

Erwärmtes Tränkwasser für Milchkühe?

Jürgen Beck¹, Daniela Katzschke¹ und Herbert Steingaß²

¹ Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, Stuttgart

² Universität Hohenheim, Institut für Tierernährung, Stuttgart

In jüngster Vergangenheit wurde immer wieder von Milchviehhaltern und von Seiten der Hersteller behauptet, eine Anwärmung des Tränkwassers könnte Futteraufnahme, Leistung und Tiergesundheit insbesondere bei Hochleistungskühen verbessern. Dies war der Grund für eine Untersuchung (4 Versuchsperioden), die an der Versuchsstation für Nutztierbiologie und Ökologischen Landbau der Universität Hohenheim durchgeführt wurde. Der Einfluss des erwärmten Tränkwassers (mit 24 °C, 17 °C, 24 °C) wurde verglichen mit der Wirkung eines konstant 3 °C kalten Wassers anhand der Untersuchungsparameter Futter- und Wasseraufnahme, Milchleistung und -inhaltsstoffe sowie dem Trinkverhalten.

Hierbei wurden folgende Resultate erzielt:

- tägliche Aufnahme an Grund- und Kraftfutter – nicht beeinflusst;
- tägliche Wasseraufnahme – teilweise signifikanter Einfluss (mehr kaltes Wasser getrunken);
- gesamte tägliche Trinkdauer – signifikant länger bei kaltem Wasser, langsamere Aufnahme;
- tägliche Milchleistung (FECM) – nicht signifikante Tendenz zu besserer Leistung bei kaltem Wasser;
- Milchfettgehalte – nicht signifikante Tendenz zu höheren Werten bei kaltem Wasser;
- Körperlebensmasse – nicht beeinflusst;
- Wahlversuch: 94,4 % der täglichen Wasseraufnahme in Form von warmem Wasser;
- Reduzierter Wärmeüberschuss der Hochleistungskuh bei kaltem Wasser.

*Die Erwärmung des Trinkwassers für Milchkühe auf 17 bzw. 24 °C, um damit die Milchleistung zu steigern macht daher keinen Sinn. Darüber hinaus ist mit einem Energieverbrauch für die Beheizung auf 24 °C von umgerechnet 2,4 kWh / Kuh*Tag zu rechnen. Dies entspricht täglichen Stromkosten von ca. 0,54 DM/ Kuh*Tag, was durch eine Mehrleistung von ca. einem Liter pro Tag ausgeglichen werden könnte, die jedoch nicht zu realisieren waren. Soll die Wasserversorgung lediglich frostfrei gewährleistet sein, so bieten sich hierfür mit Sicherheit kostengünstigere Lösungen an.*

Schlüsselwörter

Tränkwasser, Erwärmung, Milchvieh, Futteraufnahme, Milchleistung, Milchfettgehalt, Verhalten, Wirtschaftlichkeit

Problemstellung

In der landwirtschaftlichen Praxis und von Seiten der Tränkenhersteller wird in jüngster Zeit immer wieder die Ansicht vertreten, dass eine Anwärmung des Tränkwassers für Hochleistungskühe zu höherer Futteraufnahme und positiven Wirkungen auf Milchleistungen und Tier-

gesundheit führt. Zahlreiche Untersuchungen befassten sich bereits in der Vergangenheit (von 1951 bis 1990) mit den Auswirkungen unterschiedlicher Tränkwassertemperaturen auf die Leistung von Wiederkäuern [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10], jedoch mit z. T. recht widersprüchlichen Ergebnissen. Diese aktuelle Fragestellung wurde daher an der Versuchsstation für

Nutztierbiologie und Ökologischen Landbau der Universität Hohenheim, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Tierernährung in Hohenheim, in 4 Versuchsperioden unter Einsatz präziser Verfahren der Messwerterfassung überprüft. Dabei wurde der Einfluss von erwärmtem Tränkwasser im Vergleich zu einer konstant kalten Tränke anhand der Parameter Futter- und Wasseraufnahme, Milchleistung und Trinkverhalten untersucht.

