

Melkroboter in der Käseemilchproduktion mit Verbesserungspotenzial

Ernst Jakob, Daniel Goy, John Haldemann und René Badertscher
 Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP-Haras, 3002 Bern, Schweiz
 Auskünfte: Ernst Jakob, E-Mail: ernst.jakob@agroscope.admin.ch, Tel. +41 31 323 81 45



Kuh im Melkroboter Astronaut A3 vom Lely. (Foto: ALP-Haras)

Einleitung

Der Einfluss des automatisierten Melkens (AMS) auf die Milchqualität wurde in vielen Studien untersucht. Diese zeigen übereinstimmend, dass die AMS-Milch wesentlich höhere Gehalte an freien Fettsäuren aufweist (Pomiès *et al.* 1998; Klungel *et al.* 2000; Slaghuis *et al.* 2004; Wiking *et al.* 2006). Verschiedene Autoren konnten zeigen, dass der Gehalt an freien Fettsäuren stark von der Melkfrequenz abhängt (Jellema 1986; Slaghuis *et al.* 2004; Wiking *et al.* 2006). Und diese ist in AMS-Betrieben

höher ist als Betrieben mit zwei festen Melkzeiten pro Tag. Hinsichtlich der bakteriologischen Qualität der Milch stellten frühere Studien einen negativen Einfluss des AMS fest (Pomiès *et al.* 1998; Klungel *et al.* 2000; Rasmussen *et al.* 2002). Häni (2008) untersuchte den Einfluss des Melksystems auf die Qualität von silofreier Käseemilch, die für die Herstellung von Gruyère AOC bestimmt war. Milch aus Betrieben mit AMS und solche mit Rohrmelkanalage wiesen signifikant höhere Keimzahlen und kürzere Methylenblau-Reduktionszeiten auf als die Milch aus Melkständen. Im Vergleich zur letzteren

enthielt AMS-Milch ausserdem dreimal mehr freie Buttersäure. Die Käsereimilch produzierenden AMS-Betriebe wurden darauf angewiesen, die Zwischenmelkzeiten nach unten auf acht Stunden zu begrenzen. Ziel der vorliegenden Arbeit war zu untersuchen, ob die Limitierung der Zwischenmelkzeit und allfällige Verbesserungen bezüglich Technik und Management zu einer Verbesserung der Milchqualität führen.

Material und Methoden

Betriebe

Für den Versuch wurden neun Milchproduktionsbetriebe mit AMS im Produktionsgebiet von Gruyère AOC ausgewählt. Hinzu kam ein AMS-Betrieb, dessen Milch zu Emmentaler AOC verarbeitet wird. Die Gruppe der AMS-Betriebe bestand somit aus zehn Betrieben verteilt auf zehn Käsegenossenschaften. Acht Betriebe mit Melkstand aus dem Kreis derselben Genossenschaften bildeten die Vergleichsgruppe. In zwei Genossenschaften gab es keinen Betrieb mit Melkstand. In der AMS-Gruppe waren Melksysteme von nur zwei Herstellern (viermal Lely und sechsmal DeLaval) vertreten, in der Melkstandgruppe waren es Systeme fünf verschiedener Hersteller (DeLaval, GEA, SAC, Surge, Westfalia).

Milchproben

Während der Versuchsperiode von sieben Monaten (Juli bis Januar) wurde je Betrieb monatlich je eine Abend- und eine Morgenmilchprobe gefasst. Die Probenahme erfolgte in der Käserei, wo die Milchproduzenten ihre Milch zweimal täglich ablieferten. Die Milchproben wurden sofort auf $< 5\text{ °C}$ gekühlt, innert vier Stunden ins Labor gebracht und für die verschiedenen Analysen aliquotiert. Die für die Bestimmung der freien Fettsäuren vorgesehenen Probenaliquote wurden eingefroren und bis zur Analyse bei -20 °C gelagert.

Milchanalytik

Die Gehalte an Fett, Protein sowie der Gefrierpunkt wurden infrarotspektroskopisch gemessen (MilkoScan FT; FOSS, DK-3400 Hillerød). Mittels fluoreszenzoptischer Zählung wurden die Zahl somatischer Zellen (Fossomatic FC; FOSS, DK-3400 Hillerød) und die aerobe mesophile Keimzahl bestimmt (BactoScan FC 150; FOSS, DK-3400 Hillerød). Kulturelle mikrobiologische Analysen umfassen die Zählung der psychrotrophen Keime (Plate Count Agar mit 0,1% Magermilchpulver; Inkubation bei $6,5\text{ °C}/10\text{ d}$) sowie der Buttersäuresporen (MPN-Methode mit Bryant-Burkey-Medium; Inkubation bei $37\text{ °C}/7\text{ d}$). Der Säuregrad nach elf Stunden bei 38 °C und die vorbebrütete Methylenblau-Reduktaseprobe wurden gemäss

