



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,  
Bildung und Forschung WBF

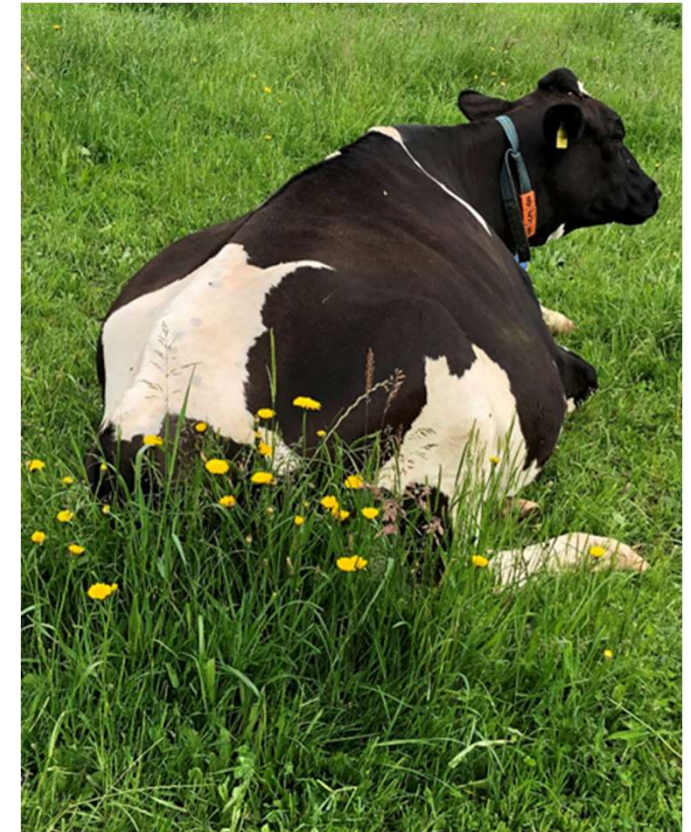
**Agroscope**

# Proteineffizienz von Wiederkäuern mit besonderem Fokus auf die Bedingungen der Schweiz

Fredy Schori, Forschungsgruppe Wiederkäuer

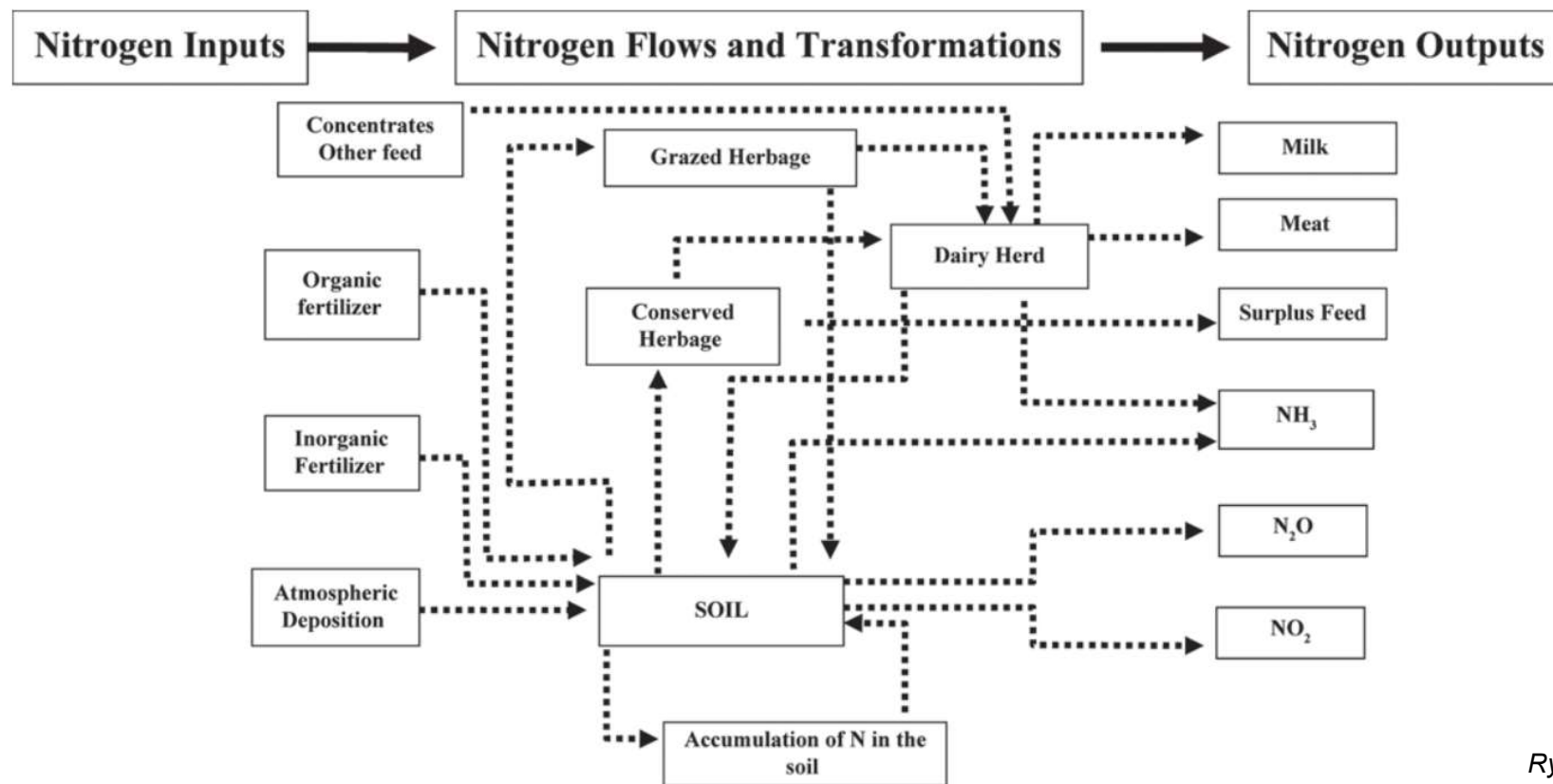
SVT-Jahrestagung 2022, 13. April 2022

[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch) | gutes Essen, gesunde Umwelt





# Stickstoffflüsse in einem grasbasierten Milchproduktionssystem

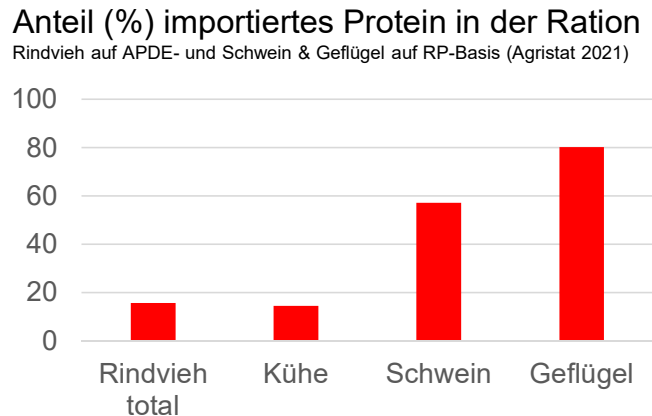


Ryan et al. 2010



# Hintergrundinformationen

- CH importiert pro Jahr ca. 256 kT Sojaschrote, 87 kT andere «Schrote» und 47 kT Maiskleber *(abgeleitet Agristat 2021)*
- > 50 % CH offenen Ackerfläche mit Soja anbauen, um Proteinimport zu Fütterungszwecken zu kompensieren *(eigene Schätzung)*



- 1.1.2022: 100 % CH Knospe-Futter für Wiederkäuer auf Bio Suisse Betrieben
  - Keine Proteinkonzentrate erhältlich, max. Milchviehfutter ~ 25 % RP
- 70 % der LN (0.7 Mio. ha) ist Grasland plus 0.5 Mio. ha Sömmerungsweiden



