

Senkung des Energiebedarfs bei der Tränkefütterung in Tränkkälberställen

Dr. agr. K. Bendull/Dr. sc. agr. F. Dahse
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Einleitung und Zielstellung

Bei der Rinderaufzucht ist vor allem die Tränkkälberperiode sehr energieintensiv, weil die Tränkmilch als Hauptfuttermittel in dieser Haltungsperiode zu jeder Mahlzeit erwärmt werden muß. Da in der DDR hauptsächlich Frischmilch bzw. andere Frischtränke im süßen Zustand mit Tränketemperaturen von 38 bis 40°C zur Fütterung verwendet wird, ist der Energiebedarf besonders hoch. Aus der BRD liegen Veröffentlichungen vor, in denen über positive Erfahrungen bei der Anwendung von Kalttränke berichtet wird [1 bis 7]. Dabei handelt es sich um aufgewertete Frischmagermilch bzw. Milchaustauscher, die von den meisten Anwendern mit Ameisensäure konserviert und den Kälbern mit Tränketemperaturen zwischen 12°C und 25°C vorzugsweise im Anschluß an die Kolostralmilchperiode verfüttert werden. In der DDR gestattet der Fachbereichsstandard „Kälberaufzucht“ [8] niedrigere Tränketemperaturen, wenn die Tränken unter Verwendung von Bakterienkulturen (Tränketemperatur 30 bis 35°C) oder von Säuren (Eisessig; Salzsäure; Tränketemperatur 25 bis 30°C) dickgelegt werden.

Mit diesem Beitrag soll gezeigt werden, welche Energieeinsparungen durch den Einsatz dicksaurer Tränke und die Wahl einer zweckmäßigen technischen Lösung zur Tränkeerwärmung möglich sind. Weiter wird dargestellt, wie groß der Energiebedarf verschiedener Mechanisierungslösungen zur Tränkeverteilung ist. In Auswertung der erarbeiteten Bedarfswerte werden die Verfahren und technischen Lösungen aus der Sicht der Energieeinsparung verglichen. Darüber hinaus wird der Einfluß verschieden großer Tierkonzentrationen auf die Höhe des Energiebedarfs bei der Tränkezubereitung betrachtet.

2. Lösungen zur Tränkezubereitung

Bei der Tränkezubereitung werden zwei technische Lösungen für drei Tränkearten verglichen.

Lösung 1 beruht auf dem Prinzip der indirekten Erwärmung. Hierbei befindet sich der Tränkebehälter in einem Wasserbad, die Wärme wird über das Wasserbad auf die Tränke übertragen. **Lösung 2** arbeitet mit direkter Erwärmung. In diesem Fall stehen Heizung und Behälterboden in direkter Verbindung, die Wärme wird direkt auf die Tränke übertragen. Aufgrund unterschiedlicher thermischer Wirkungsgrade bei der indirekten und direkten Wärmeübertragung ist der Energiebedarf zur Erwärmung einer gleichgroßen Milchmenge verschieden hoch.

Bei den Tränkearten handelt es sich um Frischmilch (O-Variante) und um zwei Sauermilchformen. Die Frischmilch wird von 10°C auf 40°C erwärmt, während die mit Bakterienkulturen dickgelegte Milch von 10°C auf durchschnittlich 32°C und die mit Eisessig bzw. Salzsäure behandelte Milch von 10°C auf durchschnittlich 27°C zu erwärmen ist. Für diese im Standard [8] geforderten Temperaturen sind die Energiebedarfswerte zu bestimmen.

Den Berechnungen des Energiebedarfs liegt eine Tränkeration von 10 l/Tier · d, bestehend aus 7 l Milchtränke und 3 l Warmwasser, zugrunde. Dabei wird unterstellt, daß die Erwärmung der Milchtränke mit Elektroenergie in Milcherwärmern und die Erzeugung von warmem Wasser in der Heizanlage des Kälberstalls auf der Basis von Braunkohlenbriketts (BB) erfolgt. Sie werden zum Gesamtenergiebedarf in MJ zusammengefaßt. Der angegebene Energiebedarf enthält neben dem Bedarf für die Erwärmung auch den für den Tränkeumschlag vom Lagerbehälter in die Erwärmereinrichtung. In die Energiekalkulationen sind eingegangen:

– 1 kWh (Primärenergie) mit 10,8 MJ (bei Berücksichtigung der Wandlungsverluste)

– 1 kg DK mit 42 MJ

– 1 kg BB mit 19,3 MJ.

Zur Vervollständigung der Aufwandcharakteristik und zur Gesamteinschätzung der Verfahren sind außer den Energiebedarfswerten auch die Investitionen und die lebendige Arbeit mit einbezogen worden.

