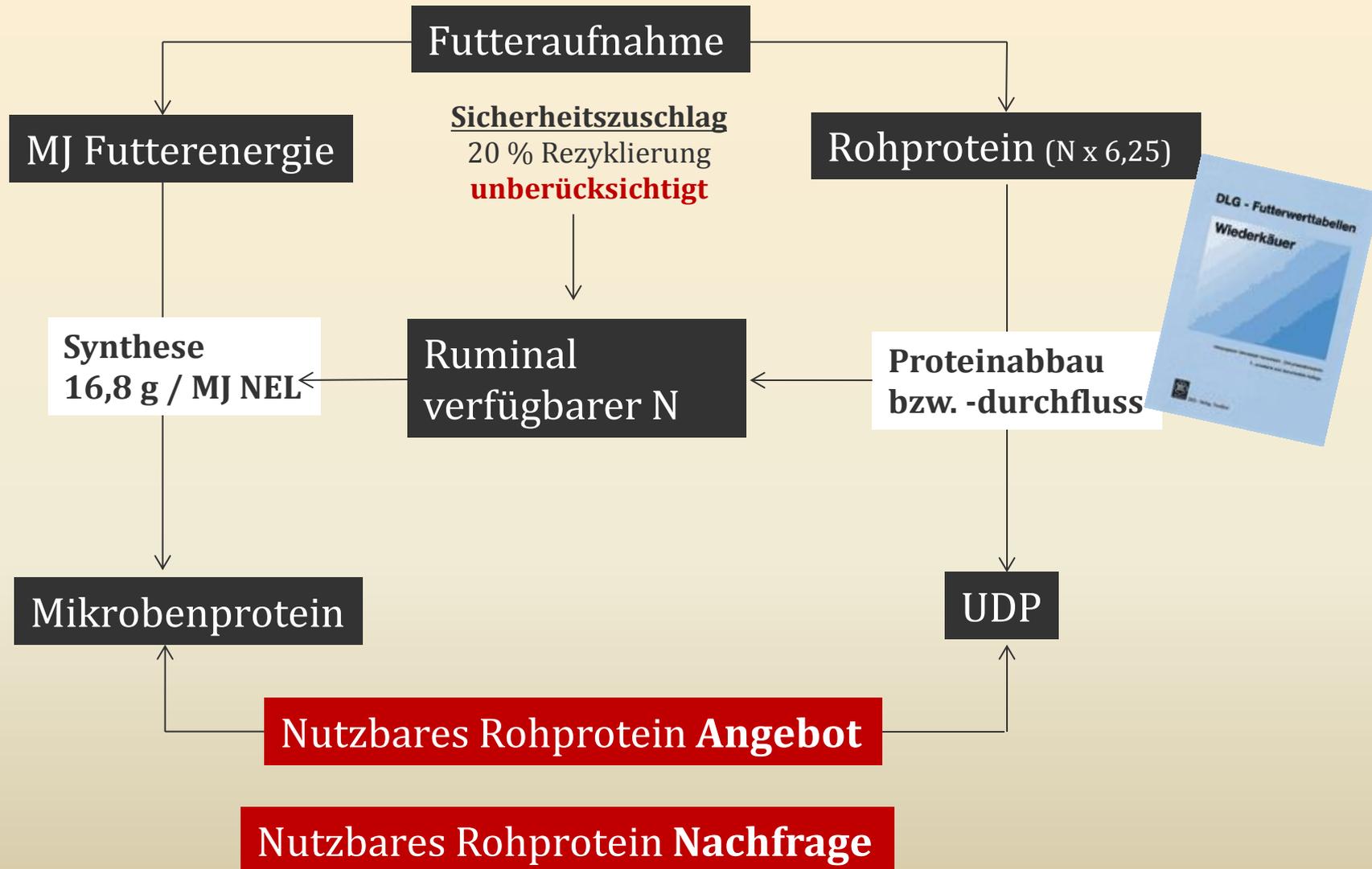
Getreide > Gras

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



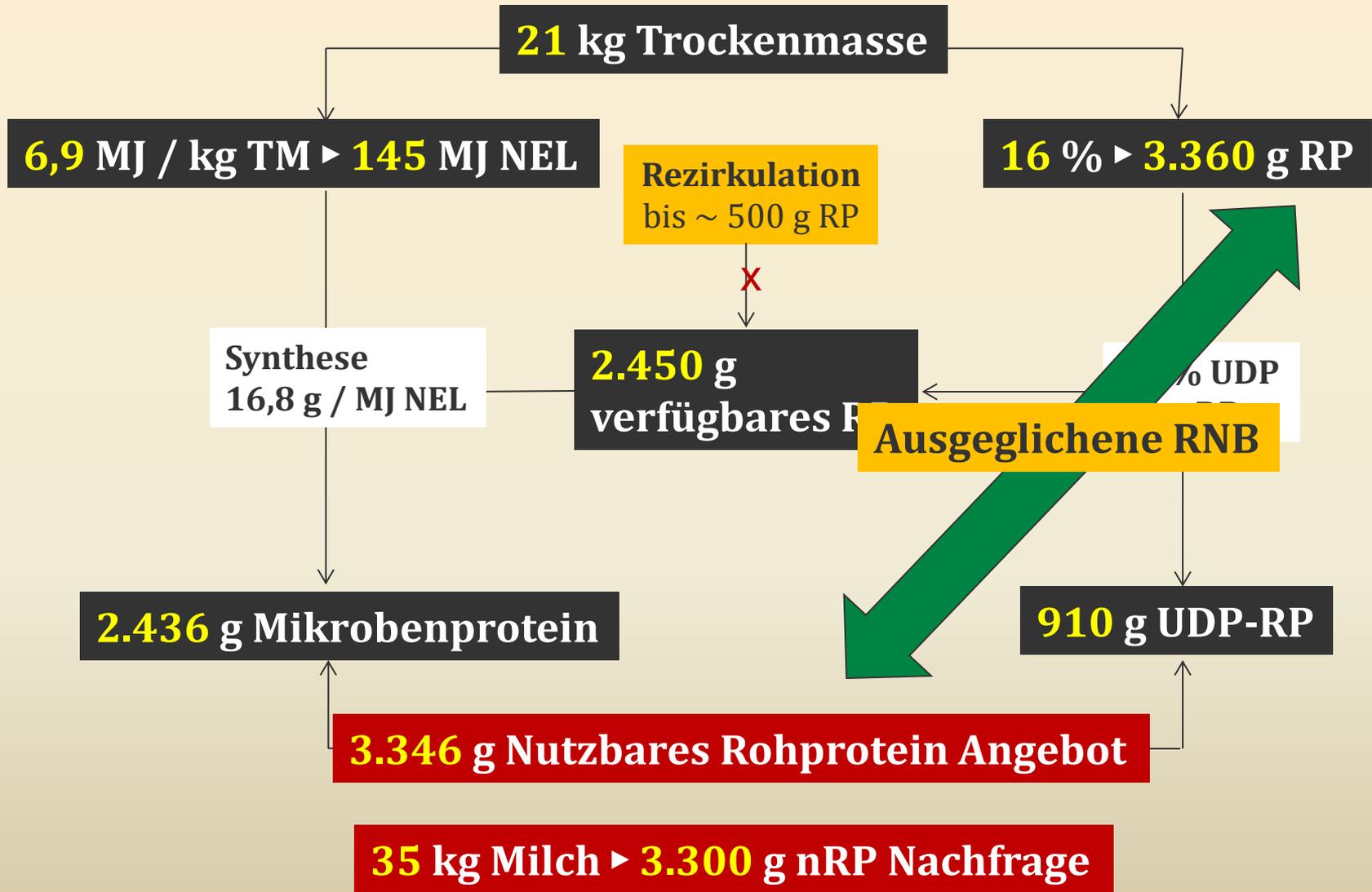
Handwerkzeug

Einfaches Rechenmodell



Ein Beispiel

35 kg Milchleistung



Entscheidende Größe

Mikrobensynthese in Vormägen

kg Milch	MJ NEL ¹	Mikroben- protein ²	nRP Bedarf ³	% MP	+ 10 % rezyk- liertes RP	
6.-4. Woche a.	63	1.061	1.070	99	114	
ab 3. Woche a.	69	1.162	1.165	100	115	
0	37	623	420	148	163	NPN & endogen
5	53	892	850	105	120	
10	69	1.162	1.280	91	106	
15	85	1.431	1.710	84	98	NPN & endogen + UDP -Natur
20	101	1.700	2.140	79	94	+ Passage ↑
25	117	1.970	2.570	77	92	
30	133	2.239	3.000	75	90	NPN & endogen
35	149	2.508	3.430	73	88	+ UDP-Konz.
40	165	2.778	3.860	72	87	+ Passage ↑↑

¹ 37 MJ NEL Erhaltungsbedarf + 3,2 * kg Milch

² 16,8 g Mikrobenprotein / MJ NEL

³ 420 g Erhaltungsbedarf + 86 * kg Milch (GfE 1986)