Zusammenfassung

Die Milchqualität von zehn Betrieben mit automatischem Melksystem (AMS-Betriebe) und von acht Betrieben mit Melkstand (MS-Betriebe) wurde verglichen. Sommer, Herbst und Winter wurde von jedem Betrieb monatlich einmal eine Probe der Abendmilch sowie eine Probe der Milch des folgenden Morgens erhoben. Die Proben wurden hinsichtlich der Gehalte an Fett, Protein, somatischen Zellen und freier Buttersäure sowie der Zahl aerober mesophiler Keime, psychrotropher Keime und anaerober Sporen untersucht. Weitere Prüfparameter waren der Gefrierpunkt, die Titrationsazidität nach elf Stunden bei 38 °C und die Methylenblau-Reduktionszeit nach elf Stunden Vorbebrütung bei 32 °C (MBRT). Bezüglich aller Prüfparameter ausser Fett und anaerober Sporen unterschieden sich die Mittelwerte von AMS- und MS-Betrieben signifikant ($P < 0,05$). Die Milch der AMS-Betriebe zeigte signifikant kürzere MBRT (38,0 vs. 47,3 min; $P < 0,001$) höhere Titrationsazidität (14,5 vs. 11,4 °SH; $P < 0,001$), leicht höhere Zahl aerober mesophiler Keime (6800 vs. 6000 kbE/ml; $P < 0,001$) und deutliche höhere Gehalte an freier Buttersäure (0,107 vs. 0,061 mmol/L; $P < 0,001$). Bei allen Kriterien ausser freie Buttersäure war der Einfluss des Produzenten grösser als jener der Melktechnik.

Tab. 1 | Varianzanalyse aller Qualitätsparameter der Milch (N = 201)

Einflussfaktor	Saison	Melkzeit	Betrieb	Melksystem	LSM ⁽¹⁾	LSM ⁽¹⁾	Einheiten
					AMS	Melkstand	
Prüfparameter							
Fett	**	*/*** (2)	***	n. s.	4,001	4,066	g/100g
Protein	***	n. s.	***	*	3,334	3,374	g/100g
Gefrierpunkt	n. s.	*	***	*	-0,522	-0,524	°C
Zellzahl (SCC)	***	n. s./* (2)	***	**	5,222	5,141	log Zellen/ml
Keimzahl (AMK)	***	n. s.	***	***	3,835	3,777	log kbE/ml
Psychrotrophe Keime	***	n. s.	***	*	2,046	1,821	log kbE/ml
Buttersäuresporen	*	n. s.	***	n. s.	2,004	2,021	log kbE/ml
Vorbebrütete Reduktaseprobe	n. s.	*	***	***	38,0	47,3	min
Säuregrad 11 Std./38 °C	n. s.	*	***	***	14,5	11,4	°SH
Freie Buttersäure 0 Std. (C4 0 Std.)	***	n. s./** (2)	***	***	83	49	μmol/l
Freie Buttersäure 24 Std. (C4 24 Std.)	***	n. s.	***	***	107	61	μmol/l
Zunahme freie Buttersäure	*	n. s.	***	***	24	13	μmol/l

⁽¹⁾LSM = least square means

⁽²⁾Interaktionen zwischen Melkzeit und Melksystem (Signifikanz innerhalb der Betriebsgruppen AMS/Melkstand)
n. s. = Die Mittelwerte unterscheiden sich nicht signifikant ($P \geq 0,05$); * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; *** = $P < 0,001$

dem Handbuch von Fromarte (Anonymus 2010) bestimmt. Die freie Buttersäure wurde jeweils in der frischen Milchprobe gemessen sowie nach 24 Std. Lagerung der Milch bei 20 °C (Konservierung mit Bronopol). Dazu wurde die salzsaure Probe mit Ethanol verestert (1 ml Milch + 0,2 ml HCl 2,87 M + 0,2 ml Ethanol; Inkubation bei 95 °C während 3 min.) und mittels Headspace-Gaschromatographie analysiert (Badertscher 2009). Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse (General Linear Model, SYSTAT Version 12) nach dem Model $Y = m + \alpha + \beta + \gamma + \delta(\gamma) + \varepsilon$, wobei m = Mittelwert, α = Einfluss Saison (Sommer/Herbst/Winter), β = Einfluss Melkzeit (Morgen/Abend), γ = Einfluss Melksystem (AMS/Melkstand), $\delta(\gamma)$ Einfluss des Betriebes innerhalb der Melksystem-Gruppe, ε = Reststreuung. Mit einem erweiterten Modell wurden Interaktionen zwischen den Faktoren Saison, Melkzeit und Melksystem geprüft. Interaktionen zeigten sich zwischen den Faktoren Melkzeit und Melksystem, und zwar bezüglich Fettgehalt, Zellzahl und freier Buttersäure (C4 0 Std), so dass hier das Modell $Y = m + \alpha + \beta + \gamma + \delta(\gamma) + \beta \times \gamma + \varepsilon$ zur Anwendung kam.