# Hintergrundinformationen

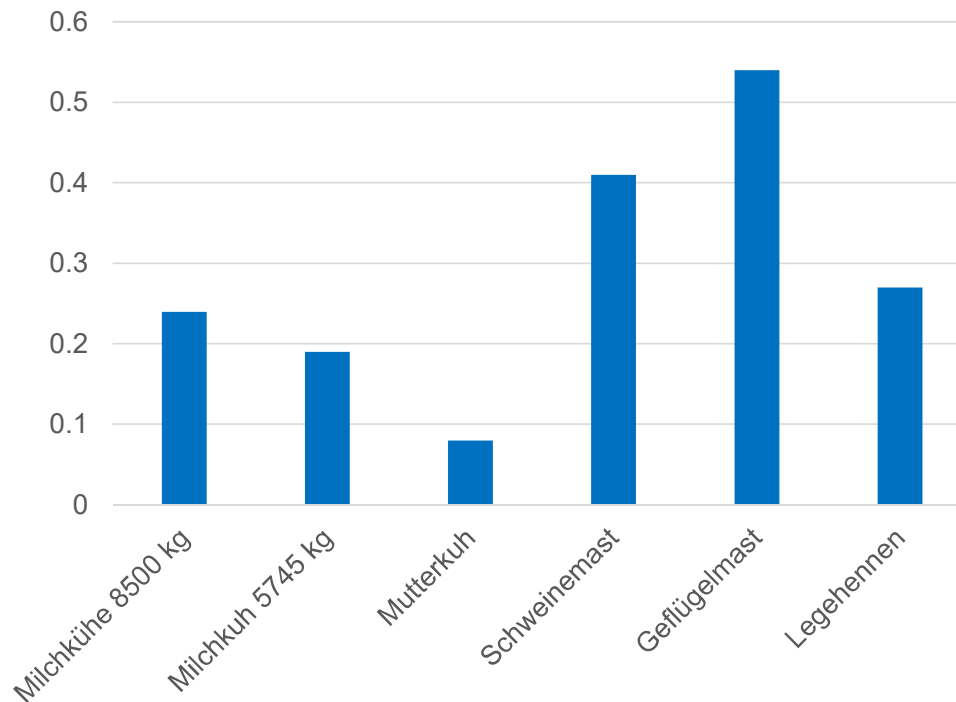
- Nicht Erreichen der Umweltziele Landwirtschaft bezüglich N *(BAFU und BLW, 2016)*
  - Treibhausgasemissionen u.a. Lachgas ( $N_2O$ ) (Bis 2050: 1/3 senken gegenüber 1990)
  - N-haltige Luftschadstoffe (Ammoniakemissionen max. 25000t N/Jahr)
  - Nitrat (25 mg Nitrat pro L in Gewässern für die Trinkwassernutzung)
    - Landw. N-Einträge in Gewässer (50 % gegenüber 1985)
- Verbindliche Absenkpfade für N (siehe Abbildung)
- Begrenzung der Proteinergänzung in der Rindviehfütterung *(Schori, 2020; Mack und Möhring 2021)*





# Proteineffizienzmerkmale: Brutto

## Brutto Proteinnutzungseffizienz (BPUE)



- Daten aus Frankreich (*Laisse et al. 2018*)
- Nicht zu 100 % vergleichbar mit CH
- Verhältnisse stimmen
- Beinhaltet ganze Produktion (z.B. Aufzucht, Laktation, Galtphase)

$$BPUE = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{kg Produkt}_i \times RP_i)}{\sum_{j=1}^n (\text{kg Futter}_j \times RP_j)}$$

