

2 Literaturübersicht

2.1 Jodgehalt der Milch

Jodidionen sind als Spurenelemente zum einen natürlicher Bestandteil der Milch, zum anderen können sie durch Kontamination in die Milch verbracht werden. Da die Sekretion dieser Ionen in das Euter von verschiedenen Stoffwechselwegen und Transportmechanismen abhängt, unterliegt der Milchjodgehalt starken physiologischen Schwankungen. Er weist deutliche zeitliche, regionale und fütterungsabhängige Schwankungen auf. Hemken (1980) und Hemken et al. (1981) berichten, dass von 1965 bis 1980 der Jodgehalt der Milch von Kühen um 300-500% gestiegen ist. Die Ursachen dafür werden in einem erhöhten Einsatz jodophorer Desinfektionsmittel vermutet. Jodophore enthalten freies Jod und Jodidionen, welche sich im chemischen Gleichgewicht mit jodhaltigen Komplexverbindungen befinden. Das natürlich in der Milch vorkommende Jod liegt in zwei Fraktionen vor. 80-90% des Gesamtjodgehaltes befinden sich als Jodidionen in anorganischer Form in der wasserlöslichen Phase der Milch (Lengemann und Swanson 1957, Stöckl und Leskova 1967). Der verbleibende Jodanteil ist durch kovalente Bindung oder physikalische Wechselwirkungen mit Proteinen assoziiert (Murthy et al. 1966). Über die chemischen Eigenschaften des Jodanteiles in Milch, der über Jodophore eingetragen wird, gibt es wenig Untersuchungen. Wheeler et al. (1983) stellten fest, dass 3,4% des Jods, welches durch Kontamination mit Jodophoren in die Milch gelangt, an die Milchcaseine gebunden ist.

70-80% der mit der Ration aufgenommenen jodhaltigen Verbindungen werden im Vormagensystem des Rindes absorbiert. Im Labmagen wird Jodid aktiv ausgeschieden. Hier ist die Rate der Sekretion 18mal höher als die Absorptionsrate. Im Dün- und Dickdarm wird der größte Teil der ausgeschiedenen Jodverbindungen nach Reduktion zu Jodidionen wieder reabsorbiert (Dunn 2000).

An der Blut- Euter - Schranke existieren zahlreiche aktive und passive trans- und paramembranöse Transportvorgänge. Für Jodidionen wird ein spezielles Transportsystem nicht beschrieben (Wendt et al. 1994). Andere Autoren erwähnen einen Na^+/J^- - Transporter, über welchen die Jodid – Ionen aktiv in die Milch sezerniert werden (Austgen et al. 2001). Die Milchdrüse kann Jod aktiv anreichern (Tucker 2000). Beim Rind wird ein geringerer Anteil des mit dem Futter aufgenommenen Jods in die Milch sezerniert als bei anderen Spezies (Miller et al. 1975).

Stöckl und Leskowa (1967) stellten fest, dass sich der Jodgehalt der Gemelke der Einzelviertel unterscheidet. Die Abweichungen im Gesamtjodgehalt betragen bis zu 64% ($p > 0,05$). Diese Untersuchungen wurden allerdings nur an vier Tieren durchgeführt. Die Autoren beschrieben weiterhin, dass der Jodgehalt der Milch von der Phase des Gemelkes abhängig ist. Der Jodgehalt des Vorgemelkes ist höher als der des Hauptgemelkes und dieser liegt wiederum über dem des Nachgemelkes. Die in Tabelle 1 zusammengefassten Angaben zum Jodgehalt der Milch schwanken zwischen 23 und 500 ppb.

Tabelle 1: Jodgehalt der Milch

Autor	Art der Proben	Zahl der Proben	Jodgehalt (ppb) MW \pm SA
Bruhn und Franke (1979)	Rohmilch	1080	398 \pm 357
	Konsummilch	111	409 \pm 104
	Tankmilch	378	499
Ruegsegger und Schulz (1980)	Tankmilch	195	466 \pm 381
Bruhn et al. (1987)	Tankmilch	1572	173 \pm 115,8
Appel et al. (1988)	Rohmilch	20	101,2 \pm 18
	Rohmilch	20	52,1 \pm 11,3
Aumont (1987)	Rohmilch	14	184 \pm 42
	Rohmilch	16	237 \pm 41
Wiechen und Kock (1985)	Tankmilch	KA	30-60
Aumont et al. (1987)	Tankmilch (Winter)	132	93
	Tankmilch (Sommer)	132	23
Pennington (1990)	Konsummilch	124	230 \pm 9

^{KA}keine Angaben, ^{MW}Mittelwert, ^{SA}Standardabweichung

2.1.1 Einflussfaktoren auf den natürlichen Milchjodgehalt

Es besteht ein direkt proportionaler Zusammenhang zwischen dem Jodgehalt des Futtermittels und dem der Milch (Hemken et al. 1972, Papas et al. 1977, Hemken 1979, Bruhn et al. 1983, Pennington 1990, Swanson et al. 1990). Futtermittel beeinflussen den Jodgehalt der Milch in höherem Maße als ein ordnungsgemäß durchgeführtes Zitzendippverfahren (Hemken 1979). Andere Autoren sind der Meinung, dass die Kontamination durch Jodophore eine Hauptquelle für Jodverbindungen in der Milch darstellt (Ruegsegger et al. 1983). Nach Blowey und Edmondson (1996) stammen 70 – 80% des in der Milch nachgewiesenen Jods aus dem Futter der Milchkuh. Diese Untersucher zeigten, dass der Jodgehalt der Tankmilch von Herden mit verschiedenen Fütterungsregimen zwischen 200 und 4000 mg/l schwankte. Bei geringer Jodaufnahme steht dieser in linearer Beziehung zu der mit dem Futter aufgenommenen

