



**Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung,
Prof.-Dürrwaechter-Platz 2, 85586 Poing-Grub**

**Endbericht
zum Vorhaben**

**Produktion von qualitativ hochwertiger Rohmilch -
Schwachstellenanalyse und Beratungsempfehlungen
Modul 2 - Schwachstellenanalyse**

Projektförderung:	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Förderkennzeichen:	A / 13 / 02
Projektlaufzeit:	01.02.2013 - 30.04.2015
Projektleiter:	Dr. Jan Harms Tel.: 089/99141-320 Jan.Harms@lfl.bayern.de
Projektbearbeiter:	Martin Kühberger, Michael Kutzob
Berichtsdatum:	30.05.2016
Berichtsumfang:	52 Seiten

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	7
1 Einleitung	9
2 Stand des Wissens	10
3 Zielsetzung	14
4 Material und Methode	15
4.1 Versuchsvarianten in den verschiedenen Melksystemen	15
4.2 Analytik	16
5 Ergebnisse	18
5.1 Automatisches Melksystem.....	18
5.1.1 Versuchsaufbau und -durchführung	18
5.1.2 Ergebnisse - Variante „Standard R/D“	19
5.1.3 Ergebnisse - Variante „Heiß Nachspülen“	20
5.1.4 Ergebnisse - Variante „5-fach Dosierung“	22
5.1.5 Ergebnisse - Rechnerische BAC-Gehalte der Tankmilch der drei Varianten	24
5.2 Melkstand	27
5.2.1 Versuchsaufbau und -durchführung	27
5.2.2 Ergebnisse Melkstand	28
5.2.3 Ergebnisse Melkstand: Druckleitung	31
5.3 Rohrmelkanlage	32
5.3.1 Versuchsaufbau und -durchführung	32
5.3.2 Verlauf der BAC-Gehalte der beiden Versuchsreihen.....	32
5.3.3 BAC-Gehalte der Tankmilch	35
5.4 Tankreinigung - Milchtank mit automatischer R/D	36
5.4.1 Versuchsaufbau und -durchführung	36
5.4.2 Ergebnisse	36
5.5 Tankreinigung - Handreinigung Milchtank.....	38
5.5.1 Versuchsaufbau und -durchführung	38
5.5.2 Ergebnisse	39
6 Diskussion und Schlussfolgerungen	41
6.1 Rückblick auf Projekt - Modul 1	41
6.2 Rückstandsverhalten von QAV in verschiedenen Melksystemen bei unterschiedlichen Bedingungen	41
6.3 Einflussfaktoren auf die zu erwartenden QAV-Rückstände in der Praxis	43

6.4	Einhaltung der zulässigen QAV-Rückstandshöchstgehalte in Praxisanlagen	44
6.5	Standardisierung der Versuchsbedingungen und Grenzen des gewählten methodischen Ansatzes	45
6.6	Intensivierung der Beratung im Bereich Reinigung / Desinfektion von Melkanlagen	46
7	Öffentlichkeitsarbeit	47
7.1	Veröffentlichungen.....	47
7.2	Veranstaltungen / Workshops	47
7.3	Vorträge.....	48
	Abkürzungsverzeichnis.....	50
	Literaturverzeichnis	51

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: TCM-Gehalte der im Rahmen des Monitoring von der MUVA-Bayern untersuchten Rohmilch [MUVA 2012].....	13
Abb. 2: Versuchsvarianten im Überblick.....	15
Abb. 3: LC-MS-MS Analysegerät bei der MUVA-Kempton (links) Validierung der Messergebnisse QAV am PC (rechts, Foto: MUVA).....	17
Abb. 4: Probenahmestelle bei den Tests im AMS unmittelbar vor dem Tankeinlauf.....	18
Abb. 5: BAC-Gehalte der Milch bei der Standard-Variante (Mittelwerte).....	20
Abb. 6: BAC-Gehalte, Vergleich der Varianten Standard und „Heiß nachspülen“ (Mittelwerte und Bereich der Messunsicherheit).....	21
Abb. 7: BAC-Gehalte, Vergleich der drei Varianten im AMS.....	24
Abb. 8: BAC-Gehalte der Melkungen und rechnerischer BAC-Gehalt der Tankmilch (Standard-Variante im AMS).....	25
Abb. 9: Rechnerische BAC-Gehalte der Tankmilch der beiden Varianten „Standard-R/D“ und „5-fach Dosierung“ im AMS.....	26
Abb. 10: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus im Melksystem „Melkstand“.....	27
Abb. 11: Verlauf der BAC-Gehalte an PN 1 (Milchsammelbehälter).....	29
Abb. 12: Verlauf der BAC-Gehalte an PN 2 (Tankeinlauf).....	30
Abb. 13: Verlauf der BAC-Gehalte, Absauganlage - 1. Versuchsreihe, 8 Melkzeuge.....	33
Abb. 14: Verlauf der BAC-Gehalte, Absauganlage - 2. Versuchsreihe, 4 Melkzeuge.....	34
Abb. 15: Rechnerische BAC-Gehalte der Tankmilch der beiden Versuchsreihen, Rohmelkanlage.....	35
Abb. 16: Blick in den Lagertank, Füllgrad nach zwei bzw. zwölf Melkungen.....	36
Abb. 17: BAC-Gehalt der Tankmilch (automatische Tankreinigung, Mittelwert der beiden Versuchsreihen).....	37
Abb. 18: Versuchsaufbau zur Probenahme Handreinigung Tank (links); Einlaufende Milch in den untersuchten Tank (rechts).....	38
Abb. 19: BAC-Gehalt der Tankmilch, Manuelle Reinigung des Tanks.....	39

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: BAC-Gehalte der Milch, Variante - Standardreinigung im AMS.....	19
Tab. 2: BAC-Gehalte der Milch, Variante - Heiß nachspülen im AMS.....	20
Tab. 3: BAC-Gehalte der Milch, Variante - 5-fach Dosierung	22
Tab. 4: BAC-Gehalte der Milch, Variante - Standardreinigung im Melkstand.....	28
Tab. 5: BAC-Gehalte der Milch beim Test der Milchdruckleitung im Melkstand	31
Tab. 6: BAC-Gehalte der Tankmilch, automatische Tankreinigung.....	37
Tab. 7: BAC-Gehalte der Tankmilch, manuelle Reinigung des Tanks	39

Zusammenfassung

Im Jahr 2012 wurden Rückstände von Quartären Ammoniumverbindungen (QAV) zuerst auf Gemüse und in der Folge auch in Milch und Milchprodukten nachgewiesen. QAV werden u. a. bei der Milchproduktion als desinfizierende Komponente bei der Reinigung und Desinfektion (R/D) von Melkanlagen und Milchtanks eingesetzt. Die Rückstandsfunde waren der Anlass für ein Projekt welches sich mit dem Vorkommen von R/D-Mittel-Rückständen in Milch (Modul 1 - Screening) und im zweiten Projektteil mit dem Rückstandsverhalten von QAV in verschiedenen Melksystemen (Modul 2) befasste.

Im Modul 1 wurden im Winter 2012/13 bayernweit Analysen der Milch von Milchsammelwagen aber auch von Einzellieferanten durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse des Moduls 1 wurden in einem Endbericht zusammengefasst und können unter www.lfl.bayern.de/ilt/tierhaltung/rinder nachgelesen werden.

Im zweiten Modul (welches Gegenstand des vorliegenden Berichts ist) sollten anhand von detaillierten Untersuchungen belastbare Aussagen zum Rückstandsverhalten und -niveau von QAV bei der Reinigung/Desinfektion verschiedener Melksysteme bzw. Milchlagertanks gewonnen werden. Gleichzeitig sollte der Einfluss von abweichenden Einstellungen und unterschiedlicher Handhabung der R/D auf das Rückstandsniveau abgeklärt werden. Hierfür wurden im Zeitraum Dezember 2013 bis April 2015 Versuchsreihen in Praxisanlagen durchgeführt. Es wurden die in der Praxis am weitest verbreiteten Melksystemen AMS (automatisches Melksystem), Melkstand, sowie eine Absauganlage (Rohrmelkanlage) berücksichtigt. Da das AMS bei der Versuchsdurchführung verschiedene Vorteile aufwies, wurden in diesem System auch Varianten mit unterschiedlicher Einstellung der R/D durchgeführt (Standard-Reinigung, heiß Nachspülen, Überdosierung des R/D-Mittels). Des Weiteren wurden Untersuchungen in einem Milchtank mit Reinigungsautomaten, sowie bei manueller Reinigung eines Milchtanks durchgeführt.

Bei allen Versuchsreihen zeigte sich ein ausgeprägter Anfangspeak der QAV-Gehalte der Milch zu Beginn des Melkens. Bereits mit der zweiten Melkung waren die QAV-Gehalte stark rückläufig, jedoch dauerte es in der Tankmilch (Sammelmilch) aufgrund der anfänglich hohen eingebrachten QAV-Mengen relativ lange bis der durchschnittliche QAV-Gehalt absank.

Entgegen der verbreiteten Beratungsmeinung brachte die Erhöhung der Temperatur des Nachspülwassers keinen nennenswerten Vorteil gegenüber der praxisüblichen Kaltspülung. Eine Überdosierung des R/D-Mittels spiegelte sich hingegen direkt bei den ermittelten QAV-Rückstandsgehalten in der Milch wider, so dass über den Faktor „Dosierung“ ein wesentlicher Einfluss auf die Rückstandsgehalte gegeben ist. Es wurde zudem festgestellt, dass bei einer Erhöhung der inneren Oberflächen des Melksystems mit höheren QAV-Einträgen in die Milch zu rechnen ist. Dementsprechend ist bei entsprechenden Melksystemen (z. B. Absauganlage mit langen Melkleitungen) oder bei zusätzlichen technischen Ausstattungen (z. B. Wärmetauscher in der Druckleitung) ein höheres QAV-Rückstandsniveau zu erwarten.

Innerhalb der Laufzeit des Projekts wurde der zulässige maximale Rückstandshöchstgehalt von 0,5 mg QAV/kg Rohmilch auf 0,1 mg/kg abgesenkt. Die Ergebnisse der vorliegenden Versuchsreihen in den verschiedenen Melksystemen zeigten, dass auch bei ordnungsgemäßer R/D die Einhaltung des neuen Grenzwertes 0,1 mg QAV / kg Milch in vielen Fällen nicht gewährleistet werden kann. Im Regelfall kommen QAV-haltige R/D-

Mittel in Absauganlagen und zum Teil in Melkständen zum Einsatz. Insbesondere in Absauganlagen erscheint die Einhaltung des neuen Grenzwerts fraglich.

Die Untersuchungen in den Milchlagertanks zeigten, dass auch hier bei Verwendung eines QAV-haltigen R/D-Mittels, erhebliche QAV-Rückstände nachzuweisen sind. Bei ordnungsgemäßer Durchführung der R/D und einer entsprechend hohen Milchmenge kann der Grenzwert 0,1 mg/kg in der gelagerten Milch jedoch eingehalten werden. Hauptproblem bezüglich QAV-Einträge in die Milch stellen somit offensichtlich die Melksysteme an sich (mit den entspr. großen inneren Oberflächen) dar.

Einen wesentlichen Einflussfaktor auf die Höhe des zu erwartenden QAV-Gehaltes stellt u. a. die ermolzene Milchmenge dar. Aufgrund des starken Abfallens der QAV-Gehalte nach den ersten Melkungen ist ein entsprechender „Verdünnungseffekt“ zu beobachten, so dass mit zunehmender Anzahl Melkungen das QAV-Niveau in der Sammelmilch sinkt. Im Bericht werden verschiedene weitere Faktoren beschrieben, die den zu erwartenden QAV-Gehalt der Anlieferungsmilch beeinflussen. Eine Vorausbestimmung des QAV-Wertes von Einzelbetrieben ist aufgrund der Vielzahl an Einflussfaktoren schwer möglich.

Zusammenfassend kann auf Grundlage der vorliegenden Versuchsergebnisse und vor dem Hintergrund der (neuen) rechtlichen Situation ein QAV-Einsatz bei der R/D von Melkanlagen in der Praxis nicht empfohlen werden. Selbst bei Einhaltung einer ordnungsgemäßen R/D-Routine mit einer korrekt eingestellten R/D-Anlage, muss in vielen Fällen von einer Überschreitung des Grenzwertes 0,1 mg QAV/kg Milch ausgegangen werden (abhängig von der einzelbetrieblichen Situation).

Aus den Ergebnissen der Projektmodule 1 + 2 ergeben sich folgende weitere Folgerungen:

- Die Entwicklung der Rückstandssituation sollte im Rahmen von Monitoring-Programmen beobachtet werden. Es sollten hier auch alternative und neue Wirkstoffe die in R/D-Mitteln zum Einsatz kommen bzw. deren Rückstände berücksichtigt werden.
- Untersuchungen zum Rückstandsverhalten von R/D-Mitteln (bzw. der entsprechenden Wirkstoffe) sollten vorab und unter standardisierten Verhältnissen erfolgen. Die entsprechenden Ergebnisse sollten für die Erzeuger verständlich aufbereitet und mit Einsatzhinweisen versehen werden. Im Modul 2 zeigten sich hier Grenzen bezüglich der Durchführbarkeit von Rückstandsuntersuchungen in Praxisbetrieben.
- Grundvoraussetzung für eine möglichst rückstandsarme R/D von Milchgewinnungsanlagen ist der sachgerechte Einsatz von korrekt gewarteten und eingestellten R/D-Anlagen. In der Intensivierung der Beratung und Überprüfung von R/D-Anlagen und der entspr. Schulung der Beratungskräfte wird weiterhin ein hohes Potential zur Verbesserung der Situation gesehen.

1 Einleitung

Die Produktion von qualitativ hochwertigen und unbelasteten Milchprodukten ist oberstes Ziel sowohl der Milchproduzenten als auch der nachgelagerten Milchwirtschaft. Aufgrund des hohen Anteils von Milch am Verkaufserlös der Landwirtschaft, besitzt die Milchproduktion in Bayern einen hervorgehobenen Stellenwert.

Milch und die daraus gewonnenen Produkte genießen beim Verbraucher ein sehr gutes Image als hochwertige und schmackhafte Nahrungsmittel. Gleichzeitig ist das Bewusstsein der Verbraucher aufgrund zurückliegender „Lebensmittelskandale“ in Bezug auf eventuelle Belastungen von Nahrungsmitteln äußerst sensibilisiert. „Negative Schlagzeilen“ zum Nahrungsmittel Milch könnten hier zu einem gravierenden Vertrauensverlust und entsprechend negativen Auswirkungen auf den Markt führen.

Anfang 2012 wurden Rückstände von Quartären Ammoniumverbindungen (QAV) zuerst auf Gemüse, in der Folge aber auch in Milch und Milchprodukten, gefunden. Nach Bekanntwerden dieser QAV-Nachweise wurden von verschiedenen Seiten (Molkereien, staatliche Stellen...) Anstrengungen unternommen, um die entsprechenden Einträge von QAV in Milchprodukte zu lokalisieren und zu minimieren.

Das „Bundesinstitut für Risikobewertung“ (BfR) wies in einer Stellungnahme zur QAV-Problematik (vom 13.07.2012) darauf hin, dass keine repräsentativen Monitoringdaten in diesen Bereich vorliegen und gleichzeitig nicht bestimmt werden kann welches Rückstandsniveau bei guter Anwendungspraxis als „unvermeidbar“ anzusehen ist.

Das vom StMELF 2012 initiierte Projekt „Produktion von qualitativ hochwertiger Rohmilch - Vermeidung von Rückständen von R/D-Mitteln“ sollte in einem ersten Schritt Informationen zur QAV-Rückstandssituation in Bayern liefern. In einem weiteren Schritt sollten fundierte Beratungsaussagen zur R/D mit QAV-haltigen Mitteln unter dem Aspekt der Rückstandsvermeidung erarbeitet werden.

Im Modul 1 wurden im Winter 2012/13 bayernweit Untersuchungen der Milch von Milchsammelwagen, aber auch von Einzellieferanten durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse des Moduls 1 wurden im Endbericht zusammengefasst und können unter www.lfl.bayern.de/ilt/tierhaltung/rinder nachgelesen werden.

Im Modul 2 des Projekts wurden Untersuchungen zum Rückstandsverhalten von QAV bei der Reinigung in verschiedenen Praxis-Melkanlagen und Milchtanks durchgeführt. Die Ergebnisse und Folgerungen aus diesen Versuchen wurden im hier vorliegenden Endbericht zusammengefasst.

2 Stand des Wissens

Quartäre Ammoniumverbindungen bei der R/D von Melkanlagen

Im Bereich der Milchwirtschaft bzw. -gewinnung werden für die Desinfektion der verwendeten Gerätschaften verschiedene, biozid wirksame Substanzen eingesetzt. Quartäre Ammoniumverbindungen (QAV) zählen zu den organischen Ammoniumverbindungen und gehören zur Gruppe der kationischen Tenside. Aufgrund der chemischen Eigenschaften wirken sie als „waschaktive Substanzen“, die, zusätzlich zur desinfizierenden Wirkung, auch positive Wirkungen bezüglich des Reinigungseffektes des R/D-Mittels erzielen. Im Bereich der Milchgewinnung bzw. -verarbeitung werden an QAV insbesondere die beiden Stoffgruppen BAC (Benzalkoniumchlorid) und DDAC (Didecyldimethylbenzylammoniumchlorid) seit Jahrzehnten eingesetzt.

Aufgrund der Vorteile von QAV (Geruchlosigkeit, einfache Handhabung, geringe Aggressivität bzw. Korrosivität, leicht wasserlöslich...) gegenüber z. B. chlorhaltigen R/D-Mitteln, gelangten diese Wirkstoffe in den 60er und 70er-Jahren des letzten Jahrhunderts zu einer breiten Verwendung. Insbesondere bei der Handreinigung von Melkgerätschaften bieten sie aufgrund der Anwenderfreundlichkeit große Vorteile.

QAV wirken auf grampositive Bakterien (zu dieser Gruppe gehören u. a. auch die, für die Milchwirtschaft wichtigen, Säurebildner) besonders gut. Auf gramnegative Bakterien (in der Milchwirtschaft eher unerwünschte Keime), Phagen und Sporen wirken sie hingegen weniger stark und können sogar zu einer Anreicherung von diesen führen [Kielwein, 1981].

QAV weisen eine hohe Oberflächenaktivität aus. Durch diese Eigenschaft verbessern sie einerseits den Wascheffekt, andererseits wirken sie durch die Reaktion mit Oberflächenlipiden von Mikroben biozid. Gleichzeitig führt diese Oberflächenadsorption aber auch dazu, dass die QAV einen (bakteriostatischen) Film auf den benetzten Teilen bilden, der schwer abspülbar ist und der Rückstandsprobleme in der daraufhin ermolkenen Milch bewirken kann [Kielwein, 1981].

Aufgrund der genannten Nachteile sind QAV in verschiedenen Ländern (z. B. Frankreich, Schweiz...) für die Desinfektion von Melkanlagen nicht zugelassen. Des Weiteren werden QAV, insbesondere wegen der oben genannten molkereitechnischen Nachteile, in Molkereien im Regelfall nicht mehr verwendet.

Auf persönliche Anfrage im Frühherbst 2012 gab einer der größten R/D-Mittel-Hersteller in Süddeutschland den Anteil der QAV-haltigen R/D-Mittel mit 15 - 20 % an. Ein weiterer Hersteller (der allerdings nur ein QAV-haltiges Mittel im Angebot führt) gab den Anteil an den verkauften Mittel mit 3 % an.

Nach Bekanntwerden der „QAV-Problematik“ kam es zu einem starken Rückgang des Einsatzes von QAV-haltigen Mitteln in der Praxis. Dies war insbesondere auch auf die Initiative und Empfehlung der verschiedenen Molkereien zurückzuführen. Beim Screening im Rahmen von Modul 1 zeigte sich diese rückläufige Tendenz bereits anhand der festgestellten QAV-Gehalte der Anlieferungsmilch. Dieser Trend dürfte sich zwischenzeitlich weiter fortgesetzt haben. Der o. a. Hersteller in Süddeutschland gab im Herbst 2015 den Anteil der verkauften QAV-haltigen R/D-Mittel mit weit unter 5 % an.

Es ist anzunehmen, dass sich dieser starke Rückgang der Verkaufszahlen auch auf die zukünftige Zulassung von QAV-haltigen R/D-Mitteln auswirken wird. Da für eine entsprechende Produktzulassung nach der Biozid-Richtlinie umfangreiche und damit kosteninten-

sive Untersuchungen von den Herstellern vorgelegt werden müssen, ist es unwahrscheinlich dass eine entspr. Zulassung dieser Mittel von Seiten der Hersteller angestrebt wird. Damit würden QAV-haltige Mittel zukünftig „vom Markt verschwinden“. Die Milchherzeuger müssen in dieser Situation dann auf alternative R/D-Mittel bzw. Wirkstoffe ausweichen. Es ist zu erwarten, dass insbesondere der Einsatz von chlorhaltigen R/D-Mitteln entsprechend zunehmen wird.