Resultate

Bei den meisten Qualitätsparametern der Milch war die Streuung innerhalb der Gruppe der Melkstandbetriebe tendenziell kleiner als in der Gruppe AMS. Als die klar wichtigste Streuungsursache erwies sich der Faktor Betrieb, der einen hoch signifikanten Einfluss auf alle untersuchten Qualitätsparameter hatte (Tab. 1). Die Jahreszeit beeinflusste erwartungsgemäss die Gehalte an Fett, Protein und somatischen Zellen (SCC) sowie die Keimflora der Milch. Die Gehalte an Fett, Protein und psychrotrophen Keimen lagen im Winter höher als im Sommer, die Zellzahl und die aerobe mesophile Keimzahl (AMK) dagegen tiefer. Im Winter zeigten die bei 38 °C bebrüteten Milchproben zudem allgemein tiefere Säuregrade und damit eine weniger aktive Säuerungsflorea als die Proben von Sommer und Herbst. Auch die Fetthydrolyse zeigte sich stark saisonabhängig: Von Sommer bis Winter nahm der Gehalt der Milch an freier Buttersäure um rund 30 % ab, was sich mit den Beobachtungen von Chazal & Chilliard (1986) über die Saisonabhängigkeit der freien Fettsäuren in der Milch deckt.

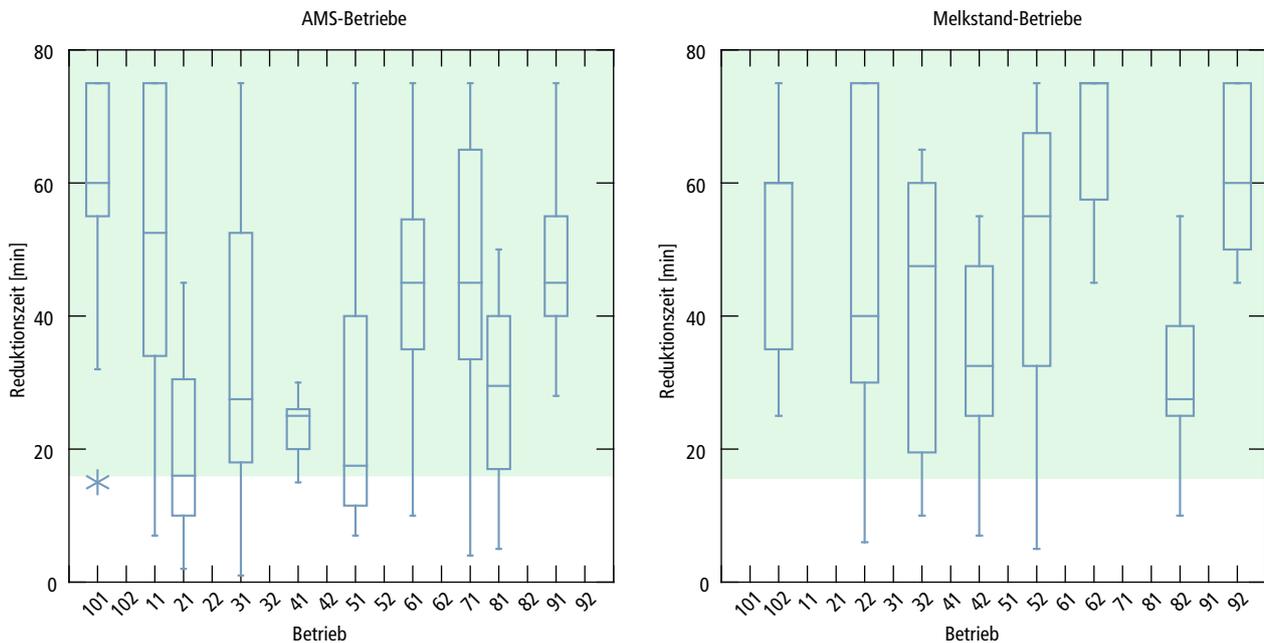


Abb. 1 | Methylenblau-Reduktionstest der Milch nach elf Stunden Vorbebrütung bei 32 °C. Der schattierte Bereich markiert den Sollbereich (> 15 min). Die Rechtecke markieren den 50%-Interquartil-Bereich (IB) mit zentraler Median-Linie, die Striche nach oben den Bereich 1. Quartil + 1,5 × IB, die Striche nach unten den Bereich 3. Quartil – 1,5 × IB. Sterne markieren Extremwerte.

Die Melkzeit hatte insgesamt einen geringen Einfluss auf die Zusammensetzung der Milch. Allerdings war der Einfluss auf den Fettgehalt, die Zellzahl und die Konzentration der freien Buttersäure in der frischen Milch (C4 0 Std.) signifikant vom Melksystem abhängig (Tab. 1). In der AMS-Gruppe variierten Zellzahl und Buttersäurewerte tageszeitlich nicht signifikant, und der durchschnittliche Fettgehalt der Morgenmilch lag um 0,12 g/100 g höher als in der Abendmilch ($P < 0,05$). In der Melkstand-Gruppe lag der Fettgehalt der Abendmilch um 0,37 g/100 g höher als in der Morgenmilch ($P < 0,0001$), ebenso die Zellzahl (5,174 vs. 5,109 log Zellen/ml; $P < 0,05$) und die freie Buttersäure (56 vs. 42 $\mu\text{mol/L}$; $P < 0,01$). Höhere Fettgehalte und Zellzahlen in der Abendmilch von zweimal täglich gemolkene Herden wurden auch von anderen Autoren beobachtet (Quist *et al.* 2008). Die höheren Buttersäuregehalte in der Abendmilch aus den Melkständen erklären sich zumindest teilweise durch die um 13 Std. längere Lagerung der Milchproben im Vergleich zu den Proben der Morgenmilch. Bei den AMS-Betrieben, in denen es keine fixen Melkzeiten gab, war dieser Effekt nicht messbar.