Versuchstiere und Methoden

In drei Versuchsdurchgängen (V1, V2, V3) wurde der Versuchsgruppe temperiertes Wasser (24 °C, 17 °C, 24 °C) angeboten und die Daten mit denen der Kontrollgruppe verglichen, welcher stets 3 °C kaltes Wasser zur Verfügung stand. Die Untersuchungen waren in Form eines Wechselversuches von 2 x 4 Wochen Dauer angelegt. Der vierte Versuch wurde als dreiwöchiger Wahlversuch durchgeführt, wobei die Tiere zwischen 3 °C und 24 °C Wassertemperatur frei wählen konnten. Die Irrtumswahrscheinlichkeit bei der statistischen Auswertung war stets $\alpha = 0,05$.

Alle Versuche fanden auf der Versuchsstation für Nutztierbiologie und ökologischen Landbau der Universität Hohenheim („Meiereihof“) statt. Es waren maximal 20 Milchkühe der Rasse Deutsche Holstein (schwarzbunt) mit über 25 kg durchschnittlicher Milchleistung beteiligt. Die Tiere wurden in einem Außenklimastall (Liegeboxenlaufstall, Hochboxen, Spaltenboden) gehalten, zweimal täglich im 2x3 Auto-Tandem Melkstand gemolken und mit einer aufgewerteten Grundfuttermischung plus zusätzlichem Kraftfutter an 2 Abrufstationen gefüttert. Wesentliche Komponenten der Grundfuttermischung waren Maissilage, Grassilage, Heulage, Öhmd, Ergänzungsfutter und Sojaschrot. Der Trockensubstanz- und Energiegehalt (in TS) der Ration lag bei 47,1 % und 5,7 MJ NEL im ersten Versuch, 46,2 % und 5,6 MJ NEL im zweiten Versuch, 41,6 % und 5,6 MJ NEL im dritten Versuch sowie 42,7 % und 5,5 MJ NEL im Wahlversuch. Das Kraftfutter enthielt 8,3 MJ NEL/kg TS. Die Zuteilung erfolgte individuell nach

Milchleistung, wobei von einer Grundfutterleistung von 9 kg Milch ausgegangen wurde. Die Freßplätze waren als Einzeltröge mit computergesteuerter Troglappe ausgeführt, die auf präzisen Wiegestäben (+/- 10 g) gelagert und mit Sendempfangseinheiten für die Halsbandresponder ausgestattet waren (**Bild 1**).



Bild 1: Einbindung der beheizten Vorratstränke in die Wiegetechnik und Datenerfassung der Anlage zur Ermittlung der Grundfutteraufnahme (Versuchsstation für Nutztierbiologie und ökologischen Landbau "Meiereihof")

So konnten die Daten der Futteraufnahme tierindividuell erfasst werden. Auf die gleiche Weise erfolgte die Ermittlung der tierindividuellen Tränkwasseraufnahme. Durch die computergesteuerte individuelle Zugangserlaubnis zu einer bestimmten Tränke war eine räumliche Trennung von Versuchs- und Kontrollgruppe nicht notwendig. Das Wasser der Vorratstränke (Fassungsvermögen rund 130 l) wurde mit einem Heizstab (3 kW) erwärmt bzw. durch ein Milchkühlaggregat gekühlt. Neben der Futter- und Wasseraufnahme wurden täglich auch die Lebendmasse der Tiere und die Milchleistung automatisch erfasst. Einmal pro Woche wurden die Milch Inhaltsstoffe analysiert. Außerdem wurde der Stromverbrauch der Warmwassertränke erfasst. Wetterdaten standen vom Institut für Physik und Meteorologie der Universität Hohenheim zur Verfügung.

Ergebnisse

In keinem der drei Versuche konnten zwischen den beiden Wassertemperaturen signifikante Unterschiede ($\alpha = 0,05$) in der

Grund- und/oder Kraftfutteraufnahme festgestellt werden. Es wurden in durchschnittlich 46 Fressperioden pro Tag 11,40 bis 12,35 kg TS an Grundfutter pro Kuh aufgenommen, was 2,98 bis 3,55 h in Anspruch nahm. In einer Fressperiode wurden 0,27 bis 0,32 kg TS/Kuh gefressen. Entsprechend der Milchleistung wurden Kraftfuttermengen von 6,3 bis 7,6 kg TS/d*Tier verzehrt.