Rückstandsverhalten von QAV

Quartäre Ammoniumverbindungen sind eine heterogene und große Stoffgruppe, die ein sehr breites Einsatzspektrum hat. Nach Angaben des österreichischen Umweltbundesamtes (2013) sind rund 100 technische Zubereitungen und Gemische, mit einer jährlichen Einsatzmenge von weltweit 1,16 Mio. Tonnen (davon ca. 32 % in Europa), am Markt. Sie werden eingesetzt als Detergentien in Weichspülern, Pflegeprodukten, Reinigungsmitteln, aber auch als Desinfektionsmittel, Pflanzenschutzmittel, Kosmetika u. a. Aufgrund dieses vielfältigen Einsatzes in der chemischen Industrie, liegen zahl- und umfangreiche Untersuchungen zu QAV und deren Auswirkungen auf Mensch / Umwelt (z. B. Abbaubarkeit, Anreicherung in Böden, Wirkung auf Oberflächengewässer...) vor.

Wissenschaftliche Untersuchungen zum Rückstandsverhalten und zu Auswirkungen beim Einsatz in der Milchwirtschaft liegen leider jedoch nur in untergeordneter Zahl und auch nur aus den 60er- bis 80er-Jahren vor. Schwerpunkte bilden dabei insbesondere die Auswirkungen des Einsatzes von QAV auf die molkereitechnische Weiterverarbeitung der Rohmilch.

Aussagen zum Abspülverhalten von QAV von unterschiedlichen, in der Lebensmittelindustrie (bzw. bei der Milchgewinnung) eingesetzten Materialien, finden sich in einer Arbeit von Hehnschrot und Wildbrett von 1985. Es wurde das Abspülverhalten von QAV von verschiedenen Materialien (Gummi, Edelstahl, Polyamid, Polypropylen und Acrylglas) bei unterschiedlichen Behandlungen untersucht:

- Die mit Abstand höchsten Haftmengen (bevor ein Abspülen mit Wasser stattfand) fanden sich an Gummi.
- Bei Nachspülung mit 12 °C kaltem Wasser für 2 Minuten konnten die anhaftenden QAV-Mengen um mehr als 90 % bei Edelstahl, Acrylglas und Polypropylen reduziert werden. Bei Gummi betrug die Reduzierung nur rund 80 %.
- Eine Verlängerung der Nachspüldauer auf 5 bzw. 10 Minuten brachte keine wesentliche Veränderung der Situation.
- Eine wesentlich effektivere Abspülung wurde durch pulsierende Spülung (Turbulenzen) oder durch Erhöhung der Temperatur des Nachspülwassers erreicht.
- Gummi gab die weitaus größten Tensid-Mengen an nachfolgend über die Werkstücke geleitete 20 °C warme Milch ab
[Hehnschrot und Wildbrett, 1985].

Es finden sich hier somit Aussagen zum Rückstandsverhalten von QAV bzw. zur Beeinflussbarkeit im Rahmen der Reinigung/Desinfektion. Aufgrund der hohen Adsorptionskraft an Oberflächen sind die eingesetzten QAV schwer abspülbar, so dass an die Nachspülung behandelte Teile hohe Anforderungen gestellt werden, um ein Ausschwemmen der QAV-Rückstände mit der ermolkenen Milch zu verhindern. Leider lassen sich aus der Untersuchung keine Aussagen bezüglich der zu erwartenden QAV-Rückstandsmengen beim praktischen Einsatz in Melkanlagen ableiten.

Insgesamt fehlen neuere und belastbare Untersuchungen zu Verhalten und Auswirkungen von QAV aus R/D-Mitteln bzw. dem Rückstandsniveau bei deren ordnungsgemäßen Einsatz in Melkanlagen. In Anbetracht der Weiterentwicklung der analytischen Methoden (und entsprechender Senkung der Bestimmungsgrenze für QAV), der eingesetzten neueren Materialien und Verfahren in Melkanlagen und in Bezug auf die aktuelle Problemstellung wurde es als notwendig erachtet hierzu aktuelle Untersuchungen durchzuführen.

Grenzwertfestlegung für QAV 2012 und Anpassung der Grenzwerte 2014

Bezüglich zulässiger Höchstmengen in Lebens- bzw. Futtermitteln galt zunächst der sogenannte „Auffangwert“ von 0,01 mg QAV / kg¹. Dieser Höchstwert gilt immer, soweit kein „spezifischer Rückstandshöchstgehalt“ für bestimmte Stoffe festgelegt wurde. Nach Bekanntwerden der QAV-Problematik 2012 wurden vom „Ständigen Ausschuss für die Lebensmittelkette und Tiergesundheit“ (SCoFCAH) der EU-Kommission für die beiden Stoffgruppen DDAC und BAC nach Empfehlung des BfR [BfR, 2012 a + b] Schwellenwerte von jeweils 0,5 mg/kg festgelegt. Damit durften Lebens- oder Futtermittel mit einem höheren Gehalt nicht in den Verkehr gebracht werden bzw. mussten aus dem Verkehr gezogen werden.

Im Jahr 2012 wurden auch in Bayern vermehrt Rohmilch und Milchprodukte in Bezug auf Belastungen mit BAC bzw. DDAC untersucht. Untersuchungsergebnisse der MUVA Kempten (nicht veröffentlicht) zeigten, dass bei Rohmilch² nur selten eine Überschreitung der Grenzwerte für die beiden QAV-Gruppen BAC und DDAC auftrat. Bei den Verarbeitungserzeugnissen (z. B. Butter, Käse) wurden jedoch häufiger Gehalte von mehr als 0,5 mg BAC bzw. DDAC je kg analysiert.

Beim bayernweiten Screening im Winter 2012/13 im Rahmen des Moduls 1 dieses Projektes wurden bei den 149 untersuchten Milchsammelwagen (Mischmilch der gesamten Lieferanten einer Tour) kein Wert über 0,5 mg/kg Milch festgestellt. Es lagen jedoch 6,1 % der Touren über einem BAC-Gehalt von 0,1 mg/kg (maximal: 0,245 mg/kg).

Bei der Grenzwertfestlegung 2012 wurden bereits für einige Bereiche der Lebensmittelerzeugung (insbesondere Babynahrung und diätetische Lebensmittel) niedrigere Grenzwerte diskutiert. Im Herbst 2014 wurde dann von Seiten der EU Grenzwerte für BAC und DDAC in den Anhang der EG-VO 396/2005 aufgenommen. Ab diesem Zeitpunkt zählten neu festgelegte Grenzwerte die für alle Bereiche der Produktion bei maximal 0,1 mg QAV / kg Milch liegen [EU-VO 1119/2014]. Aufgrund der Ergebnisse des Screenings war bereits zum Zeitpunkt der neuerlichen Grenzwertfestlegung klar, dass diese **Absenkung faktisch einem Verbot der QAV-haltigen R/D-Mittel gleichkam**, da unter praktischen Bedingungen eine Einhaltung des niedrigeren Grenzwertes nicht in allen Fällen garantiert werden kann.

Weitere biozide Wirkstoffe bei der R/D von Melkanlagen

Alternativ zu QAV werden verschiedene andere biozid wirksame Stoffe bei der R/D von Melkanlagen eingesetzt. Den weitaus größten Anteil stellen R/D-Mittel mit Aktivchlor als desinfizierende Komponente. Bei unsachgemäßer Durchführung bzw. Einstellung der R/D können Rückstände von Trichlormethan (TCM) auftreten, die zu einer Belastung der

¹ Art. 18 der EG-Pestizid-Höchstgehaltsverordnung 396/2005

² Im Regelfall wurde hier Mischmilch untersucht, d. h. Sammelmilch aus Tankwagen

Milch führen. Der Grenzwert für Milch- bzw. Milchprodukte liegt für die halogenierten Kohlenwasserstoffe (z. B. TCM) bei 0,1 mg/kg.

Im Produktionsprozess kann es durch Anreicherung des fettgebundenen TCM zu einer Akkumulation des Rückstandes und damit Grenzwertüberschreitung im fertigen Produkt (z. B. Butter, Sahne...) kommen. So wird beispielsweise in der Butterproduktion mit einem Anreicherungskoeffizienten von 20 gerechnet. Der „Warnwert“ für diesen Rückstand, der regelmäßig im Rahmen des Monitoring in Bayern untersucht wurde, liegt bei 0,002 mg/kg Rohmilch. Die Ergebnisse der Monitoringdaten der MUVA-Kempton weisen regelmäßig eine Überschreitung des Warnwertes auf. So wurde im Schnitt der Jahre 2004 - 2012 bei rund 7,3 % der Touren der Warnwert überschritten (vgl. Abb. 1). Beim Screening im Rahmen des Moduls 1 überschritten 11,4 % der untersuchten Milchsammelwagen den Warnwert 0,002 mg TCM / kg Anlieferungsmilch.

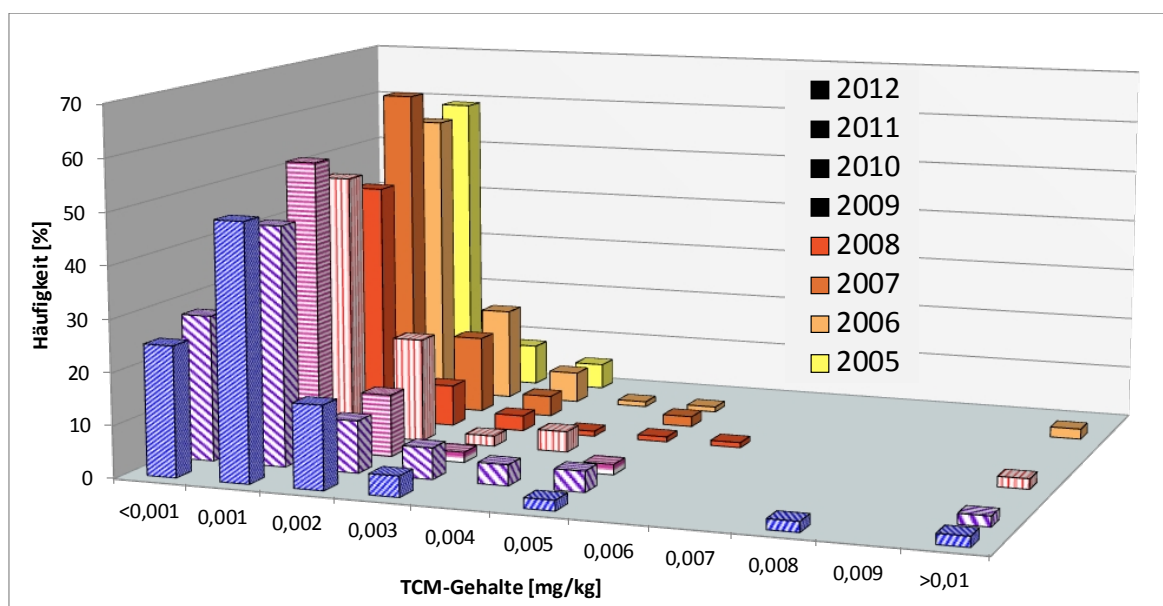


Abb. 1: TCM-Gehalte der im Rahmen des Monitoring von der MUVA-Bayern untersuchten Rohmilch [MUVA 2012]

Aus diesem Grund wurde in früheren Jahren von einzelnen Molkereien den Lieferanten der Einsatz von chlorhaltigen R/D-Mittel verboten (insbesondere „Bio-Vermarktung“). In diesen Regionen wurde als Alternative verstärkt QAV als desinfizierende Komponente eingesetzt.

Aber auch bei anderen Bioziden, die bei der R/D von Melkanlagen eingesetzt werden, kann eine Rückstandsproblematik bei unsachgemäßer R/D nicht ausgeschlossen werden (z. B. jodhaltige R/D-Mittel).

3 Zielsetzung

Aufgrund der im Jahr 2012 aufgetretenen „QAV-Problematik“ wurde von Seiten des StMELF eine Arbeitsgruppe einberufen, die vorhandene Informationen sammelte und das weitere Vorgehen diskutierte. Im Rahmen eines Projekts sollten in zwei aufeinanderfolgenden „Modulen“ zunächst weitergehende Informationen zur QAV-Rückstandssituation in Bayern erhoben und ausgewertet werden (Modul 1, siehe Endbericht). In einem zweiten Schritt (Modul 2) sollten belastbare Daten zum Rückstandsverhalten der QAV in verschiedenen Melksystemen ermittelt und daraus folgernd Beratungsrichtlinien erarbeitet werden. In jedem der beiden Projektteile sollten somit spezifische Zielsetzungen bearbeitet werden.

Projekt-Modul 1

Zielsetzung des ersten Moduls war es, zeitnah anhand eines Screenings die aktuelle Rückstandssituation der Rohmilch in als besonders „belastet“ geltenden Regionen zu ermitteln.

Parallel dazu wurde in das Screening die Untersuchung auf „Halogenierte Kohlenwasserstoffe“ (HKW, z. B. Trichlormethan) aufgenommen, um zu erkennen, wie sich in den untersuchten Regionen die Rückstandssituation bezüglich dieser Stoffgruppe darstellt und ob aufgrund eines eventuellen Ausweichens der Milcherzeuger auf chlorhaltige R/D-Mittel hier eine neue Problematik zu erwarten ist.

In ausgewählten Regionen mit erhöhten QAV-Gehalten sollten die Hauptverursacher (Einzellieferanten) bestimmt werden, um das Belastungsniveau auf Einzelerzeugerebene und die Eintragshöhe durch diese einschätzen zu können. Gleichzeitig sollten nach Möglichkeit Eintragswege von QAV auf Einzelerzeuger-Niveau evaluiert werden.

Die Erhebungen zum Modul 1 fanden im Winter 2012 /13 statt, und die Ergebnisse können im entsprechenden Endbericht, der auch im Internet veröffentlicht wurde, nachgelesen werden [[LfL-ILT, 2013](#)].

Projekt-Modul 2

Im zweiten Modul (welches Gegenstand des vorliegenden Berichts ist) sollten anhand von Untersuchungen in Praxismelkanlagen belastbare Aussagen zum Rückstandsverhalten und -niveau von QAV bei der Reinigung/Desinfektion verschiedener Melksysteme bzw. Milchlagertanks gewonnen werden. Gleichzeitig sollte der Einfluss von abweichenden Einstellungen und unterschiedlicher Handhabung der R/D auf das Rückstandsniveau abgeklärt werden. Es wurden dafür verschiedene Bedingungen der R/D variiert.

Auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse sollten nach Möglichkeit Beratungsempfehlungen zur Vermeidung von Rückständen erarbeitet werden, um das Niveau von Rückstandsbelastungen bei der Milchgewinnung zukünftig weitestgehend zu minimieren.

Die erforderlichen Erhebungen in den Praxisanlagen fanden im Zeitraum Dezember 2013 bis April 2015 statt.

4 Material und Methode

4.1 Versuchsvarianten in den verschiedenen Melksystemen

Um das QAV-Rückstandsniveau und den Verlauf der QAV-Gehalte in der ermolkene Milch festzustellen wurden Versuchsreihen in verschiedenen Melksystemen durchgeführt (AMS, Melkstand, Rohrmelkanlage). Zusätzlich wurden zwei verschiedene Milchlagerungs-Systeme in die Versuche mit einbezogen (Milchtank mit automatischer R/D und Milchlager mit manueller Reinigung). Einen Überblick über die verschiedenen Versuchsreihen gibt Abb. 2.

	AMS	Melkstand	Absauganlage	Milchlager
Variante 1	Standard R/D	Standard R/D	Standard R/D	Tank mit R/D-Automaten
Variante 2	Heiß nachspülen			Tank mit manueller R/D
Variante 3	5-fach Dosierung			(jeweils Standard R/D)

Abb. 2: Versuchsvarianten im Überblick

Bei den Vorversuchen zeigte sich, dass das AMS bezüglich der praktischen Versuchsdurchführung weitreichende Vorteile hatte (Standardisierung, Wiederholbarkeit, Kontroll- und Einstellmöglichkeiten der R/D usw.), so dass in diesem System die umfangreichsten Varianten getestet wurden³.

Es wurde in allen drei Melksystemen die Variante „Standard R/D“ untersucht. Diese war folgendermaßen definiert:

- Zirkulationsreinigung mit den Phasen: Vorspülung (warm), Hauptreinigung (> 40°C), Nachspülung (kalt)
- Einstellungen der R/D-Automaten (Wassermengen, Temperaturen, Turbulenz) wie vom Hersteller empfohlen
- Dosierung des R/D-Mittels entsprechend der Hersteller-Vorgaben (0,5 %-ige R/D-Lösung)

Die R/D-Automaten bzw. -einstellungen wurden vor Beginn der Versuchsreihen vom zuständigen Kundendienst überprüft und erforderlichenfalls justiert.

Im Rahmen des Projekts sollte des Weiteren evaluiert werden durch welche Faktoren der Reinigung die festzustellenden QAV-Rückstandgehalte wesentlich beeinflusst werden. Dafür wurden im AMS, aber auch im Melkstand, weitere Varianten der Reinigung bei unterschiedlichen Bedingungen bzw. Einstellungen der R/D untersucht.

Im Vorfeld der Untersuchungen wurde von verschiedenen Seiten (R/D-Mittel-Hersteller, Molkereien...) eine Nachspülung der Anlagen mit warmen bzw. heißem Wasser empfohlen um die QAV-Rückstandgehalte zu reduzieren. Um zu überprüfen ob dieser Effekt nachzuweisen ist, wurde im AMS eine Reinigungsvariante mit heißer Nachspülung durchgeführt.

³ In der Praxis werden in AMS im Regelfall keine QAV-haltigen R/D-Mittel eingesetzt

Da über die Dosierung des R/D-Mittels ein Effekt auf die Höhe der Rückstände erwartet werden konnte und gleichzeitig in der Praxis oft eine Fehldosierung der Mittel zu beobachten war, wurde eine Variante mit Überdosierung des R/D-Mittels berücksichtigt.

Im Melkstand wurde zudem der Einfluss eines unterschiedlichen Orts der Probenahme (und damit der wirksamen) Leitungsoberflächen berücksichtigt. Weitere Varianten werden bei den Ergebnissen (siehe 5) beschrieben.

Für die Rückstandsuntersuchungen wurde in den verschiedenen Systemen jeweils eine Reinigung mit einem QAV-haltigen R/D-Mittel durchgeführt. Unmittelbar nach dieser „Versuchsreinigung“ wurden bei den anschließenden Melkungen (bzw. bei der anschließenden Melkzeit) Milchproben zu verschiedenen Zeitpunkten gezogen, um das Niveau der QAV-Gehalte in Abhängigkeit von der Menge ermolkenener Milch festzustellen.

Um Verunreinigungen oder Verschleppungen zu verhindern, wurden in allen Versuchen ausschließlich neue Probefläschchen (50 ml) verwendet, die im Vorfeld von der MUVA etikettiert wurden.

Zusätzlich zu den Milchproben wurden während der R/D mit QAV-haltigem Mittel auch Wasserproben gezogen. Zum einen wurde das Hauptspülwasser untersucht, um sicherzustellen dass die manuelle Zudosierung korrekt erfolgte. Zum anderen wurde das Nachspülwasser (letzter Schwall) beprobt, um festzustellen, welche QAV-Gehalte am Ende des Nachspülens noch im Spülwasser ermittelt werden konnten.

Im Rahmen des Screenings der Milchsammelwagen im 1. Modul des Projekts hatte sich gezeigt, dass in der Fläche von den QAV fast ausschließlich die Stoffgruppe BAC zum Einsatz kam. Der Nachweis von DDAC in den Milchproben war untergeordnet. Für die Rückstandsuntersuchungen wurde daher ein BAC-haltiges R/D-Mittel verwendet (0,6 % BAC-Gehalt, flüssig, alkalisch).

Die Melk- bzw. Milchlagersysteme wurden außerhalb der Versuchsreihen NICHT mit QAV-haltigen R/D-Mitteln gereinigt. Dennoch wurde vor Beginn der einzelnen Versuchsreihe jeweils eine Nullprobe gezogen, um zu gewährleisten, dass keine Vorbelastungen mit QAV gegeben waren.

Die Versuche wurden in Praxisbetrieben durchgeführt. Um erhöhte QAV-Gehalte der abgelieferten Milch in jedem Fall zu vermeiden, wurden bei den einzelnen Versuchsreihen in Abhängigkeit von den Bedingungen, unterschiedliche Mengen der ermolkenen Milch verworfen. Die im Bericht dargestellten QAV-Tankgehalte der Anlieferungsmilch sind insofern rechnerische Werte, die sich aus den festgestellten BAC-Gehalten der einzelnen Milchproben ergeben.

Nähere Erläuterungen zu Versuchsaufbau und -durchführung in den verschiedenen Melksystemen bzw. Milchlagern werden vor der Beschreibung der Ergebnisse dargestellt.

4.2 Analytik

Alle Analysen der Milch- und Wasserproben auf QAV wurden von der MUVA-Kempton durchgeführt. Es wurde standardmäßig auf die beiden QAV BAC und DDAC untersucht.

Unter dem Sammelbegriff BAC wird im Allgemeinen das variable Stoffgemisch von Benzyl- C_{10-18} -alkyldimethylammoniumchloriden bezeichnet (Alkylteil aus C_{10} bis C_{18} -Ketten). Die verwendeten Hauptkomponenten sind dabei in der Regel BAC mit den Kettenlängen C_{12} und C_{14} (in unterschiedlichen Verhältnissen). BAC- C_{18} stellt nach bisherigen Erfahrungen nur einen untergeordneten Anteil.

DDAC stellt ein Gemisch aus quartären Ammoniumsalzen mit typischen Alkylkettenlängen von C8, C10 und C12, wobei der Anteil an C10 mehr als 90 % beträgt [BfR, 2012 a], so dass nach Aussagen der MUVA die Erfassung von DDAC-C10 (Didecyldimethylammoniumchlorid) für die Ermittlung von Rückständen als ausreichend betrachtet wird.