Signifikante Unterschiede zwischen den Betriebsgruppen AMS und Melkstand zeigten sich bei allen untersuchten Parametern ausser dem Fettgehalt und dem Gehalt an Buttersäuresporen (Tab. 1). Der Einfluss

der Betriebe war bei allen Parametern wesentlich grösser als jener des Melksystems, ausser bei der freien Buttersäure (C4 0 Std. und C4 24 Std.), wo der Einfluss des Melksystems grösser war.

Die Schweizer Käsereien, welche Rohmilchkäse herstellen, beurteilen die hygienische Qualität der eingelieferten Milch in erster Linie anhand der Methylenblau-Reduktionszeit nach elf Stunden Vorbebrütung der Milchproben bei 32 °C und anhand des Säuregrades nach elf Stunden Vorbebrütung bei 38 °C. Sowohl AMS- als auch Melkstandbetriebe erfüllten die Anforderungen im Methylenblau-Reduktionstest ($t > 15$ min) mehrheitlich. In zwei AMS-Betrieben lag der Medianwert jedoch nahe der Beanstandungsgrenze (Abb. 1). Weniger befriedigend war die Situation bezüglich des Säuregrades der Milch, der ein Mass für die Aktivität säurebildender Keime in der Rohmilch ist. Bei drei der zehn AMS-Betriebe überschritten mindestens 75 % der Milcheinlieferungen den höchstzulässigen Säuregrad von 15 °SH (Abb. 2). Fünf AMS-Betriebe waren aber bezüglich des Säuregrades der Milch vergleichbar mit den allgemein gut abschneidenden Melkstandbetrieben.

Die aerobe mesophile Keimzahl der Milch lag, von Ausreissern abgesehen, in beiden Betriebsgruppen im Rahmen der gesetzlichen Anforderungen (Abb. 3). Der für Herstellung von Rohmilchkäse empfohlene Höchst-

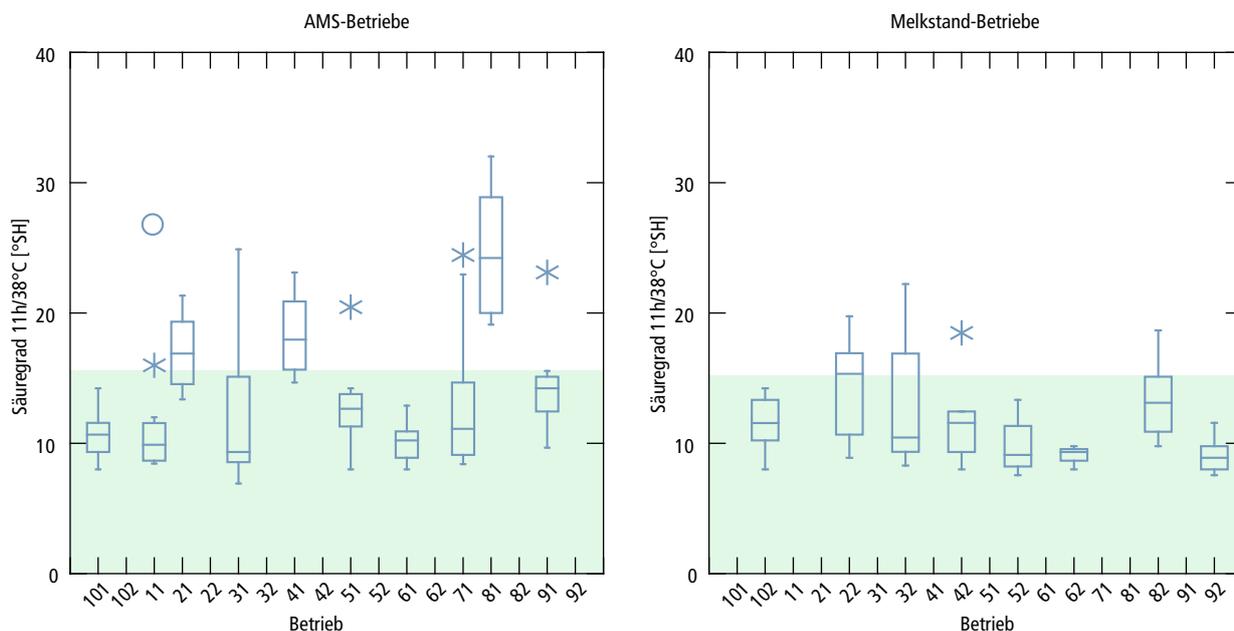


Abb. 2 | Säuregrad der Milch nach elf Stunden Vorbebrütung bei 38 °C. Der grüne Bereich markiert den Sollbereich (< 15 °SH). Die Rechtecke markieren den 50%-Interquartil-Bereich (IB) mit Median-Linie, die Striche nach oben markieren den Bereich 1. Quartil + 1,5 x IB, die Striche nach unten den Bereich 3. Quartil – 1,5 x IB. Sterne markieren Extremwerte mit einer Abweichung vom Median > 1,5 x IB, Kreise Extremwerte mit einer Abweichung vom Median > 3,0 x IB.