Jodmenge (Hemken 1980, Galton et al. 1986). Dies gilt bis zu einer täglichen Jodzufuhr von 300 mg aufrechterhalten werden (Hamann und Heeschen 1982). Bei höherer Jodzufuhr steigt der Jodgehalt des Gemelkes in geringerem Maße an (Hemken et al. 1978, Hemken 1980). Der Zusammenhang zwischen Jodgehalt in Futter und Tränkwasser und dem Jodgehalt der Milch lässt sich in folgender Formel darstellen (Hamann und Heeschen, 1982):

$$J = 1,5(17,5 x - 0,6 x^2 + 0,008 x^3 - 0,000007 x^4)$$

^JJodgehalt der Milch, ^xJoddosis in 0,001 mg/Tag

Bruhn et al. (1983) beschreiben den Zusammenhang zwischen Jodgehalt des Futters und dem der Milch in folgender linearer Gleichung:

$$J = 56 x + 72 \text{ (}^J\text{Jodgehalt der Milch, }^x\text{Joddosis in 0,001 mg/Tag)}$$

Neben der Dosis des zugeführten Jods ist auch die Art der chemischen Verbindung, in welcher die Jodidionen vorliegen, von Bedeutung. Dies gibt Hinweise auf unterschiedliche Stoffwechselwege dieser Verbindungen. Die orale Aufnahme anorganischen Jods erhöht den Milchjodgehalt im geringeren Maße als die von organischen Jodverbindungen (u.a. Ethylendiamindihydriodid, Miller und Swanson 1973, Swanson et al. 1990).

Die Jodgehalte des Tränkwassers und der Atmosphäre korrelieren ebenfalls positiv mit dem Jodgehalt der Milch (Appel et al. 1988).

Der jahreszeitliche Einfluss auf den Milchjodgehalt ist durch niedrige Gehalte in der Weideperiode und entsprechend höhere in der Stallperiode charakterisiert (Garner et al. 1960, Iwarsson 1974, Hamann und Heeschen 1982, Wiechen und Kock 1985, Aumont 1987). Als Ursache werden die geringere Aufnahme von Milchleistungsfutter und Mineralfutter in der Weideperiode angenommen. Diese machen einen Hauptanteil der Jodaufnahme des Milchrindes aus.

Bei der regionalen Abhängigkeit des Milchjodgehaltes zeichnet sich ein Nord-Süd-Gefälle ab. Milch aus Süddeutschland enthält durchschnittlich 21,77% weniger Jod als norddeutsche Milch (Hamann und Heeschen 1982).

Im Laktationsverlauf ist der Milchjodgehalt durch einen hohen Wert in der Kolostralphase, ein Absinken bei steigender Milchleistung und einen Wiederanstieg mit fallender Milchleistung im Verlauf der Laktation gekennzeichnet (Underwood 1971, Iwarsson 1973, Franke et al. 1983). Stöckl und Leskowa (1967) beschreiben eine Abnahme des Milchjodgehaltes bis zum 8. Tag der Laktation. Danach steigt der Milchjodgehalt wieder

langsam an. Bei kranken Kühen mit stagnierender Milchproduktion können abnorm hohe Gehalte an Jod im Gemelk erreicht werden (Miller et al. 1975).

Desweiteren wird eine Abhängigkeit von der Rasse beschrieben. Die Milch von Holstein Frisian Kühen enthielt in Untersuchungen von Franke et al. (1983) mehr Jod als die von Guernsey (839 µg/kg vs. 554 µg/kg, $p < 0,05$).

2.1.2 Beeinflussung des Jodgehaltes der Milch durch Dippverfahren

Das Aufbringen desinfizierender Agenzien auf die Zitzenhaut insbesondere im zeitlichen Zusammenhang mit dem Melken birgt immer die Gefahr der Erhöhung des Jodgehaltes der Milch.

Das Eindringen eines Pharmakons in die Haut hängt von seinen lipophilen Eigenschaften und der Formulierung ab (Forth et al. 1987). Jodophore Zitzendippmittel besitzen eine starke Oberflächenaktivität und penetrieren die Haut gut (Frey und Löscher 1996). Allerdings gibt es verschiedene Wege, über welche das in den Zitzendippmitteln enthaltene Jod in die Milch verbracht werden kann.

- Eintrag des Jods über Resorption an der Zitzenhaut
- Kontamination der Milch über Rückstände des Dippmittels auf der Zitzenhaut
- Depot an Dippmittel im Strichkanal

Die beiden letztgenannten Punkte sind unter dem Oberbegriff Kontamination zusammenzufassen. Der erstgenannte Punkt beruht auf Transportvorgängen an der Zitzenhaut und ist somit von verschiedenen Faktoren abhängig. Über den Anteil der verschiedenen Mechanismen am Jodeintrag in die Milch wird in der Literatur kontrovers diskutiert.

Jodidionen können bei Auftragen entsprechender Präparate auf die Haut resorbiert werden, insbesondere wenn die Applikation auf verletzte Haut stattfindet (Fradkin und Wolff 1983). Über spezielle Transportsysteme an der Epidermis gibt es keine Angaben. Rasmussen et al. (1991) zeigten einen Anstieg der Jodrückstände in der Milch bei Erosionen der Zitzenenden laktierenden Rinder auf.

Conrad und Hemken (1978) fanden Hinweise auf eine Aufnahme von Jod durch Transportmechanismen über die Haut der Zitze. Sie zeigten in einer Split-Udder Studie, dass der Jodgehalt des Gemelkes unbehandelter Viertel und der jodgedippter Euterviertel der Studientiere anstieg. Der Jodgehalt der Milch der unbehandelten Kontrollviertel stieg allerdings zeitlich verzögert zu dem im Gemelk behandelte Viertel an. Die Hypothese, dass

eine Resorption anorganischen Jods über die Zitzenhaut stattfindet, konnten Conrad und Hemken (1978) in einem weiteren Experiment belegen. Das tägliche Besprühen des Euterspiegels mit einer Jodophorlösung führte zu einem signifikanten Anstieg des Jodgehaltes im Gemelk und im Blutserum (nach 11tägiger Behandlung, Versuchstage vs. Kontrolltage: 6,7 µg/100 ml vs. 3,5 µg/100 ml in der Milch und 8,4 µg/100 ml vs. 5.8 µg/100 ml im Blutplasma). Deshalb beschreiben diese Untersucher die Absorption des Jods über die Zitzenhaut als hauptsächlichen Eintragsweg des Jods in die Milch. Der Kontamination wird eine untergeordnete Rolle zugeschrieben. Beim Nachdippen wird das Dippmittel nicht entfernt, sondern verbleibt bis zur nächsten Melkzeit auf der Zitze. Die Zwischenmelkzeiten gewährleisten eine lange Einwirkzeit des Dippmittels auf die Zitzenhaut, in welcher Jodresorption stattfinden kann (Blowey und Edmondson 1996).