Die Analyse auf QAV (BAC (C10 - C18) und DDAC (C10)) wurde bei der MUVA mittels LC-MS-MS (Flüssigchromatographie, gekoppelt mit Tandem-Massenspektrometrie) durchgeführt. Die Extraktion aus den Milchproben erfolgte mit Methanol (angesäuert mit Ameisensäure), Fett und Eiweiß wurden durch Zentrifugieren nach Kühlung abgetrennt. Das Verfahren beruht auf der Veröffentlichung von H. Knapp, P. Fecher, K. Werkmeister, Lebensmittelchemie 65, 1-16 (2011) und wurde um die Verwendung von deuterierten internen Standards für BAC C12 und DDAC erweitert.



*Abb. 3: LC-MS-MS Analysegerät bei der MUVA-Kempton (links)
Validierung der Messergebnisse QAV am PC (rechts, Foto: MUVA)*

Die Bestimmungsgrenze („limit of quantitation“, LOQ, Wert ab dem quantitative Analyseergebnisse ausgewiesen werden) liegt sowohl für BAC (Einzelsubstanzen) als auch für DDAC bei 0,005 mg/kg Milch. Die erweiterte Messunsicherheit für die QAV beträgt $\pm 25\%$.

Im Analyseergebnis der MUVA wurden für BAC die Einzelergebnisse für die Kettenlängen C10, C12, C14, C16 und C18 sowie die Summe dieser Stoffe ausgewiesen. Für DDAC wurde der Gehalt für DDAC mit der Kettenlänge C10 analysiert und ausgewiesen.

5 Ergebnisse

5.1 Automatisches Melksystem

5.1.1 Versuchsaufbau und -durchführung

Die Versuche wurden am Automatischen Melksystem (AMS) der Versuchsstation Grub durchgeführt (VMS, Hersteller: DeLaval, Baujahr 2010). In Vorversuchen wurden die notwendigen technischen Einstellungen und die Probenahme eruiert und weiter entwickelt. Des Weiteren wurden in den Vorversuchen erste Milchproben untersucht um zu eruieren, wann geeignete Probenahmezeitpunkte sind und in welchen Größenordnungen die ermolzene Milch verschüttet werden muss, um Beeinträchtigungen der abgelieferten Milch zu vermeiden.

Für die „Versuchsaufbau“ wurde die eingestellte automatische R/D unterbunden und der Prozess manuell gestartet. Die automatische Dosierung wurde ebenfalls gestoppt und das QAV-haltige R/D-Mittel von Hand bei der Hauptreinigung zudosiert. Für die Variante „heiß nachspülen“ wurde die Steuerung des AMS entsprechend umgestellt, so dass im Prozessschritt Nachspülen heißes Wasser verwendet wurde. Bei der Variante „5-fach Dosierung“ wurde entsprechend mehr R/D-Mittel bei der Hauptreinigung zudosiert.

Vor Beginn der „Versuchsaufbau“ wurde der Milchfilter (eingebaut in der Druckleitung) entfernt und Vorsorge getroffen, dass keine ungeplanten Zwischenspülungen das Versuchsergebnis beeinflussen. Der Milchfilter wurde frühestens nach der 10. Melkung wieder in die Druckleitung eingebaut, um eventuelle Einflüsse auf die BAC-Gehalte durch den Filter möglichst gering zu halten. Die Milch wurde mindestens bis zum Einbau des Milchfilters verworfen. Eine neuerliche R/D wurde erst wieder ab der 25. Melkung (bzw. 40. Melkung bei der Variante „5-fach-Dosierung“) zugelassen.

Während der R/D wurden, wie unter 4.1 beschrieben, Proben der Reinigungsflüssigkeit gezogen. Nach der Reinigung mit dem QAV-haltigen Mittel wurden Milchproben nach den Melkungen der einzelnen Tiere gezogen. Die Entnahme dieser Milchproben erfolgte dabei am Ende der 14 m langen Druckleitung (ca. 1 m vor der Einleitung in den Milchtank), mit Hilfe eines dafür eigens eingebauten 2-Wegehahns (siehe Abb. 4). Die Probenziehung erfolgte jeweils ca. 3 Sekunden nachdem die gesammelte Milch einer Melkung vom Sammelbehälter über die Druckleitung in den Milchtank gepumpt worden war. Die jeweils erste Melkung einer Versuchsreihe wurde zusätzlich gleich zu Beginn des Abpumpens der Milch beprobt (d.h. erste Milch die am Tank ankommt).

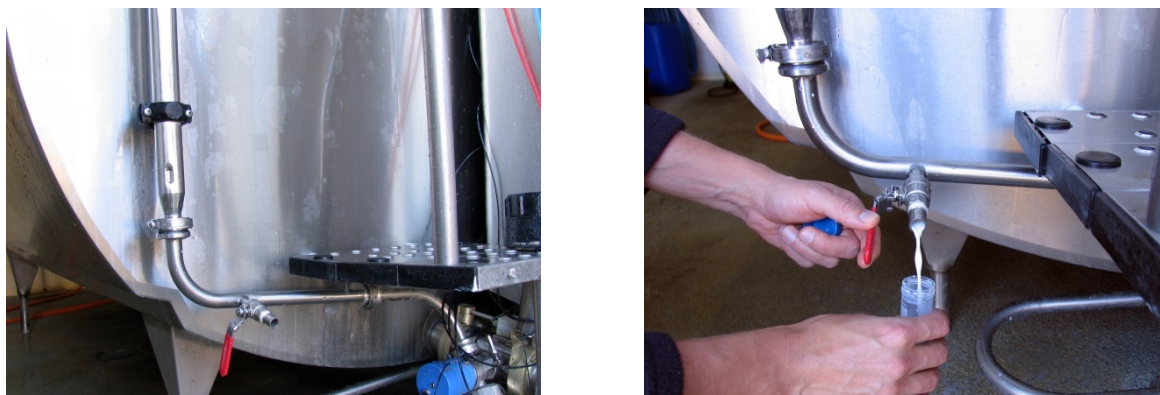


Abb. 4: Probenahmestelle bei den Tests im AMS unmittelbar vor dem Tankeinlauf

5.1.2 Ergebnisse - Variante „Standard R/D“

In der nachfolgenden Tabelle sind die Analyseergebnisse der beiden Wiederholungen der „Standard-Variante“ (reguläre R/D) im AMS zusammengefasst. Es sind hier auch die Analyseergebnisse der Wasserproben (Mitte Hauptspülung, Nachspülen) enthalten. Im Schnitt wurden 15,9 kg Milch je Melkung gewonnen.

Tab. 1: BAC-Gehalte der Milch, Variante - Standardreinigung im AMS

Zeitpunkt Probenahme	Versuchs- reihe 1		Versuchs- reihe 2		Mittelwert
	Milch-kg akkumuliert	BAC [mg/kg]	Milch-kg akkumuliert	BAC [mg/kg]	BAC [mg/kg]
Hauptspülen H ₂ O		24,480		27,500	25,990
Nachspülen H ₂ O		3,250		0,900	2,075
1. Melkung Beginn		2,866		keine Probe	2,866 *
1. Melkung Ende	13,5	1,526	16,9	2,011	1,769
2. Melkung	29,2	1,225	27,7	0,602	0,914
3. Melkung	49,5	0,400	42,3	0,275	0,338
4. Melkung	59,7	0,459	58,5	0,152	0,306
5. Melkung	89,7	0,151	85,2	0,151	0,151
7. Melkung	119,4	0,110	119,3	0,140	0,125
8. Melkung	138,3	0,087	130,7	0,158	0,123
10. Melkung	171,5	0,061	159,9	0,078	0,069
16. Melkung	274,2	0,037	249,0	0,024	0,031
25. Melkung	397,2	0,022	380,7	0,027	0,025

* = Wert aus Versuchsreihe 1

Während die Analyseergebnisse der Reinigungslösung relativ gut vergleichbar sind, unterschieden sich die BAC-Gehalte der Nachspüllösung stark in der Höhe (Versuchsreihe (VR) 1 = 3,25, VR 2 = 0,90). Unterschiede beim Nachspülwasser traten in dieser Größenordnung nur in dieser Variante auf. Der Grund dafür konnte nicht abschließend ermittelt werden.

Auch bei der Höhe der BAC-Gehalte der Milch können zwischen den Wiederholungen größere Unterschiede festgestellt werden (die auch nicht mit der Höhe der Milchmenge der einzelnen Melkungen erklärt werden können). Es zeigt sich insgesamt (auch bei den verschiedenen nachfolgend beschriebenen Varianten), dass bei den jeweiligen Wiederholungen stärkere Schwankungen in Bezug auf die absolute Höhe der BAC-Gehalte der jeweiligen Proben auftreten. Diese Schwankungen ließen sich in den meisten Fällen nicht eindeutig klären und traten auch trotz exakter Versuchsplanung / -durchführung und sorgsamer Probenahme auf. Bei Untersuchungen in Praxisanlagen sind demzufolge gewisse Schwankungen der analysierten BAC-Gehalte regelmäßig zu erwarten. In Bezug auf die relative Höhe und die Tendenz zeigten sich jedoch in allen Versuchsreihen eindeutige Trends, die eine entsprechende Interpretation der Ergebnisse zuließen.

Im Schnitt der beiden Wiederholungen zeigten sich sehr deutlich relativ hohe BAC-Gehalte in der anfänglich ermolkenen Milch. Insbesondere die 1. und 2. Melkung weisen stark erhöhte BAC-Werte auf (vergleiche auch Abb. 5). Der höchste BAC-Gehalt ist in der zuerst durch die Druckleitung gepumpten Milch der ersten Melkung festzustellen (BAC-Gehalt = 2,9 mg/kg). Dieser Wert hat bei der Probenahme zum Ende der 1. Melkung bereits stark abgenommen (1,77 mg). Nach dem Ende der 2. Melkung lag der Wert im Schnitt noch bei 0,91 mg BAC. Ab der 3. Melkung wurde der eGW 0,5 (ehemaliger

Grenzwert 0,5 mg/kg) unterschritten. Der neue Grenzwert 0,1 mg/kg (nGW 0,1) wurde durchschnittlich im Bereich der 9. bis 10. Melkung unterschritten. Nach der 25. Melkung (389 kg Milch) lag der BAC-Gehalt im Bereich von rund 0,025 mg/kg Milch.

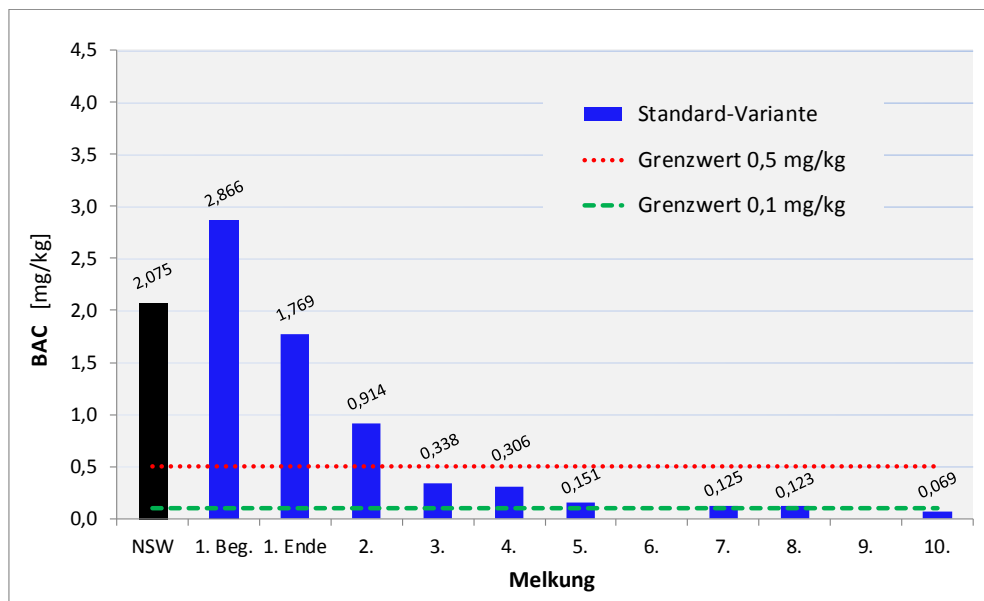


Abb. 5: BAC-Gehalte der Milch bei der Standard-Variante (Mittelwerte)

5.1.3 Ergebnisse - Variante „Heiß Nachspülen“

In Tab. 2 sind die Analyseergebnisse der beiden Wiederholungen der Variante „Heiß nachspülen“ im AMS zusammengefasst. Es sind hier auch wieder die Analyseergebnisse der Wasserproben (Mitte Hauptspülung, Nachspülen) enthalten.

Tab. 2: BAC-Gehalte der Milch, Variante - Heiß nachspülen im AMS

Zeitpunkt Probenahme	Versuchsreihe 3		Versuchsreihe 4		Mittelwert
	Milch-kg akkumuliert	BAC [mg/kg]	Milch-kg akkumuliert	BAC [mg/kg]	BAC [mg/kg]
Hauptspülen H ₂ O		35,337		29,347	32,342
Nachspülen H ₂ O		1,502		1,708	1,605
1. Melkung Beginn		3,882		4,348	4,115
1. Melkung Ende	13,0	2,055	9,1	2,906	2,480
2. Melkung	33,1	0,533	22,3	1,000	0,766
3. Melkung	45,8	0,516	38,1	0,525	0,520
4. Melkung	48,7	0,519	58,3	0,238	0,378
5. Melkung	59,1	0,358	74,8	0,180	0,269
7. Melkung	90,8	0,191	114,7	0,123	0,157
8. Melkung	keine Messung				
10. Melkung	115,6	0,160	163,7	0,079	0,119
16. Melkung	201,0	0,107	260,4	0,058	0,083
25. Melkung	307,3	0,052	392,7	0,087	0,070

Bei der R/D wurden im Vergleich zur Standard-Variante in den Prozessschritten Vorspülen und Hauptreinigung keine Änderungen vorgenommen. Bei der Nachspülung wurde mit der gleichen Menge Wasser wie im Standardverfahren gespült. Die Temperatur des Nachspülwassers wurde jedoch erhöht (Vorlauf ca. 65 °C, Rücklauf 50 - 55 °C). Diese Variante wurde insbesondere deshalb berücksichtigt, da in der (Beratungs-) Praxis verbreitet die Meinung anzutreffen ist, dass mit einer warmen bzw. heißen Nachspülung der Melksysteme die BAC-Rückstände in der ermolkenen Milch wesentlich reduziert werden können.

Die analysierten BAC-Gehalte beim Hauptspülen lagen im Vergleich zur Standardvariante höher und zeigten auch eine stärkere Streuung. Die BAC-Gehalte der Milchproben zeigten grundsätzlich einen vergleichbaren Verlauf wie die Standard-Variante, d. h. dass die Werte bei den ersten Melkungen hoch einsetzten und dann stark abnahmen. Auch bestätigt sich hier, dass die BAC-Gehalte des Nachspülwassers niedriger liegen als die Werte der ersten nachfolgend ermolkenen Milch.

Entgegen der Erwartungen zeigen die Milchproben bei dieser Variante jedoch tendenziell höhere BAC-Gehalte als in der Standard-Variante. Die erste Milch die am Tank ankam hatte im Schnitt der beiden Wiederholungen einen BAC-Gehalt von 4,1 mg / kg Milch. Ab der 4. Melkung wurde der eGW 0,5 im Schnitt der Wiederholungen unterschritten. Nach der 25. Melkung (350 kg Milch) lag der BAC-Gehalt im Bereich von rund 0,07 mg/kg Milch.

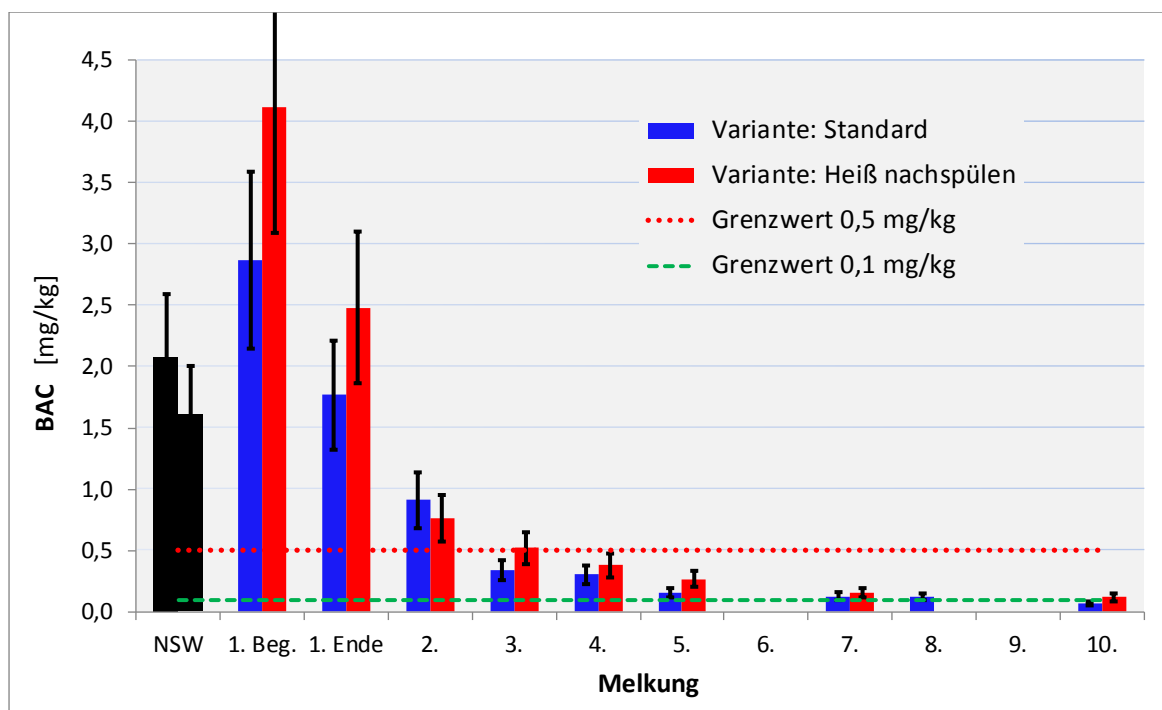


Abb. 6: BAC-Gehalte, Vergleich der Varianten Standard und „Heiß nachspülen“ (Mittelwerte und Bereich der Messunsicherheit)

Im Schnitt wurden 14,0 kg / Melkung erzielt, jedoch variierten die Milchmengen der einzelnen Melkungen zwischen den beiden Wiederholungen relativ stark. Dies liegt darin begründet, dass die Kühe in den AMS in „zufälliger Reihenfolge“ kommen und somit auch unterschiedliche Milchmengen ermolken wurden. Bei der Versuchsreihe (VR) 3 wurden durchschnittlich lediglich 12,3 kg / Melkung erzielt (25. Melkung = 307 kg), während bei VR 4 15,7 kg / Melkung ermolken wurden (25. Melkung = 393 kg). Ab der 4. Melkung

wurde in VR 3 wesentlich weniger Milch ermolken, was sich auch in den entsprechenden BAC-Gehalten widerspiegelt (langsames Absinken der BAC-Werte).

Beim Vergleich der BAC-Gehalte zwischen den Varianten „Standard“ und „Heiß nachspülen“ sind tendenziell bei der zweiten Variante höhere BAC-Werte zu beobachten (siehe Abb. 6). Aufgrund der bei der Analyse zu berücksichtigenden Messunsicherheit von $\pm 25\%$, kann ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Varianten statistisch nicht abgesichert werden. Auf der Grundlage der festgestellten BAC-Gehalte beim Nachspülen mit heißem Wasser kann jedoch die Annahme, dass mit dieser Maßnahme niedrigere BAC-Werte in der ermolkenen Milch erreicht werden, so nicht bestätigt werden.

5.1.4 Ergebnisse - Variante „5-fach Dosierung“

Im Vergleich zu den beiden vorangehenden Varianten wurde hier die Dosierung des QAV-haltigen R/D-Mittels auf die 5-fache Konzentration erhöht, d. h. statt mit einer 0,5-prozentigen Lösung wurde mit einer 2,5-prozentigen R/D-Lösung im Hauptspülgang gereinigt.

In Tab. 3 sind die Analyseergebnisse der beiden Wiederholungen der Variante „5-fach Dosierung“ zusammengefasst. Es wurden in diesem Fall bis zur 10. Melkung alle Melkungen beprobt und analysiert und aufgrund der zu erwartenden höheren Werte auch noch die 40. Melkung beprobt.