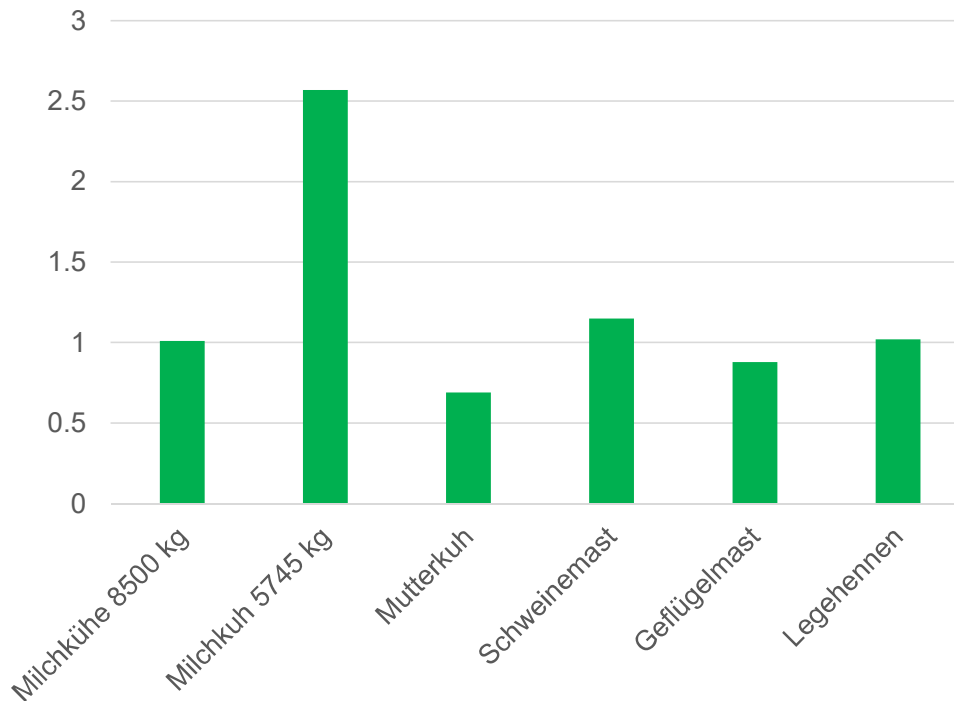
*RP = Rohprotein (g/kg)*

**Monogastrier schliessen deutlich besser ab!**



# Proteineffizienzmerkmale: Netto

## Netto Proteinnutzungseffizienz (NPKE)



- Daten aus Frankreich (*Laisse et al. 2018*)
- Berechnung komplex (Proteinqualität, Flächenkonkurrenz,...)

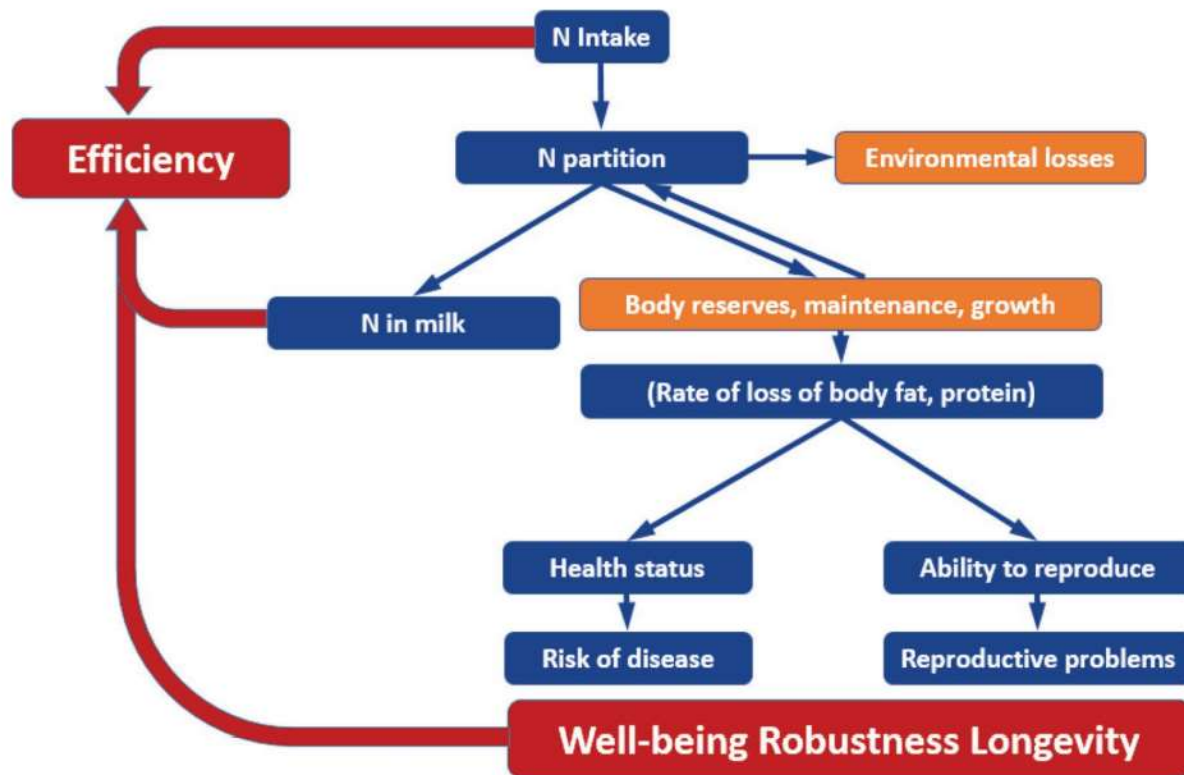
$$NPUE = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{kg Produkt}_i \times RP_i \times KA_i)}{\sum_{j=1}^n (\text{kg Futter}_j \times RP_j \times ALM_j)}$$