Sheldrake et al. (1980b) schlossen aus ihren Untersuchungen, dass Jodrückstände in der Tankmilch ihren Ursprung in jodkontaminierter Zitzenhaut haben und die Resorptionsvorgänge eine untergeordnete Rolle spielen. Beim Nachdippen wird das Präparat unmittelbar nach dem Melken appliziert und kann über den noch offenen Strichkanal unmittelbar in die Milch gelangen. Bei alleiniger Trockenreinigung des Euters vor dem Melken ist ein vollständiges Entfernen des Dippmittels von der letzten Melkzeit nicht zu erwarten. Es besteht folglich eine hohe Kontaminationsgefahr. Wiechen und Kock (1985) erwähnen die Möglichkeit des Eindringens größerer Mengen Dippmittels bei der Applikation unmittelbar nach Abnahme des Melkzeuges. In diesem Stadium sind die Strichkanäle weit geöffnet und ermöglichen die Passage des Mittels. Außerdem haben Präparate zum Nachdippen im allgemeinen einen höheren Gesamtjodanteil als Vordipppräparate. Damit sind sie größere potentielle Rückstandsverursacher.

Eine weitere Quelle für Rückstände ist der Strichkanal. In diesem können kleine Mengen jodophoren Dippmittels bis zu 12 Stunden nach dem Dippen persistieren. Diese Reste des Zitzendippmittels sind im Vorgemelk nachweisbar. Bei Anwendung eines Nachdippverfahrens mit einem jodophoren Dippmittel ist der Jodgehalt im Anfangsviertelmelk signifikant gegenüber dem Gesamtmelk erhöht (Aumont 1987).

2.1.2.1 Eigenschaften des Präparates

Bei Anwendung eines Nachdippverfahrens ist die Viskosität des Präparates positiv mit dem Milchjodgehalt korreliert. Der Jodgehalt des Gemelkes nach der Anwendung eines Nachdippverfahrens mit einem dickflüssigen Mittel stieg um 84,9 µg/l an. Dieser Anstieg

betrug bei der Anwendung eines weniger viskösen Präparates 53,6 µg/l und beim Einsatz eines des Mittels mit der geringsten Viskosität 37,0 µg/l (Lewis et al. 1980).

Die Auswirkungen des Jodgehaltes des Dippmittels auf den Jodgehalt der Milch werden von verschiedenen Autoren kontrovers diskutiert. Galton et al. (1984) beschreiben bei der Anwendung eines 0,5%igen Jodophorpräparates im Vor- und Nachdippverfahren einen geringeren Anstieg des Jodgehaltes der Milch als bei der Anwendung eines 1%igen Präparates. Rasmussen et al. (1991) zeigten, dass das Dippen mit 0,25%igen Jodophorpräparaten höhere Jodrückstände in der Milch verursachte, als die Anwendung 0,5%iger Zitzendippmittel. Andere Autoren stellten keinen Zusammenhang zwischen der Jodophorkonzentration des Zitzendippmittels und den verursachten Jodrückständen in der Milch fest (Ingawa et al. 1991, 1992).

2.1.2.2 Applikationsform des Dippmittels

Hamann und Heeschen (1982) konnten feststellen, dass auch die Applikationsform eines Dippmittels einen Einfluss auf den Jodgehalt des Gemelkes hat. Die Verwendung eines Sprühverfahrens führte zu niedrigeren Jodgehalten der Milch als die Applikation des Dippmittels mit einem Dippbecher. Die Ursache dafür ist das Auftragen geringer Mengen des Präparates auf die Zitzenhaut durch ein Sprühverfahren.

2.1.2.3 Zeitpunkt der Applikation

Zitzendesinfektionsmaßnahmen können vor und/oder nach dem Melken vorgenommen werden.

Bruhn et al. (1987) stellten bei der Untersuchung von Tankmilchproben statistisch signifikante Unterschiede im Milchjodgehalt zwischen Milchbetrieben fest. Diese Betriebe führten unterschiedliche Zitzendesinfektionsmaßnahmen durch. (Tabelle 2).

Tabelle 2: Jodgehalte in der Tankmilch verschiedener Milchviehbetriebe (Bruhn et al. 1987)

Applikationsart	Anteil der Betriebe (%) ¹	Mittelwert \pm SA
Vordippen	1,0	132,9 \pm 64,8
Nachdippen	78,8	178,2 \pm 120,5 ^b
Keine Zitzendesinfektion	15,0	146,2 \pm 88,8 ^a
Vor- und Nachdippen	5,2	197,6 \pm 134,0 ^b

¹Gesamtprobenzahl n = 1572, ^{a,b} Mittelwerte mit unterschiedlichen Indizes in einer Spalte unterscheiden sich signifikant (p<0,05), ^{SA}Standardabweichung

Schuhmacher (1975) stellte in einer Studie fest, dass 6,76% des auf die Zitze aufgetragenen Jods in die Milch übergehen. Dabei wurden die Anteile der verschiedenen Eintragswege des Jods in die Milch nicht quantifiziert.

2.1.2.4 Nachdippen

Die Applikation von jodhaltigen Dippmitteln nach dem Melken ist von größerer Bedeutung für das Ansteigen der Jodkonzentrationen der Milch als ein Vordippverfahren (Galton et al. 1986). Solche Zitzendesinfektionsmaßnahmen können in Abhängigkeit von den Eigenschaften des eingesetzten Präparates einen Anstieg des Jodgehaltes der Tankmilch um 20 – 420 ppb bewirken (Iwarsson und Ekman 1974, Terplan 1975, Aumont 1987, Heeschen und Hamann 1987). In Tabelle 3 sind Angaben verschiedener Autoren über den Einfluss von Nachdippverfahren mit jodhaltigen Zitzendippmittel zusammengefasst.

Andererseits wird von zahlreichen Autoren berichtet, dass Dippverfahren mit Jodophoren den Milchjodgehalt nicht beeinflussen (Dunsmore et al. 1977, Hamann und Heeschen 1982, Berg und Padgitt 1985).