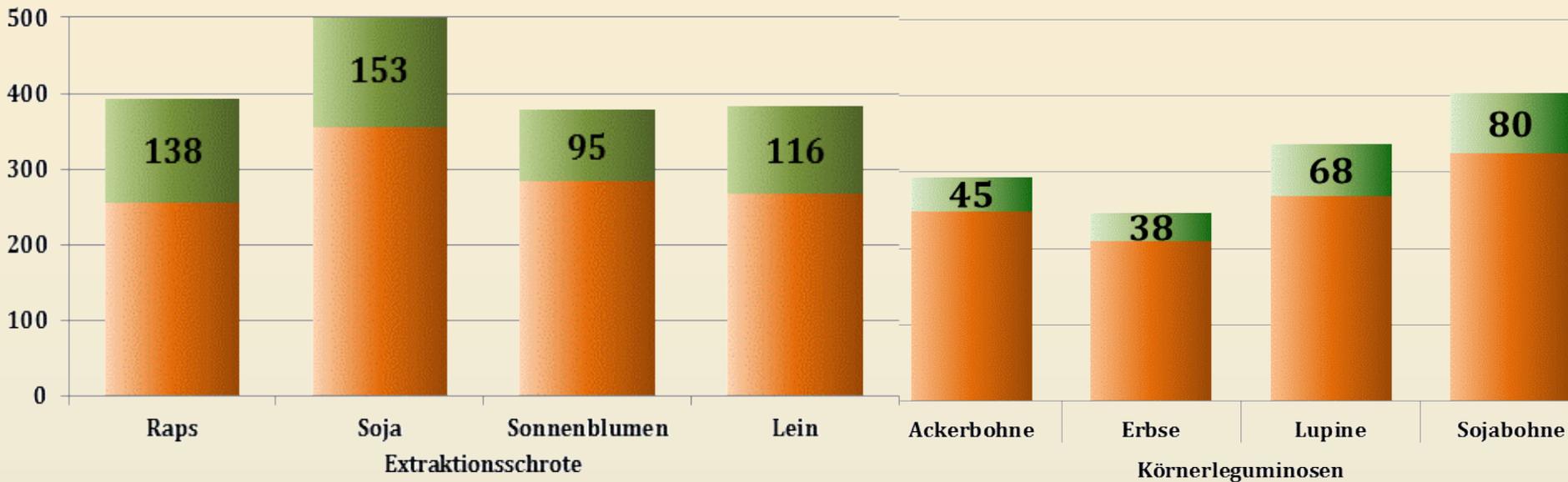
Gesucht Konzentrate *mit wenig ferm. N & viel UDP*

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Extraktionsschrote

Körnerleguminosen



■ Fermentierbares RP ■ UDP in g / kg TM

Alte Weisheit:

Nur „Der Zweck heiligt die Mittel !“

Austauschäquivalente für 1 kg Rapsextraktionsschrot in kg ...



	RP	nRP	lösl. N	UDP
RES	1,0	1,0	1,0	1,0
Harnstoff	0,2	0,0	0,1	0,0
Kartoffeleiweiß	0,5	0,4	0,7	0,3
Maiskleber	0,5	0,4	0,7	0,4
SES	0,8	0,7	0,7	0,9
SES behandelt (Soypass)	0,8	0,4	1,5	0,4
RES behandelt (byoprofin)	1,0	0,6	2,1	0,5
Sonnenblumenex.	1,0	1,1	0,8	1,8
Weizenschlempe	1,0	0,7	1,0	1,0
Rapsexpeller	1,1	1,0	0,9	1,9
Ackerbohnen	1,3	1,1	1,0	3,1
Erbsen	1,5	1,1	1,2	3,5
Biertreber	1,5	1,0	1,8	1,2
Maiskleberfutter	1,5	0,9	1,4	2,2
Trockengrün-Luzerne	1,5	1,1	1,9	1,1
Weizenschlempe	2,9	1,1	2,5	5,1