Die Wasseraufnahme war nur zum Teil signifikant durch die Wassertemperatur beeinflusst. In den Versuchen 1 und 2 wurde tendenziell mehr kaltes Wasser getrunken als warmes (67,04 l gegen 66,43 l und 69,66 l gegen 66,70 l). Im dritten Versuch (**Bild 2**) war der Unterschied jedoch signifikant: 65,15 l bei Kaltwasser gegen 53,20 l bei Warmwasser.

Die Anzahl der Trinkvorgänge pro Kuh und Tag reichte von 7,50 bis 9,14. Die tägliche Trinkdauer pro Tier war in allen Versuchen bei kaltem Wasser signifikant höher: 20,38 gegen 13,92 min (V1), 24,14

gegen 15,70 min (V2) und 23,64 gegen 13,19 min (V3). Mit Ausnahme des dritten Versuchs war die pro Trinkvorgang aufgenommene Wassermenge nicht signifikant verschieden, obwohl bei kaltem Wasser mehr aufgenommen wurde (8,57 gegen 8,36 l bei V1, 9,21 gegen 8,84 l bei V2 und 10,01 gegen 8,16 l bei V3). Somit war auch die Trinkgeschwindigkeit bei kaltem Wasser signifikant langsamer als bei warmem Wasser. Sie variierte in den drei Versuchen von 3,53 bis 4,01 l/min bei kaltem und von 4,53 bis 5,35 l/min bei warmem Wasser.

In der Milchleistung ließen sich bei den verschiedenen Wassertemperaturen aller Versuche keine signifikanten Unterschiede ermitteln. Beispielhaft wird dies in **Bild 3** für den Vergleich von 3°C und 17°C dargestellt. Dennoch lag die Leistung bei kaltem Wasser tendenziell höher als bei erwärmtem Wasser. Auch der Milchfettgehalt zeigte bei kaltem im Gegensatz zu warmem Wasser eine steigende Tendenz (**Tabelle 1** und **Bild 4**). Der

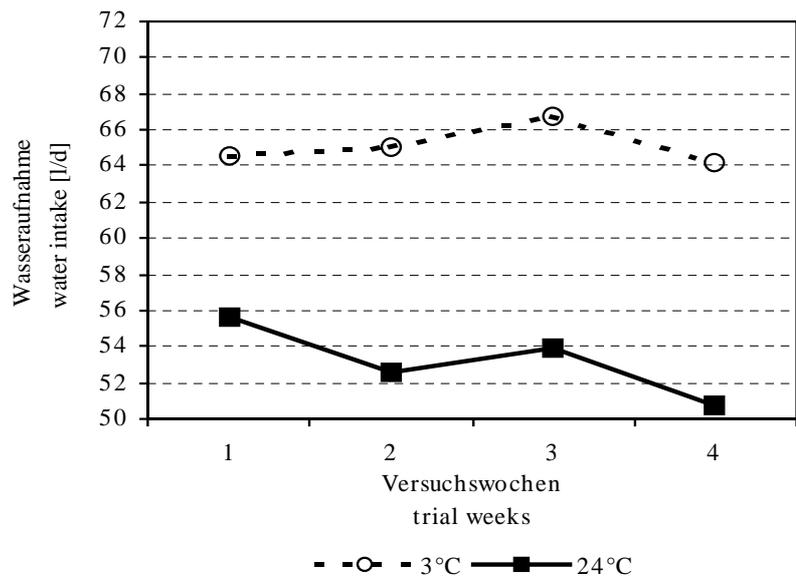


Bild 2: Wasseraufnahme/Kuh und Tag bei 3°C und 24°C (gesamte Herde, V3)