*RP = Rohprotein (g/kg), KA = Konsumierbarer Anteil (%), ALM = Anteil potentieller Lebensmittel (%)*

- **Grasbasierte, milchproduzierende Fütterungssysteme schliessen deutlich besser ab!**
- **Beide Proteineffizienzmerkmale sollten berücksichtigt werden.**



# Proteineffizienz und Tierwohl



(Chen et al. 2021)

- Brutto N-Nutzungseffizienz (BNUE)
  - Bereich 14 bis 45 % (Huhtanen & Hristov, 2009)
- Herausforderungen
  - Zeitpunkt und Dauer Erhebung
  - Bestimmung der individuellen Futteraufnahme
    - Schätzung BNUE über Marker
- Beziehung zum Tierwohl
  - Negativ korreliert mit Eutergesundheit, Fruchtbarkeit, Langlebigkeit und Leichtkalbigkeit (Chen et al. 2021)
    - Startphase der Laktation





# Beziehung zwischen Effizienzmerkmalen (Diss. Thorsten Haak)

Korrelationskoeffizienten (r)	FCR	NUE	RFI	REI	RNI
Futteraufwand (FCR)	1				
N-Nutzungseffizienz (NUE)	-0.78	1			
Restfutteraufnahme (RFI)	0.78	-0.56	1		
Restenergieaufnahme (REI)	0.65	-0.67	0.73	1	
Reststickstoffaufnahme (RNI)	0.56	-0.81	0.48	0.73	1

*Futteraufwand: Futter in TS/energiekorrigierte Milch*

*N-Nutzungseffizienz: N-Milch/N-Aufnahme*

*Restfutteraufnahme: effektiver – geschätzter TS-Aufnahme*

*Restenergieaufnahme: effektiver – geschätzte Energieaufnahme (NEL)*

*Reststickstoffaufnahme: effektiver – geschätzte Stickstoffaufnahme*

*$r = 0.62$  zwischen Energie- und Proteinnutzungseffizienz (Basis verd. Energie- bzw. Proteinaufnahme, Phuong et al. 2013)*





