

Vergleich verschiedener Toastverfahren von Sojabohnen in der Milchviehfütterung

Qualitätsanalyse und betriebswirtschaftliche Optimierung

Katinka Likus

11.12.2025



Studium mit Gehalt.

Gliederung

- Einführung
- Relevanz
- Ziel
- Methodik
- Ergebnisse
- Fazit

Einführung

- bedarfsgerechte Eiweißversorgung für Gesundheit, Fruchtbarkeit und Milchleistung
- Eiweißmenge und Eiweißqualität
- Eiweißversorgung als Schlüsselfaktor in der ökologischen Milchviehhaltung
 - **wenig hochkonzentrierte, importierte Futtermittel erlaubt**
 - **wenig pansenstabiles Eiweiß (UDP)**
- Körnerleguminosen als regionale Proteinquelle → Sojabohne
- Problem
 - **antinutritive Substanzen**
 - **hohe Pansenabbaubarkeit des Eiweiß**

Relevanz

Toasten

- Behandlung der Futtermittel mit Hitze (Feuchtigkeit, Druck)

Ziel

- Reduzierung der antinutritiven Substanzen (Trypsininhibitoren) → Verdaulichkeit
- Verbesserung Eiweißqualität (UDP, nXP)
 - **UDP = undegraded dietary protein = pansenstabiles Protein**
 - **MP = mikrobielles Protein = im Pansen gebildetes Protein**
 - **nXP = nutzbares Rohprotein = MP + UDP**
- Toasten erhöht Anteil UDP = Erhöhung Menge nXP

Ziel & Forschungsfrage

Ziel

Kombination aus hoher Futterqualität und Wirtschaftlichkeit

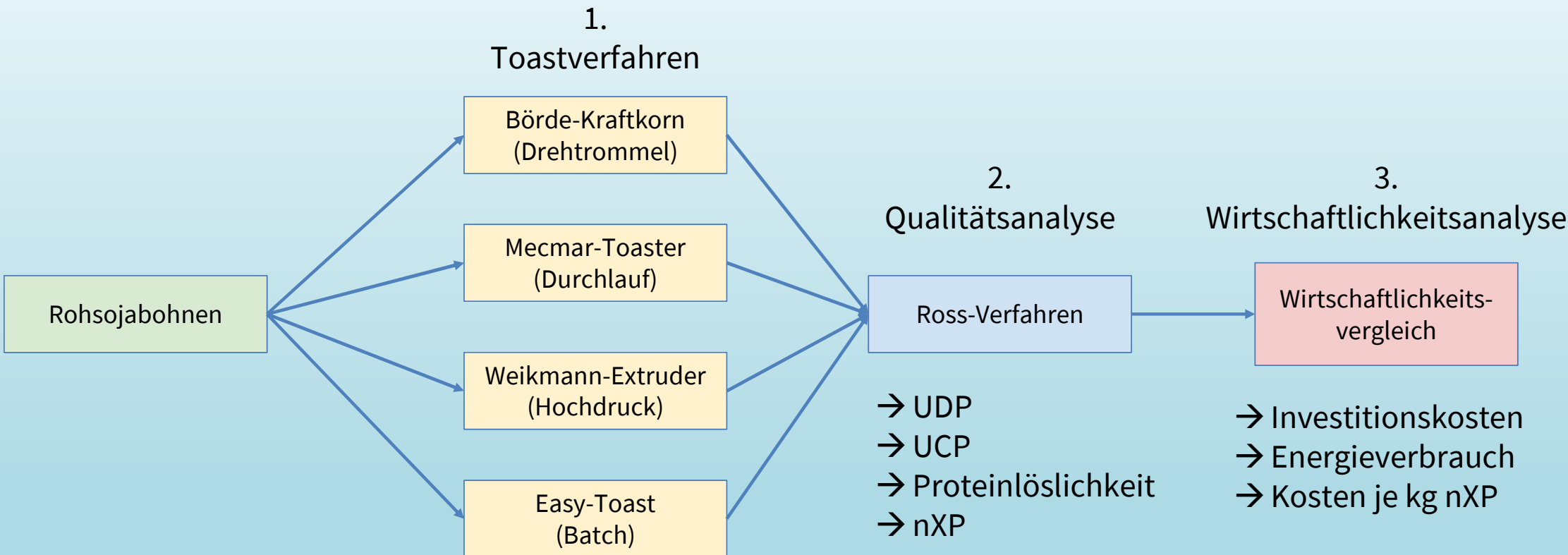
Vergleich vier verschiedener Toastverfahren

- Eiweißqualität (UDP, nXP)
- Wirtschaftlichkeit (€ pro kg nXP)

Forschungsfrage

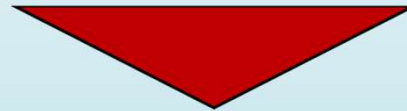
Wie beeinflussen unterschiedliche Toastverfahren die Eiweißqualität und was bedeutet das für die betriebliche Umsetzung in ökologischen Milchviehbetrieben?