wert von < 10 000 kbE/ml, dessen Unterschreitung teilweise mit einer Qualitätsprämie belohnt wird, wurde von vielen Betrieben gut eingehalten. Nur bei zwei AMS-Betrieben waren die Keimzahlen in der Mehrzahl der Proben höher.

Die festgestellten Unterschiede zwischen den Betriebsgruppen bezüglich der Zahl somatischer Zellen in der Milch waren gering, aber gleichwohl statistisch signifikant ($P < 0,01$). Die grössten Unterschiede zwischen AMS und Melkstand zeigten sich in der Milch im Gehalt an freier Buttersäure, und dies sowohl in den frischen als auch in den 24 h gelagerten Proben (Tab. 1 und Abb. 4). Die Milch aus den AMS-Betrieben enthielt im Durchschnitt rund 1,8 mal mehr freie Buttersäure als die Milch der Melkstandbetriebe. Bei sechs der zehn AMS-Betriebe wurde der von Agroscope empfohlene Höchstwert von 105 $\mu\text{mol/L}$ freier Buttersäure (C4 24 Std.) bei rund 50 % der untersuchten Milchlieferungen überschritten. Ein AMS-Betrieb zeigte allerdings durchwegs einwandfreie Buttersäurewerte, die vergleichbar mit dem Durchschnitt der Betriebe mit Melkstand waren.

Diskussion

Ähnlich wie die im Jahr 2006 durchgeführte Studie (Häni 2008) zeigte auch die vorliegende Untersuchung, dass die Milch der AMS-Betriebe bezüglich der in der Käsepraxis wichtigen mikrobiologisch-hygienischen Qualitätskriterien (Methylenblau-Reduktionszeit und Säuregrad der Milch nach Inkubation während elf Stunden.) schlechter abschneidet als die Milch aus Betrieben mit Melkstand. In der Milch der AMS-Betriebe fand Häni (2008) durchschnittlich 14 500 KbE/ml aerobe mesophile Keime gegenüber 4 600 KbE/ml in der Milch aus Melkständen (geometrische Mittelwerte), was die Beobachtungen anderer Autoren (Pomiès *et al.* 1998; Klungel *et al.* 2000; Rasmussen *et al.* 2002) bestätigte. Die hier gefundenen geometrischen Mittelwerte liegen bei 6800 für die AMS-Betriebe beziehungsweise bei 6000 KbE/ml auf den Betrieben mit Melkstand. Ein derart geringer Unterschied ist aus Sicht der Käsepraxis ohne Bedeutung. Bedeutend ist jedoch die Tatsache, dass einige Betriebe mit AMS recht häufig ungenügende Ergebnisse zeigten (Abb. 2 und 3).