Tab. 3: BAC-Gehalte der Milch, Variante - 5-fach Dosierung

Zeitpunkt Probenahme	Versuchs- reihe 5		Versuchs- reihe 6		Mittelwert
	Milch-kg akkumuliert	BAC [mg/kg]	Milch-kg akkumuliert	BAC [mg/kg]	BAC [mg/kg]
Hauptspülen H ₂ O		121,128		148,517	134,822
Nachspülen H ₂ O		7,229		8,352	7,790
1. Melkung Beginn		13,395		11,508	12,452
1. Melkung Ende	22,6	6,229	17,8	6,585	6,407
2. Melkung	41,8	2,454	36,7	1,745	2,099
3. Melkung	58,1	1,216	46,1	2,106	1,661
4. Melkung	71,4	0,797	64,1	0,467	0,632
5. Melkung	82,0	0,752	75,2	0,508	0,630
6. Melkung	93,0	0,570	90,1	0,295	0,433
7. Melkung	104,4	0,494	109,5	0,263	0,379
8. Melkung	121,9	0,409	121,6	0,247	0,328
9. Melkung	136,8	0,297	136,4	0,201	0,249
10. Melkung	148,3	0,269	150,7	0,216	0,242
16. Melkung	241,7	0,144	238,6	0,098	0,121
20. Melkung	301,2	0,073	303,5	0,110	0,092
25. Melkung	378,7	0,049	363,9	0,054	0,052
40. Melkung	554,1	0,053	522,6	0,027	0,040

Die starke Überdosierung des R/D-Mittels spiegelte sich direkt auch in den festgestellten BAC-Gehalten wider. Dies war sowohl bei den Messwerten der R/D-Lösungen als auch in der Milch zu beobachten.

Die Reinigungslösung beim Hauptspülen zeigte mit 135 mg BAC / kg einen rund 4,6 fach erhöhten Gehalt an BAC verglichen mit dem durchschnittlichen Gehalt der vier Wiederholungen der ersten beiden Varianten. Erwartungsgemäß sank der BAC-Gehalt im Nachspülwasser stark ab (auf rund 7,8 mg/kg). Wie bei den beiden anderen Varianten bereits beobachtet, war jedoch zu Beginn der ersten Melkung, also mit der ersten Milch, die durch die Leitungen floss, wieder eine starke Erhöhung des BAC-Gehaltes, auf durchschnittlich 12,4 mg/kg Milch, festzustellen. Dies entsprach fast einer Verdopplung des BAC-Wertes. Es wurde somit offensichtlich mit der ersten ermolkenen Milch wesentlich mehr BAC ausgeschwemmt als mit dem Nachspülwasser. Die erste ermolkene Milch lag somit mehr als 100-fach über dem nGW 0,1.

Nach der 6. - 7. Melkung (d. h. in einem Bereich von 90 - 100 kg ermolkenen Milch) wurde in den beiden VR der eGW 0,5 unterschritten. Bei der 25. Melkung lag der BAC-Gehalt der Milch noch bei etwa 0,05 mg BAC/kg, dies entspricht dem halben nGW 0,1. In diesem Bereich näherten sich die BAC-Gehalte den Werten der Variante „heiß nachspülen“ an. Auch nach der 40. Melkung (bzw. rund 540 kg Milch) waren immer noch BAC-Gehalte von durchschnittlich 0,04 mg nachweisbar.

Es wurden auch Milchproben von den Melkungen einen Tag nach der Versuchsreinigung genommen. Bei beiden VR waren zu diesem Zeitpunkt immer noch Reste von QAV nachweisbar (jeweils 0,005 mg/kg), so dass auch nach einer Vielzahl an Melkungen bzw. zwischenzeitlich erfolgten Reinigungen (ohne QAV) Reste von QAV in der Anlage vorhanden waren.

Es muss angemerkt werden, dass auch bei dieser Variante nicht alle Einzelergebnisse plausibel nachvollziehbar waren. So stieg beispielsweise in der Wiederholung der BAC-Gehalt von der zweiten zur dritten Melkung an, was den Erwartungen zuwider läuft. Bei der vierten bis achten Melkung lagen die festgestellten BAC-Werte in der ersten VR wesentlich höher als in der Wiederholung. Die ermolkenen Milchmengen waren allerdings in den beiden Wiederholungen annähernd gleich, so dass die unterschiedlichen BAC-Gehalte nicht über die Milchmengen erklärt werden konnten.

In Abb. 7 werden die ermittelten BAC-Gehalte dieser Versuchsvariante den beiden vorhergehenden Varianten gegenüber gestellt.

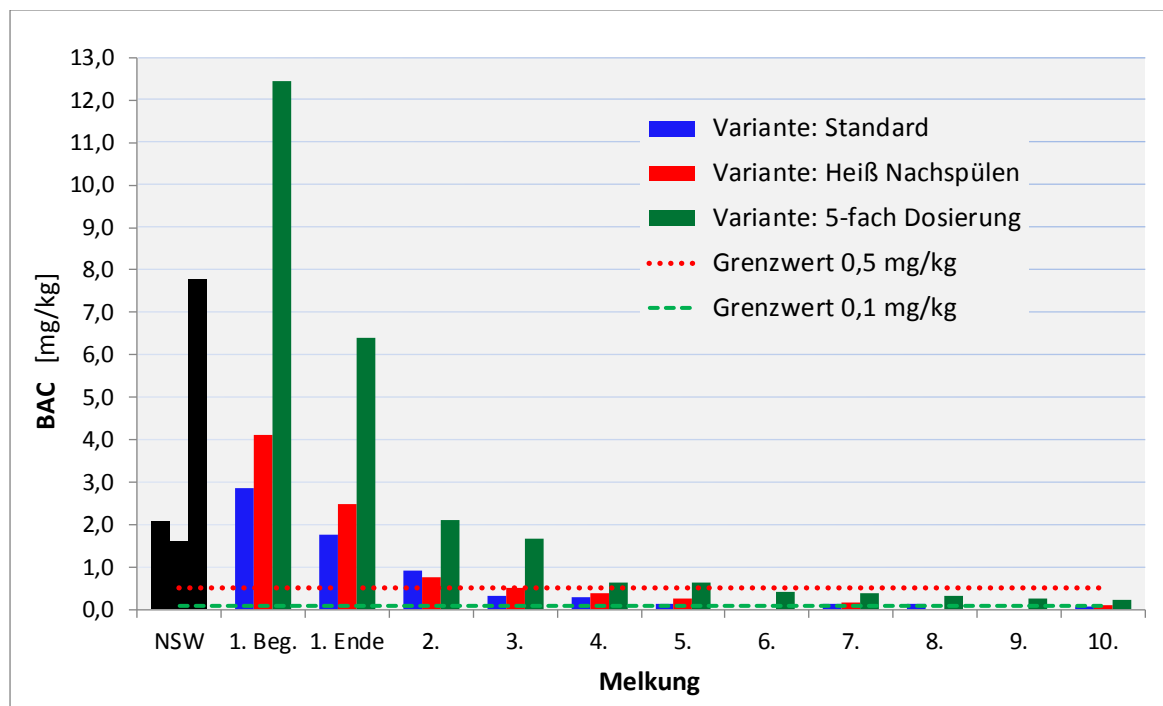


Abb. 7: BAC-Gehalte, Vergleich der drei Varianten im AMS

Zusammenfassend lässt sich für die drei Varianten festhalten:

- Es zeigt sich in allen 3 Varianten ein typischer Verlauf der QAV-Gehalte im Nachspülwasser bzw. in der Milch der nachfolgenden Melkungen.
- Der BAC-Gehalt steigt bei der ersten ermolkenen Milch, im Vergleich zum Nachspülwasser stark an.
- Nachfolgend sinkt der BAC-Gehalt innerhalb der ersten Melkungen relativ schnell ab (hoher Anfangspeak). Allerdings überschreiten bei allen drei Varianten die ersten Melkungen den neuen Grenzwert 0,1 mg / kg um ein Vielfaches.
- Die Dosierung des R/D-Mittels hatte im Versuch einen wesentlichen Einfluss auf die festgestellten BAC-Gehalte. Der Einfluss war dabei wesentlich höher als z.B. die Variation der Temperatur des Nachspülwassers.

5.1.5 Ergebnisse - Rechnerische BAC-Gehalte der Tankmilch der drei Varianten

In Bezug auf Einhaltung der Grenzwerte bzw. Beurteilung der Auswirkungen des Einsatzes von QAV-haltigen R/D-Mitteln ist für den Erzeuger weniger der BAC-Gehalt von einzelnen Melkungen als vielmehr der BAC-Gehalt der Tankmilch entscheidend.

Eine direkte Ermittlung der BAC-Gehalte der Tankmilch war im Versuch nicht möglich, da wie unter 4.1 beschrieben je nach Variante eine unterschiedliche Anzahl an Melkungen verworfen wurde, bevor die Milch in den Tank gemolken wurde. Um jedoch Aussagen treffen zu können, wurde für die verschiedenen Varianten aus den Analyseergebnissen der Einzelproben der rechnerische BAC-Gehalt der Tankmilch (zu unterschiedlichen Zeitpunkten) ermittelt.

Bei diesem rechnerischen BAC-Gehalt kann es sich lediglich um einen Näherungswert handeln, da verschiedene „Unschärfen“ bei der Berechnung mit einfließen. So erfolgt die Analyse der einzelnen Melkungen jeweils nur zu einem bestimmten Zeitpunkt bzw. nach

einer bestimmten durch die Anlage geflossenen Menge Milch. Gleichzeitig konnte, aufgrund des logistischen und finanziellen Aufwandes, nicht von jeder einzelnen Melkung eine Probe gezogen werden.

In Abb. 8 werden die BAC-Gehalte der einzelnen Melkungen und der sich daraus ableitende, rechnerische Tankgehalt der Milch für die Variante „Standard-R/D“ dargestellt. Zur Veranschaulichung sind die einzelnen BAC-Gehalte der Melkungen (d. h. zum Schluss der jeweiligen Melkung) dem Verlauf des Gehalts der Tankmilch gegenüber gestellt.

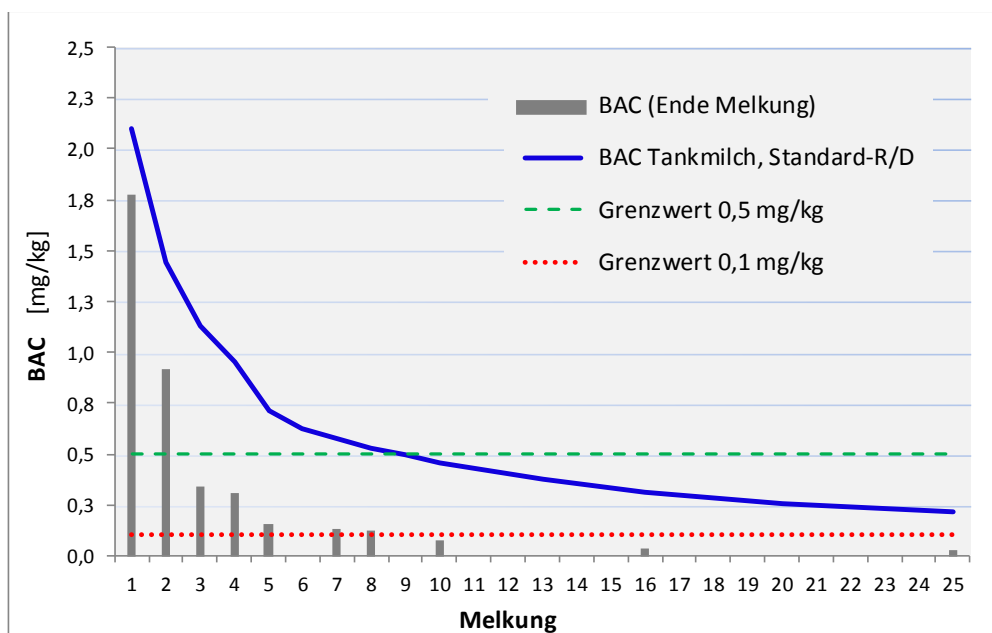


Abb. 8: BAC-Gehalte der Melkungen und rechnerischer BAC-Gehalt der Tankmilch (Standard-Variante im AMS)

Wie bereits beschrieben, waren insbesondere bei den ersten Melkungen stark erhöhte BAC-Gehalte festzustellen. Im Bereich zwischen 2. und 3. Melkung wurde der eGW 0,5 mg unterschritten. Der nGW 0,1 wurde im Bereich der 9./10. Melkung unterschritten. Beim Verlauf des rechnerischen BAC-Gehalts der Tankmilch zeigte sich deutlich, dass sich die erhöhten Anfangswerte über einen langen Zeitraum auf das Niveau der Rückstände in der Tankmilch auswirkten. Die mit der Anfangsmilch eingebrachten hohen BAC-Mengen müssen mit der nachfolgend ermolkenen Milch erst entsprechend verdünnt werden, um den Gehalt insgesamt absinken zu lassen. Im Schnitt der beiden Wiederholungen wurden mit den ersten 3 Melkungen rund 60 mg BAC eingebracht. Dies wirkte sich nachhaltig auf den BAC-Gehalt der Tankmilch aus, so dass der eGW 0,5 erst mit der 9./10. Melkung unterschritten wurde. Der nGW 0,1 (der bei den Melkungen schon relativ frühzeitig eingehalten wurde) konnte auch nach 25 Melkungen in der Tankmilch noch nicht eingehalten werden. Der Wert der Tankmilch lag hier immer noch bei 0,22 mg BAC / kg.

In Abb. 9 sind die rechnerischen BAC-Gehalte der beiden Versuchsvarianten „Standard-R/D“ und „5-fach-Dosierung“ gegenübergestellt.

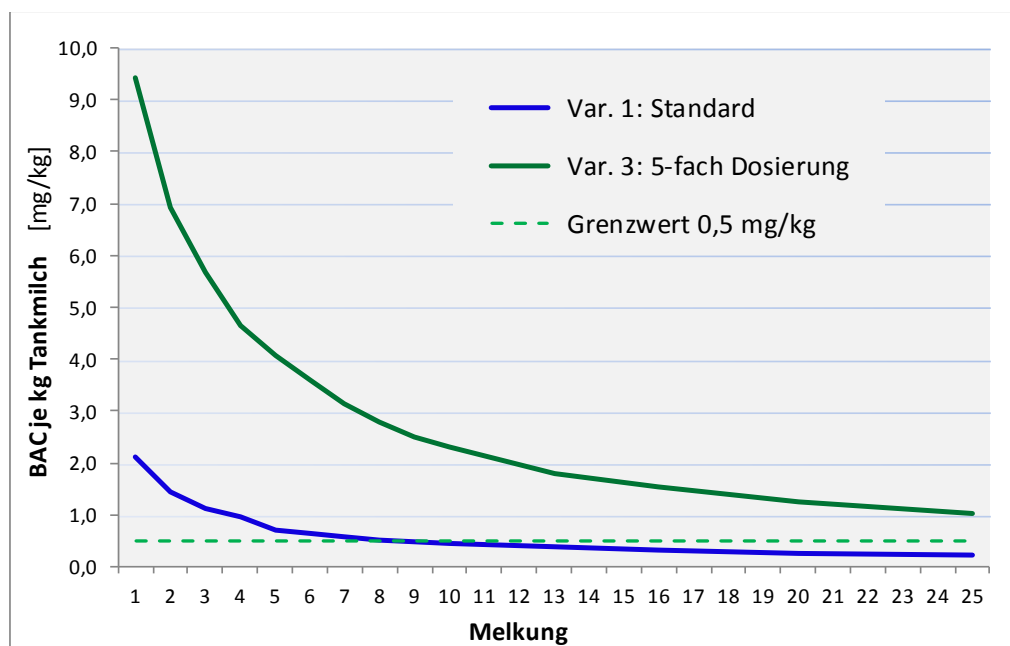


Abb. 9: Rechnerische BAC-Gehalte der Tankmilch der beiden Varianten „Standard-R/D“ und „5-fach Dosierung“ im AMS

Wie zu erwarten, sind die Verläufe der beiden Varianten grundsätzlich ähnlich, wenn auch auf stark unterschiedlichem Niveau. Bei der Variante 5-fach-Dosierung wurden alleine mit den ersten 3 Melkungen im Schnitt knapp 300 mg BAC in die Tankmilch eingebracht. Dieser hohe BAC-Eintrag der ersten Melkungen wirkte sich nachhaltig auf das Gesamtniveau der Tankmilch in dieser Variante aus. So lag selbst nach 25 Melkungen der rechnerische BAC-Gehalt der Tankmilch immer noch bei 1,03 mg/kg, d. h. überschritt den eGW 0,5 um etwa das Doppelte.

Die Veränderung der Konzentration des R/D-Mittels wirkte sich insofern direkt und in hohem Maße auf die BAC-Rückstände in der Tankmilch aus. Bei einer Überdosierung des R/D-Mittels müssten somit vermehrt erhöhte BAC-Gehalte in der Anlieferungsmilch befürchtet werden. Die im Versuch simulierte 5-fache Überdosierung ist als extrem hoch zu bezeichnen. Allerdings kann in der Praxis in einem Teil der Betriebe eine Überdosierung des R/D-Mittels beobachtet werden („Viel hilft viel“). Im Rahmen des Moduls 1 des Projekts wurden in den damals besuchten Betrieben bis zu doppelte Überdosierung des R/D-Mittels festgestellt. Von einer entspr. negativen Beeinflussung des BAC-Rückstandsniveaus muss ausgegangen werden.

Wie unter 4.1 beschrieben wurden die beschriebenen Varianten im AMS untersucht, da in diesem Melksystem die besten Voraussetzungen für die Versuchsdurchführung gegeben waren. Es ist nochmals anzumerken, dass dem Versuchsansteller keine QAV-haltigen R/D-Mittel bekannt sind, die im AMS empfohlen werden. Gleichzeitig müssen die BAC-Werte auch unter dem Aspekt betrachtet werden, dass im Falle eines AMS im Regelfall eine wesentliche höhere Anzahl an Melkungen durchgeführt wird bis eine neuerliche Reinigung stattfindet als die oben angegebenen 25 Melkungen. Insofern wäre in der Praxis noch von einer entsprechend weiteren Verdünnung der BAC-Gehalte auszugehen.

In Bezug auf die zu erwartenden BAC-Konzentrationen in der ermolkenen Milch in Abhängigkeit von der ermolkenen Menge bzw. bei unterschiedlichen Bedingungen liefern die Versuchsreihen im AMS jedoch aussagekräftige und in der Gesamtheit wiederholbare Ergebnisse.

5.2 Melkstand

5.2.1 Versuchsaufbau und -durchführung

Die Versuchsreihen wurden am Fischgräten-Melkstand der Versuchsstation Grub durchgeführt (2 x 5 Melkplätze, Hersteller: GEA-Westfalia). Die Melkanlage ist mit dem Reinigungsautomaten „Envistar“ ausgerüstet. Für die Versuchsreihen wurden die automatischen R/D-Mittel-Dosierer außer Kraft gesetzt und das QAV-haltige R/D-Mittel im Hauptpülgang von Hand exakt zudosiert.

Im Versuchsstall wurde zu diesem Zeitpunkt eine Herde mit rund 55 laktierenden Tieren gemolken, so dass i.d.R. bei jeder Melkzeit 5 bzw. 6 Durchgänge je Melkstandseite gemolken wurden. In Vorversuchen wurden praktikable und aussagkräftige Zeitpunkte für die jeweilige Probenahme und die notwendigen Handlungsschritte bestimmt. So wurde z. B. der Niveauschalter des Milchsammelbehälters (MSB) auf 20 kg erhöht um die Milchdruckleitung mit dem einmaligen Abpumpen des MSB vollständig zu füllen.

Im Gegensatz zum AMS können im Melkstand keine Milchproben nach der Melkung von einzelnen Kühen gezogen werden, da (bei regulärer Arbeitsweise) mehrere Tiere zeitgleich gemolken werden. Um einen möglichen Einfluss einzelner Melkplätze bzw. der zugeordneten Melkzeuge und Rohrleitungen auf das Rückstandsniveau feststellen zu können, wurde eine davon abweichende Arbeitsweise insbesondere zum Beginn der Melkzeit mit Beprobungen festgelegt.

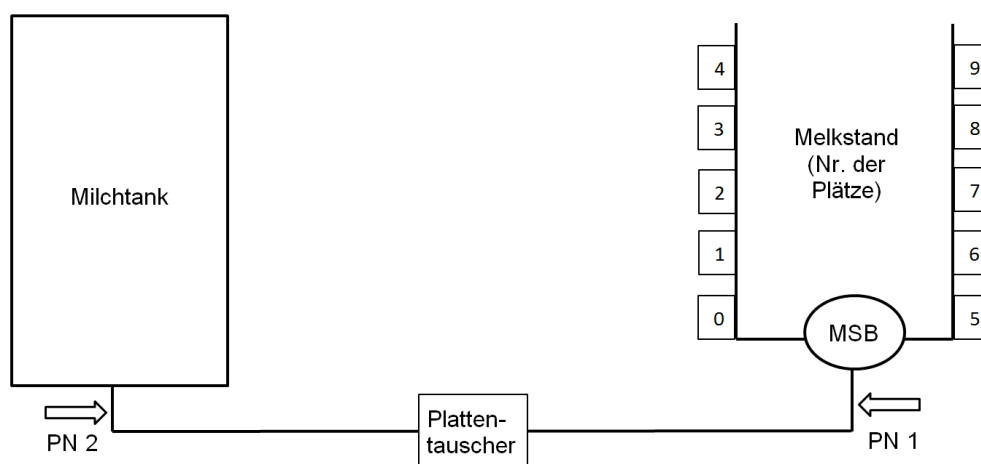


Abb. 10: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus im Melksystem „Melkstand“

Im Hauptversuch wurde beim ersten Melkdurchgang zuerst die linke Seite (Melkplätze Nr. 0 - 4, vgl. Abb. 10) beprobt und danach die rechte Seite (Nr. 5 - 9). Auf der jeweiligen Melkstandseite wurde mit den vom MSB am weitest entfernten beiden Plätzen mit dem Melken begonnen und die erste abgepumpte Milch von diesen Plätzen beprobt (Nr. 3 + 4 linke Seite = Probe 1). Danach wurden die restlichen drei Melkplätze dieser Seite gemolken und jeweils wieder die erste abgepumpte Milch beprobt. Ebenso wurde auf der anderen Melkstandseite verfahren, so dass am Ende des ersten Durchganges (10 Kühe) 4 Proben gezogen worden waren (2 von jeder Melkstandseite). Nach diesem ersten Durchgang, der somit in engen Abständen beprobt wurde, wurden die zu melkenden Tiere mit normaler Arbeitsroutine bearbeitet, und die Probenahmezeitpunkte jeweils nach einer bestimmten Anzahl an Abpump-Vorgängen aus dem MSB festgelegt.