Futtermittelkunde

Alles hat seine Grenzen

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN

	TM	RP	Einsatz- grenze (650 kg KM)
	%	g / kg	kg FM / Tag
Ackerbohnen getoastete Ackerbohne	88	262	2,5 ohne
Baumwollex.schrot	88	363	2
Bierhefe, getr.	88	458	0,5
Biertreber	22	56	12
Erbse getoastete Erbse	88	221	3 ohne
Erdnussex.schrot	88	500	3
Kokosex.schrot	88	204	3
Leinex.schrot	88	339	2
Leinkuchen	88	328	2
Lupine, gelb	88	378	3,5
Maiskleber	88	623	2
Maiskleberfutter	88	227	4
Malzkeime	88	261	2,5
Rapsex.schrot	88	347	3,5
Rapskuchen	88	326	2



Rinder	Milchkühe (Fortsetzung)		
	TM / Tag kg je 100 kg Körpermasse	Futtermittel / Tag	
		kg je 100 kg Körpermasse	kg je Tier (650 kg KM)
	Feuchtfuttermittel		
	0,36	1,5	10
	0,12	0,77	5
	0,14	0,77	5
	0,37	3,08	20
	0,46	3,08	20
	0,46	3,85	25
	0,14	0,77	5
	0,25	1,54	10
	0,65	0,9	4
	0,34	1,54	10
	0,14	0,77	5
	0,28	1,54	10
	0,28	1,54	10
	0,28	2,31	15
	0,62	3,1	20
	1,09	3,1	20
	0,4	0,61	4
	0,5	1	6,5
	0,16	0,23	1,5
	0,16	0,23	1,5
	0,34	3,08	20
	0,51	2,31	15
	0,44	1,54	10
	0,74	3,08	20
	0,51	2,31	15
	0,23	0,35	2,3
	0,3	1,25	8
	0,42	2,31	15
	0,18	0,77	5

Nicht Kosten / Preis Preiswürdigkeit entscheidet

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



<https://www.landwirtschaft.sachsen.de/>

Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie				
Marktpreise und Preiswürdigkeit von Einzelfuttermitteln für Rinder				
Futtermittel	NEL MJ / kg	Rohprotein g / kg	Marktpreis €/ dt	Preiswürdigkeit €/ dt
Gerste			15,00	
körner	7,6	110		15,35
futtermehl	6,7	123		14,10
kleie	6,2	112		12,69
Roggen				
körner	8,1	99		16,18
futtermehl	8,0	102		17,49
grüßklee	6,3	143		15,59
kleie	5,6	143		14,63
Weizen				
körner	8,0	121		17,10
futtermehl	7,6	167		18,54
grüßklee	6,4	155		16,29
kleie	5,3	141		14,11
Maiz				
nachmehl	7,9	170		19,11
körner	6,1	93		15,87
futtermehl	7,9	165		16,69
körner	7,7	65		48,52
Triticale				
körner	7,1	199		19,44
körner	8,0	128		17,29
Höfer				
körner	6,5	108		14,27
futtermehl	6,3	118		18,24
schälklee	5,5	68		18,96
Maniokschrot				
Erbsen	7,3	23		11,48
Erbsen	7,3	228		21,06
Ackerbohnen				
körner	7,6	263		23,64
Lupinen (gelb)				
körner	7,6	386		28,66
Rapsart				
körner	8,6	202		21,67
Leinsamen				
körner	8,2	218		24,64
Fischmehl				
körner	6,7	574		36,30
Sojaextraktionsschrot				
körner	7,0	450		38,91
Rapskuchen				
körner	6,4	370		28,33
Rapsextraktionsschrot			25,00	
körner	6,2	361		28,33
Biertreber				4,85
körner	1,6	60		24,99
Leinextraktionsschrot				24,96
körner	6,4	342		24,96
Sonnenbl.extr.schrot				23,45
körner	6,2	345		23,45
Luzerngrünmehl				13,51
körner	4,3	157		13,51
Rotkleegrünmehl				13,13
körner	5,0	130		13,13
Pyrolysat				1,7
körner	1,7	23		3,55
Zuckerrübenschnitzel				13,26
körner	7,6	53		13,26
Trockenschnitzel				13,83
körner	6,8	90		13,83
Weissenschnitzel				4,9
körner	6,9	95		14,33

80 - 100 € / t
für Aufbereitung
zur Verfügung

Preiswürdigkeit von Einzelfuttermitteln für Rinder auf Basis NEL und UDP

Futtermittel	NEL MJ / kg	Rohprotein g / kg	UDP % des RP	UDP g / kg	Marktpreis €/ dt	Preiswürdigkeit €/ dt
Gerste	7,1	110	25	28	15	
Körnerleguminosen						
Ackerbohnen	7,6	260	15	39		18
getoastete Ackerbohne	7,7	270	40	108		28
Erbsen	7,5	220	15	33		17
getoastete Erbse	7,7	225	40	90		25
Lupinen	7,8	290	20	58		21
getoastete Lupine	8,0	300	40	120		30
Sojabohne	8,7	350	20	70		24
getoastete Sojabohne	8,9	360	40	144		35
Feuchte Nebenprodukte						
Biertreber	1,5	60	40	24		5,9
Weizenschlempe	1,6	70	35	25		6,1
Roggenschlempe	1,6	65	35	23		5,8
Maisschlempe	1,7	70	45	32		7,2
Kartoffelschlempe	1,5	60	30	18		5,0
Trockengrobfutter						
Grasgrünmehl	5,8	170	40	68		19
Kleegrasgrünmehl	5,6	180	40	72		19
Luzerngrünmehl	5,1	195	45	88		21
Rotkleegrünmehl	5,6	190	40	76		20
Extraktionsschrote / Kuchen						
Leinextraktionsschrot	6,5	340	30	102		25
Leinkuchen	6,8	340	35	119		28
Rapsextraktionsschrot	6,1	350	35	123	27	
Rapskuchen	6,8	325	30	98		25
Sojaextraktionsschrot	7,6	450	30	135		32
Sonnenbl.extr.schrot	5,4	340	25	85		21
Sonnenblumenkuchen	6,6	440	30	132		29