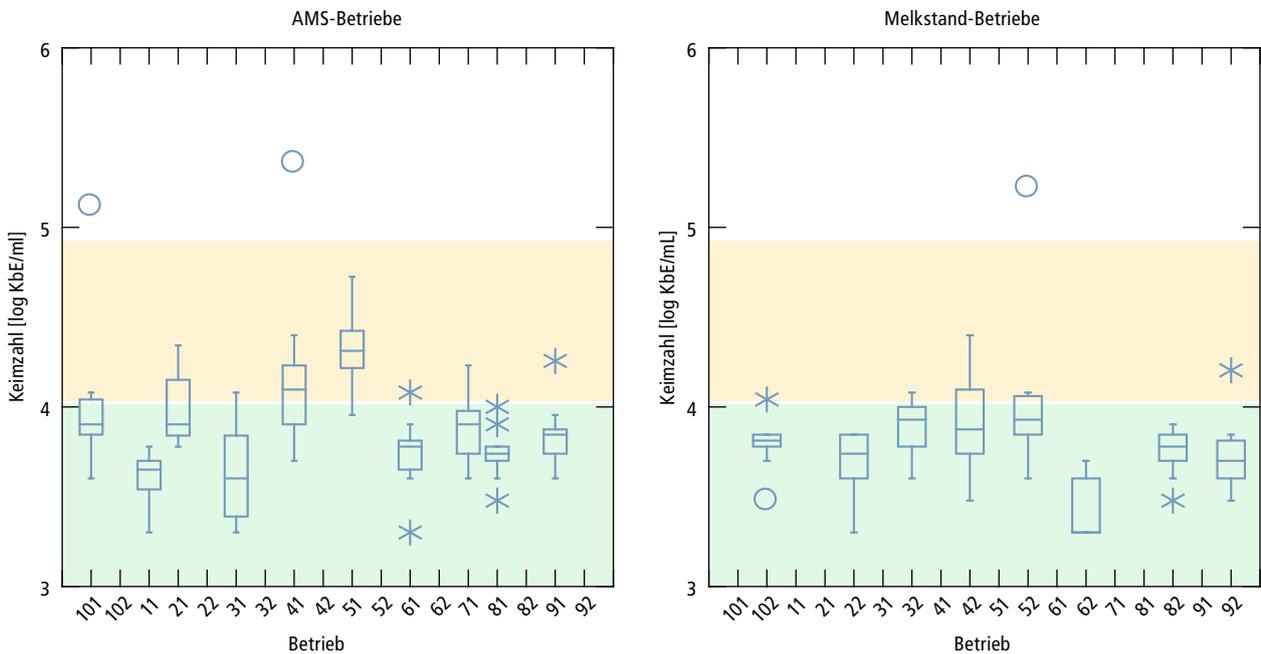


Abb. 3 | Aerobe mesophile Keimzahl der Milch. Der grüne Bereich markiert den für die Herstellung von Rohmilchkäse empfohlenen Bereich (< 10 000 kbE/ml), der gelbe Bereich die Anforderungen gemäss Verordnung über die Hygiene in der Milchproduktion von ≤ 80 000 kbE/ml (Anonymus 2013). Die Rechtecke markieren den 50%-Interquartil-Bereich (IB) mit Median-Linie, die Striche nach oben den Bereich 1. Quartil + 1,5 × IB, die Striche nach unten den Bereich 3. Quartil – 1,5 × IB. Sterne markieren Extremwerte mit einer Abweichung vom Median >1,5 × IB, Kreise Extremwerte mit einer Abweichung vom Median >3,0 × IB.

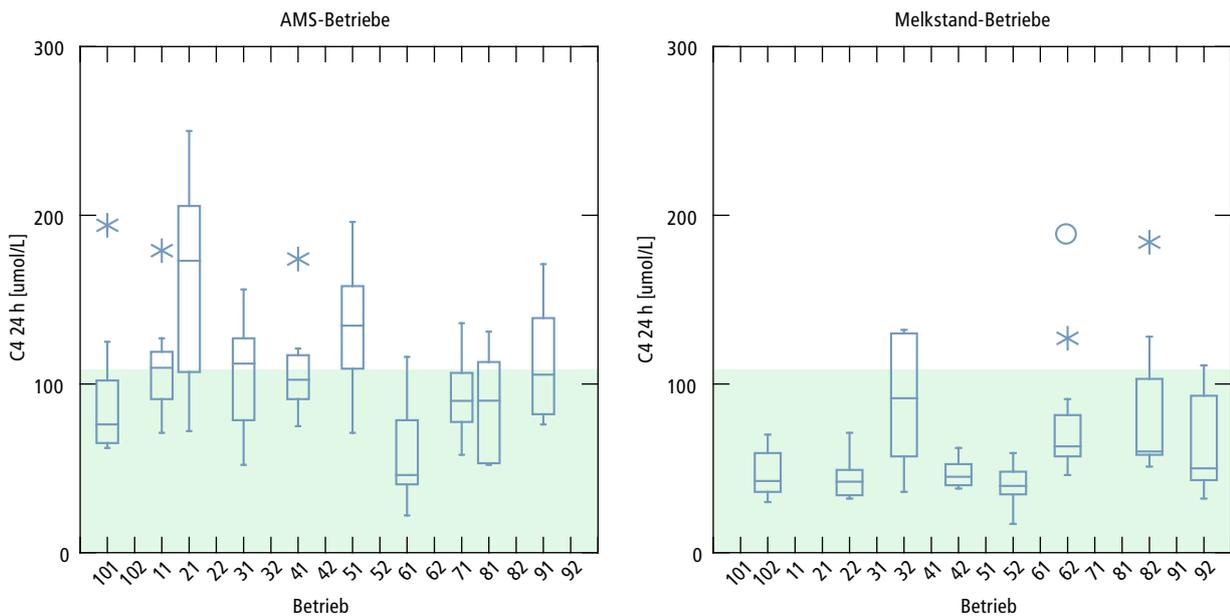


Abb. 4 | Freie Buttersäure nach 24 Std. in der mit Bronopol konservierten Milch. Der grüne Bereich markiert den von Agroscope empfohlene Sollbereich für Käseemilch (< 105 µmol/L). Die Rechtecke markieren den 50%-Interquartil-Bereich (IB) mit Median-Linie, die Striche nach oben den Bereich 1. Quartil + 1,5 × IB, die Striche nach unten den Bereich 3. Quartil – 1,5 × IB. Sterne markieren Extremwerte mit einer Abweichung vom Median > 1,5 × IB.