3. Ergebnisse

In den Tafeln 1 bis 3 sind die Ergebnisse der Analyse zusammengestellt. Der Schwerpunkt im Energiebedarf liegt bei der Tränkezubereitung. Beim Vergleich der Bedarfswerte (Tafel 1) ist ein erheblicher Unterschied zwischen Frischmilch und den beiden Sauermilchtränken festzustellen. Wird der Energiebedarf für die Bereitung von Frischmilch gleich 100% gesetzt, so belaufen sich die Vergleichswerte für Sauermilch mit 32°C auf 73% und mit 27°C auf 57%. In Naturalaufwendungen ausgedrückt, bedeuten die Unterschiede, daß je Kalb und Tränkperiode im K1-Bereich bis zu 9 kWh Elektroenergie und bis zu 1,2 kg Braunkohlenbriketts weniger verbraucht werden können, wenn anstelle von Frischmilch dickgelegte Sauermilch verfüttert wird.

Demgegenüber beansprucht die Tränkeverteilung absolut und relativ nur einen geringen Energiebedarf.

Neben den Ansatzpunkten zur Senkung des Energiebedarfs durch Anwendung energieeffizienter günstiger Tränkeformen finden sich auch solche bei der verfügbaren landtechnischen Ausrüstung zur Tränkezubereitung. Das ist aus den Bedarfswerten in Verbindung mit den technischen Lösungen 1 und 2 ersichtlich. Danach ist der Energiebedarf der Lösung 2 mit direkter Erwärmung rd. 25% niedriger als der Vergleichswert der

Tafel 1. Bedarfswerte für die Tränkefütterung je Kalb und Aufzuchtperiode im K1-Bereich (56 Tränktage); angenommene Tierkonzentration: 200 Kälber

lfd. Nr.	technische Lösung der Tränkezubereitung	Verfahren/Mechanisierungsstufe bei Tränkeverteilung	Investitionen M/Tpl.	lebendige Arbeit AKh	Tränkezubereitung						Tränkeverteilung		Gesamtenergiebedarf		
					Frischmilch Erwärmung von 10 auf 40°C		Sauermilch Erwärmung von 10 auf 32°C		Sauermilch Erwärmung von 10 auf 27°C		kWh	DK kg	Frischmilch Erwärmung von 10 auf 40°C	Sauermilch Erwärmung von 10 auf 32°C	Sauermilch Erwärmung von 10 auf 27°C
					kWh	BB kg	kWh	BB kg	kWh	BB kg			MJ	MJ	MJ
1	1	Handarbeit	115,-	3,3	21,0	2,74	15,4	2,01	11,9	1,55	–	–	279,7	205,1	158,4
	2		65,-		15,8	2,74	11,6	2,01	9,0	1,55	–	–	223,5	164,1	127,1
2	1	Handkarren	145,-	2,6	21,0	2,74	15,4	2,01	11,9	1,55	0,1	–	280,8	206,2	159,5
	2		90,-		15,8	2,74	11,6	2,01	9,0	1,55	0,1	–	224,6	165,2	128,2
3	1	kombinierte	170,-	1,5	21,0	2,74	15,4	2,01	11,9	1,55	0,7	–	287,3	212,7	166,0
	2	Milchleitung	115,-		15,8	2,74	11,6	2,01	9,0	1,55	0,7	–	231,1	171,7	134,7
4	1	stationäre Eimerkette	400,-	0,8	21,0	2,74	15,4	2,01	11,9	1,55	1,1	–	291,6	217,0	170,3
	2	mobile Einrichtung, Basis Multicar	345,-		15,8	2,74	11,6	2,01	9,0	1,55	1,1	–	235,4	176,0	139,0
5	1	stationärer Tränkeautomat	395,-	1,0	21,0	2,74	15,4	2,01	11,9	1,55	0,1	1,25	333,3	258,7	212,0
	2	mobiler Fütterungsautomat	340,-		15,8	2,74	11,6	2,01	9,0	1,55	0,1	1,25	277,1	217,7	180,7
6	1	Tränkeautomat	–	0,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	2		200,-		25,1 ¹⁾	–	–	–	–	–	–	–	271,1	–	–
7	1	stationärer Tränkeautomat	400,-	0,8	21,0	2,74	15,4	2,01	11,9	1,55	3,8	–	320,7	246,1	199,4
	2	mobiler Fütterungsautomat	340,-		15,8	2,74	11,6	2,01	9,0	1,55	3,8	–	264,5	205,1	168,1