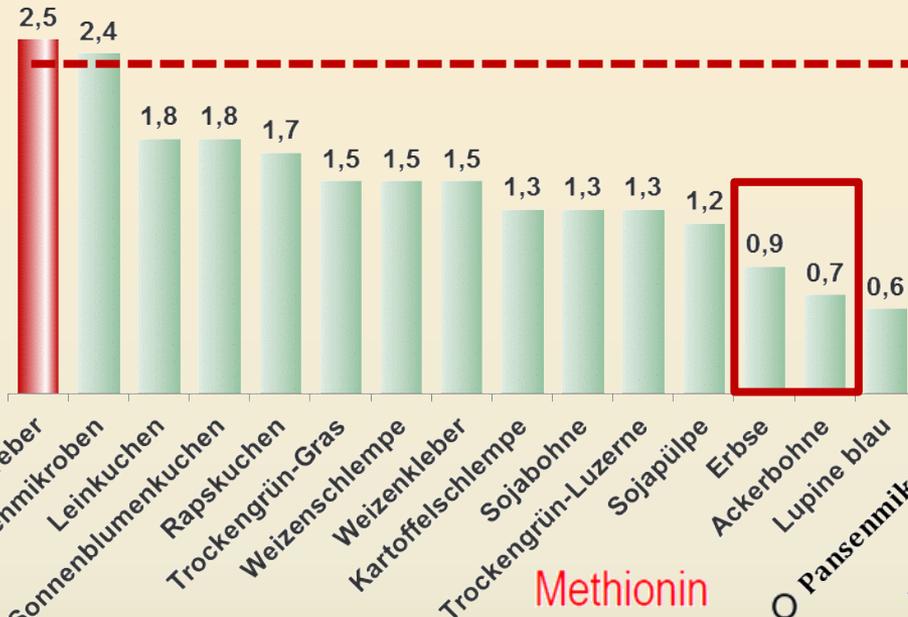
Bemerkungen :

Methode nach LÖHR - Vergleichsfuttermittel : Gerste und Rapsextraktionsschrot

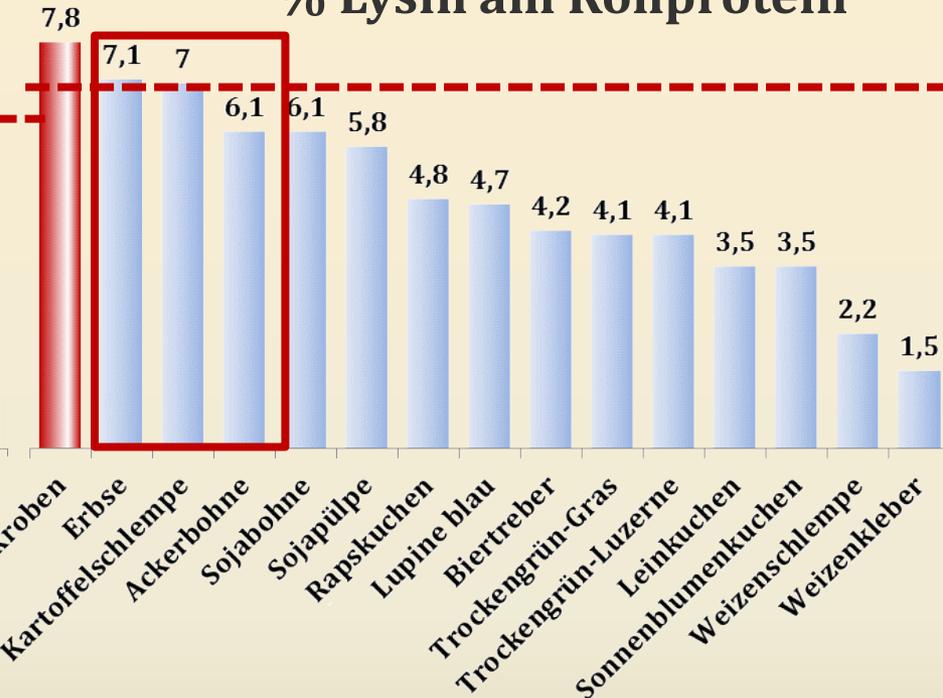
As-Profil vom UDP

ab ca. 35 kg Milch entscheidend

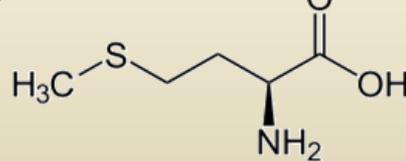
% Methionin am Rohprotein



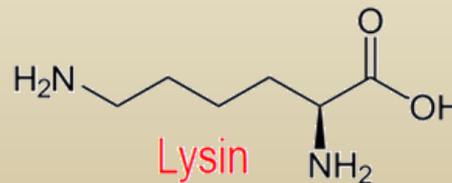
% Lysin am Rohprotein



Methionin



Lysin



Kombination Silierung & Toasten

Frühe Ernte mit 50 - 70 % KornTM

- frühe Feldberäumung / breites Erntefenster
- deutlich geringere Ertragsverluste
- weniger phytosanitärer Probleme (Greening)

Steigerung UDP & Stärkebeständigkeit

- Sinkende Proteinlöslichkeit
- Retrogradierung der Stärkegranula

Kostengünstiges Lagerungsverfahren

- Alternative zur Trocknung

Erhöhung Einsatzgrenzen (insb. Monogaster)

- Deaktivierung/-struktion von Antinutritiva

Probleme:

- Optimierung Reifestadium
- technische Umsetzung der Ernte, Aufbereitung und Einlagerung (? GPS, Schröpfschnitt)
- Verfügbarkeit der technischen Basis

Steigerung UDP & Stärkebeständigkeit

- Reduzierung der Proteinlöslichkeit
- Retrogradierung der Stärkegranula

Erhöhung Einsatzgrenzen (insb. Monogaster)

- Hygenisierung
- Aufschlusseffekt der Stärke
- **Deaktivierung/-struktion von Antinutritiva** (z.B. Tannine, Vektine)

→ **Reduzierung des Einsatzes von Insektiziden** durch Nutzung resistenterer Sorten mit einem erhöhtem Anteil natürlicher sekundärer Pflanzeninhaltsstoffen (z.T. Antinutritiva) und damit verbundenen natürlichen Insektenschutz

Probleme:

- Sorteneffekte
- Definition „Toasten“ (Temperatur, Dauer, Durchsatz, Feuchtegehalt, ...)
- Verfügbarkeit des Verfahrens

Das Projekt SilaToast

Material & Methoden

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Sorten

(weiß-/buntblühend / tanninarm /-reich)

Reifestadien

(50 - 70 % TM & Totreife + H₂O bis 70 % TM)

Abreifekurven / - optimum

(TM, Stärke- & Proteinqualität : meteorologische Daten)

Siliermittel

(verstärkte / geringe amylolytischer Aktivität)

Temperaturbereiche Toasten

(60 ... 200 °C)

Behandlungszeiten Toasten

(10 ... 30 Minuten)

Laboranalytik

(VA, Faser- / Proteinfraktionen, Stärke, Zucker, HFT, HFT_{mod}, MioBio, Gärsäuren, Alkohole, Phytin-P, Tannine,...)

in vitro *(Gasbildung, Fermentierbarkeit)*

Molekulargenetik *(Mikrobiom)*

Elektronenmikroskopie

(morpho-metrische Charakterisierung Stärkegranula)

Hammel-Standardverdauung

(Akzeptanz, Verdaulichkeit, Energiegehalt)