Zum Einfluss von AMS auf die Eutergesundheit beziehungsweise die somatische Zellzahl in der Milch liegen wenige und widersprüchliche Ergebnisse vor: Während Klungel *et al.* (2000) keinen Einfluss feststellen konnten, beobachteten Rasmussen *et al.* (2002) einen Anstieg der Zellzahl nach Umstellung auf AMS. Die AMS-Betriebe der vorliegenden Studie wiesen nur geringfügig höhere Zellzahlen in der Milch auf als die Melkstand-Betriebe (Tab. 1).

Der in vielen Studien nachgewiesene Anstieg der freien Fettsäuren in der Milch nach Installation eines AMS (Pomiès *et al.* 1998; Klungel *et al.* 2000; Slaghuis *et al.* 2004; Wiking *et al.* 2006) ist in erster Linie durch die kürzeren Melkintervalle bedingt (Slaghuis *et al.* 2004; Wiking *et al.* 2006). Die in der Studie von Häni (2008) involvierten AMS-Betriebe beachteten dies noch nicht. Erst im Jahre 2008 wurden die Käsereimilch produzierenden AMS-Betriebe angewiesen, Zwischenmelkzeiten von mindestens acht Stunden zu gewährleisten. Tatsächlich sind Gehalte an freier Buttersäure in der Milch der AMS-Betriebe in dieser Studie deutlich tiefer als in Studie von Häni (2008), wo die Werte der AMS-Milch im Durchschnitt 3,5 mal höher waren als in der Milch aus Melkständen. In der vorliegenden Studie wurden in der AMS-Milch noch 1,75 mal höhere Werte gefunden, was immer noch eine erhebliche Differenz darstellt. Um die Fettsäure in der AMS-Milch weiter zu reduzieren, müssten die minimalen Zwischenmelkzeiten weiter angehoben werden. Wie Slaghuis und Mitarbeiter (2004) gezeigt haben, sinkt der Gehalt der Milch an freien Fettsäuren bei einer Verlängerung der Zwischenmelkzeit von acht auf zwölf Stunden um rund 40 %.

Die gegenüber der Studie von 2006 (Häni 2008) festgestellte qualitative Verbesserung der Milch der AMS-Betriebe ist wahrscheinlich auch durch technische Verbesserungen der AMS zustande gekommen. Insgesamt erwies sich der Einfluss des Melksystems auf die Milchqualität als deutlich geringer als der Einfluss des Betriebs. In dieser Studie waren drei der zehn AMS-Betriebe gegenüber dem Durchschnitt der Melkstandbetriebe in allen Milchqualitätsmerkmalen weitgehend ebenbürtig. Die Feststellung, dass die Ergebnisse der Milchprüfung in der Gruppe der AMS-Betriebe stärker streuen als in der Melkstandgruppe, deutet darauf hin, dass AMS teilweise unter nicht optimalen Bedingungen betrieben oder ungenügend überwacht werden.

Schlussfolgerungen

- Insgesamt ist der Einfluss des Melksystems auf die Milchqualität deutlich geringer als der Betriebs-einfluss.
- Im Vergleich zur 2006 durchgeführten Studie (Häni 2008) hat sich die Qualität der mit AMS gemolkenen Käsereimilch bezüglich der Keimzahl und der freien Fettsäuren deutlich verbessert.
- Trotz der 2008 eingeführten Begrenzung der Zwischenmelkzeiten auf mindestens acht Stunden zeigt AMS-Milch im Durchschnitt immer noch eine doppelt so starke Fettsäure wie die Milch aus Melkständen. Hersteller von Rohmilchkäse sind gut beraten, die Milch aus AMS-Betrieben diesbezüglich zu überwachen.
- Die generell gute Milchqualität bei drei von zehn Betrieben mit AMS zeigt, dass die Melkroboter technisch und in der Anwendung weiter gereift sind.
- Die Feststellung, dass die Milchqualität in der Gruppe der AMS-Betriebe stärker streuten als in der Melkstandgruppe, deutet aber darauf hin, dass AMS teilweise unter nicht optimalen Bedingungen betrieben oder ungenügend überwacht werden. ■

Riassunto

Robot di mungitura nella produzione lattifera con un potenziale di miglioramento

È stata confrontata la qualità del latte di dieci aziende dotate di un sistema di mungitura automatica (aziende AMA) con otto aziende dotate di sala di mungitura (aziende SM). Durante l'estate, l'autunno e l'inverno è stato prelevato in ogni azienda, una volta al mese un campione di latte della mungitura serale e uno del mattino seguente. I campioni sono stati analizzati per quanto riguarda il tenore in grassi, proteine, cellule somatiche e acido butirrico libero, nonché il numero di germi aerobi mesofili, germi psicotrofi e spore anaerobiche. Ulteriori parametri di esame erano il punto di congelamento, l'acidità di titolazione dopo 11 ore a 38 °C e il tempo di riduzione del blu di metilene dopo 11 ore di incubazione a 32 °C. Per quanto riguarda tutti i parametri esaminati, a eccezione dei grassi e delle spore anaerobiche, i valori medi delle aziende AMA e SM si differenziano in modo significativo ($P < 0,05$). Il latte delle aziende AMA ha mostrato un tempo di riduzione del blu di metilene notevolmente inferiore (38,0 vs. 47,3 min; $P < 0,001$), maggiore acidità di titolazione (14,5 vs. 11,4 °SH; $P < 0,001$), un numero di germi aerobi mesofili leggermente più elevato (6800 vs. 6000 kbE/mL; $P < 0,001$) e tenori di acido butirrico libero nettamente superiori (0,107 vs. 0,061 mmol/L; $P < 0,001$). Per tutti i criteri, a eccezione dell'acido butirrico libero, l'influenza dei produttori è stata maggiore di quella esercitata dalla tecnica di mungitura.