Die Menge an Jodrückständen in der Milch, die durch ein Postdippverfahren verursacht wird, wird in hohem Maße von der Behandlung des Euters vor dem Melken beeinflusst (Sheldrake et al. 1980b, Galton et al. 1984, van der Vorst 2001). Eine intensive Reinigung des Euters vor dem Melken entfernt Rückstände von Dippmitteln auf den Zitzen und senkt somit den Gehalt entsprechender Substanzen in der nachfolgend gewonnenen Milch. Die Kontamination der Milch durch ein Nachdippverfahren ist unabhängig von der Art der Applikation des Dippmittels (Dippen oder Sprühen, van der Vorst 2001).

Tabelle 3: Anstieg des Jodgehaltes der Milch nach der Anwendung von Jodophoren zum Nachdippen

Autor	Jodgehalt des Dippmittels (mg/kg)	Additive Jodkonzentration (ppb)
Iwarsson und Ekmann (1974)	16000	174
Terplan et al. (1975)	7500	130
	6000	85
	5000	77
Heeschen und Hamann (1987)	1000	23
	2500	19
	3300	53
	3750	77
	4500	85-130
	5000	33-420

2.1.2.5 Vordippen

Vordippen allein verursacht weniger Rückstände als ein Nachdippverfahren (Galton et al. 1986, Blowey und Edmondson 1996). Bei korrekter Durchführung des Vordippens wird das Desinfizenz von den Zitzen abgewischt bevor das Melkzeug angehängt wird. Somit wird es mechanisch entfernt. Die Kontaminationsgefahr der Milch ist geringer als bei einem Nachdippverfahren, bei welchem das Dippmittel auf der Zitze verbleibt. Auch bewirkt die kurze Einwirkzeit aufgrund niedrigerer Konzentrationsgradienten an der Zitzenhaut niedrige Resorptionsraten. Vordippen mit 0,5%igen Polyvidonpräparaten führt, auch wenn diese nach der Applikation nicht entfernt werden, zu keinem signifikanten Anstieg der Jodkonzentration der Tankmilch im Vergleich zu Milch in unbehandelten Herden (Bruhn et al. 1987, 1572 Tankmilchproben). Serieys und Poutrel (1993) konnten keinen Unterschied zwischen dem Jodgehalt des Gemelkes von Tieren, die mit einem 0,25%igen Jodophorpräparat vorgedippt wurden (226 µg/l) im Vergleich zur konventionell vorgereinigten Kontrollgruppe (225 µg/l) feststellen.

Bei bestimmungsgemäßem Gebrauch bewirkte der Einsatz einer Jodophorlösung mit 25 ppm Jodid keine feststellbare Erhöhung des Jodgehaltes der Milch (Cantor und Most 1976, Bruhn et al. 1983).

2.1.2.6 Vordippen und Nachdippen in Kombination

Galton et al. (1984) wiesen nach, dass das Dippen der Zitzen mit Jodophoren vor und nach dem Melken in Kombination einen höheren Anstieg des Jodgehaltes der Milch bewirkt, als

das Vordippen allein. Weitere Studien (Galton et al. 1986) zeigten, dass der Jodgehalt des Präparates sich auf die Rückstände in der Milch auswirkt. Ein 0,1%iges Präparat erbrachte keine signifikante Erhöhung des Jodgehaltes der Milch beim Einsatz im kombinierten Vor- und Nachdippverfahren im Vergleich zur alleinigen Verwendung im Nachdippverfahren. Beim Einsatz eines 1%igen Präparates war der Jodgehalt der Milch in der Gruppe „Vor- und Nachdippen“ signifikant höher als bei alleiniger Anwendung des gleichen Präparates zum Nachdippen.

2.1.2.7 Maßnahmen zur Minimierung des Jodeintrags in die Milch

Eine gründliche Euterreinigung vor dem Melken wird als ein wichtiger Faktor zur Vermeidung von Rückständen von Desinfizienzien durch Zitzendippen empfohlen (Conrad und Hemken 1978, Hamann und Heeschen 1982). Galton et al. (1986) zeigten den Einfluss des Faktors Herde auf die Entwicklung des Jodgehaltes des Gemelkes beim Vordippen mit Jodophoren ($p < 0,01$). Als Erklärung kommt hierfür außer der Fütterung und rassespezifischen Unterschieden die Gründlichkeit der Entfernung der Desinfizienzien von den Zitzen in Betracht. Die kombinierte Anwendung verschiedener Desinfizienzien hat sich nach Angaben von Appel et al. (1988) aus rückstandanalytischer Sicht betrachtet als günstig erwiesen. Sie konnten nachweisen, dass der kombinierte Einsatz eines Jodophoren (Nachdippen) und einer Chloraminverbindung (Vordippen) zum Zitzendippen zu einer signifikanten Reduktion der Rückstände der Substanzen in der Milch führte im Vergleich zur Anwendung einer der beiden Substanzen zum Nachdippen.

2.1.3 Analytik

Für die Jodgehaltsbestimmung in Milch stehen verschiedene Methoden zur Verfügung, welche auf unterschiedlichen Prinzipien beruhen. Daher gibt es auch hinsichtlich Nachweisgrenze, Spezifität, Wiederholbarkeit, Präzision und der Eignung für den Routineeinsatz erhebliche Unterschiede. Die potentiometrische Jodmessung ist für den Routineeinsatz das geeignetste Verfahren. Sie ist schnell und einfach durchzuführen. Umfangreiches Probenmaterial kann problemlos bearbeitet werden. Mit der ionenselektiven Methode wird der Gesamtjodgehalt der Milch bestimmt, da mehr als 90% des Jods in der Milch als anorganisches Jodid vorliegen, das nicht an Milchproteine gebunden ist (Hamann und Heeschen 1982). Der geringe Anteil proteingebundenden Jods wird nicht mitbestimmt.

2.1.4 Sonstiges

Im Zusammenhang mit einer Backflush – Reinigung des Melkzeuges, welche beim Einsatz jodophorhaltiger Reinigungslösungen auch zu einem signifikanten Anstieg des Jodgehaltes der Milch führen kann, wird die Möglichkeit beschrieben, dass Zitzengummis Jod absorbieren und an die Milch abgeben können (Smith et al. 1985a). Dieser Faktor muss auch bei Anwendung des Vordippverfahrens und anschließender mangelhafter Entfernung des Dippmittels als rückstandsverursachender Faktor mit berücksichtigt werden.