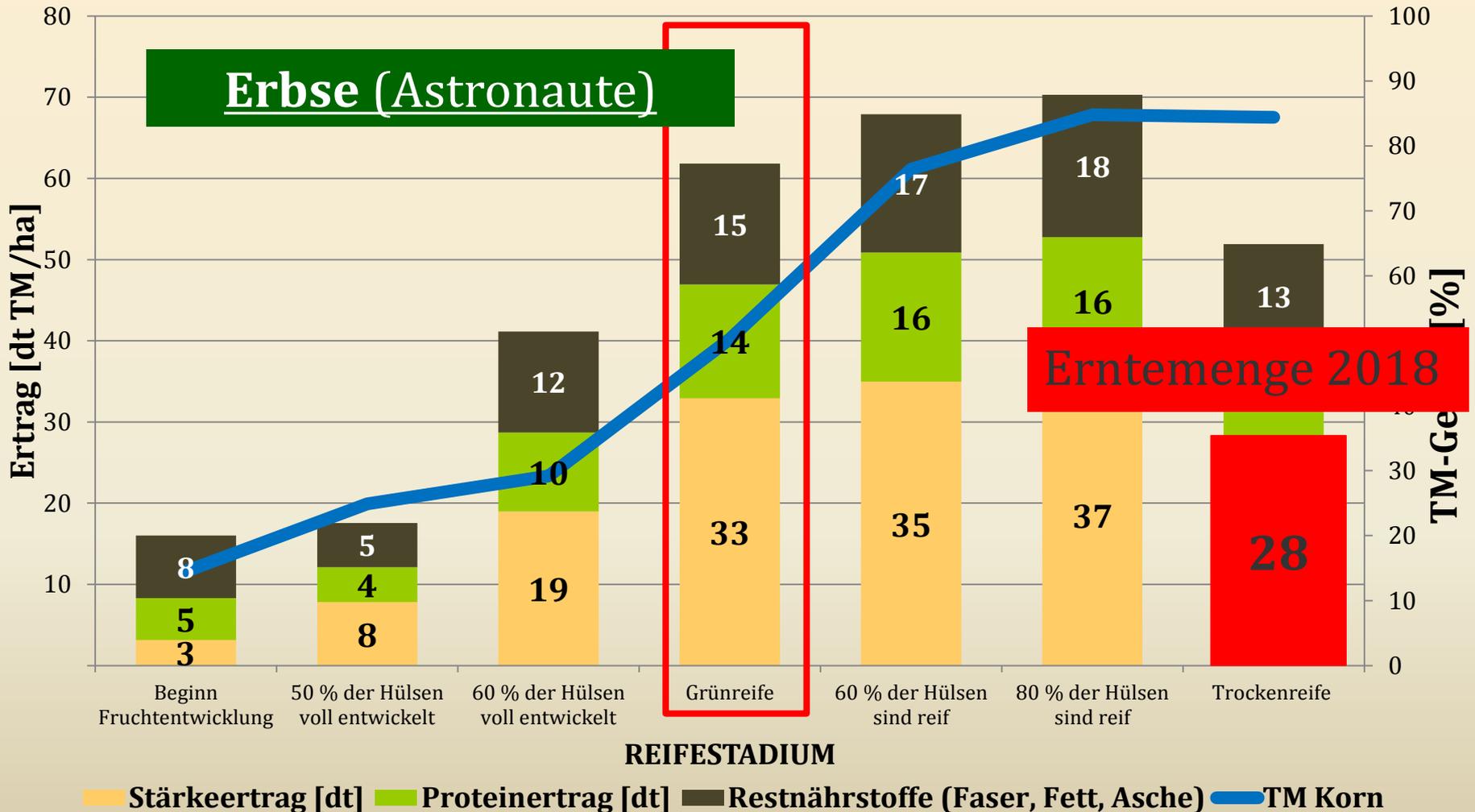
Fütterungsversuch mit 2 x 30 Kühen

(Fütterungserfolg)

Das Projekt SilaToast

Ertragsentwicklung Versuch

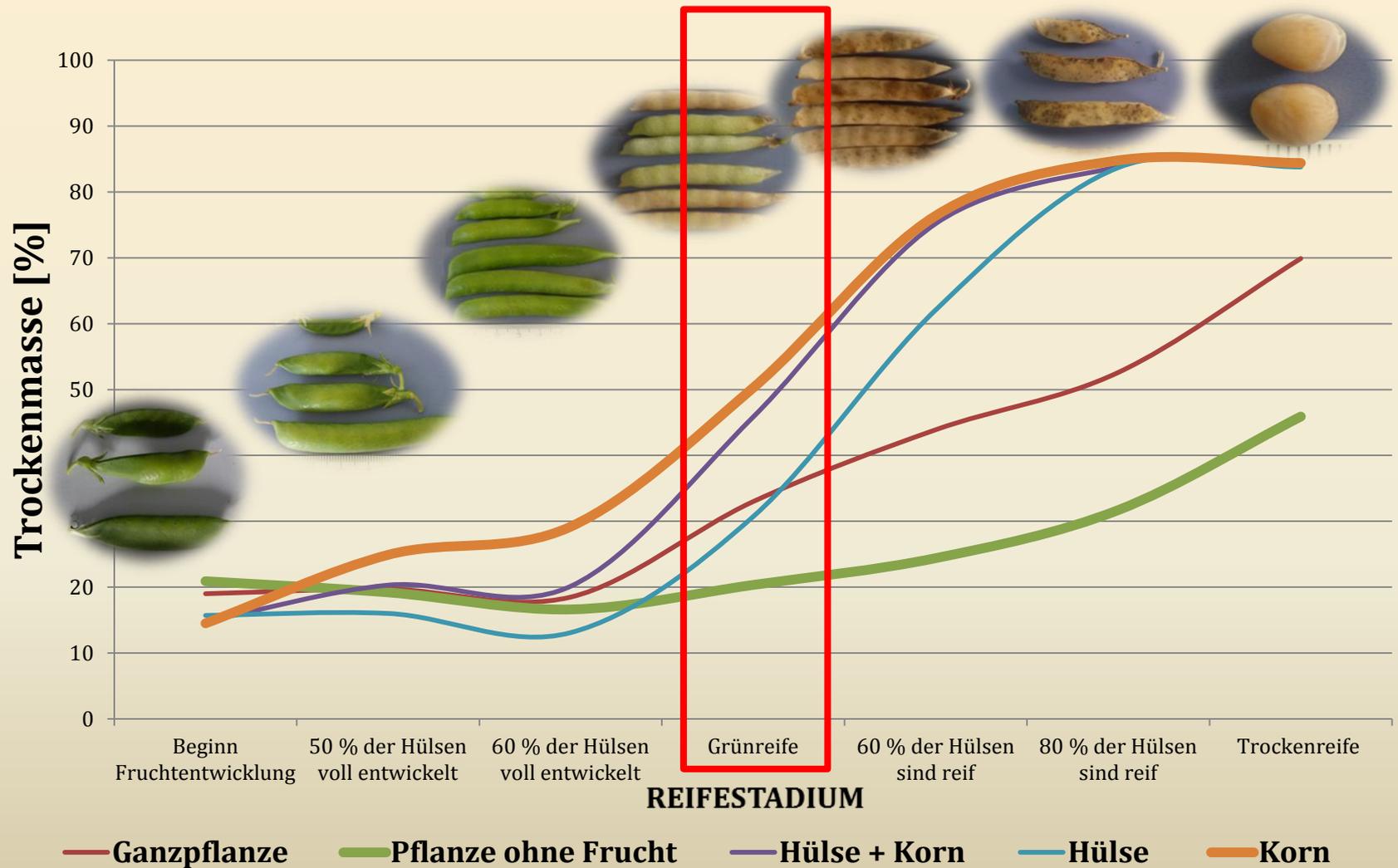
LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Das Projekt SilaToast