Es wurden an zwei verschiedenen Punkten jeweils zeitgleich Milchproben gezogen:

- Die erste Probe wurde direkt nach dem MSB in der anschließenden Druckleitung mittels eines Schiebers genommen (PN 1, vgl. Abb. 10).
- Die zweite Probe wurde am Ende der ca. 15 m langen Druckleitung kurz vor dem Tankzugang genommen. Es wurde für diesen Zweck ein abnehmbarer Hahn in die Druckleitung installiert (PN 2).

Die Milchprobe an PN 1 stellte damit jeweils eine Mischprobe der sich zu diesem Zeitpunkt im Milchabscheider gesammelten Milch dar. Die Probe von PN 2 erfasste die zu einem bestimmten Zeitpunkt durch die Druckleitung gepumpte Milch. Da die Proben zeitgleich gezogen wurden und die, zwischen den beiden Probenahmepunkten liegende, Druckleitung ca. 18 kg Milch fasst, war bei den zeitgleichen Proben an PN 2 (Tankeinlauf) ca. 18 kg weniger Milch durch das Leitungssystem geflossen als an PN 1.

5.2.2 Ergebnisse Melkstand

In Tab. 4 sind die BAC-Gehalte der ermolkenen Milch zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Melkverlauf an den beiden Probenahme-Punkten aufgeführt.

Tab. 4: BAC-Gehalte der Milch, Variante - Standardreinigung im Melkstand

Probenahme	Versuchsreihe 7				Versuchsreihe 8				Mittelwerte VR 7 + 8			
	MSB (PN 1)		Tank (PN 2)		MSB (PN 1)		Tank (PN 2)		MSB (PN 1)		Tank (PN 2)	
	Milch [kg]	BAC [mg/kg]	Milch [kg]	BAC [mg/kg]	Milch [kg]	BAC [mg/kg]	Milch [kg]	BAC [mg/kg]	Milch [kg]	BAC [mg/kg]	Milch [kg]	BAC [mg/kg]
Hauptspülen H ₂ O		13,044				16,684				14,864		
Nachspülen H ₂ O		0,461				0,693				0,577		
Melkplatz 3 + 4	18,5	0,394	0,5	1,403	20,0	0,449	2,0	1,790	19,3	0,421	1,3	1,596
Melkplatz 0 + 1 + 2	40,0	0,507	22,0	1,233	56,9	0,440	38,9	0,420	48,5	0,473	30,5	0,826
Melkplatz 9 + 8	88,8	0,316	70,8	0,299	97,3	0,349	79,3	0,375	93,1	0,333	75,1	0,337
Melkplatz 5 + 6 + 7	115,7	0,349	97,7	0,338	121,8	0,574	103,8	0,429	118,8	0,462	100,8	0,383
8. Abpumpen	282,6	0,068	264,6	0,093	303,2	0,056	285,2	0,079	292,9	0,062	274,9	0,086
15. Abpumpen	422,6	0,047	404,6	0,053	443,2	0,050	425,2	0,065	432,9	0,048	414,9	0,059
22. Abpumpen	562,6	0,019	544,6	0,034	583,2	0,031	565,2	0,039	572,9	0,025	554,9	0,036
Letztes Abpump. *	1002,6	0,027	984,6	0,028	923,2	0,758	905,2	0,025	962,9	0,027 **	944,9	0,026

* bei VR 7 = 44. mal Abpumpen; bei VR 8 = 39. mal Abpumpen
MSB = Milchsammelbehälter

** Ausreißer bei VR 8 nicht berücksichtigt
Volumen Druckleitung (Messpunkt PN1 bis PN 2) ca. 18 kg

Die Tabelle enthält die Werte von zwei Versuchsreihen, bei denen jeweils zuvor eine Reinigung mit dem QAV-haltigen R/D-Mittel mit den Standard-Einstellungen („Standard-Variante“) durchgeführt wurde.

Die Werte der beiden Probenahmepunkte unterscheiden sich sowohl in der festgestellten Höhe der BAC-Gehalte, als auch im Verlauf der Gehalte.

BAC-Gehalte im Milchsammelbehälter (PN 1)

Die BAC-Werte der Sammelmilch im MSB bleiben während der ersten vier Beprobungen (dies sind jeweils die Proben des ersten Durchgangs) relativ konstant in einem Bereich von 0,3 bis 0,5 mg BAC / kg Milch (siehe Abb. 11), d. h. hier ist im Gegensatz zu den Messungen im AMS kein schneller Rückgang der BAC-Gehalte zu beobachten. In der VR 8 überschreitet selbst die 4. Milchprobe noch den eGW 0,5.

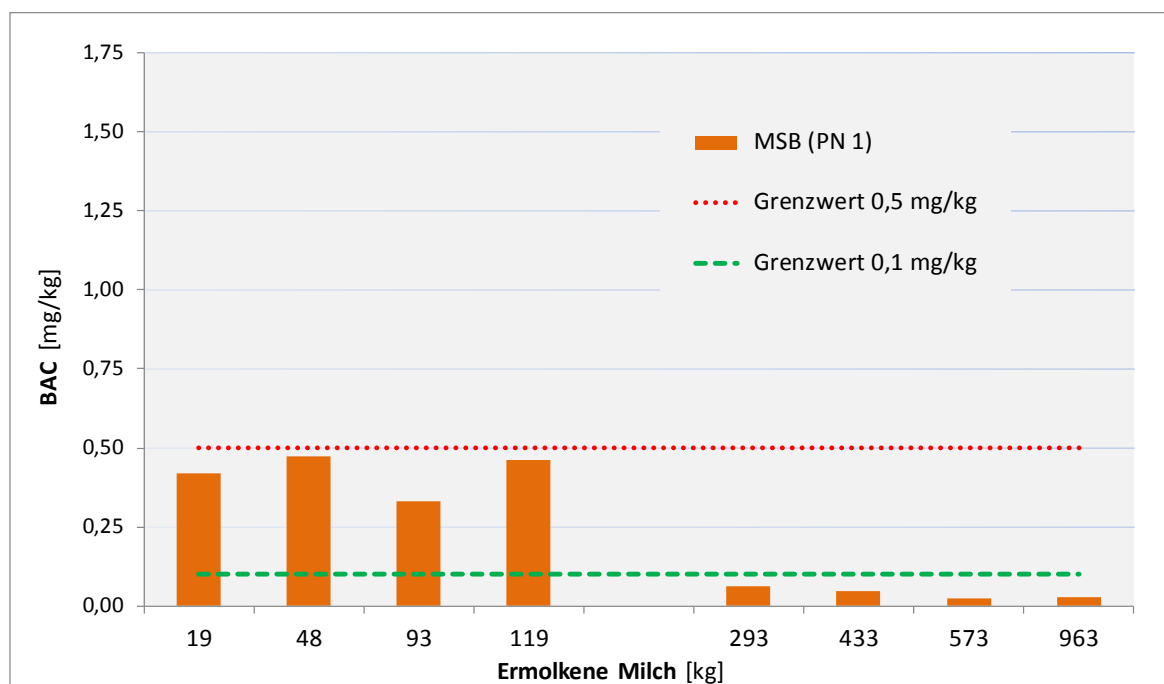


Abb. 11: Verlauf der BAC-Gehalte an PN 1 (Milchsammelbehälter)

Bei diesen ersten vier Milchproben handelt es sich um Proben bei denen jeweils die Milch der ersten Melkung mit dem jeweiligen Melkzeug beprobt wurden. So war zwar bereits die Melkleitung der jeweiligen Seite nach den ersten Melkungen „gespült“ aber es kamen bei jeder dieser Proben jeweils neue Melkzeuge dazu, die sozusagen „noch nicht gespült“ waren. Durch diesen neuerlichen Eintrag von BAC mit den noch nicht genutzten Melkzeugen blieb offensichtlich das Niveau der BAC-Gehalte bei den ersten Proben relativ gleichmäßig auf einer bestimmten Höhe.

Gleichzeitig war, verglichen mit der Probenahme im AMS, auch kein so ausgeprägter Anfangspeak zu beobachten. Die BAC-Werte bleiben bei diesen ersten 4 Proben relativ konstant. Ein stärkerer Rückgang der QAV-Werte (auf rund 0,6 mg/kg) war dann erst mit der 5. Milchprobe zu beobachten. Zu diesem Zeitpunkt waren die einzelnen Melkzeuge bereits seit mind. zwei Melkungen im Einsatz bzw. waren bereits 280 kg (VR 7) und 300 kg (VR 8) Milch ermolken worden. Zum Zeitpunkt der 5. Milchprobe wurde in den beiden Wiederholungen jeweils der nGW 0,1 in der Sammelmilchprobe eingehalten.

Bei den Proben handelt es sich, wie beschrieben, um Sammelmilch. Es ist zu vermuten, dass dies die Erklärung dafür ist, dass kein so ausgeprägter Peak der BAC-Gehalte zu beobachten ist.

Bei der VR 8 trat bei der letzten Probe entgegen der Erwartung wieder ein stark erhöhter BAC-Gehalt der Milchprobe auf (923 kg → 0,76 mg BAC/kg, in der Tabelle farblich gekennzeichnet). Dieser erhöhte Wert ist nicht plausibel. Insbesondere bei Berücksichtigung des direkt zugeordneten Werts am PN 2 erscheint die Erhöhung nicht plausibel. Die Ursache für die BAC-Erhöhung in dieser Probe konnte nicht abschließend geklärt werden, evtl. lag ein Fehler bei der Probenahme vor (Verwechslung Probe, unbeabsichtigte Kontamination....).

BAC-Gehalte am Tank (PN 2)

Zwischen den beiden Probenahmepunkten waren in Bezug auf die Höhe der analysierten BAC-Gehalte insbesondere zu Beginn der Melkzeit eindeutige Unterschiede festzustellen. Zur Verdeutlichung sind in Abb. 12 die Messwerte an PN 1 und PN 2 im Vergleich dargestellt. Es sind dies die Durchschnittswerte der Versuchsreihen 7 und 8.

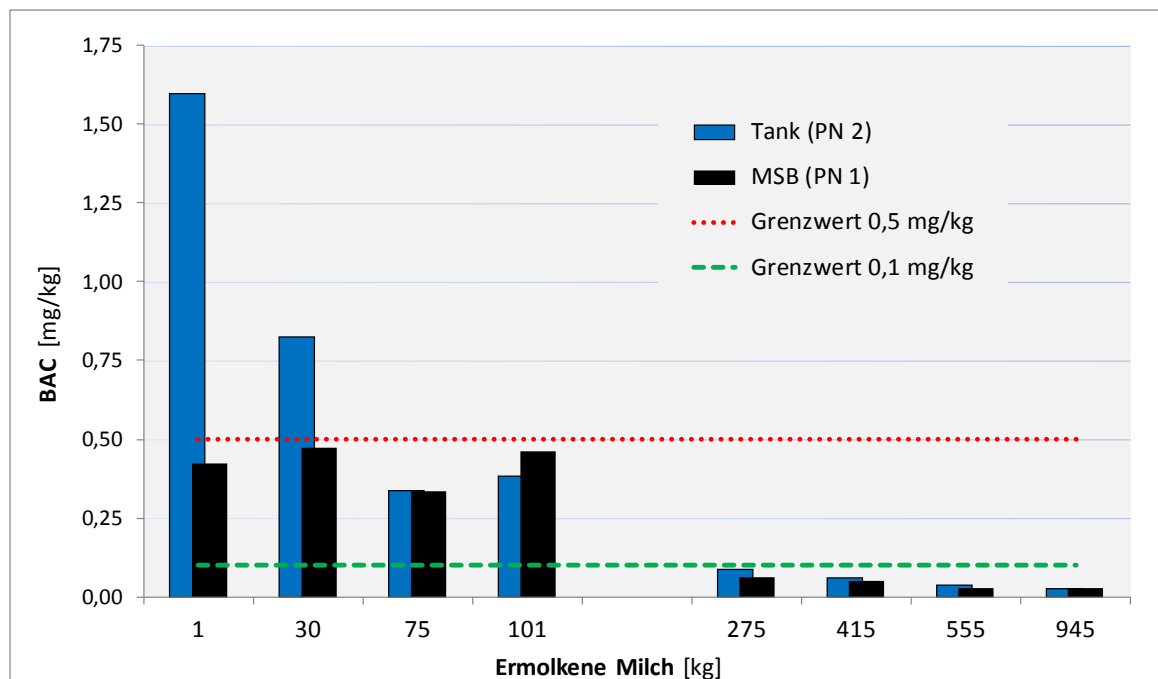


Abb. 12: Verlauf der BAC-Gehalte an PN 2 (Tankeinlauf)

Es handelte sich bei Probenahme an PN 2, wie oben beschrieben, jeweils um die erste durch die Druckleitung geflossene Milch. In beiden Versuchsreihen war der QAV-Wert der ersten Messung stark erhöht. In VR 7 war auch bei der zweiten Probe noch eine starke Erhöhung im Vergleich zu PN 1 feststellbar (bei VR 8 konnte dies nicht festgestellt werden, allerdings war bei dieser Probe annähernd die doppelte Menge an Milch durch die Druckleitung geflossen). Während die Werte im Milchsammelbehälter bei den ersten 4 Proben annähernd gleich blieben, konnte am Ende der Druckleitung (PN 2) ein ausgeprägter Anfangspeak beobachtet werden, der nachfolgend stark rückläufig bzw. auf Höhe des MSB-Wertes war.

Es kam hier offensichtlich zum Tragen, dass mit der zuerst durch die Leitung gedrückten Milch die Leitung „gespült“ wurde und bei der nachfolgenden Milch die BAC-Werte dann stark rückläufig waren, nachdem die Leitung erstmals „gespült“ war. Dieser Zusammenhang sollte mit Folge-Versuchsreihen (siehe unten) untersucht werden.

Bei den nachfolgenden Proben sind die Werte im Vergleich PN 1 und PN 2 annähernd gleich. Auch an PN 2 wird der nGW 0,1 mit der fünften Probe (d. h. rund 275 kg ermolkener Milch) erstmals eingehalten.

5.2.3 Ergebnisse Melkstand: Druckleitung

Nachdem sich in den Vorversuchen wesentliche Unterschiede in der Höhe der festgestellten BAC-Gehalten im Vergleich der beiden Beprobungspunkte (MSB und Tank) gezeigt hatten und diese Unterschiede im Hauptversuch in den Versuchsreihen 7 + 8 wieder zu Tage traten, wurde in einer separaten Versuchsreihe untersucht, welchen Einfluss die Druckleitung auf den QAV-Gehalt der ermolkenen Milch hatte. Die innere Oberfläche der Druckleitung wurde im Falle der untersuchten Anlage zusätzlich zur reinen Leitungslänge durch einen eingebauten Vorkühler (Plattenwärmetauscher) wesentlich erhöht.

Für diese Versuchsreihen wurde das Melksystem mit dem QAV-haltigen R/D-Mittel gereinigt (Standard-Reinigung) und anschließend QAV-freie Milch (aus dem separat betriebenen AMS) direkt in den MSB eingefüllt, in 20 kg-Chargen durch die Druckleitung gepumpt und jeweils Proben kurz vor dem Tankeinlauf gezogen (PN 2). Die Probenahme erfolgte nachdem die Milch durch die Leitung gedrückt worden war. Da die Druckleitung ca. 18 kg Milch fasst, erfolgte die Probe 1 somit bei 2 kg Milch, die durch die Druckleitung geflossen war, die Probe 2 bei 22 kg durchgeflossener Milch usw.

In Tab. 5 sind die Messwerte der beiden entsprechenden Versuchsreihen (Wiederholungen) zusammengefasst.

Tab. 5: BAC-Gehalte der Milch beim Test der Milchdruckleitung im Melkstand

		VR 9	VR 10	Mittel
		Tank (PN 2)		
Probenahme	Milch [kg]	BAC [mg/kg]		BAC [mg/kg]
Charge 1	2,0	1,897	1,623	1,760
Charge 2	22,0	0,388	0,596	0,492
Charge 3	42,0	0,149	0,169	0,159
Charge 4	62,0	0,080	0,084	0,082

Es zeigte sich, dass bei Beprobung der durchgeflossenen Milch zu definierten Zeitpunkten wieder ein hoher Anfangspeak und nachfolgend ein relativ starker Rückgang der BAC-Gehalte festzustellen ist.

Dieser Verlauf entspricht einmal den Beobachtungen aus den AMS-Versuchsreihen, in denen auch die durchgeflossene Milch zu bestimmten Zeitpunkten (und nicht die Sammelmilch) beprobt wurden. Soweit keine Sammelmilch beprobt wird ist der Anfangspeak der QAV-Gehalte in den einzelnen Milchpartien wesentlich deutlicher zu beobachten. Dadurch wird noch einmal deutlich, dass der Zeitpunkt der Probenahme (bzw. die Menge der durch die Anlage geflossenen Milch) von entscheidender Bedeutung für das Analyseergebnis ist.

Gleichzeitig entspricht die Höhe des Anfangspeaks in etwa der Höhe der ersten Messwerte der Versuchsreihen 7 und 8 am Tankeinlauf. Beim Durchfluss durch die Druckleitung inkl. dem großflächigen Plattenkühler nimmt die Milch von den Oberflächen offenbar hohe Mengen an QAV auf, die entsprechend in den Milchproben nachweisbar sind. Während zu Beginn der Messungen BAC in einer Größenordnung von 1,8 mg/kg nachweisbar waren, nahmen diese bereits nach der 2. Charge bzw. 22 kg Milch auf weniger als ein Drittel ab. Der Rückgang der nachzuweisenden BAC-Gehalte ist somit in der Regel offensichtlich nicht linear sondern exponentiell.

5.3 Rohrmelkanlage

5.3.1 Versuchsaufbau und -durchführung

Die Versuche in der Rohrmelkanlage (Absauganlage) wurden in einem Betrieb mit einer DeLaval-Melkanlage durchgeführt. Im Regelbetrieb wurden 8 schienengeführte Melkzeuge mit Abnahmeautomatik verwendet. Es war eine CrNi-Melkleitung (50 mm Außendurchmesser) im Ring verbaut, mit einer Gesamtlänge von rund 100 m. Es wurden damit 52 Melkplätze auf 2 Stallseiten des Anbindestalls versorgt (1. Stallseite: 36 m mit 15 Melkanschlüssen, 2. Stallseite: 41 m mit 11 Melkanschlüssen und 22 m Verbindungsleitung). Die Länge der Melkleitung ist bei der Anzahl an Melkplätzen / gemolkenen Tieren als normal anzusehen.

Als R/D-Automat war ein „ALWA 5000“ der Firma DeLaval eingebaut (50 Liter Vorspülen, 55 Liter Hauptreinigung, 65 Liter Nachspülen). Die Länge der Druckleitung (Gummischlauch + Filterelement + Metalllanze) betrug rund 5 m.

In der Rohrmelkanlage wurden im Nov. / Dez. 2014 zwei Versuchsreihen mit dem QAV-haltigen R/D-Mittel durchgeführt. Es wurde dafür jeweils eine Standardreinigung durchgeführt, d. h. die Konzentration des QAV-haltigen R/D-Mittels betrug 0,5 %, die Wassermengen und -temperaturen waren analog zur regulären Reinigung. Die Reinigung mit QAV-haltigem Mittel wurde jeweils ca. eine Stunde vor Beginn der Test-Melkzeit durchgeführt.

In der ersten Versuchsreihe wurde, wie betriebsüblich, mit acht Melkzeugen gemolken, in der zweiten Versuchsreihe wurde die Anzahl der Melkzeuge auf vier reduziert. **Die beiden Versuchsreihen sind somit nicht direkt vergleichbar bzw. nicht als Wiederholungen anzusehen**, da unterschiedliche Bedingungen vorlagen.

In beiden Versuchsreihen wurden zunächst alle Tiere einer Stallseite gemolken, dann wurde mit allen Melkzeugen auf die andere Seite des Anbindestalls gewechselt. Es wurde auf beiden Stallseiten jeweils am weitest entfernten Melkanschluss mit dem Melken begonnen (so dass zu Beginn des Melkvorgangs jeweils die gesamte Melkleitung der betreffenden Seite „gespült“ wurde).

Die Probenahme erfolgte direkt an der Tankeinlauf-Lanze, so dass auch die Druckleitung mit erfasst wurde. In der Druckleitung wurde ein Zählwerk eingebaut, mit dessen Hilfe die zum Zeitpunkt der Probenahme ermolkene Milchmenge ermittelt werden konnte.

5.3.2 Verlauf der BAC-Gehalte der beiden Versuchsreihen

In der Abb. 13 ist der Verlauf der ermittelten BAC-Gehalte während der Melkung in der ersten Versuchsreihe dargestellt.