2.1.5 Rechtliche Grundlagen

Zitzendesinfektionsmittel unterliegen als Tierarzneimittel dem Arzneimittelgesetz.

Hinsichtlich der Beurteilung der Rückstände, die durch die Anwendung eines Zitzendesinfektionsverfahrens entstehen können, ist dementsprechend die EG-Verordnung 2377/90 zu berücksichtigen. Jodophore werden in dieser Verordnung in Annex II eingestuft. Demzufolge ist für diese Stoffgruppe bei äußerlicher Anwendung beim Tier kein Höchstwert (MRL) festgelegt.

Die Verordnung über Hygiene- und Qualitätsanforderungen an Milch und Erzeugnisse auf Milchbasis (Milchverordnung) in der Neufassung vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1180) regelt die durchzuführenden Eigenkontrollen der Wirtschaft, um die in anderen Rechtsvorschriften (z.B. EWG 2377/90) genannten Höchstwerte u. ä. einzuhalten. Nach § 16 (1) 1. e) der Milchverordnung müssen Milcherzeugerbetriebe durch betriebseigene Kontrollen sicherstellen und Nachweise erbringen, dass die Milch nicht mit Stoffen mit pharmakologischer oder hormonaler Wirkung sowie mit Antibiotika, Pestiziden, Reinigungsmitteln und anderen Stoffen belastet ist, die schädlich sind oder die organoleptischen Eigenschaften der Milch oder der Erzeugnisse auf Milchbasis verschlechtern können oder sich beim Verzehr als gefährlich oder schädlich für die menschliche Gesundheit erweisen können.

Nach dem allgemeinen Hygienekodex für Milcherzeugerbetriebe (Richtlinie der EG-Kommission, 89/362/EWG) dürfen Zitzenbäder und –sprays bei melkfähigen Kühen nur unmittelbar nach dem Melken verwendet werden. Die Anwendung eines solchen Präparates vor dem Melken bedarf der ausdrücklicher behördlicher Genehmigung.

Von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) wird die Zufuhr von 150-200 µg Jod pro Tag als optimale Menge zu empfehlen (Hamann und Heeschen 1982, Wiechen und Kock 1985). Der Ausschuss „Rückstandsprobleme durch Arzneimittel“ der DVG e.V. empfiehlt, dass der

Gesamtjodgehalt der Milch 500 µg/kg nicht übersteigen und der durch ein Zitzendesinfektionsverfahren bewirkte Jodanstieg in der Bestandsmilch nicht über 150 µg/kg betragen sollte (Hamann und Heeschen 1982). Die Gesundheitsbehörden der Schweiz legten den zulässigen Höchstwert auf 500 µg/kg fest.

Probleme bei der technologischen Weiterverarbeitung der Milch zu den verschiedenen Milchprodukten sind erst in Konzentrationsbereichen von 500-1000 ppm Aktivjod über eine Hemmung milchtechnologischer Keime zu erwarten (Appel et al. 1988).

2.2 Intramammäre Infektionen

2.2.1 Definitionen

Entzündungen des milchbildenden, -speichernden und -ableitenden Systems der Milchdrüse bezeichnet man als Mastitis (Wendt et al. 1994). Die Bewertung des Eutergesundheitsstatus der Milchdrüse erfolgt anhand folgender Definitionen der International Dairy Federation (1987).

Normale Sekretion:

Entsprechende Euterviertel weisen keine äußerlichen pathologischen Veränderungen auf. Milch solcher Viertel enthält keine pathogenen Mikroorganismen und der Zellgehalt liegt im Normbereich. Milch gesunder Euterviertel weist rasse- und laktationsabhängig einen Modalwert von 23 000 bis 50 000 Zellen pro ml auf (Doggweiler und Hess 1983).

Latente Infektion:

In der Milch betroffener Viertel sind Mastitiserreger nachweisbar. Der Zellgehalt liegt aber im Normbereich.

Subklinische Mastitis

Subklinische Mastitiden sind Euterentzündungen ohne durch eine klinische Untersuchung feststellbare Symptome. Der Zellgehalt der Milch ist jedoch erhöht. In zwei von drei mikrobiologischen Untersuchungen (Entnahmeintervall: eine Woche) können Mastitispathogene nachgewiesen werden. Die chemische Zusammensetzung der Milch ist verändert.

Klinische Mastitis

Akute Mastitis

Bei einer akuten Mastitis zeigt das betroffene Viertel die klassischen Entzündungssymptome. Die Milch ist grobsinnlich verändert.

Subakute Mastitis

Diese Mastitisform ist durch das Auftreten grobsinnlicher Sekretveränderungen, insbesondere des Vorgemelkes ohne zusätzliche Entzündungssymptome am Euter charakterisiert.

Chronische Mastitis

Eine chronische Mastitis ist durch eine Proliferation des bindegewebigen Anteils der Milchdrüse gekennzeichnet. Betroffene Viertel können auch eine vollständig atrophieren und die Milchproduktion einstellen. Diese Form der Euterentzündung kann klinisch oder subklinisch verlaufen.

Unspezifische Mastitis

Im Gemelk betroffener Viertel gelingt kein Erregernachweis. Das Sekret ist grobsinnlich verändert, weist Änderungen in der chemischen Zusammensetzung auf oder der Zellgehalt ist erhöht.

Um die Eutergesundheit von Herden überwachen und vergleichen zu können, sind zuverlässige Parameter erforderlich. Tabelle 4 zeigt gebräuchliche Kennzahlen intramammärer Infektionen.

Tabelle 4: Kennzahlen von Euterinfektionen nach Dodd et al. (1977)¹ und Morris² (1975)

Kennzahl	Definition
Infektionsprävalenz ¹	Zahl der Kühe oder Viertel, bei denen zu einem bestimmten Zeitpunkt bakteriologische Infektionen des Drüsengewebes nachgewiesen werden
Neuinfektionsrate ¹	Anteil der Kühe oder Viertel, bei denen sich in einem definierten Zeitraum intramammäre Infektionen manifestieren
durchschnittliche Infektionsdauer ¹	Zeitraum, in der eine intramammäre Infektion bakteriologisch ausheilt
Infektionseliminationsrate ²	Anteil der Kühe oder Viertel, bei denen eine intramammäre Infektion in einen definierten Zeitraum ausgeheilt wurde
Inzidenz	Anzahl der Neuerkrankungen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes

Ein Dippverfahren kann nur die Neuinfektionsrate, hingegen nicht bereits bestehende intramammäre Infektionen beeinflussen. Folglich ist die Neuinfektionsrate der wichtigste Parameter bei der Einschätzung der klinischen Wirksamkeit eines Dippverfahrens.