Entwicklung TM-Gehalt Versuch

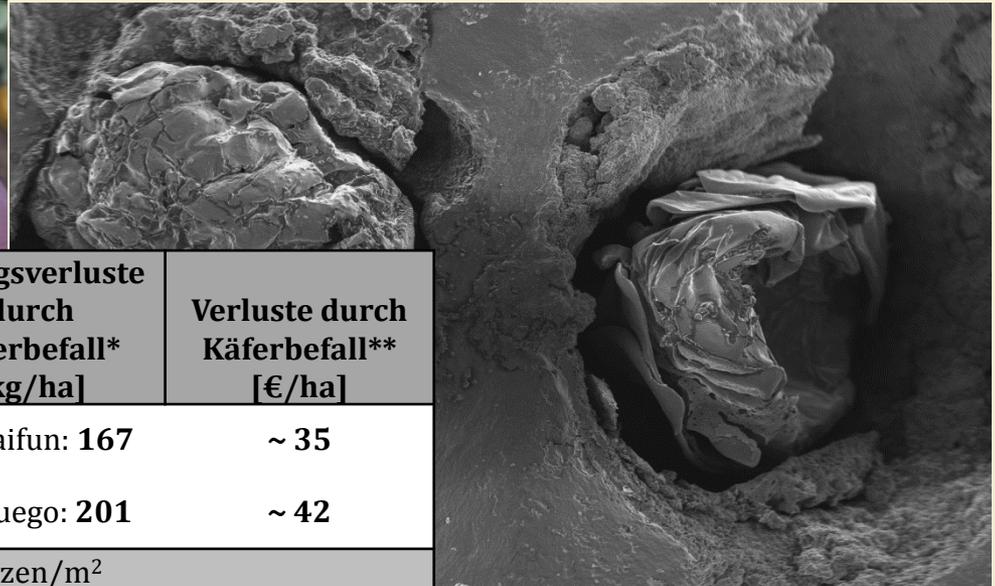
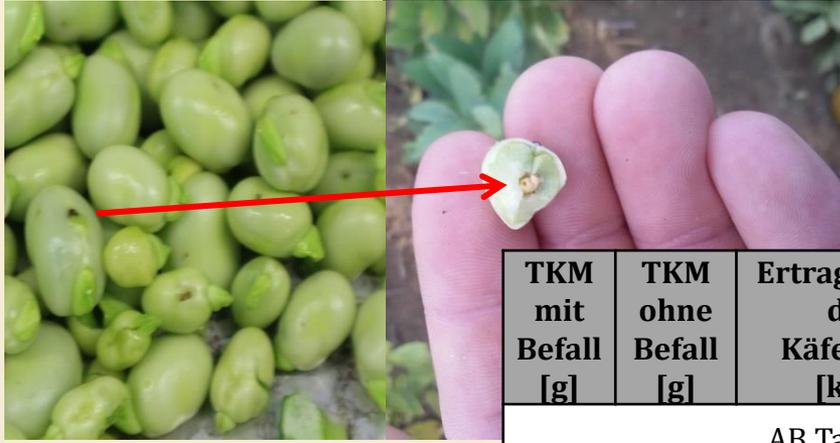
LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Das Projekt SilaToast