# Marker für die Proteineffizienz (Diss. Thorsten Haak)

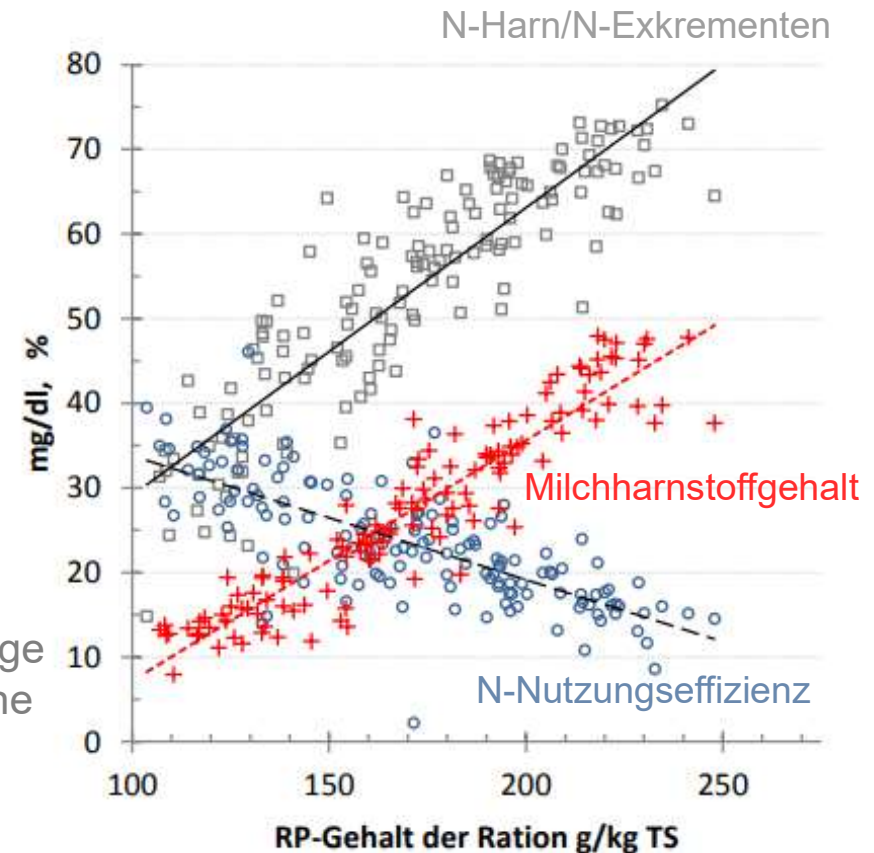
Markergruppen	n	NUE		RNI	
		R <sup>2</sup>	Beste Marker	R <sup>2</sup>	Beste Marker
Tiermerkmale	13	0.01 - 0.57	Milchmenge	0.01 - 0.21	Körpergewicht
Verhalten & Aktivität	46	0.00 - 0.38	Schritte	0.00 - 0.74	Schritte
Blut	35	0.00 - 0.38	$\Delta^{15}\text{N}$	0.00 - 0.48	Harnstoff
Atemgase	3	0.00 - 0.38	O <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>	0.00 - 0.73	O <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>
Haarcortisol	1	0.14		0.13	
Milch	202	0.00 - 0.51	$\Delta^{15}\text{N}$	0.00 - 0.72	Harnstoff
NIRS Kot & Milch	2	0.58 - 0.69	Kot	0.72 - 0.93	Kot
Rektaltemperatur & Wärmebilder	84	0.00 - 0.38	Hinterbein rechts Mittelwert	0.00 - 0.56	Euter hinten Mittelwert

R<sup>2</sup>: Bestimmtheitsmass, <sup>2</sup>NUE: Stickstoffnutzungseffizienz, <sup>3</sup>RNI: Reststickstoffaufnahme



# Einflussfaktor Ration / Fütterung

- Ration / Fütterung *(Bracher 2011, Schori 2020)*
  - N-Zufuhr bzw. N-Gehalt der Ration positiv korreliert mit Futteraufnahme sowie Milchleistung und negativ korreliert mit NUE
  - Energie-Zufuhr (Kohlenhydrate) verbessert die NUE, abnehmend mit zunehmender Zufuhr
  - Aminosäuren (Methionin, Lysin, Histidin) können z.B. reduzierter N-Zufuhr NUE verbessern *(Laroche et al. 2021)*
  - Effekte einer synchronen Energie- und Proteinzufuhr sind in vivo weniger wichtig als theoretisch angenommen *(Cabrita et al. 2006)*
  - Konservierung, Hitzebehandlungen, Tannin und Saponin-haltige Futtermittel sowie ätherische Öle wirken hemmend auf einzelne Schritte des Proteinabbaus *(Walker et al. 2005)*



*(Bracher 2011)*



# Einflussfaktor Tier

- Wenig Studien mit Milchkühen bez. tierspezifischen Einflussfaktoren und NUE
  - Körpergrösse, Alter, Laktationsstadium und Milchleistungspotential *(Blake & Custodio, 1984, Huthanen et al. 2015)*
    - NUE: 0.24 – 0.35 *(abgeleitet von Huthanen et al. 2015)*
  - Rasse und Kreuzungstiere (Genotyp und Heterosiseffekt) *(McDowell & McDaniel 1968)*
    - NUE: 0.286 – 0.326