Infektionsprävalenzen können allerdings nach langfristiger, konstanter Anwendung eines Doppregimes auch zur Beurteilung einer solchen Behandlung herangezogen werden. Die Dauer einer intramammären Infektion und deren Elimination wird durch ein Zitzendesinfektionsverfahren nicht beeinflusst. Die meisten intramammären Infektionen persistieren über Monate bis Jahre (Pankey et al. 1984).

Infektionen mit *S. aureus* haben eine Selbstheilungsrate von 54%. Bei einer spontanen Elimination der Infektion lag die Infektionsdauer bei 12,8 Wochen (Grommers et al. 1995). Die mittlere Dauer intramammärer Infektionen mit koagulase-negativen Staphylokokken (KNS) lag bei 222 Tagen (Todhunter et al. 1993). 66% (Rainard und Poutrel 1982) bzw. 84,5% (Timms und Schulz 1987) der Infektionen mit diesem Erreger persistieren bis zum Trockenstellen. Diese Viertel sind folglich hinsichtlich der Empfänglichkeit für Infektion anders als bakteriologisch negative Viertel zu betrachten.

2.2.2 Gliederung der Mastitiserreger

Die Einteilung der Mastitispathogene erfolgt aufgrund ihrer unterschiedlichen Übertragungsmodi in das Milchdrüsengewebe in zwei Gruppen. Dabei handelt es sich um die kontagiösen und die umweltassoziierten (oder konstitutionellen) Mastitiserreger (Bramley 1985, Döpfer et al. 1993, Wendt et al. 1994, Smith und Hogan 1995, Tabelle 5).

Die Zuordnung von *Sc. dysgalactiae* ist umstritten, da der Erreger in verschiedenen Herden sowohl konstitutionelle als auch kontagiöse Mastitiden hervorrufen kann (Smith und Hogan 1995).

Corynebacterium bovis und koagulase-negative Staphylokokken (KNS) werden auch als „minor pathogens“ bezeichnet, während die übrigen als „major pathogens“ zusammengefasst werden (Wendt et al. 1994, Smith und Hogan 1995).

Tabelle 5: Kontagiöse und umweltassoziierte Mastitiserreger (nach Smith und Hogan 1995)

Gruppe	häufige grampositive Erreger	häufige gramnegative Erreger	sonstige Erreger
Kontagiös	<i>S. aureus</i> <i>Sc. agalactiae</i> <i>Sc. dysgalactiae</i> <i>C. bovis</i>		<i>Mycoplasma</i> spp.
Umwelt- assoziiert	<i>Sc. uberis</i> <i>Sc. dysgalactiae</i> <i>Sc. equinus</i> <i>Enterococcus faecalis</i> <i>Enterococcus faecium</i>	<i>E. coli</i> <i>Klebsiella</i> spp. <i>Enterobacter</i> spp. <i>Serratia</i> spp. <i>Proteus</i> spp. <i>Citrobacter</i> spp. <i>Pseudomonas</i> spp.	<i>A. pyogenes</i> <i>Nocardia</i> spp. <i>Bacillus</i> spp. Hefen Pilze Algen
Hautflora	Koagulase-negative Staphylokokken (KNS)		

2.3 Allgemeines zu Dippmitteln

Bei der Anwendung eines Zitzentauch- oder Zitzensprühverfahren können sind grundsätzlich zwei Präparatgruppen zu unterscheiden, die Zitzenpflegemittel und die Zitzendesinfektionsmittel. Im folgenden im folgenden wird nur auf Zitzendesinfektionsmittel eingegangen.

Zitzendippverfahren vor und nach dem Melken sind eine bedeutende Komponente eines Mastitiskontrollprogrammes in Milchviehbetrieben. Die Expertengruppe aus 24 Ländern A2 (Mastitis) der International Dairy Federation (IDF) erklärt, dass 1995 60% der Milchviehbetriebe Zitzendesinfektionsverfahren nach dem Melken anwenden. Im Vergleich zu einer Untersuchung derselben Gruppe im Jahre 1991 hat sich der Anteil um 10% erhöht. In fünf Ländern (USA, Japan, Norwegen und Österreich, Ungarn) wurden zu diesem Zeitpunkt Zitzendippverfahren vor dem Melken in mehr als 5% der Herden durchgeführt. Jodophore werden als die am häufigsten eingesetzten Zitzendesinfektionsmittel beschrieben (IDF 1995).

2.3.1 Jodophore Zitzendippmittel

Erste Untersuchungen über das Zitzendippen als Maßnahme zur Beherrschung der Mastitis des Rindes wurden von Moak (1916) unternommen. Er dippte die Zitzen seiner Versuchstiere in Pinienöl und konnte dadurch die Rate intramammärer Neuinfektionen mit *Sc. agalactiae* senken. 40 Jahre später berichteten Newbould und Barnum (1958, 1960), dass Zitzendippen mit Desinfizienzien die Zahl der Staphylokokken und Mikrokokken auf der Melktechnik reduzierte. Heute ist Zitzendippen in Betrieben mit Milchproduktion auf hohem Leistungs- und Qualitätsniveau zur Routine bei der täglichen Melkarbeit geworden. Ein Vorteil von

jodhaltigen Präparaten ist die Färbung. Jod färbt die Zitzen bräunlich, was eine Kontrolle des Dippens hinsichtlich konsequenter Durchführung und Eintauchtiefe ermöglicht (Blowey und Edmondson 1996). Ein Nachteil jodophorer Präparate ist die Bildung von Joddämpfen, welche zu Irritationen des respiratorischen Epithels bei Mensch und Tier führen können, was insbesondere bei der Sprühapplikation des Zitzendippmittels von Bedeutung ist.