Ackerbohnenkäfer

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE

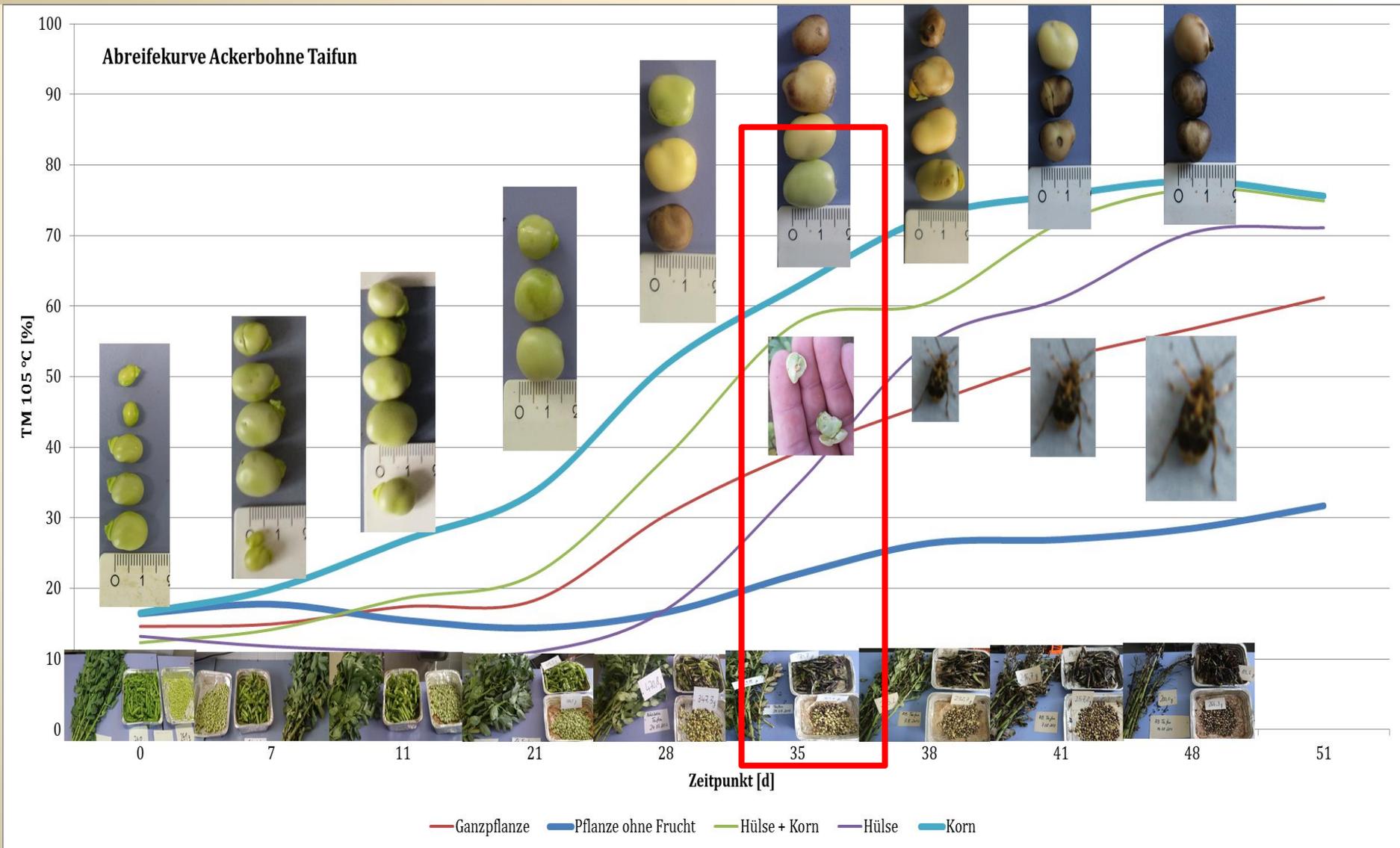


TKM mit Befall [g]	TKM ohne Befall [g]	Ertragsverluste durch Käferbefall* [kg/ha]	Verluste durch Käferbefall** [€/ha]
653	662	AB Taifun: 167	~ 35
		AB Fuego: 201	~ 42

*Saatstärke von 35 Pflanzen/m²
**Erlös von 21 €/dt (2014)



1 mm



Das Projekt SilaToast

Silierung 2017: Ackerbohnen

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Rückbefeuchtung



Das Projekt SilaToast

Theorie und Praxis

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Die Wärmebehandlung

Temperatur – Zeit – Druck ???

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Wärmebehandlung

Trockenthermisch

Mikronisieren

(Sprühtrocknung)

130 - 160 °C / 5 - 10 sec.

Jet Spolder

140 - 315 °C / 26-70 sec.

Puffen

250 - 350 °C / 15-30 min.

Rösten

110 - 200 °C / 2-5 min.

Pasteurisieren

70 - 135 °C / 15-30 sec.

Mikrowellenbehandlung

55 - 95 °C / 3-5 min.

Hydrothermisch

Ohne Druck

Toasten

120-140 °C / 3 - 30 min.



Mit Druck

Pelletieren

60 - 80 °C / 3 - 5 sec.

Extrudieren

80 - 200 °C / 30 - 150 sec.

Expandieren

90 - 140 °C / 5 - 7 sec.



+ Verschiedene Kombiverfahren [®]

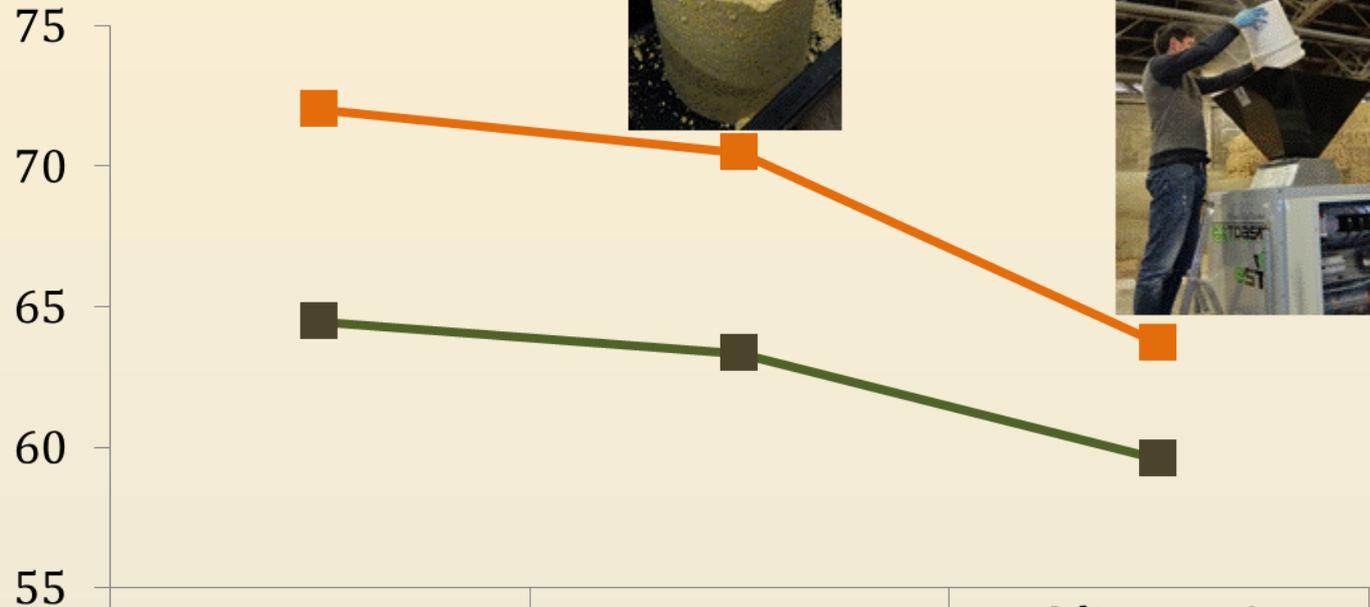
Die Wärmebehandlung

Im Projekt SilaToast

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Proteinlöslichkeit (% des RP)*



	Ernte	Silierung	Silierung & Toasten
■ Ackerbohne (n=17)	64,4	63,3	59,6
■ Erbse (n=43)	72,0	70,5	63,7