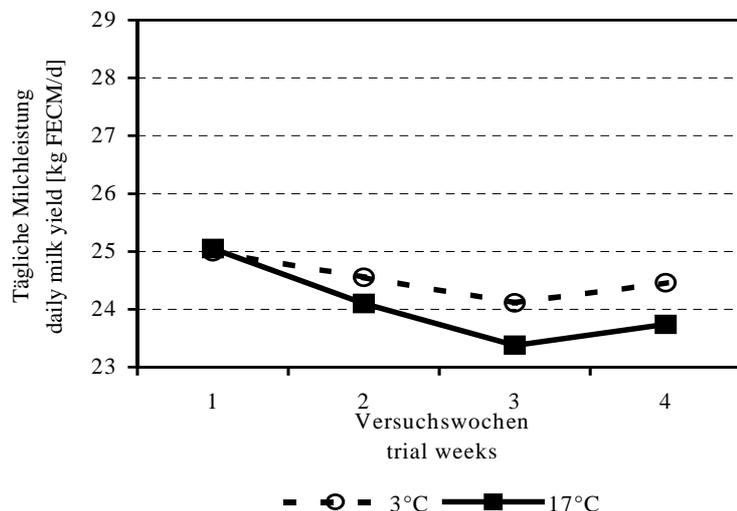


Bild 3: Tägliche Milchleistungen bei 3°C und 17°C (gesamte Herde, V2)

Milcheiweißgehalt blieb im Gegensatz dazu unbeeinflusst.

Die Lebendmasse der Tiere in den einzelnen Versuchen wurde von der Trinkwassertemperatur nicht beeinflusst.

Die mittlere Minimal-/ Maximaltemperaturen der Außenluft betragen in V1 3,7 °C / 12,2 °C, in V2 10,5 °C / 20,4 °C und in V3 -0,9 °C / 5,0 °C.

Der Wahlversuch (V4) zeigte eindeutig, dass die Kühe bei freier Wahl der Tränke und damit der Tränketemperatur das erwärmte Tränkwasser statistisch signifikant bevorzugten. Sie deckten 94,4 % ihres Wasserbedarfs mit 24 °C warmen Wasser. Von insgesamt durchschnittlich 68,34 l/d waren nur 3,85 l aus der Kalttränke aufgenommen worden. Bei der Auswertung des Trinkverhaltens im Tagesverlauf wurden zwei Haupttrinkzeiten jeweils nach dem Melken festgestellt. Zwischen 0 und 6 Uhr fiel die Zahl der Tränkebesuche pro Stunde kontinuierlich ab. In den beiden Hauptbesuchszeiten (zusammen 6 h) wurden 41,57 % der täglichen Gesamtwassermenge von der Herde getrunken. Während der Besuchsspitze am Nachmittag wurde mehr Wasser aufgenommen als während der Vormittagsspitze. Die mittlere Maximaltemperatur der Außenluft betrug während des Wahlversuchs 21,8 °C, die mittlere Minimaltemperatur 12,2 °C.

Diskussion

Die Höhe der täglichen Futterraufnahme zeigte sich in allen drei Versuchen als von der Wassertemperatur unbeeinflusst (**Tabelle 2**).

Vielmehr können die Unterschiede mit Hilfe der unterschiedlichen Milchleistung erklärt werden: Die durchschnittlichen täglichen Milchleistungen lagen gerundet bei 25 kg (V2), 27 kg (V1) und 29 kg (V3). Betrachtet man die Grundfutterraufnahme, so zeigen sich relativ konstante Werte. Das Kraftfutter wurde leistungsabhängig zugeteilt, folglich unterschieden sich die aufgenommenen Mengen der drei Versuche. Die höhere Gesamfutterraufnahme in Versuch 1 gegenüber Versuch 2 von rund 0,7 kg TS/d liegt hauptsächlich in der höheren KF-Aufnahme begründet, denn die Tiere fraßen etwa 7 % mehr KF und nur etwa 2,5 % mehr GF. Versuch 3 ist ein Beispiel für die Grundfutterminderung. Die Gesamfutterraufnahme ist in V3 annähernd die gleiche wie in V1, die GF-Aufnahme ist jedoch um etwa 0,8 kg TS vermindert.