2.3.1.1 Zusammensetzung

Jodophore enthalten freies Jod (J_2) und Jodidionen(J^-), welche sich im chemischen Gleichgewicht mit jodhaltigen Komplexverbindungen befinden (Gershenfeld 1977). Der Grund für den Zusatz komplexer Jodverbindungen und Detergenzien ist die Wasserunlöslichkeit des anorganischen Jods (Boddie und Nickerson 1990). Das „klassische“ Jodophor ist seiner chemischen Struktur nach eine Komplexverbindung von Jod mit oberflächenaktiven Substanzen. Neben dieser Produktgruppe finden sich aber auch Jodophore, bei denen Polyvinylpyrrolidon (PVP) als Jodträger fungiert (Appel et al. 1988). PVP stellt ein Wirkstoffreservoir dar. Freies Jod und komplex gebundenes, inaktives Jod stehen miteinander im chemischen Gleichgewicht (Pankey et al. 1984). Aus den Komplexverbindungen und dem PVP kann freies Jod entlassen werden, wenn es bei der Interaktion mit Bakterien und organischem Material verbraucht wurde (Favero 1982). Auf diese Weise kann über einen begrenzten Zeitraum eine Konzentration von 0,5 – 1% freien Jods aufrechterhalten werden. Das komplex gebundene und das freie Jod werden zusammen als verfügbares Jod bezeichnet (Pankey et al. 1984). Im allgemeinen enthalten Präparate zum Nachdippen einen höheren Anteil an Gesamtjod als Präparate zum Vordippen.

Postdipppräparate sollen über einen möglichst langen Zeitraum ihre desinfizierende Wirkung entfalten. Deswegen enthalten sie viel komplex gebundenes Jod, welches bei Verbrauch des freien, aktiven Jods freigesetzt werden kann. Präparate zum Vordippen müssen nicht lange, sondern möglichst schnell ihre Wirkung entfalten. Sie enthalten deshalb viel freies Jod (Blowey und Edmondson 1996). Viele Jodophore sind saure, hautreizende Lösungen. Um Hautirritationen zu vermeiden, sind den meisten Präparaten Hautpflegemittel zugesetzt (Blowey und Edmondson 1996).

Molekulares Jod (J_2) kann aus verschiedenen Gründen nicht in Form der Reinsubstanz oder Lösung als Zitzendippmittel eingesetzt werden. Zum einen ist Jod nur schwer in Wasser löslich. Das Auflösen in Alkohol ist möglich. Eine alkoholische Jodlösung reizt die Zitzenhaut stark. Dieses Problem wird wirksam durch Zusatz von Lösungsvermittlern und Trägermolekülen für Jod reduziert (Pankey 1981).

2.3.1.2 Wirkungsmechanismus

Jod bewirkt eine Jodierung und Oxidation halogenempfindlicher Enzymgruppen (z. B. Sulfhydrylgruppen) in Mikroorganismen. Dadurch werden Pilze, grampositive und gramnegative Bakterien sowie Bakteriensporen sicher und innerhalb weniger Minuten abgetötet (Gershenfeld 1977, Prince et al. 1978, King et al. 1981). Nur freies Jod hat eine mikrobiozide Wirksamkeit (Blowey und Edmondson 1996, Anonymous 2001a).

Jodophore interagieren nicht nur mit Bakterien, sondern auch mit anderen organischen Materialien. Wenn die Zitzen bei der Dippmittelapplikation stark verschmutzt sind, wird die klinische Wirksamkeit des Präparates in hohem Maße reduziert. Die bakterizide Wirkung der Präparate dieser Substanzgruppe ist temperaturabhängig. Im Bereich von 20°C bis 37°C gibt es keine wesentlichen Wirkungsunterschiede (Heeschen und Hamann 1987).

2.3.2 Andere Präparate

2.3.2.1 Quaternäre Ammoniumverbindungen

Produkte, die quaternäre Ammoniumverbindungen als Wirkkomponente enthalten, enthalten neben dem Desinfizienz noch ph-Puffer, Dickungsmittel, Farbstoffe, Wasser und eventuell pflegende Komponenten zu ganz unterschiedlichen Anteilen.

Die Wirkungsweise der dieser Präparate besteht in einer Denaturierung des Zelleiweißes, der Hemmung von Enzymaktivitäten und der Störung der Membranpermeabilität.

Diese Verbindungen sind sehr hautverträglich und wirksam, da sie keine starken alkalischen oder sauren Komponenten enthalten.

2.3.2.2 Chlorhexidin

Diese Substanz findet als Dippmittel in 0,2 – 1%igen mit guter bakterizider Wirkung gegen grampositive und gramnegative Erreger Anwendung.

Chlorhexidin wird schnell an die Oberfläche von Mikroorganismen angelagert.

Die desinfizierende Wirkung beruht auf einer koagulierenden Wirkung auf das Hydroplasma der Mikroorganismen (Heeschen und Hamann 1987, Pankey 1981).

Produkte dieser Substanzklasse werden weniger als andere Zitzendippmittel durch Anwesenheit organischer Materialien in ihrer bakteriziden Wirkung beeinflusst. Sie haben ein breites antimikrobielles Wirkspektrum. Sie irritieren die Zitzenhaut. Deshalb sind Hautpflegekomponenten zugesetzt.

2.3.2.3 Hypochlorite

Natriumhypochlorite sind in Gebrauchskonzentrationen bis 4% als Zitzendippmittel im Handel. Hautpflegekomponenten sollten nicht zugefügt werden, da das zu einer starken Abnahme der bakteriziden Wirkung führen würde (Pankey et al. 1984).

Die desinfizierende Wirkung beruht auf Denaturierung struktureller und enzymatischer Proteine der Bakterienzelle durch stark oxidierende Wirkung.

Hypochlorite reagieren stark mit organischen Materialien (Pankey et al. 1984). Wenn die Zitzen stark mit diesem Material kontaminiert sind, ist der Einsatz solche Produkte ineffektiv. Auch in der Gebrauchskonzentration von 4% können Reizerscheinungen an den Händen der Melker auftreten. Diese Effekte werden teilweise von Natriumhydroxid ausgelöst, welches oft zur Stabilisierung der Hypochloritlösung zugesetzt wird.

Desweiteren wird verbreitet angesäuertes Natriumchlorit in den USA und anderen Ländern angewendet. Hierbei handelt es sich um ein Zweikomponenten Präparat.