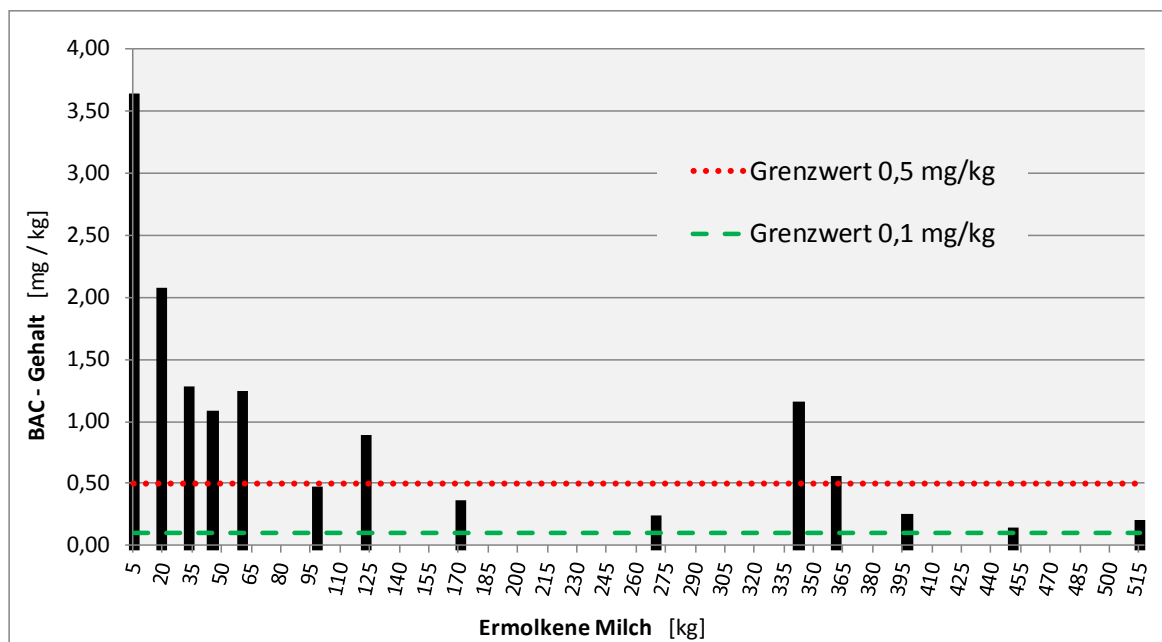


Abb. 13: Verlauf der BAC-Gehalte, Absauganlage - 1. Versuchsreihe, 8 Melkzeuge

Es wurde mit acht Melkzeugen gemolken. Nach ca. 340 kg ermolkener Milch wurden die Melkzeuge auf die 2. Anbindeseite versetzt und dort das Melken fortgesetzt. Insgesamt wurden 515 kg Milch bei dieser Melkzeit ermolken.

Wie in den anderen Melksystemen auch, ist ein relativ hoher Anfangspeak der BAC-Gehalte in der ermolkene Milch festzustellen. Der erste Messwert (bei 3 kg Milch) lag bei 3,60 mg BAC / kg Milch. Bei 19 kg ermolkener Milch war dieser Wert bereits auf 2,03 mg gesunken.

Vor dem Versetzen der Melkzeuge auf den 2. Melkstrang war der BAC-Gehalt bereits stark abgesunken (Messwert bei 270 kg = 0,21 mg). Nachdem die Melkzeuge an der „noch nicht gespülten“ zweiten Leitungsseite angeschlossen waren, stieg der gemessene BAC-Gehalt wieder auf 1,12 mg BAC / kg an. Zum Schluss der Melkungen hin, sank der BAC-Gehalt in der Milch annähernd auf das Niveau des neuen Grenzwertes von 0,1 mg / kg Milch, allerdings wurde dieser Wert bei keiner Messung unterschritten.

Der Verlauf der BAC-Gehalte der 2. Versuchsreihe wird in Abb. 14 ersichtlich. Der Versuch wurde hier mit einer verringerten Anzahl von Melkzeugen (n = 4) wiederholt, so dass diese Versuchsreihe, wie unter 5.3.1 beschrieben, nicht direkt mit der 1. Reihe verglichen werden kann.

Der Verlauf der BAC-Gehalte der ermolkene Milch verhält sich analog zur 1. Versuchsreihe, wenn auch insgesamt auf niedrigerem Niveau. So liegt der festgestellte Maximalwert zu Beginn der Melkungen lediglich bei 2,13 mg BAC. Es wird hier bei rund 200 kg ermolkener Milch der neue Grenzwert bereits unterschritten. Allerdings wird nach dem Versetzen der Melkzeuge auf die 2. Seite wieder ein Wert von 0,50 mg BAC erreicht.

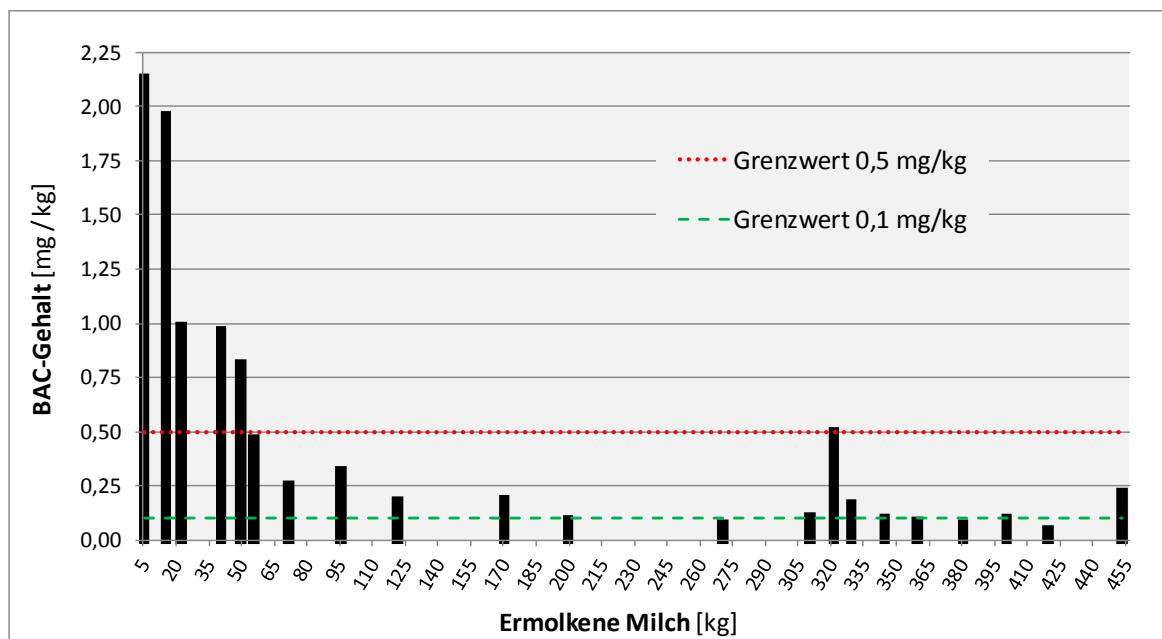


Abb. 14: Verlauf der BAC-Gehalte, Absauganlage - 2. Versuchsreihe, 4 Melkzeuge

Auffällig ist ein erneutes Ansteigen der BAC-Gehalte bei der letzten Probe der Melkzeit. Dieser Effekt trat auch bei der ersten Versuchsreihe auf, allerdings nicht so ausgeprägt wie in diesem Fall. Eine mögliche Erklärung wäre hier ein Rückstau der Milch in der bestehenden Brückenverbindung der beiden Stallseiten bzw. ein existierender Melkleitungsanstieg der zu Restmilch in der Leitung führte, die dann zum Schluss in den Milchsammelbehälter gelangte. Ein anderer Erklärungsansatz wäre, dass der Betriebsleiter nach Abschluss der Melkungen einen Schwamm durch die Melkleitung saugen lies, der die „Restmilch“ aus der Anlage in den Milchsammelbehälter drücken sollte. Dieser Melkschwamm war zuvor schon verwendet worden, um restliches Spülwasser nach der R/D aus der Anlage zu „drücken“. Ein neuerlicher QAV-Eintrag durch diesen Schwamm kann nicht ausgeschlossen werden. Der QAV-Anstieg zum Schluss der beiden Messreihen konnte jedoch nicht abschließend geklärt werden.

Insgesamt wird ersichtlich, dass in der Rohrmelkanlage erhöhte BAC-Gehalte über einen längeren Zeitraum auftraten. Auch hier ist zu beobachten, dass insbesondere zu Beginn der Melkungen erhöhte Werte auftreten, die den Gehalt der Tankmilch maßgeblich beeinflussten. Es kommt hier offensichtlich zum Tragen, dass in der Absauganlage entsprechend lange Leitungslängen vorlagen, die das Niveau der BAC-Gehalte beeinflussten. Gleichzeitig scheint ein Einfluss über die Anzahl der verwendeten Melkzeuge (und damit inneren Oberfläche) gegeben zu sein, da das Niveau der zweiten Versuchsreihe wesentlich niedriger lag.

Bei der ersten Versuchsreihe konnte der neue Grenzwert bei keiner Probe (auch nicht zu den späteren Zeitpunkten) eingehalten werden. Bei der zweiten Versuchsreihe wurde der neue Grenzwert zwar in den Proben im späteren Melkverlauf eingehalten bzw. unterschritten, jedoch gingen die Werte sofort beim Ansetzen der zweiten Seite wieder weit darüber hinaus.

Eine weitere Absenkung der BAC-Gehalte durch mehr Melkungen (wie beispielsweise im Melkstand) kann in der Rohrmelkanlage so nicht erwartet werden, da jede zusätzlich zu melkende Kuh zusätzliche Leitungsmeter (entsprechend der Standplatzbreite) und damit mehr „innere Oberfläche“ des Melksystems mit sich bringt.

5.3.3 BAC-Gehalte der Tankmilch

In Abb. 15 sind die (rechnerischen) Verläufe der BAC-Gehalte der beiden in der Rohrmelkanlage durchgeführten Versuchsreihen dargestellt.

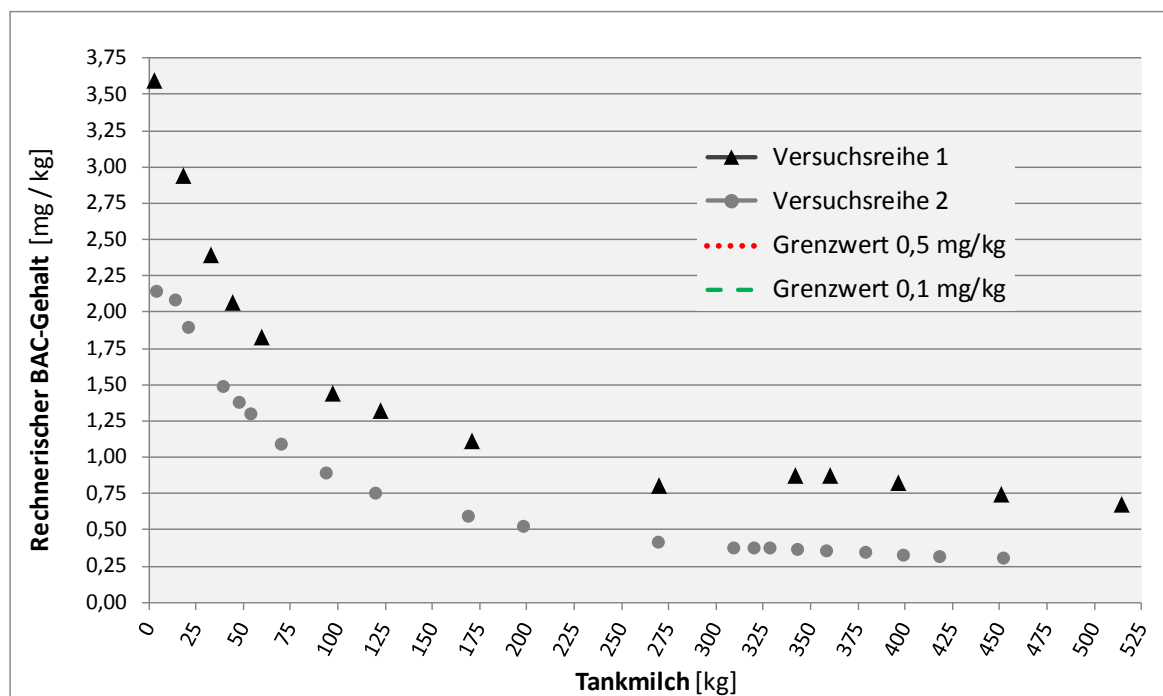


Abb. 15: Rechnerische BAC-Gehalte der Tankmilch der beiden Versuchsreihen, Rohrmelkanlage

Die Versuchsreihe 1 (8 Melkzeuge) fällt durch das insgesamt höhere Niveau der Rückstände im Vergleich zur Versuchsreihe 2 (4 Melkzeuge) auf. So lag der rechnerische BAC-Gehalt der VR 2 zum Ende der Melkzeit (515 kg Milch) immer noch bei 0,669 mg, d. h. hier konnte selbst der eGW 0,5 nicht eingehalten werden. Im Gegensatz dazu lag der BAC-Gehalt der Tankmilch in VR 2 zum Schluss der Melkzeit (453 kg) bei 0,294 mg/kg, d. h. obwohl der Wert hier auf einem niedrigeren Niveau lag, konnte dennoch der nGW 0,1 auch in dieser Versuchsreihe nicht eingehalten werden.

Die anfänglich hohen BAC-Gehalte der ermolkenen Milch wirken sich auch in der Rohrmelkanlage entsprechend auf den Gesamtverlauf der BAC-Gehalt der Tankmilch aus. Obwohl beispielsweise bei Versuchsreihe 2 ab rund 200 kg ermolkenen Milch in den Einzelproben der nGW 0,1 unterschritten wird, liegt der Gehalt der Tankmilch hier noch in einem Bereich von etwa 0,5 mg/kg Tankmilch. Der neuerliche Anstieg der BAC-Gehalte in den Proben auf 0,5 mg bei Wechsel der Stallseite bzw. des Leitungsstrangs wirkt sich aufgrund des zu diesem Zeitpunkt bereits größeren Tankinhalts nicht mehr gravierend aus. In der VR 1 zeigte sich der neuerliche QAV-Anstieg bei Wechsel der Stallseite deutlicher auch im Verlauf der BAC-Gehalte der Tankmilch.

Insgesamt konnte bei keiner der beiden Versuchsreihen in der Rohrmelkanlage der nGW 0,1 in der Tankmilch eingehalten werden. Im Gegensatz zum Melkstand ist bei Melkung von weiteren bzw. mehr Tieren kein so deutlicher Verdünnungseffekt zu erwarten, da für jedes zusätzlich zu melkende Tier weitere Leitungslänge erforderlich ist, die entsprechende zusätzliche QAV-Einträge erwarten lässt.

5.4 Tankreinigung - Milchtank mit automatischer R/D

5.4.1 Versuchsaufbau und -durchführung

Die Versuchsreihen wurden am Milchlagertank des AMS der Versuchsstation Grub durchgeführt. Es handelt sich um einen 4000 Liter-Tank mit Direktkühlung (Hersteller: DeLaval, Typ: DX/CE).

Die R/D wurde gesteuert über die „Reinigungs- und Kontrolleinheit T200“. Die vollautomatische Reinigung erfolgte, wie bei solchen Systemen üblich, über entsprechende Sprühdüsen im Tank (siehe Abb. 16, Sprühdüsen seitlich am Rührflügel). Bei der Reinigung mit dem QAV-haltigen Mittel wurden die betriebsspezifischen Standardeinstellungen des R/D-Automaten verwendet, lediglich das R/D-Mittel wurde ausgetauscht (d. h. Standard-Variante).

Da der Tank durch die Melkungen des AMS befüllt wird, konnte jeweils nach einer bestimmten Anzahl Melkungen eine Probe entnommen werden. Der Tank wird von unten befüllt. Die Probenahme erfolgte über das „Mannloch“ mittels einer Schöpfkelle. Es wurde somit die **Mischmilch im Tank** zu unterschiedlichen Zeitpunkten beprobt (im Gegensatz zu den Untersuchungen in den verschiedenen Melksystemen, bei denen die Proben aus dem Milchleitungssystem gezogen wurden).

Das Melksystem (AMS) bzw. das Milchleitungssystem wurde bei diesen Untersuchungen **nicht** mit einem QAV-haltigen Mittel gereinigt, so dass die ermittelten QAV-Werte ausschließlich durch die Tankreinigung eingebracht wurden.



Abb. 16: Blick in den Lagertank, Füllgrad nach zwei bzw. zwölf Melkungen

5.4.2 Ergebnisse

In Tab. 6 sind die BAC-Gehalte aus den beiden Versuchsreihen im Lagertank mit automatischer R/D dargestellt. Der festgestellte BAC-Wert nach der ersten Melkung differierte im Vergleich der ersten und der zweiten Versuchsreihe relativ stark. Der Grund für diese starke Abweichung konnte nicht abschließend geklärt werden. Es wurde daher eine dritte Versuchsreihe nachträglich durchgeführt, bei der nur die ersten Melkungen beprobt wurden. Bei dieser 3. VR wurde nach der ersten Melkung ein BAC-Gehalt von 0,380 festgestellt (nach 2. Melkung: 0,191mg, nach der 3. Melkung: 0,229 mg/kg)

Der eGW 0,5 wurde in beiden Versuchsreihen bereits nach der zweiten Melkung in der Mischmilch unterschritten. Der nGW 0,1 wurde bei der ersten VR nach der zehnten Melkung knapp unterschritten, bei der VR 2 lag die Tankmilch allerdings noch nach der 40. Melkung in der Höhe des nGW 0,1.

Tab. 6: BAC-Gehalte der Tankmilch, automatische Tankreinigung

Versuchsreihe 1			Versuchsreihe 2			Mittelwert VR 1 + VR 2		
Melkung [n]	Milch [kg]	BAC-Geh. [mg/kg]	Melkung [n]	Milch [kg]	BAC-Geh. [mg/kg]	Melkung [n]	M-Menge [kg]	BAC-Gehalt [mg/kg]
1	13,7	0,325	1	12,2	1,738	1	12,9	1,031
2	20,3	0,497	2	21,5	0,453	2	20,9	0,475
3	42,9	0,189	3	34,4	0,208	3	38,6	0,198
7	95,9	0,155	7	84,9	0,145	7	90,4	0,150
10	140,5	0,098	10	119,2	0,125	10	129,8	0,111
39	474,0	0,067	40	460,0	0,100	39,5	467,0	0,083
142	1712,8	0,030	162	2017,8	0,034	152	1865,3	0,032

Ähnlich wie bei den Versuchsreihen in den Melksystemen zeigte sich ein hoher Anfangspeak beim QAV-Gehalt. Im weiteren Verlauf fällt der BAC-Gehalt der Tankmilch relativ langsam ab. Im Schnitt der beiden VR wurde der nGW 0,1 im Bereich der 20. - 30.sten Melkung bzw. 200 - 300 kg Tankmilch unterschritten (vergleiche auch Abb. 17). Im Schnitt wurden im Versuchszeitraum rund 130 Melkungen je Tag am AMS gemolken, so dass die letzte in Tab. 6 ausgewiesene Beprobung (im Mittel 152 Melkungen) etwas mehr als einer Tagesproduktion im Beispiel entsprach. Der nGW 0,1 wurde somit in diesem Bereich bereits bei weitem unterschritten bzw. lag der BAC-Gehalt der Mischmilch zu diesem Zeitpunkt bei etwa einem Drittel des nGW 0,1. Da die Milchabholung im Versuchsbetrieb 2-tägig erfolgte ist davon auszugehen, dass der BAC-Gehalt der abgelieferten Milch noch einmal wesentlich niedriger lag. Im Beispiel der automatisierten Tankreinigung (unter praxisüblichen Bedingungen) konnten somit die verschärften Anforderungen des neuen Grenzwertes (0,1 mg / kg) eingehalten werden.

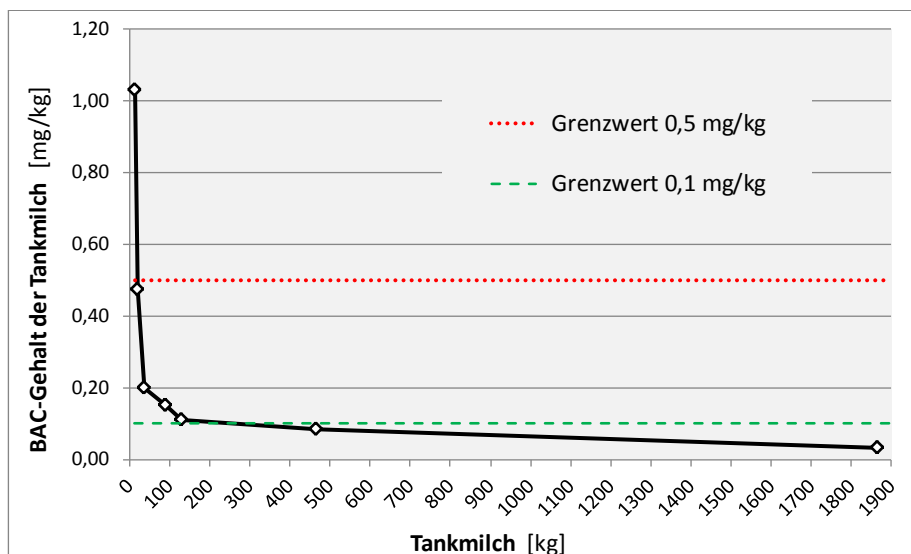


Abb. 17: BAC-Gehalt der Tankmilch (automatische Tankreinigung, Mittelwert der beiden Versuchsreihen)

Der langsame Abfall der BAC-Konzentration dürfte einerseits darauf zurückzuführen sein, dass es sich hier wie beschrieben um Mischmilch handelt, d. h. die Werte werden stark durch die bei den vorherigen Messungen festgestellten BAC-Mengen beeinflusst (Verdünnungseffekt). Gleichzeitig werden mit steigendem Milchniveau jeweils neue Wandungsbereiche „gespült“ was zu einem zusätzlichen BAC-Eintrag in die gelagerte Milch führen dürfte.