* Fraktionen A + B1 nach *Cornell Net Carbohydrate and Protein System*

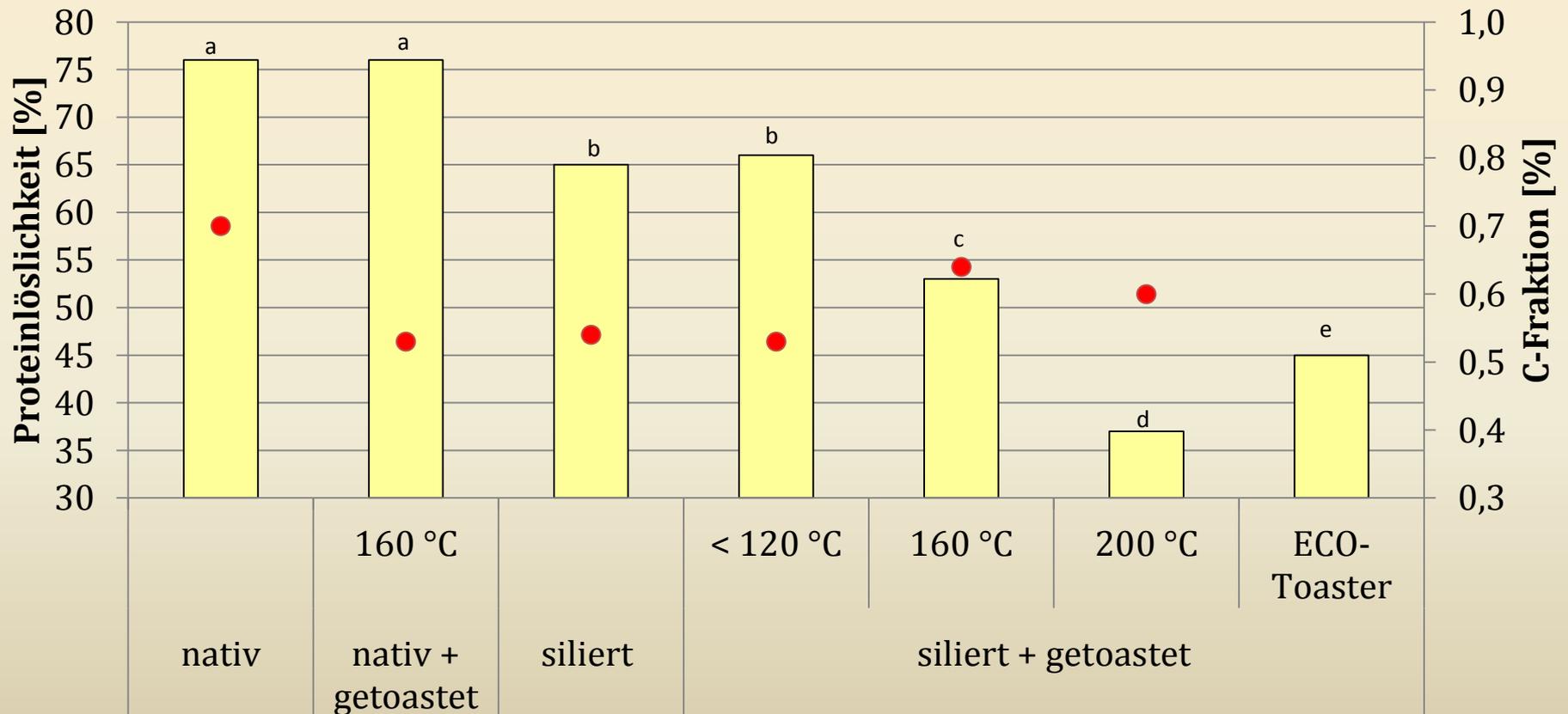
Die Wärmebehandlung

Im Projekt *SilaToast*

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Silierte Erbsen (70 % TM_{rück})
10 - 30 min 60 - 200 °C im **Trockenschrank**

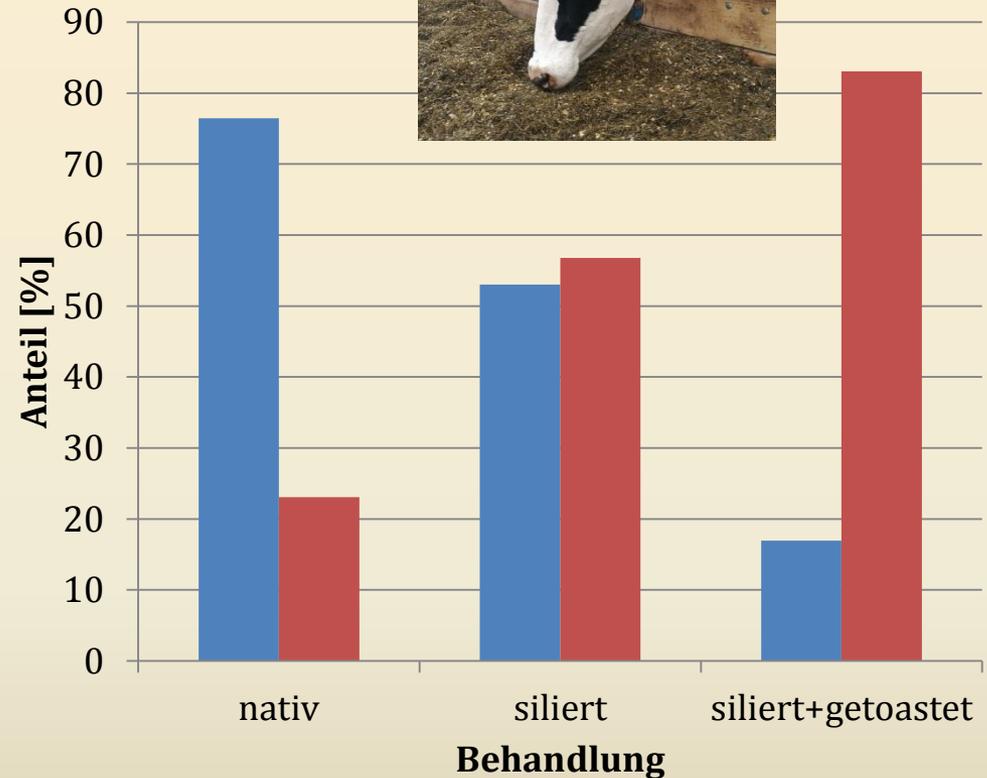


* Fraktionen A + B1 nach Cornell Net Carbohydrate and Protein System

Die Wärmebehandlung

Im Projekt *SilaToast*

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



■ Proteinlöslichkeit [%]

■ pansenstables Protein (B2 + B3 + C)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

LANDESAMT FÜR UMWELT
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Komponente [kg TM]	Versuch „Erbse“	Kontrolle „RES“
Grassilage	7,2	7,0
Maissilage	3,7	3,7
Trockenschnitzel	1,8	1,8
Maisschrot	1,8	1,8
Hofeigene Mischung „Mineral“	2,3	2,3
Erbsen siliert+getoastet	3,0	-
RES	1,5	2,8
Gerste	1,0	2,2
Calcium, Viehsalz	0,06	0,02
Luzernepellets	0,9	0,9