Literatur

- Anonymus, 2010. QM Fromarte (Stand vom 7.4.2010). Fromarte, Gurten-gasse 6, 3001 Bern.
- Anonymus, 2013. Verordnung des EDI vom 23. November 2005 über die Hygiene bei der Milchproduktion (Stand am 1. Januar 2013). SR-Nummer 916.351.021.1. Zugang: www.admin.ch/ch/d/sr/c916_351_021_1.html.
- Badertscher R., 2009. Flüchtige Carbonsäuren in Milch, direkt Head-space. Methode ALP Nr. 4176 (nicht publiziert). Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-3003 Bern.
- Chazal M. P., Chilliard Y., 1986. Effect of stage of lactation, stage of pregnancy, milk yield and herd management on seasonal variation in spontaneous lipolysis in bovine milk. *J. of Dairy Research* **53** (4) 529–538.
- Häni J.-P., 2008. Influence des installations de traite automatique (robots de traite) sur la fromageabilité du lait à Gruyère AOC. Versuchsbericht Agroscope Liebefeld-Posieux. *ALP interne* **379**, 22.04.2008.
- Jellema A., 1986. Some factors affecting the susceptibility of raw cow milk to lipolysis. *Milchwissenschaft* **41**, 553–558.
- Klungel G. H., Slaghuis B. A. & Hogeveen H., 2000. The Effect of the introduction of automatic milk systems on milk quality. *J. of Dairy Science* **83**, 1998–2003.

Summary

Automatic milking systems in cheese milk production: potential for improvements

The quality of milk produced by ten farms with an automatic milking system (AMS) and eight farms with a milking parlour (MP) was compared. On each farm, two milk samples – one of evening milk and one taken the following morning were taken monthly in summer, autumn and winter. The samples were analysed for fat, protein, somatic cells, free butyric acid, aerobic mesophilic germs, psychrotrophic germs and anaerobic spores. Other test parameters were freezing point (FP) as well as titratable acidity and methylene blue reduction time after pre-incubation for 11h at 38 °C and 32 °C respectively. Mean values for AMS and MP milk were significantly different for all parameters except fat and AS ($P < 0.05$). Milk from AMS farms had significantly shorter methylene blue reduction time (38,0 vs. 47,3 min; $P < 0,001$), higher titratable acidity (14,5 vs. 11,4 °SH; $P < 0,001$) and slightly higher counts for aerobic mesophilic germs (6800 vs. 6000 kbE/mL; $P < 0,001$). Levels of free butyric acid were much higher in AMS milk than in MP milk (0,107 vs. 0,061 mmol/L; $P < 0,001$). For all parameters except free butyric acid, farm-to-farm variations were more important than variations between the milking systems.

Key words: automatic milking, season, milk quality, aerobic mesophilic germs, somatic cell count, lipolysis, free fatty acids.

- Pomès D., Vimal T., Bony J. & Coulon J.B., 1998. Mise en place d'un robot de traites dans une ferme expérimentale: premiers résultats obtenus à l'INRA. Rencontres autour des recherches sur les ruminants No 5, Paris F (02/12/1998), no 5, 335–338. ISBN 2-84148-029-1.
- Quist M. A., LeBlanc S. J., Hand K.J., Lazenby D., Miglior F. & Kelton D. F., 2008. Milking-to-milking variability for milk yield, fat and protein percentage, and somatic cell count. *J. of Dairy Science* **91** (9) 3412–23.
- Rasmussen M. D., Bjerring M., P. Justesen P. & Jepsen L., 2002. Milk quality on Danish farms with automatic milking systems. *J. of Dairy Science* **85**, 2869–2878.
- Slaghuis B., de Jong O., Bos K., Verstappen-Boerekamp J. & Ferwerdavan Zonneveld R., 2004. Milk quality on farms with an automatic milking system. Free fatty acids and automatic milking systems. Forschungsbericht zum EU-Projekt QLK5-2000-31006. Zugang: www.automaticmilking.nl [19. März 2013].
- Wiking L., Nielsen J. H., Båvius A.-K., Edvardsson A. & Svennersten-Sjaunja K., 2006. Impact of Milking Frequencies on the Level of Free Fatty Acids in Milk, Fat Globule Size, and Fatty Acid Composition. *J. of Dairy Science* **89**, 1004–1009.