5.5 Tankreinigung - Handreinigung Milchtank

Aufgrund der Anwenderfreundlichkeit (geruchlos, wenig aggressiv...) werden QAV-haltige R/D-Mittel insbesondere auch bei der Handreinigung von Melkzeugen bzw. Milchtanks eingesetzt. Um eine Einschätzung des Potentials der Rückstandsbildung bei der Handreinigung von Milchtanks vornehmen zu können, wurden auch hier Versuchsreihen durchgeführt.

5.5.1 Versuchsaufbau und -durchführung

Die Versuche erfolgten in einem Praxisbetrieb mit einer Absaug-Melkanlage (3 Melkzeuge) und einem fahrbaren 250 Liter-Milchtank mit Tauchkühler (Hofbehälter, siehe Abb. 18). Es wurden 14 Kühe in dem Betrieb gemolken. Es wurden zwei Versuchsreihen mit Handreinigung des Milchtanks mit QAV-haltigem R/D-Mittel durchgeführt. Unmittelbar vor den Versuchsreihen wurde jeweils eine „Nullprobe“ gezogen, um zu gewährleisten, dass keine Vorbelastung der Proben mit QAV erfolgte.

Vor Beginn der Probenahme wurde der entleerte Tank nach einer Vorspülung mit dem QAV-haltigen R/D-Mittel per Hand mit einer Bürste gereinigt (Dauer ca. 6 Minuten). Es erfolgte danach ein, im Vergleich zur allgemein üblichen Praxis, eher intensives Nachspülen. Im ersten Nachspülschritt wurde der gereinigte Tank mit lauwarmen Wasser 1,5 Minuten mit der Handbürste geschrubbt und das Wasser danach abgelassen. Anschließend wurde die Tankwandung noch zusätzlich mit dem Wasserschlauch kalt abgespritzt und das Nachspülwasser wieder vollständig abgelassen.

Die Probenahme aus dem Tank (Mischprobe) erfolgte per Schöpfkelle während des Melkens nach einer bestimmten Menge ermolkenener Milch. Die Milchmenge wurde anhand eines Zählwerks, welches in der Druckleitung angeordnet war, ermittelt (siehe Abb. 18).

Die Melkanlage und die Melkzeuge waren **nicht** mit einem QAV-haltigen R/D-Mittel gereinigt, so dass davon auszugehen ist, dass die in den Tank gepumpte Milch QAV-frei war (dies wurde durch die Nullproben auch bestätigt). Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass es sich wieder um Mischproben handelt.



Abb. 18: Versuchsaufbau zur Probenahme Handreinigung Tank (links); Einlaufende Milch in den untersuchten Tank (rechts)

5.5.2 Ergebnisse

Der Verlauf der BAC-Gehalte in der Tankmilch ist in Abb. 19 dargestellt. Verlauf und Höhe der ermittelten QAV-Gehalte der beiden Versuchsreihen sind annähernd deckungsgleich. Bei Durchführung der ersten VR wurden nur 74 kg Milch in den Tank gemolken, bei der zweiten VR waren es insgesamt 109 kg.

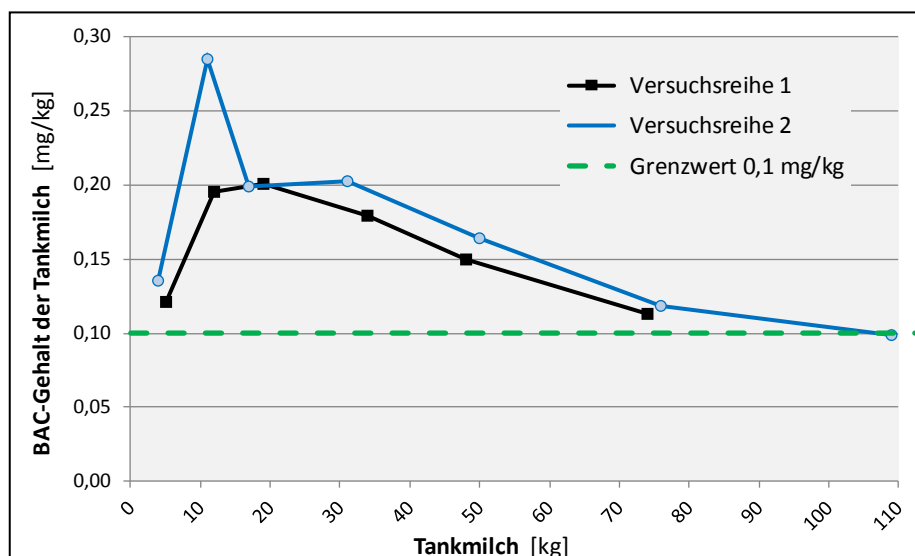


Abb. 19: BAC-Gehalt der Tankmilch, Manuelle Reinigung des Tanks

Bei der ersten Probenahme (4,5 kg Milch) liegt der BAC-Gehalt bei etwa 0,13 mg/kg Tankmilch. Bei den Folgeproben steigt der BAC-Gehalt leicht an und sinkt danach ab einer Tankfüllung von ca. 20 - 30 kg langsam ab. In beiden Versuchsreihen wurde der ehemalige Grenzwert 0,5 mg/kg in der Tankmilch nicht erreicht (und ist daher auch nicht dargestellt). Der nGW 0,1 wird unter den Bedingungen des Versuchs jeweils erst zum Ende der Versuchsreihen erreicht (2. Versuchsreihe, letzte Probe bei 109 kg → 0,099 mg BAC, siehe Tab. 7).

Tab. 7: BAC-Gehalte der Tankmilch, manuelle Reinigung des Tanks

VR 1		VR 2		Mittelwert VR 1 + 2	
Milch [kg]	BAC-Geh. [mg/kg]	Milch [kg]	BAC-Geh. [mg/kg]	M-Menge [kg]	BAC-Gehalt [mg/kg]
5	0,121	4	0,135	4,5	0,128
12	0,196	11	0,285	11,5	0,240
19	0,201	17	0,199	18,0	0,200
34	0,180	31	0,203	32,5	0,191
48	0,150	50	0,164	49,0	0,157
74	0,113	76	0,118	75,0	0,116
		109	0,099		

Bei Berücksichtigung von nur einer Melkzeit könnte somit im Beispielsbetrieb das Einhalten des nGW 0,1 nicht gewährleistet werden. Im Regelfall wird jedoch die Milch von zumindest zwei Melkzeiten im Milchtank gesammelt (bei 2-tägiger Abholung von vier Melkzeiten). Im Beispielsbetrieb kann somit davon ausgegangen werden, dass unter den

Versuchsbedingungen der nGW 0,1 eingehalten werden könnte (aufgrund der weiteren Verdünnung des Anfangs-BAC-Gehalts).

Allerdings muss auch berücksichtigt werden, dass eine Standardisierung der Reinigungsabläufe und -intensitäten bei Handreinigung des Tanks schwer möglich ist. Ein Vergleich mit den Reinigungsabläufen in Praxisbetrieben kann nicht unbedingt gezogen werden. Wie oben beschrieben, wurde die Reinigung im Versuch relativ intensiv und insbesondere auch das Nachspülen ausgiebig durchgeführt. Ob diese Intensität in den Praxisbetrieben in der täglichen Routine eingehalten wird, ist fraglich. Von einem direkten Einfluss der Reinigungsabläufe auf die festzustellenden QAV-Rückstandsgehalte in der nachfolgend ermolkenen Milch ist auszugehen und insofern kann nicht gewährleistet werden, dass in den Praxisbetrieben in jedem Fall der nGW 0,1 eingehalten werden kann.

6 Diskussion und Schlussfolgerungen

Im Laufe des Jahres 2012 traten quartäre Ammoniumverbindungen (QAV) aufgrund von Rückstandsfunden in Lebensmitteln in den Fokus der entsprechenden Lebens- und Futtermittel-Untersuchungen. Bei den tierischen Produkten wurden in der Folge QAV insbesondere in Milchprodukten nachgewiesen. Im Bereich der Milchgewinnung werden QAV aufgrund ihrer bioziden Wirkung in R/D-Mitteln für Melkanlagen und Milchtanks eingesetzt. Zum Zeitpunkt des erstmaligen Bekanntwerdens von QAV-Rückständen in 2012 lagen wenige Untersuchungen/Aussagen zur Häufigkeit bzw. zum Niveau von entsprechenden Rückständen in Milch und Milchprodukten vor. Ebenso wurden anfangs verschiedenen Eintragswege von QAV in die Milch diskutiert.

6.1 Rückblick auf Projekt - Modul 1

Um zu den Fragen des Ausmaßes der QAV-Belastungen, zu den Eintragswegen und damit auch zu möglichen Vermeidungsstrategien Aussagen treffen zu können, wurde im Rahmen des hier beschriebenen Projekts im ersten Modul 2012/13 ein bayernweites Screening auf QAV-Rückstände durchgeführt (ausführlicher Bericht inkl. Folgerungen aus den Ergebnissen, siehe Endbericht zum Modul 1, Projekt-Nr. A/12/30). Im Rahmen von Betriebsbesuchen bei Erzeugern, bei denen erhöhte QAV-Werte auftraten, wurde im Modul 1 versucht die Ursachen für erhöhte QAV-Gehalte zu klären.

Zusammengefasst zeigte sich bei diesen Betriebsbesuchen:

- ⇒ QAV-haltige R/D-Mittel bzw. die Reinigung der Melkanlagen mit diesen Mitteln konnte als primäre Ursache der QAV-Einträge identifiziert werden
- ⇒ Rohrmelkanlagen (Absauganlagen) waren tendenziell häufiger betroffen
- ⇒ Gleichzeitig fielen diese Anlagen mit höheren QAV-Gehalte auf
- ⇒ In vielen Betrieben bestand in Bezug auf Überprüfung und Wartung der R/D-Automaten ein erhebliches Verbesserungspotential
- ⇒ Das Informationsniveau zu den eingesetzten R/D-Mitteln war in der Praxis (Erzeuger, Berater und auch Handel) zum Zeitpunkt des Screenings relativ niedrig.

So wurden im Rahmen des Moduls 1 zwar Unterschiede zwischen verschiedenen Melksystemen offenbar, jedoch fehlten fundierte Aussagen zum Rückstandsverhalten von QAV in verschiedenen Melksystemen und den Einflussfaktoren auf das Niveau dieser Rückstände. Im Rahmen der hier vorliegenden Untersuchung (Modul 2) wurden verschiedene Melksysteme und Bedingungen der R/D untersucht und die Ergebnisse zusammengefasst.

6.2 Rückstandsverhalten von QAV in verschiedenen Melksystemen bei unterschiedlichen Bedingungen

Aufgrund versuchstechnischer Vorteile wurden im Modul 2 die umfangreichsten **Messreihen im AMS** getätigt. Die nachfolgenden Versuche in den Systemen Melkstand und Rohrmelkanlage bestätigten weitgehend die Ergebnisse aus dem AMS.

Bei den Versuchsreihen im AMS zeigte sich ein sehr hoher QAV-Peak in der anfänglich ermolkenen Milch. Die Höhe des Peaks wurde maßgeblich über die Dosierung des Reinigungsmittels bestimmt. Eine Erhöhung der Temperatur des Nachspülwassers bei der R/D brachte hingegen nicht den erhofften (und in der Beratungspraxis oft prognostizierten) Erfolg. Obwohl die QAV-Gehalte in den folgenden Melkungen stark rückläufig waren, dauerte es in der Tankmilch (Sammelmilch) aufgrund der anfänglich hohen eingebrachten QAV-Mengen relativ lange, bis der QAV-Gehalt absank. Bei der Standardreinigung mit

dem QAV-haltigen R/D-Mittel lag nach der 25. Melkung der Gehalt der Tankmilch (0,22 mg BAC / kg) immer noch beim Doppelten des erlaubten nGW 0,1 mg/kg.

Die **Messreihen im Melkstand** zeigten insbesondere, dass durch zusätzliche Melkplätze (Melkzeuge plus zugehöriger Melkleitungslängen) entsprechende zusätzliche QAV-Einträge in die Sammelmilch erfolgten. D. h. für jeden neu hinzukommenden Melkplatz ist mit einem neuerlich erhöhten QAV-Gehalt der zu diesem Zeitpunkt ermolkenen Milch zu rechnen. Durch zusätzliche innere Oberflächen (im Falle des Melkstandes durch einen großvolumigen Plattentauscher in der Druckleitung) wurden insbesondere die anfänglichen QAV-Werte der Milch noch einmal stark angehoben. Auch im Beispiel des Melkstandes konnte aufgrund der anfänglich sehr hohen QAV-Einträge der nGW 0,1 in der Tankmilch nicht eingehalten werden.

Prinzipiell der gleiche Verlauf der QAV-Gehalte zeigte sich in der untersuchten **Rohr-melkanlage (Absauganlage)**. Es war hier zu beobachten, dass es mit dem Wechsel der Melkzeuge auf die zweite Stallseite zu einem neuerlichen Anstieg der QAV-Werte kam, da durch die Rohrleitung der zweiten Stallseite offensichtlich wieder vermehrte QAV-Einträge zustande kamen. In den beiden untersuchten Konstellationen (8 bzw. 4 Melkzeuge in Betrieb) wurde in der Rohrmelkanlage in beiden Fällen in der Tankmilch der nGW 0,1 bei weitem überschritten.

Während aber im Melkstand prinzipiell durch eine höhere Anzahl an gemolkenen Tieren (und damit einer wiederholten Nutzung des Melkplatzes) im Laufe der Melkzeit sinkende QAV-Einträge zu erwarten sind, verhält es sich in der Rohrmelkanlage anders. Hier kommen für jeden zusätzlichen Melkplatz (d. h. Standplatz der Tiere) auch zusätzliche Rohrlängen hinzu, die entsprechend das Potential für QAV-Einträge bzw. das Niveau der Einträge erhöhen.

Bei den **Messreihen in den Milchtanks** wurden die zwei Systeme „Tank mit automatischem Reinigungssystem“ und „Hofbehälter mit Handreinigung“ berücksichtigt. Bei der automatischen Tankreinigung konnte im Schnitt mit der 40. Melkung der nGW 0,1 eingehalten werden. Da bis zur Milchabholung ca. 260 Melkungen in den Tank gelangen, konnte unter den Versuchsbedingungen der Grenzwert eingehalten werden.

Beim Hofbehälter mit Handreinigung wurde nach einer Melkzeit der nGW 0,1 in einer Versuchsreihe leicht überschritten, bei der zweiten Versuchsreihe knapp unterschritten. Die Tendenz zeigte auch hier mit zunehmender Milchmenge abnehmende QAV-Gehalte in der Tankmilch. Unter Versuchsbedingungen wäre somit die Einhaltung des nGW 0,1 beim Hofbehälter grundsätzlich möglich. Es ist hier jedoch zu berücksichtigen, dass die Intensität und Qualität einer manuellen Reinigung in Abhängigkeit vom durchführenden Personal sehr starken Schwankungen unterliegt und daher in der Praxis auch bezüglich der QAV-Rückstandsgehalte starke Unterschiede zu vermuten sind.

Insgesamt ist aber offensichtlich das Eintragspotential aus dem Melksystem höher und damit problematischer als das aus den Milchlagertanks zu erwartende.

Bei der Beurteilung des QAV-Eintrags aus den verschiedenen Melksystemen muss berücksichtigt werden, dass jeweils nur eine Melkzeit (bzw. im AMS nur 25 / 40 Melkungen) in die Versuchsreihen einbezogen wurde. Bei Berücksichtigung von mehreren Melkzeiten (und saurer Wechselreinigung ohne QAV-haltigem R/D-Mittel) würde der QAV-Gehalt der Tankmilch voraussichtlich entsprechend niedriger ausfallen (Verdünnungseffekt).

6.3 Einflussfaktoren auf die zu erwartenden QAV-Rückstände in der Praxis

In Bezug auf den zu erwartenden QAV-Gehalt der Anlieferungsmilch müssen in der Praxis, zusätzlich zu den unter 6.2 bereits beschriebenen, weitere Punkte berücksichtigt werden, die allerdings im Rahmen von Versuchsreihen nicht in ihrer Gesamtheit abgebildet bzw. exakter quantifiziert werden konnten:

- **Welche Milchmenge** wird mit dem Melksystem ermolken?
Wie bereits oben angeführt ist ein wesentlicher Einflussfaktor die Milchmenge (bzw. Anzahl der gemolkenen Tiere), die je Melkzeit im Betrieb ermolken wird. Es kommt hier der „Verdünnungseffekt“ zum Tragen.
- Wie groß sind die **inneren Oberflächen des gereinigten Systems**?
Bei den Versuchen im Melkstand zeigte sich klar, dass durch zusätzliche Leitungslänge bzw. innere Oberflächen der Melkanlage die QAV-Gehalte maßgeblich beeinflusst werden können. Somit haben die Dimensionierung der Melkanlage (z. B. Leitungslängen in der Absauganlage oder Länge der Druckleitung) sowie zusätzliche funktionale Bauteile (z. B. Plattenkühler) einen Einfluss auf die Höhe der zu erwartenden QAV-Rückstände in der Sammelmilch.
- Wie ist das **Reinigungsregime im Einzelbetrieb**?
Es spielt hier eine wesentliche Rolle wie oft eine Wechselreinigung (Einsatz eines sauren R/D-Mittels) durchgeführt wird. Soweit das saure R/D-Mittel keine QAV enthält⁴ sind die Einträge in der Praxis entsprechend geringer. So würde z. B. bei täglicher Wechselreinigung nur einmal je Tag ein Eintrag von QAV in die Melkanlage (und darauffolgend in die Milch) erfolgen.
- Wie ist das **Abholintervall** im Betrieb?
Bei 2-tägiger Abholung erfolgt z. B. eine weitere Verdünnung der R/D-Mittel-Rückstände aus der Tankreinigung.
- Wie akkurat werden **manuelle Reinigungsvorgänge** (insbesondere Lagertank) durchgeführt? Wie genau und ausgiebig sind die nachfolgenden Spülvorgänge?
- Wie ist der **Wartungszustand der Melkanlage** (z. B. bezüglich Verschleiß von milchführenden Gummiteilen) und die **technischen Einstellungen** bei der R/D?
Bei den Einstellungen / Wartungszustand des Reinigungsautomaten ist beispielsweise an Verschleiß oder fehlerhafte Einstellung der R/D-Mittel-Dosierpumpen zu denken. Bei Handdosierung können in der Praxis ebenfalls wesentlich überhöhte Einsatzmengen beobachtet werden. Bei Überdosierung ist ein direkter Einfluss auf die zu erwartenden R/D-Mittel-Rückstände in der Anlage zu erwarten.
Technische Einstellungen und Wartungszustand heißt aber auch: Werden die eingestellten bzw. erwarteten Wassermengen bei der Reinigung eingehalten? Es kann hier beispielsweise durch verstopfte Reinigungssiebe in der Anlage beachtliche Abweichungen geben, so dass vorgesehene Wassermengen nicht erreicht werden.
Insgesamt ist auf den Wartungszustand und die Überprüfung der R/D besonderes Augenmerk zu legen (siehe hierzu Punkt 6.6).
- Gibt es **unbeabsichtigte Eintrags- bzw. Verschleppungsmöglichkeiten**?
Es ist hier z. B. an verunreinigte Melkschwämme (die bereits bei der R/D benutzt wurden) oder auch Restwassermengen in den Anlagen zu denken. Im Einzelfall muss ge-

⁴ Auch saure R/D-Mittel können QAV enthalten. In der Regel sind saure R/D-Mittel jedoch QAV-frei.

prüft werden, ob die nach DIN ISO vorgesehene Entwässerung an allen tiefgelegenen Punkten der Anlage einwandfrei funktioniert.

Im konkreten Einzelbetrieb beeinflussen somit viele verschiedene Faktoren den effektiven QAV-Rückstandsgehalt der Sammelmilch. Eine Vorausbestimmung welches Rückstandsniveau in einem bestimmten Betrieb erzielt wird bzw. eingehalten werden kann, ist damit äußerst schwierig.

Die im Modul 1 beobachteten Extremwerte in der Anlieferungsmilch von Einzelbetrieben erscheinen auf Grundlage der vorliegenden Versuchsergebnisse, beim Zusammentreffen negativer Faktoren (Überdosierung des R/D-Mittels, geringe Anzahl zu melkender Tiere bzw. Milchmenge, keine Wechselreinigung, unzureichende Nachspülung bei Handreinigung....) jedoch durchaus plausibel.

6.4 Einhaltung der zulässigen QAV-Rückstandshöchstgehalte in Praxisanlagen

Innerhalb der Laufzeit des Projekts wurde der zulässige maximale Rückstandshöchstgehalt von 0,5 mg QAV/kg Rohmilch abgesenkt auf 0,1 mg/kg (EU-VO Nr. 1119/2014, gültig ab Okt. 2014).