1) Energiebedarf für Zubereitung und Verteilung

Lösung 1 mit indirekter Erwärmung. Die Wahl der Lösung 2 ist somit bei Sauermilch mit einem niedrigeren Verbrauch von 3 bis 4 kWh je Kalb verbunden. Außerdem ist die Erstaussstattung bei Lösung 2 um mehr als 40% billiger als bei Lösung 1. Dem Argument, daß bei Lösung 2 ein Anbrennen der Tränke leichter möglich ist, kann entgegengesetzt werden, daß die Tränke nicht pasteurisiert und auf 85°C, sondern nur bis etwa 40°C erwärmt werden muß. Wird der Gesamtenergiebedarf der direkt erwärmten Sauermilch mit 27°C als niedrigster Energiebedarf (127,1 MJ) dem Bedarf der indirekt erwärmten Frischmilch als höchstem Wert (279,7 MJ) gegenübergestellt, dann errechnet sich aus dem Übergang zur Sauermilch in Verbindung mit direkter Erwärmung eine Energiereduzierung von insgesamt rd. 55% (Handarbeit, Verfahren 1). Durch den Einsatz von Mechanisierungslösungen zur Tränkeverteilung (Tafel 2), wie Milchpumpen sowie mobile oder stationäre Verteilrichtungen, steigt der Bedarf in den Verfahren 2 bis 5 und 7 an. Trotz mechanisierter Verteilung verbleiben nach den Verfahren 2 bis 5 und 7 für die Variante Sauermilch mit 27°C niedrigere Verbrauchsbeträge von 54, 52, 50, 35 und 40% gegenüber indirekt erwärmter Frischmilch und Handarbeit.

Auch die Tierkonzentration hat bis zu einer gewissen Größe Einfluß auf den Energiebedarf der Tränkezubereitung (Tafel 3). Die kalkulierten Werte weisen für 100 Kälber einen Bedarf aus, der gegenüber 50 Kälbern für die Variante Sauermilch mit 27°C, indirekt erwärmt, um 2,3 kWh bzw. 16% niedriger ist. Gründe dafür sind die höhere Auslastung der Zubereitungseinrichtungen für die Tränke und als Folge davon höhere thermische Wirkungsgrade. Die Senkungsrate im Energiebedarf nimmt mit zunehmender Auslastung der Einrichtung ab (Tafel 3). Daher ist festzustellen, daß aus der Sicht der günstigsten Auslastung der Tränkezubereitungskapazität 200 bis 300 Kälber als unterste Tierkonzentration anzusehen sind.

Das arbeitswirtschaftlich günstigste Verfahren für die Tränkefütterung ist bei Berücksichtigung der in Tafel 1 enthaltenen kalkulierten Werte das Verfahren 4 (stationäre Eimerkette). Allerdings ist die Tränkeverteilung sehr investitions- und materialaufwendig. Die stationäre Eimerkette ist auch für Queraufstallung und Hygieneeinheiten mit 20 bis 40 Tierplätzen nicht geeignet. Sie bleibt großen Anlagen mit Längsaufstallung, in denen an einer Kette etwa 200 Tiere gehalten werden, vorbehalten.

Für Tränkkälberställe mit bis zu 500 Tierplätzen, in denen die Kälber in mehreren Teilställen, in Ställen mit mehreren kurzen Futtergängen oder in Queraufstallung gehalten werden, ist neben Sauermilch und direkter Erwärmung das Verteilverfahren 3 (kombinierte Milchleitung) als Vorzugsverfahren zu empfehlen. Es liegt im Energiebedarf unter Verfahren 4, beansprucht nur etwa ein Drittel der Investitionen, verursacht jedoch den doppelten Bedarf an lebendiger Arbeit. Gegenüber Verfahren 1 mit Frischmilch und Handarbeit bestehen eindeutige Vorteile durch Arbeitserleichterung, Senkung des Be-

Tafel 2. Erläuterung der Verfahren zur Tränkeverteilung

lfd. Nr.	Verfahren/ Mechanisierungsstufe	Beschreibung
1	Handarbeit	manueller Transport, manuelle Dosierung und Verteilung
2	Handkarren	Fahrwerk mit Tränkebehälter, manuelle Bewegung des Karrens, manuelle Dosierung und Verteilung
3	kombinierte Milchleitung	vom Zubereitungsraum bis Stallmitte stationär verlegte Rohrleitung mit anschließendem flexiblen Gummischlauch, Förderung mit Pumpe, manuelle Dosierung und Verteilung
4	stationäre Eimerkette	endlose, nach Kreisfördererprinzip arbeitende Kette mit Futtergefäßen, Verwendung von Dosierern, automatisierte Dosierung und Verteilung
5	mobil, Basis Multicar	mobiler Transport zubereiteter Tränke, manuelle Dosierung und Verteilung
6	stationärer Tränkeautomat	stationäres Gerät zur Herstellung und Verteilung von Tränke entsprechend Fütterungsprogramm an in Gruppen gehaltene Kälber
7	mobiler Fütterungsautomat	selbstfahrendes Gerät zur Dosierung und Verteilung, Erledigung von Produktionskontrollaufgaben (Futterverzehr), 2 bis 6 Fütterungen in 24 h