Es ist bekannt, dass der thermoneutrale Bereich bei Milchkühen mit steigender Leistung nach unten verschoben wird. Aufgrund der hohen Stoffwechselleistung

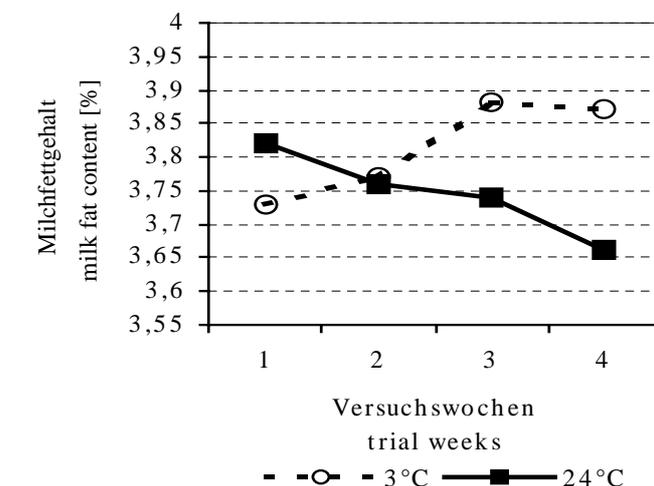


Bild 4: Entwicklung des Milchfettgehaltes bei 3° C und 24° C (gesamte Herde, V1)

Tabelle 1: Milchleistung und Fettgehalt in Abhängigkeit von der Tränketemperatur

Versuch (Tränketemperatur)	Anzahl Kühe	Kalttränke		Warmtränke	
		FECM (kg)	Fettgehalt (%)	FECM (kg)	Fettgehalt (%)
V1 (3° / 24°C)	20	25,92	3,81	25,99	3,75
V2 (3° / 17°C)	18	24,53	3,87	24,07	3,83
V3 (3° / 24°C)	18	28,23	3,82	27,95	3,78

Tabelle 2: Einfluss der Wassertemperatur auf die Grund- und Kraftfutterraufnahme bei unterschiedlicher Milchleistung für alle drei Versuche

Wassertemperatur	Versuch 1		Versuch 2		Versuch 3	
	3°C	24°C	3°C	24°C	3°C	24°C
Milchleistung [kg/d]	26,72	27,05	24,87	24,57	29,21	29,04
Grundfutter [kg TS/d]	12,09	12,35	12,01	11,85	11,40	11,44
Kraftfutter [kg TS/d]	6,76	6,87	6,42	6,34	7,64	7,64
Grundf. + Kraftf. [kg TS/d]	18,85	19,22	18,43	18,19	19,04	19,08

wird viel Überschusswärme produziert, die es abzuführen gilt. Dies stellt eine Belastung für das Tier dar und geht zu Lasten des Energiehaushalts, zumal bestimmte Mechanismen zur Wärmeabgabe auch Energie verbrauchen (z. B. Hecheln, Erhöhung des Blutflusses). Wasser hat eine hohe Wärmekapazität und eignet sich daher sehr gut, um Wärme abzuführen bzw. um einen Körper zu kühlen. Die vom Wasser aufgenommene Wärmemenge kann berechnet werden:

$$\text{Wassermenge / d in [l]} \cdot \Delta T \cdot 4,186 = \text{vom Wasser aufgenommene Wärmemenge / d in [kJ]} \quad (1)$$

ΔT ist hierbei die Differenz zwischen der Körpertemperatur (mit 39 °C angenommen) und der Tränkwassertemperatur.

In der folgenden **Tabelle 3** wurden die Werte für die drei Versuche ermittelt. Man kann deutlich erkennen, dass das kalte Wasser täglich doppelt soviel Wärme aufnimmt, wie das erwärmte. Die tägliche Wärmefreisetzung einer Milchkuh kann in Abhängigkeit ihrer

Milchleistung nach der folgenden Formel überschlägig nach [11] berechnet werden:

$$H = ME_m + ME_l - NEL_l \cdot \text{Milchleistung [kg/d]} \quad (2)$$

wobei:
 H = tägliche Wärmeproduktion in MJ/d
 ME_m = Energiebedarf für Erhaltung aus umsetzbarer Energie (ME): 0,48 MJ/W^{0,75}
 ME_l = Energiebedarf für die Milchbildung: 5,3 MJ/kg FECM
 NEL_l = Energiegehalt der Milch: 3,17 MJ/kg FECM.