Methodik - Vorgehen



Methodik - Toastverfahren

4 Verfahren → unterschiedliche Temperaturen, unterschiedliche Vorgehensweisen, Besonderheiten



Verfahren	Temperatur	Prinzip	Besonderheit
Börde-Kraftkorn	145 °C	Drehtrommel	industriell, externer Dienstleister
Mecmar	115 °C	Durchlauf	Eigenbetrieb, vollautomatisch
Weikmann-Extruder	130 °C – 160 °C	Hochdruck	poröse Struktur, kurze Verweilzeit
Easy-Toast	97 °C	Batch-Verfahren	Eigenbetrieb, vollautomatisch

Abbildung 1: Vergleich verschiedener Toastverfahren

Methodik – Toastreihe Easy-Toast

Zusammenfassung Versuchsprotokoll

- **Ziel**
 - optimaler Temperaturbereich = Protein nachhaltig erhöhen + antinutritive Stoffe inaktivieren
- **Parameter**
 - konstant: Füllmenge, Drehzahl und Nachlaufzeit
 - variabel: Temperatur (zwischen 82 °C und 100 °C)
- **Ablauf**
 - Toasten je Charge, Temperaturmessung während Prozess, Dokumentation Stromverbrauch
- **Ergebnis**
 - Zusammenhang zwischen Zieltemperatur, Prozessdauer und Energieverbrauch
 - 97 °C optimale Temperatur → UDP am höchsten

Qualitätsanalyse – Ross-Analyse

- wissenschaftliches in-vitro Verfahren zur Bestimmung der Dünndarmverdaulichkeit von Proteinen in der Rinderfütterung

1. Pansenfermentation (16h) → Abbau mikrobielles Protein im Pansen
2. Ansäuerung → Bedingungen im Labmagen
3. enzymatische Behandlung → Dünndarmverdauung

Ergebnis

→ **UDP**

→ sidP = verdauliches UDP im Dünndarm

→ **UCP** = unverdauliches UDP (Hitzeschädigung)

→ **Proteinlöslichkeit**

→ **nXP**

- erkennt Hitzeschäden am Protein und erlaubt bessere Einschätzung thermisch behandelter Futtermittel → getoastete Sojabohnen

Verfahren	UDP in % RP
Börde Kraftkorn	54,03
Extruder Weikmann	36,47
Mecmar	54,15
Easy Toast	45,70
Ungetoastet	17,53

Verfahren	UCP in % RP
Börde Kraftkorn	6,26
Extruder Weikmann	23,25
Mecmar	7,14
Easy Toast	9,60
Ungetoastet	12,26

Verfahren	nXP in g/kg TM
Börde Kraftkorn	379,48
Extruder Weikmann	294,51
Mecmar	386,60
Easy Toast	360,33
Ungetoastet	253,88

Ergebnisse - Qualität

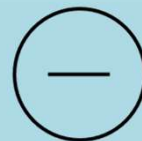


- Börde Kraftkorn
- Mecmar

$$\uparrow \text{UDP} \quad \downarrow \text{UCP} \quad = \quad \uparrow \text{nXP}$$

- Easy Toast

$$\text{— UDP} \quad \text{— UCP} \quad = \quad \text{— nXP}$$



- Extruder Weikmann

$$\downarrow \text{UDP} \quad \uparrow \text{UCP} \quad = \quad \downarrow \text{nXP}$$

Abbildung 2: Ergebnisse Qualitätsanalyse

04.09.2025

Vergleich verschiedener Toastverfahren von Sojabohnen in der Milchviehfütterung

11

Ergebnisse - Wirtschaftlichkeit

Basis

680 Tiere, 1 kg/Kuh/Tag → ~ 250 Tonnen / Jahr

		Verfahren			
	Kostenarten	Börde Kraftkorn	Mecmar	Easy Toast	Extruder Weikmann
fixe Kosten	Investition	-	35.000,00 €	31.500,00 €	-
	Abschreibung	-	10 Jahre (linear)	10 Jahre (linear)	-
	Wartung	-	500,00 € / Jahr	500,00 € / Jahr	-
variable Kosten	Stromkosten	-	0,30 € / kWh	0,30 € / kWh	-
	Stromverbrauch	-	10 kWh / 100 kg	8 kWh / 100 kg	-
	Arbeitskosten	12,82 € / h	12,82 € / h	12,82 € / h	-
	Arbeitsaufwand	1 h / 25 Tonnen	0,25 h / 100 kg	0,50 h / 100 kg	930,00 €
	Transport	1.000,00 € / 25 Tonnen	-	-	-
	Toastung	110,00 € / Tonne	-	-	-
	Reparatur	-	800,00 € / Jahr	800,00 € / Jahr	-
Gesamtkosten (Tonne)		150,51 €	17,22 € (22,42 €)	19,02 € (24,22 €)	930,00 €
Gesamtkosten (Jahr)		37.628,20 €	4.304,25 € (5.604,25 €)	4.754,90 € (6.054,90 €)	232.500,00 €
UDP		227,14 kg / Tonne	237,12 kg / Tonne	199,53 kg / Tonne	-
Kosten / kg UDP		0,66 €	0,07 €	0,10 €	-
PWI		4,30	39,21	33,45	-

Abbildung 3: Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsanalyse

04.09.2025

Vergleich verschiedener Toastverfahren von Sojabohnen in der Milchviehfütterung

12

Fazit

alle Toastverfahren steigern Eiweißqualität von Sojabohnen deutlich

Börde-Kraftkorn: sehr gute Qualität, jedoch teurer durch Transport + ökologisch kritisch

Mecmar-Toaster: beste Kombination aus hoher Eiweißqualität (UDP, nXP) und niedrigeren Kosten

Easy-Toast: mittelmäßige Qualität, jedoch günstig und praxisnah

Weikmann-Extruder: qualitativ und wirtschaftlich unzureichend

→ Mecmar-Toaster qualitativ und wirtschaftlich am besten

Empfehlung

- Investition in eigene Toastanlage von Mecmar ist zukunftssicherste Lösung zur Eiweißversorgung unter Einbezug von wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten

Danke