Kontrolle der Rationen und verbessertes Management zeigen größeres Potential zur Verbesserung N-Effizienz bei laktierenden Kühen als die Selektion von effizienten Kühen *(Huthanen et al. 2015)*



# Begrenzung der Proteinzufuhr in Rindviehfütterung

- Weiterentwicklung des Programms der Graslandbasierten Milch- und Fleischproduktion (GMF)
  - Aktuelles GMF: Wiesenfutteranteil (Tal: 75 %, Berggebiet: 85 %) und  $\leq 10$  % Kraftfutter
    - 2/3 Betriebe, 3/4 Grünlandfläche, 110 Mio. Fr./Jahr
  - Im Gespräch: Varianten 12 % und 18 % RP (Beschränkung der Kraftfuttermenge?)
    - Ziel:
      - Protein aus dem Gras und nicht vom Proteinkonzentrat
      - Wiederkäuergerechten Fütterung
      - Standortangepasste Produktion (Futterbau – Tier)
      - Geringe Konkurrenz zur ackerbaulichen Nahrungsmittelproduktion.

# Auswirkungen Proteinreduktion auf Milchleistung

## Startphase (90 Tage)

- **GMF heute:**
  - 2 kg Getreidemischung
  - 1 kg Proteinkonzentrat
- **GMF 12 %:**
  - 3 kg Getreidemischung

Biobetrieb, Schulbauernhof Sorens, Bergzone 1

32 Kuhpaare (Holstein, Swiss Fleckvieh)

Resultate ersten 6 Milchleistungskontrolle (14-täglich)

Gehäufte Kalbung 1/3 des Jahres (2021)

Gehalte pro kg TS

Dürrfutter: 5.3 MJ NEL, 118 g RP (22 g RP/MJ NEL)

Weidegras: 6.1 MJ NEL, 158 g RP (26 g RP/MJ NEL)

Getreidemischung: 7.7 MJ NEL, 136 g RP (18 g RP/MJ NEL)

Proteinkonzentrat: 8.2 MJ NEL, 412 g RP (50 g RP/MJ NEL)

	GMF heute	GMF 12%	SE	P
Milch (kg d <sup>-1</sup> )	29.6	27.9	0.76	***
ECM (kg d <sup>-1</sup> )	29.1	27.4	0.78	***
Milchfett (g kg <sup>-1</sup> )	40.7	40.3	0.55	-
Milchprotein (g kg <sup>-1</sup> )	30.6	30.8	0.29	-
Laktose (g kg <sup>-1</sup> )	48.1	48.4	0.20	**
Harnstoff (mg dl <sup>-1</sup> )	19.7	15.9	0.58	***
Zellzahl (log 10 ml <sup>-1</sup> )	4.58	4.59	0.05	-

ECM: energiekorrigierte Milch, SE: Standardfehler, P: Irrtumswahrscheinlichkeit

- **Proteineinsatz lohnt sich!**
  - Mindestens in konventioneller Milchproduktion
- 2022: Milchviehfutter 25 % RP



# Schlussfolgerungen

- Die Schweiz importiert beträchtliche Mengen an proteinreichen Futtermitteln und ein grosser Teil wird beim Wiederkäuer eingesetzt.
- Netto-Effizienzmerkmale, die zwischen Futtermitteln und potenziellen Lebensmitteln unterscheiden, sind zu berücksichtigen.
- Tierwohl, Fruchtbarkeit und Langlebigkeit sind bei proteineffizienten Milchkühen zu prüfen.
- Proteineffizienz von Milchkühen kann durch Marker geschätzt werden, ohne dass die Futterraufnahme bekannt ist.
- Die Proteinzufuhr bzw. -gehalt der Ration spielt die grösste Rolle bezüglich der Proteineffizienz oder den Stickstoffausscheidungen.
- Die diskutierte Varianten des Programms Graslandbasierte Milch- und Fleischproduktion begrenzen die Proteinergänzung bei Wiederkäuern.
- Mindestens in konventionellen Milchproduktionsbetrieben scheint sich die Proteinergänzung zu lohnen – sogar über der Bedarfsdeckung.



**Danke für die  
Aufmerksamkeit!**  
(fredy.schori@agroscope.admin.ch)