Am Beispiel des ersten Versuches soll die Wärmefreisetzung berechnet werden. Die Tiere wogen hier im Durchschnitt rund 620 kg. Das entspricht einer metabolischen Lebendmasse W^{0,75} von 124 kg. Die Milchleistung lag bei etwa 26 kg FECM. In die Gleichung (2) eingesetzt ergibt sich eine tägliche Wärmeproduktion von:

$$H = 0,48 \text{ MJ/kg} \cdot 124 \text{ kg} + (5,3 \text{ MJ/kg FECM} - 3,17 \text{ MJ/kg FECM}) \cdot 26 \text{ kg FECM}$$

$$H = 114,9 \text{ MJ}$$

Für die Erhaltung der Körpertemperatur werden im thermoneutralen Bereich aber nur 0,293 MJ/kg W^{0,75} benötigt. In diesem Falle wären das rund 36 MJ/d. Die Differenz zwischen produzierter und benötigter Wärmemenge ist Überschusswärme: 79 MJ/d. In V1 könnten mit der absorbierten Wärmemenge von 10,1 MJ/d bei 3 °C Wassertemperatur rund 12,8 % der Überschusswärme beseitigt worden sein, ohne dass das Tier dafür Mechanismen der Thermoregulation einsetzen müsste. Bei 24 °C Wassertemperatur wären es dagegen lediglich 5,3 %. Für die Milchkuh könnte demnach kaltes Trinkwasser die Abgabe von Überschusswärme erleichtern und somit die Stoffwechselbelastung verringern.

Diese doch eher positive Wirkung des kalten Wassers scheinen die Tiere nicht direkt zu registrieren. Zumindest scheint ihnen das angenehmere Gefühl beim Trinken von warmem Wasser bewusst zu sein, da sie dieses bei freier Wahlmöglichkeit (V4) mit 94% eindeutig bevorzugten.

Die Wasseraufnahme erfolgte in zwei Hauptbesuchszeiten morgens von 7 bis 10 Uhr und abends von 17 bis 20 Uhr jeweils nach dem Melken. Es ist bekannt, dass auch die Futtermittelaufnahme einer circadianen Rhythmik folgt. Die Hauptfresszeiten decken sich mit den hier beobachteten Haupttrinkzeiten, was den Schluss zulässt, dass bei Rindern die Wasseraufnahme zeitlich eng mit der Futtermittelaufnahme gekoppelt ist. In den insgesamt 6 Stunden Haupttrinkzeit wurden rund 42 % des Gesamtwasserbedarfs der Herde aufgenommen. Die Tiere zeigten darüber hinaus erhebliche individuelle Unterschiede in der Trinkwasseraufnahme.

Die Unterschiede in der täglichen Milchleistung zwischen gekühltem und erwärmtem Tränkwasser waren in allen drei Versuchen nicht signifikant, sie decken sich mit den Resultaten in [10]. Tendenziell jedoch war die Leistung bei kaltem Wasser höher. Auch der Milchfettgehalt war bei kaltem gegenüber warmem Wasser leicht erhöht. ANDERSSON (1984) stellte dagegen signifikant ($p < 0,001$) höhere Leistungen bei auf 17 °C erwärmtem Wasser (26,33 kg FECM/d) fest im Vergleich zu 3 °C kaltem Wasser (25,39 kg FECM/d) [1]. Bei 24 °C Wassertemperatur betrug die Milchleistung 26,09 kg FECM/d. Die durchschnittliche Stalltemperatur lag dort bei 15,3 °C. Sie sah eine Begründung für die höhere Leistung bei erwärmtem Wasser im Energiehaushalt des Tieres: Um das kalte Wasser auf Körpertemperatur zu erwärmen sei mehr Energie nötig, als bei wärmerem Wasser. Bei 17 °C könnte die Überschusswärme dafür ausgereicht haben, bei 3 °C könnte zusätzlich Futterenergie nötig

Tabelle 3: Wärmekapazität des pro Tag aufgenommenen Trinkwassers und davon aufgenommene Wärmemenge (Kühleffekt)