Im Modul 1 des Projekts wurde auch die Anlieferungsmilch von Einzellieferanten auf QAV analysiert. Von den knapp 130 Lieferanten, bei denen QAV in der Anlieferungsmilch nachgewiesen wurde (d. h. Anwendung eines entspr. R/D-Mittels) wurde von mehr als der Hälfte der neue Grenzwert 0,1 mg/kg in der Anlieferungsmilch überschritten. Der ehemalige Grenzwert 0,5 mg/kg wurde lediglich von 16 % überschritten.

Es zeigte sich somit bereits bei der damaligen Auswertung, dass von vielen Praxisbetrieben der neue (damals noch nicht gültige) Grenzwert im Einzelfall nicht eingehalten worden wäre.

Die Ergebnisse der vorliegenden Versuchsreihen im Modul 2 in unterschiedlichen Melksystemen zeigen, dass auch bei ordnungsgemäßer R/D mit den entsprechenden Standardeinstellungen die Einhaltung des nGW 0,1 in der Mehrzahl der Fälle nicht gewährleistet werden kann. Im Regelfall kommen QAV-haltige R/D-Mittel in Absauganlagen und zum Teil in Melkständen zum Einsatz. Insbesondere in Absauganlagen erscheint die Einhaltung des nGW 0,1 fraglich. Wie unter 6.3 ausgeführt gibt es eine Vielzahl an Einflussfaktoren auf den tatsächlichen Gehalt in der Rohmilch, so dass eine Bestimmung des zu erwartenden Niveaus für den Einzelbetrieb nicht möglich ist.

Aufgrund der Versuchsergebnisse (und unter Beachtung der Ergebnisse des Monitorings) kann ein QAV-Einsatz bei der R/D von Melkanlagen unter den gegebenen Bedingungen in der Praxis nicht empfohlen werden. Selbst bei Einhaltung einer ordnungsgemäßen R/D-Routine mit einer korrekt eingestellten R/D-Anlage, muss in vielen Fällen von einer Überschreitung des nGW 0,1 ausgegangen werden. In dieser Situation kann, auch bei Beachtung der üblichen Beratungs- und Einstellungsempfehlungen, eine Einhaltung des gesetzlichen Grenzwertes nicht garantiert werden, so dass der Einsatz QAV-haltiger Mittel zur R/D von Melkanlagen mit der Absenkung des QAV-Höchstmengegehalts faktisch verboten wurde.

In der Praxis ist zu beobachten, dass zwischenzeitlich QAV-haltige R/D-Mittel vom Markt annähernd verdrängt wurden. Es kommen somit vermehrt R/D-Mittel mit anderen Wirkstoffen (primär auf Chlorbasis) zum Einsatz.

Es wurde bereits im Endbericht zum Modul 1 darauf hingewiesen, dass aufgrund der Substitution von QAV-haltigen R/D-Mitteln:

- die Rückstandssituation von alternativen R/D-Mittel-Wirkstoffen in den entsprechenden Monitoring-Programmen beobachtet werden sollte.
- neu auf den Markt kommende, desinfizierende Wirkstoffe in Bezug auf ihr Rückstandsverhalten und -niveau vorab, möglichst von neutraler Seite, geprüft werden sollten.
- Verständliche und umsetzbare Einsatzempfehlungen zu den R/D-Mitteln zur Information der Milcherzeuger, des Handels und der Beratung beim Verkauf mit abgegeben werden.

6.5 Standardisierung der Versuchsbedingungen und Grenzen des gewählten methodischen Ansatzes

Die Versuche wurden im Versuchsbetrieb Grub der LfL (AMS, Melkstand, automatische Tank-R/D) und in zwei Praxisbetrieben (Absauganlage, Handreinigung Tank) durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Durchführung von Versuchsreihen zur Rückstandsproblematik in Praxisanlagen in verschiedener Hinsicht an Grenzen stößt.

In allen untersuchten Systemen mussten mehrere Vorversuche durchgeführt werden. Die Einstellungen der Anlage und auch die Arbeitsabläufe mussten dabei so angepasst werden, dass eine sinnvolle Versuchsanstellung möglich wurde (zusätzliche Probenahme-Punkte eingebaut, R/D-Mittel-Dosierer außer Kraft gesetzt, bestimmte Prozessabläufe beeinflusst bzw. gestoppt...). Durch die Versuchsanstellung und die erforderliche Probenahmen wurden die Arbeitsabläufe des praktischen Melkbetriebs wesentlich beeinflusst bzw. erschwert (z. B. welches Tier wird wann gemolken usw.). Während diese Einschränkungen im Versuchsbetrieb der LfL (AVS Grub) noch tolerierbar waren, stößt der Ansatz in Praxisbetrieben schnell an Grenzen.

Gleichzeitig sind die Bedingungen in den Praxisbetrieben durch die jeweilige Anlage relativ „starr“ vorgegeben. Unterschiedliche Bedingungen können in einer bestehenden Anlage im Praxisbetrieb nur mit hohem Aufwand realisiert werden. Eine Beeinflussung der Rahmenbedingungen ist somit im Praxisbetrieb nur eingeschränkt möglich. Die Standardisierung bestimmter Parameter ist unter Produktionsbedingungen (z. B. Milchmenge die zwischen zwei Probenahmen durch die Anlage fließt) nur bedingt möglich. Eine Kontrolle der möglichen Einflussfaktoren (z. B. letzter Austausch der Gummiteile der Anlage...) ist in Praxisanlagen erschwert.

Wie unter 6.3 beschrieben gibt es zudem eine Vielzahl an Einflussfaktoren auf den QAV-Gehalt in der Rohmilch, so dass eine Übertragung der gewonnenen Daten auf andere Praxisanlagen nicht so einfach möglich ist. Somit erscheinen Rückstandsuntersuchungen in Praxisbetrieben fraglich, da die Versuche unter stark erschwerten Bedingungen bzw. mit Einschränkungen durchgeführt werden müssen und gleichzeitig ein Rückschluss auf andere Praxisanlagen aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren nicht ohne weiteres möglich ist.

Im Laufe der Versuchsdurchführung gab es verschiedene Unklarheiten bei den Analyseergebnissen, die im Einzelfall nicht abschließend geklärt werden konnten. So gab es, wie bei den Einzelergebnissen bereits angeführt (vgl. Seite 23 und 29), Einzelwerte die nicht plausibel waren. Diese Werte konnten auch über unterschiedliche Milchmengen die bis zur jeweiligen Probenahmen ermolken worden waren, nicht erklärt werden. Trotz exakter Planung und Durchführung der Versuchsreihen gab es auch zwischen einzelnen Wiederho-

lungen Schwankungen / Unterschiede im QAV-Gehalt der Proben, die nicht geklärt werden konnten.

Die Versuchsdurchführung unter standardisierten Bedingungen würde hier voraussichtlich weniger Unstimmigkeiten hervorrufen.

Nichtsdestotrotz konnten mit den hier vorliegenden Untersuchungsergebnissen eindeutige Aussagen zum Verlauf der QAV-Rückstandsgehalte, zum Einfluss verschiedener Bedingungen der R/D und zur Plausibilität von festgestellten Rückstandsgehalten in versch. Praxisbetrieben gemacht werden.

Folgerung: Untersuchungen zum Rückstandsverhalten sollten unter einfacher zu standardisierenden Bedingungen (Labor- bzw. standardisierte Beispiels-Melksysteme) durchgeführt werden.

- ⇒ Mehrfache Durchführung der Versuchsreihen unter vergleichbaren und vereinfachten Bedingungen (z. B. gleiche Milchmenge zwischen zwei Probenahmen)
- ⇒ Anlagen könnten speziell für die Durchführung von entspr. Test präpariert werden (z. B. Punkte für die Probenahme)
- ⇒ Abgleich und Absicherung der Analyseergebnisse in alternativen Laboren

6.6 Intensivierung der Beratung im Bereich Reinigung / Desinfektion von Melkanlagen

Das Rückstandspotential verschiedener bakterizider Wirkstoffe von R/D-Mitteln wird je nach eingesetztem Wirkstoff durch unterschiedliche Bedingungen beeinflusst. So ist für das Rückstandsverhalten von QAV insbesondere deren Verhalten bei der Bindung an Oberflächen verantwortlich (bakteriostatischer, schwer ausspülbarer Film in Melkanlagen). Bei chlorhaltigen Mitteln hingegen wird das Rückstandsverhalten stark von vorhandenen Resten an organischem Material (Milch) und damit den Bedingungen der Vorspülung beeinflusst.

Grundvoraussetzung für eine ordnungsgemäße, hygienische Bedingungen gewährleistende und gleichzeitig auch möglichst rückstandsarme R/D von Melkanlagen ist der einwandfreie Betrieb des verwendeten Reinigungssystems. Dies erfordert neben einer fachgerechten Bedienung der R/D-Anlagen (z. B. Dosierung) eine regelmäßige Überprüfung und Wartung der eingesetzten R/D-Automaten, sowie eine fachlich fundierte und den einzelbetrieblichen Bedingungen angepasste Beratung.

Wie bereits im Endbericht zum Modul 1 dieses Projekts unter 6.2 (Seite 41f) angeführt, wird in der Intensivierung der Beratung zur R/D und der entsprechenden Schulung der Beratungskräfte ein hohes Potential zur Verbesserung der Situation gesehen. Problematisch ist in diesem Zusammenhang, dass von Seiten der Erzeugerbetriebe eine entsprechende Beratung in der Regel im Falle einer „Keimzahlüberschreitung“ angefordert wird. Eine Überprüfung der Einstellungen der R/D-Anlage und eine Beratung zum ordnungsgemäßen Einsatz der R/D-Mittel wäre in vielen Fällen jedoch schon zu einem früheren Zeitpunkt bzw. regelmäßig sinnvoll. Evtl. könnten Erkenntnisse aus den entsprechenden Monitoring-Programmen hier steuernd mit einfließen. Die Förderung des Angebots der Beratungsorganisationen im Bereich R/D von Melkanlagen wird als sinnvoll erachtet.

Im Rahmen bzw. in Folge des Projekts wurden verschiedene Schulungen von Beratungskräften und öffentlichkeitswirksame Maßnahmen zum Bereich Reinigung / Desinfektion in Melkanlagen und Vermeidung von Rückständen durchgeführt (siehe 7).

7 Öffentlichkeitsarbeit

Da die im Rahmen des Projekts bearbeitete Thematik eine gewisse „Brisanz“ beinhaltet, bezog sich die entsprechende Öffentlichkeitsarbeit bzw. der Wissenstransfer insbesondere auf Schulungen und Vorträge für Beratungskräfte bzw. entspr. Fachkräfte.

Es sind im Folgenden alle Produkte die im Rahmen der beiden Projektmodule 1 + 2 durchgeführt bzw. veröffentlicht wurden, zusammengefasst.

Infos zum Projekt-Modul 1 können im Internet auch abgerufen werden unter:

<http://www.lfl.bayern.de/ilt/tierhaltung/rinder/023118/index.php>

7.1 Veröffentlichungen

KÜHBERGER, MARTIN, HARMS, J.: 2013, Produktion von qualitativ hochwertiger Rohmilch - Schwachstellenanalyse und Beratungsempfehlungen - Modul 1 - Endbericht, Grub

KÜHBERGER, MARTIN, MODEL, I.; 2014, Reinigung & Desinfektion der Melkanlage - Verbesserung der Prozessqualität, Tagungsband zu 15. Jahrestagung der WGM, 07.-09.10.2014, Bad Sassendorf, S. 58 - 62, Hrsg.: WGM e.V., Berlin

KÜHBERGER, MARTIN; KUTZOB, M.; HARMS, J.; 2015, Rückstandsverhalten von quartären Ammoniumverbindungen bei der Desinfektion von Melkanlagen, KTBL-Tagungsband, 12. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2015 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, S. 270 - 275, Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

7.2 Veranstaltungen / Workshops

Veranstaltung	Titel	Veranstalter Zielgruppe	Ort, Datum
Fachtagung	Reinigung / Desinfektion bei der Milchgewinnung	LfL-ILT Fachberater Milchgewinnung, Molke- reien	Grub 26.06.2014
Workshop	Ursachenfindung bei erhöhter Keimzahl und Überprüfung der R/D in Milchgewinnungsanlagen	WGM e. V. / LfL-ILT Fachberater Milchgewinnung, Mitar- beiter Molkereien, sonstige Berater	Grub 17./18.11.2015
Workshop	Ursachenfindung bei erhöhter Keimzahl und Überprüfung der R/D in Milchgewinnungsanlagen	WGM e. V. / LLA-Triesdorf Fachberater Milchgewinnung, Mitar- beiter Molkereien, sonstige Berater	Triesdorf 15./16.03.2016

7.3 Vorträge

Referent	Titel	Veranstalter Zielgruppe	Ort, Datum
Kühberger, M.	Rückstandsverhalten von QAV in verschiedenen Melksystemen	WGM e.V., Wissenschaftlicher Beirat der WGM	Bad Hersfeld, 17.02.2016
Kühberger, M.	Rückstandsverhalten von QAV bei der R/D verschiedener Melksysteme	LBM e.V., Milcherzeugerberater, Molkereimitarbeiter	Herrsching, 28.10.2015
Kühberger, M., Kutzob, M., Harms, J.	Rückstandsverhalten von quartären Ammoniumverbindungen bei der Desinfektion von Melkanlagen	KTBL, Wissenschaftler, Berater, Firmen	Freising, 10.09.2015
Kühberger, M.	Produktion von qualitativ hochwertiger Rohmilch	LfL, Mitarbeiter StMELF	München, 16.07.2015
Kühberger, M.	Reinigung / Desinfektion von Melkanlagen	WGM e.V., Fachberater Milchgewinnung	Bad Sassendorf, 09.10.2014
Kühberger, M., Model, I.	Reinigung / Desinfektion von Melkanlagen	WGM e.V., Fachberater Milchgewinnung	Bad Sassendorf, 08.10.2014
Kühberger, M.	Produktion von qualitativ hochwertiger Rohmilch	LfL, Mitarbeiter StMELF	München, 23.07.2014
Kühberger, M.	R/D-Mitteleinsatz bei der Milchgewinnung	LfL, Ldw. Fachberater, Mitarbeiter Molkereien, R/D-Mittel-Hersteller	Grub, 26.06.2014
Kühberger, M.	Überprüfung von R/D-Automaten und Verbesserung der Prozessqualität	LfL, Ldw. Fachberater, Mitarbeiter Molkereien, R/D-Mittel-Hersteller	Grub, 26.06.2014
Kühberger, M.	Ergebnisse des Projekts: Produktion von qualitativ hochwertiger Rohmilch	LVBM, Vorstand und Landesfachausschuss - LVBM	München, 28.04.2014
Kühberger, M.	Ergebnisse "QAV-Projekt" Modul I	LfL, Projektpartner QAV-Projekt	Grub, 15.11.2013
Kühberger, M.	Reinigung/Desinfektion von Melkanlagen	FüAk, Melkberater des LKV, LfL-Mitarbeiter	Triesdorf, 16.10.2013
Kühberger, M.	Zwischenergebnisse zum Projekt: „Produktion von qualitativ hochwertiger Rohmilch“	LBM e.V., Erzeugerberater der Molkereien	Herrsching, 26.09.2013
Kühberger, M., Harms, J.	Produktion von qualitativ hochwertiger Rohmilch	StMELF, Mitarbeiter BayStMELF und LfL	München, 11.07.2013
Kühberger, M.	Produktion von hochwertiger Rohmilch	WGM e.V., Wissenschaftlicher Beirat der WGM	Bad Hersfeld, 11.06.2013
Kühberger, M.	Projekt: Produktion von qualitativ hochwertiger Rohmilch	LVBM, Vorstand und Fachausschuss des LVBM	München, 08.04.2013

Referent	Titel	Veranstalter Zielgruppe	Ort, Datum
Kühberger, M.	Milchgewinnung bei Ziegen: Anforderungen an Melktechnik und Reinigung/Desinfektion	Andechser Molkerei, Landwirte	Raisting, 07.03.2013
Kühberger, M.	Qualitätsmilcherzeugung - Reinigung/Desinfektion der Melkanlage	Andechser Molkerei, Landwirte	Peißenberg, 23.01.2013
Kühberger, M.	Aktuelle Fragen zur Reinigung / Desinfektion in Melkanlagen	VLF, Milcherzeuger	Ebersberg, 07.11.2012

Bei den regelmäßigen Schulungen der LKV-Leistungsassistenten Milch (LOP) wird das Thema Rückstände von R/D-Mitteln in der 2-stündigen Unterrichtseinheit „Reinigung / Desinfektion von Melkanlagen“ jeweils mit aufgegriffen.

Abkürzungsverzeichnis

AMS	Automatisches Melksystem
BAC	Benzalkoniumchlorid
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
DDAC	Didecyldimethylammoniumchlorid
HKW	Halogenierte Kohlenwasserstoffe
MSB	Milchsammelbehälter
MUVA	Milchwirtschaftliche Untersuchungs- und Versuchsanstalt Kempten
n.n.	nicht nachweisbar
QAV	Quartäre Ammoniumverbindungen
R/D	Reinigung/Desinfektion
SCoFCAH	Ständiger Ausschuss für die Lebensmittelkette und Tiergesundheit (der EU-Kommission)
StMELF	Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
TCM	Trichlormethan (Chloroform)
VR	Versuchsreihe
nGW 0,1	Neuer Grenzwert QAV (gültig ab Oktober 2014 = 0,1 mg QAV / kg)
eGW 0,5	Ehemaliger Grenzwert QAV (gültig bis September 2014 = 0,5 mg QAV / kg)

Literaturverzeichnis

(zitierte und weiterführende Literatur)

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, INSTITUT FÜR LANDTECHNIK UND TIERHALTUNG (2013), Endbericht zum Vorhaben „Produktion von qualitativ hochwertiger Rohmilch - Schwachstellenanalyse und Beratungsempfehlungen, Modul 1 - Screening“
http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/endbericht_-_qav-projekt_-_modul_1.pdf

BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG (2012 a), Stellungnahme Nr.024/2012 des BfR vom 29. Juni 2012: Gesundheitliche Bewertung der Rückstände von Didecyldimethylammoniumchlorid (DDAC) in Obst- und Gemüseerzeugnissen

BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG (2012 b), Stellungnahme Nr.032/2012 des BfR vom 13. Juli 2012: Gesundheitliche Bewertung der Rückstände von Benzalkoniumchlorid in Lebensmitteln

HEHNSCHROTT DOROTHEA UND GERHARD WILDBRETT (1985), Minderung des Tensidübergangs von Werkstoffoberflächen auf Lebensmittel, Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A, Volume 181, Number 5 (1985), S. 422-426

KAISER TILO, SCHWARZ WINFRIED, FROST MATTHIAS, (1998), Einträge von Stoffen in Böden - eine Abschätzung des Gefährdungspotentials; Teil 7-9, Forschungsvorhaben der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft im Auftrag des Umweltbundesamts, Logos Verlag, Berlin 1998

KIELWEIN GERHARD PROF. DR., (1981), in: „Desinfektion in Tierhaltung, Fleisch- und Milch-wirtschaft“, Hrsg.: T. Schliesser, D. Strauch, Ferdinand Enke Vlg., Stuttgart, 1981

MUVA-KEMPTEN (2013), Jahresbericht 2012 (Auszüge), Hrsg. MUVA-Kempton
Internet-Download:
[http://www.muva.de/muva/web.nsf/gfx/DA470955149AF8C9C1257C080040573E/\\$file/2012_Jahresbericht_Ausz%C3%BCge.pdf](http://www.muva.de/muva/web.nsf/gfx/DA470955149AF8C9C1257C080040573E/$file/2012_Jahresbericht_Ausz%C3%BCge.pdf)

TIEFEL P. UND K. GUTHY (1997), Modellversuche zur Bildung leichtflüchtiger Halogenkohlenwasserstoffe in Milch durch die Anwendung aktivchlorhaltiger kombinierter Reinigungs- und Desinfektionsmittel, in: Deutsche Milchwirtschaft (1997), Volume 48 (1), Seite 5-7

UMWELTBUNDESAMT ÖSTERREICH (2013), Fact Sheet: Quartäre Ammoniumverbindungen, Aufruf: 15.07.2013,
http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/gesundheit/fact_sheets/Fact_Sheet_quaternaere_Ammoniumverbindungen.pdf

VERORDNUNG (EG) NR. 396/2005 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Februar 2005 - über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs und zur Änderung der Richtlinie 91/414/EWG des Rates, ABl. L 70 vom 16.03.2005

VERORDNUNG (EU) NR. 1119/2014 DER KOMMISSION vom 16. Oktober 2014 zur Änderung des Anhangs III der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Höchstgehalte an Rückständen von Benzalkoniumchlorid und Didecyldimethylammoniumchlorid in oder auf bestimmten Erzeugnissen, ABl L304 vom 23.10.2014

WEGNER JÜRGEN (2010), Rückstandsfreie Rohmilchgewinnung, in: Tagungsband zur 11. WGM-Jahrestagung - Bad Hersfeld, Hrsg.: WGM e. V., Berlin, S. 42-47

WILDBRETT GERHARD (1962) Bedeutung haftender Rückstände kationaktiver Desinfektionsmittel für die Milchwirtschaft, Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A, Volume 118, Number 1 (1962), S. 40-51