Tafel 3. Bedarf an Elektroenergie in kWh für die Tränkezubereitung (Milchanteil) je Kalb und Aufzuchtperiode in Abhängigkeit von der Tierkonzentration

Tierkonzentration (Kälberanzahl)	Frischmilch Erwärmung von 10 auf 40°C		Sauermilch Erwärmung von 10 auf 32°C		Erwärmung von 10 auf 27°C	
	technische Lösung		technische Lösung		technische Lösung	
	1	2	1	2	1	2
St.						
50	25,0	17,0	18,3	12,5	14,2	9,7
100	21,0	16,3	15,4	11,9	11,9	9,2
200	21,0	15,8	15,4	11,6	11,9	9,0
300	20,0	15,4	14,6	11,3	11,3	8,7
400	20,8	15,4	15,3	11,3	11,8	8,7
500	20,6	15,5	15,1	11,4	11,7	8,8
600	19,9	15,4	14,6	11,3	11,3	8,7
700	20,2	15,3	14,8	11,2	11,4	8,7
800	20,1	15,4	14,8	11,3	11,4	8,7
900	19,8	15,4	14,5	11,3	11,2	8,7
1 000	19,9	15,3	14,6	11,3	11,3	8,7

darfs an lebendiger Arbeit um mehr als 50% und Senkung des Energiebedarfs.

Das Verteilverfahren 5 (selbstfahrender Tränkebehälter) ist vor allem für Kälberanlagen mit mehr als 500 Tierplätzen, mehreren Ställen und durchfahrbaren Futtergängen geeignet.

Das Verteilverfahren 7 (mobiler Fütterungsautomat) ist gegenwärtig nur konzeptionell vorhanden und könnte für die Zukunft von Bedeutung sein.

4. Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Kalkulationen zum Energiebedarf machen deutlich, daß durch Verwendung dickgelegter Milchtränke anstelle von süßer Frischmilch und den Einsatz technischer Einrichtungen für die Tränkezubereitung mit direkter anstelle indirekter Erwärmung der Energiebedarf für die Tränkefütterung auf 50% gesenkt werden kann. Eine weitere Senkung um etwa 5% auf insgesamt 45% ist durch Übereinstimmung von Tierkonzentration und vorhandener Tränkezubereitungskapazität (möglichst hohe Auslastung) möglich.

Das gegenwärtige Bestverfahren zur Aufzucht von Tränkkälbern für Kälberställe mit bis zu 500 Tierplätzen ist demnach gekennzeichnet durch

- dickgelegte Milchtränke mit einer Tränketemperatur von 27°C
- Zubereitungseinrichtungen mit direkter Erwärmung
- kombinierte Milchleitung zur Tränkeverteilung.

Literatur

- [1] Stolpmann, V.: Theorie und Praxis der Kälberaufzucht nach dem Kaltränkeverfahren. Kraftfutter, Hannover 61 (1978) 9, S. 452-458.
- [2] Bothmer, G.: Sauertränke macht Kälber stark. Methode und Milchaustauscher müssen stimmen. DLG-Mitteilungen, Frankfurt (Main) 96 (1981) 23, S. 1236-1238.
- [3] Beck, H.; Gödde, M.; Gropp, J.: Kaltränke in der Kälberernährung. Lohmann-Information, September/Oktober 1977, S. 1-8.
- [4] Raue, F.: Kälberaufzucht. Arbeiten der DLG, Frankfurt (Main) (1980) Band 167, S. 1-88.
- [5] Koller, G.; Boxberger, J.: Fütterungsverfahren für Kälberaufzucht und Kälbermast. Landtechnik, Lehre 33 (1978) 5, S. 216-220.
- [6] Jungrinderaufzucht und Kälbertränke. Ergebnisse einer Arbeitstagung der Futterberater. DLG-Mitteilungen, Frankfurt (Main) 93 (1978) 11, S. 660.
- [7] Kälberaufzuchtverfahren. DLG-Mitteilungen, Frankfurt (Main) 94 (1979) 3, S. 155.
- [8] TGL 22256/01 Rinderproduktion, Kälberaufzucht, Technologische Parameter. Ausg. 9.81.

A 4953