	Körpertemperatur [°C]	Wassertemperatur [°C]	Tägliche Wasseraufnahme [l/d]	Wärmekapazität [kJ/l]	Aufgenommene Wärme [kJ]
V1		3	67,04	151	10103
V1		24	66,43	63	4172
V2	39	3	69,66	151	10498
V2		17	66,70	92	6143
V3		3	65,15	151	9818
V3		24	53,20	63	3341

gewesen sein, die somit nicht mehr für die Milchbildung zur Verfügung stünde. Die Berechnungen zur Wärmeproduktion in der eigenen Untersuchung zeigen jedoch, dass wesentlich mehr Überschusswärme im Tier entsteht, als nötig wäre, um das kalte Trinkwasser aufzuwärmen. Es ist daher unwahrscheinlich, dass Futterenergie für diesen Zweck herangezogen werden muss. Vielmehr wäre vorstellbar, dass der Stoffwechsel der Kuh durch das kalte Wasser entlastet wird und daher die Leistung tendenziell höher ist als bei warmem Wasser, wie es sich in den hier vorgestellten Versuchen andeutete. Die Tiere fraßen nicht mehr, gaben aber geringfügig mehr Milch. Dies könnte durch einen „Energiespareffekt“ des kalten Wassers vermittelt worden sein, zumal, wie schon erwähnt, manche Mechanismen der Thermoregulation einen Energieaufwand erfordern.

Die Milchmenge und besonders der Milchfettgehalt werden maßgeblich durch die Fermentationsverhältnisse im Pansen beeinflusst. Dort entstehen flüchtige Fettsäuren wie Essig-, Butter- und Propionsäure. Die für die Milchfettsynthese besonders wichtige Essigsäure wird hauptsächlich von den fibrolytischen Bakterien gebildet. Empirische Beobachtungen haben gezeigt, dass diese Bakterien empfindlicher gegen zu hohe Temperaturen sind, als amylolytische Arten. Durch das kalte Tränkwasser könnte die Pansentemperatur im Durchschnitt etwas niedriger liegen und somit die Situation für die Fibrolyten günstiger sein. Dazu kommt, dass das kalte Wasser sich nach der Aufnahme zuerst am Pansengrund sammelt. Die das Kraftfutter verarbeitenden amylolytischen Bakterienarten befinden sich zusammen mit den kleinteiligen Futterpartikeln eher am Pansengrund und müssen durch das kalte Wasser mit größeren Temperaturschwankungen zurecht kommen. Dadurch könnte ihre Aktivität eingeschränkt sein, während die fibrolytischen Arten, die hauptsächlich in der Faserschicht in höheren Pansenbereichen leben, bei konstanteren Temperaturen relative Vorteile genießen könnten. Vermutlich trugen diese Temperaturverhältnisse

zu den leicht erhöhten Milchfettgehalten bei gekühltem Wasser bei.

Weiterhin war aufgefallen, dass im Verlauf eines Versuches bei kaltem Wasser der Fettgehalt leicht anstieg, während er bei erwärmtem Wasser etwas abfiel. Dies deutet auf Verschiebungen in der Mikroflora und sich im Versuchsverlauf vermehrende Fibrolyten [12] hin.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine Erwärmung des Trinkwassers für Milchkuhe zum Zweck der Leistungssteigerung keinen Sinn macht, denn es wurden keine statistisch signifikanten Veränderungen ermittelt. Ausgehend von einem Milchgrundpreis von 0,55 DM/kg müsste eine Kuh in Abhängigkeit von der Außentemperatur und der gewünschten Wassertemperatur eine Mehrleistung von rund 1 kg/d erbringen, nur um die entstehenden Stromkosten zu decken. Im dritten Versuch lag die maximale Außentemperatur bei durchschnittlich 5 °C, die Wassertemperatur bei 24 °C. Dies führte zu einem Stromverbrauch von 2,4 kWh pro Tier und Tag. Das entspricht Stromkosten von ~0,54 DM/Tier und Tag (0,22 DM/kWh). Einzig um ein Einfrieren zu verhindern kann eine beheizte Tränke sinnvoll genutzt werden. Allerdings gibt es für diese Aufgabe wahrscheinlich günstigere Lösungen.

Den Ergebnissen dieser Arbeit zufolge sollte auch unter unseren klimatischen Verhältnissen eher darauf geachtet werden, dass das Tränkwasser für die Tiere kühl bleibt und frisch vorgelegt wird. Da heute das Wasser in den Milchviehställen meist aus der Leitung kommt und selten aus leichter erwärmbaren Quellen wie z. B. Fasswagen oder Trogtränken auf der Weide, stellt das in der Regel kein Problem dar. Leitungswasser bleibt auch im Sommer mit etwa 10 °C kühl und frisch.

Dennoch könnten die vorliegenden Ergebnisse Anlass für weiterführende Untersuchungen zur Temperaturkinetik des Pansens und deren Auswirkungen auf die Mikroflora sowie den Wärmehaushalt der Milchkuh sein. Darüber hinaus kann man folgern, dass wärme gedämmte Vorrats-tränken auch im Sommer von Vorteil sein können.

Literatur

Bücher sind mit • gekennzeichnet.

- [1] • *Andersson, M.* (1984)
Effects of drinking water temperatures on water intake and milk yield of tied-up dairy cows
In: Drinking water supply to housed dairy cows
Dissertation, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Schweden
- [2] *Baker, C. C., C. E. Coppock, J. K. Lanham, D. H. Nave, J. M. Labore, C. F. Brasington und R. A. Stermer* (1988)
Chilled drinking water effects on lactating Holstein cows in summer.
Journal of dairy science, 71: 2699-2708
- [3] *Cunningham, M.D., F. A. Martz und C. P. Merilan* (1964)
Effect of drinking-water temperature upon ruminant digestion, intraruminal temperature and water consumption of nonlactating dairy cows
Journal of dairy science, 47: 382-385
- [4] *Himmel, U.* (1964)
Der Einfluß von temperiertem Tränkwasser auf Milchmenge und Fettgehalt bei Kühen
Tierzucht, 18 (3): 133-136
- [5] *Ittner, N. R., C. F. Kelly und H. R. Guilbert* (1951)
Water consumption of Hereford and Brahman cattle and the effect of cooled drinking water in a hot climate
Journal of animal science, 10: 742-751
- [6] *Lanham, J. K., C. E. Coppock, K. Z. Milam, J. M. Labore, D. H. Nave, R. A. Stermer und C. F. Brasington* (1986)
Effects of drinking water temperature on physiological responses of lactating Holstein cows in summer
Journal of dairy science, 69: 1004-1012
- [7] *Lofgreen, G. P., R. L. Givens, S. R. Morrison und T. E. Bond* (1975)
Effect of drinking water temperature on beef cattle performance
Journal of animal science, 40 (2): 223-229
- [8] *Milam, K. Z., C. E. Coppock, J. W. West, J. K. Lanham, D. H. Nave, J. M. Labore, R. A. Stermer und C. F. Brasington* (1986)
Effects of drinking water temperature on production responses in lactating Holstein cows in summer
Journal of dairy science, 69: 1013-1019
- [9] *Stermer, R. A., C. F. Brasington, C. E. Coppock, J. K. Lanham und K. Z. Milam* (1986)
Effect of drinking water temperature on heat stress of dairy cows
Journal of dairy science, 69: 546-551
- [10] *Wilks, D. L., C. E. Coppock, J. K. Lanham, K. N. Brooks, C. C. Baker, W. L. Bryson, R. G. Elmore und R. A. Stermer* (1990)
Responses of lactating Holstein cows to chilled drinking water in high ambient temperatures
Journal of dairy science, 73: 1091-1099
- [11] • *Menke, K.-H.* (1987)
Richtzahlen für die praktische Fütterung
In: Tierernährung und Futtermittelkunde, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S.115-169
- [12] *Theodorou, M.K.; J. France* (1993)
Microorganisms and their interactions.
In: Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. J. M. Forbes and J. France, Eds., CAB International, 1993

Autoren

Dr. Jürgen Beck
Dipl.-Ing. agr. Daniela Katzschke
Universität Hohenheim
Institut für Agrartechnik (440)
70593 Stuttgart
Tel.: +49/(0)711/459-2502
Fax: +49/(0)711/459-4307
E-mail: jafbeck@uni-hohenheim.de

Dr. Herbert Steingäß
Universität Hohenheim
Institut für Tierernährung (450)
70593 Stuttgart
Tel.: +49/(0)711/459-2419
E-mail: steingas@uni-hohenheim.de