2.3.2.4 Dodecylbenzolsulfonsäure (DDBSA)

In 2%iger Lösung ist dieses Präparat sehr hautverträglich. Es wirkt gut gegen ein großes Keimspektrum, auch in Anwesenheit organischen Materials.

Barnum et al. (1982) zeigten, dass das regelmäßige Dippfen der Zitzen nach dem Melkvorgang mit einer 1,94%igen Dippfen signifikant die Zahl intramammärer Infektionen, die durch nachfolgendes Dippfen in Lösungen, die *S. aureus* oder *Sc. agalactiae* (experimentelle Infektion) im Vergleich mit den ungedippten Vierteln signifikant vermindert.

2.4 Nachdippverfahren

Im einschlägigen Schrifttum finden sich verschiedene Gründe für die Durchführung eines Nachdippverfahrens.

1. Entfernen von euterpathogenen Keimen von der Haut im Bereich der Strichkanalöffnung

Nachdippen beseitigt Bakterien, die während des Melkprozesses auf die Zitzen verbracht werden und ist somit sehr wichtig hinsichtlich der Prophylaxe kontagiöser Mastitiden. Nach übereinstimmender Auffassung vieler Untersucher (u. a. Neave et al. 1969, Roberson et al. 1998) besteht eine direkte Beziehung zwischen Zahl und Art der Bakterien auf der Zitzenhaut einerseits sowie der Häufigkeit und dem Typ der sich entwickelnden Milchdrüseninfektionen andererseits. Durch Zitzenhautdesinfektion wird die Bakterienpopulation reduziert und somit die Gefahr von Neuinfektionen des Euterdrüsengewebes verringert (Heeschen und Hamann

1987). Beim Melken von Kühen, deren Viertel bereits infiziert sind, verbleiben Mastitiserreger auf der Oberfläche der Zitzengummis. Wie Blowey und Edmondson (1996) feststellten, können diese auf die nächsten 6-8 nachfolgend gemolkenen Kühe übertragen werden.

Die Applikation des Mittels sollte unmittelbar nach Abnahme des Melkzeuges erfolgen. Der Strichkanal ist zu diesem Zeitpunkt noch geöffnet und das Dippmittel kann in den Strichkanal eindringen und dort Keime abtöten. Applikation des Dippmittel bei bereits verschlossenem Strichkanal hat keine Wirkung auf Mikroorganismen in diesem Bereich.

2. Entfernen von Keimen von Läsionen an den Zitzen

Zitzenwunden heilen aufgrund häufiger mechanischer Reizung durch das Melken langsam. Die Entfernung von Bakterien von der Zitzenhaut fördert deren Heilung (Blowey und Edmondson 1996). Rissige Zitzenhaut stellt ein Reservoir für *S. aureus* dar (Fox et al. 1991). Infolgedessen sollte beim Zitzendippen auf eine genügende Eintauchtiefe und somit die Desinfektion eines großen Teiles der Zitzenoberfläche geachtet werden.

3. Verbesserung des Zustandes der Zitzenhaut

Die Zitzenhaut hat relativ wenige Talgdrüsen. Das macht sie anfällig für Austrocknung, insbesondere wenn die nach dem Melkvorgang noch feuchte Zitze kalter und windiger Witterung ausgesetzt wird. Der Mangel an Fettsäuren auf der Zitzenhaut fördert die Bildung von Hautrissen, welche dann von Bakterien besiedelt werden. Aus diesem Grunde enthalten Mittel, die zum Nachdippen eingesetzt werden bis zu 10% Hautpflegekomponenten wie Lanolin oder Glycerin (Neave 1971, Blowey und Edmondson 1996). Lanolin beeinflusst den Regenerierungsprozess angegriffener oder schon geschädigter Haut positiv (Anonymous 2001b).

Mehr als 10% solcher Bestandteile sollte ein Dippmittel nicht enthalten, weil dann die desinfizierende Wirkung des Mittels beeinträchtigt wird (Neave 1971, Blowey und Edmondson 1996).

2.4.1 Grenzen des Nachdippverfahrens

Nachdippen beeinflusst keine Euterinfektionen, welche sich bereits im Euterviertel manifestiert haben (Leudecke und Forrester 1979, Pankey 1984, Heeschen und Hamann 1987). Dodd et al. (1969) zeigten in einer Studie, dass in einem Beobachtungszeitraum von 12 Monaten durch ein Nachdippverfahren die Neuinfektionsrate zwar um 50% sank, sich aber die Gesamtzahl der infizierten Viertel nur um 14% reduzierte. Dieses Ergebnis ist auf die

Persistenz bereits bestehender subklinischer Euterinfektionen zurückzuführen. Weiterhin hat ein Nachdippverfahren Defizite hinsichtlich der klinischen Wirksamkeit gegenüber umweltassoziierten Mastitiserregern (Bramley 1981). Diese Keime dringen zwischen den Melkzeiten in die Milchdrüse ein. Die desinfizierende Wirkung des ordnungsgemäß applizierten Dippmittels hält ca. 1-2 Stunden an (Blowey und Edmondson 1996) und kann somit nicht über die gesamte Zwischenmelkzeit schützen.

Weiterhin ist ein Nachdippverfahren nicht in der Lage, Euterinfektionen zu verhindern, die während des Melkens stattfinden. Pathogene Keime können von Kuh zu Kuh direkt durch kontaminierte Zitzengummis übertragen werden. Dies findet insbesondere dann statt, wenn deren innere Oberfläche rau und rissig und infolgedessen nicht mehr ausreichend zu reinigen und zu desinfizieren ist. Der Keimrücktransport aus den milchführenden Leitungen ist möglich (Wendt et al. 1994). Vakuumschwankungen und das Abfallen von Zitzenbechern während des Melkprozesses mit nachfolgendem Luftestrom in die Milchsclläuche verursachen die Penetration des Strichkanales durch euterpathogene Bakterien (Wilson 1958, Newbould 1970, Wendt et al. 1994).

Desweiteren ist ein Nachdippverfahren mit einem Handdippbecher immer eine potentielle Kontaminationsquelle für die behandelte Zitze. Die Beurteilung der Dippbecher beim Routineinsatz im Melkstand zeigte auf, dass diese teilweise stark kontaminiert waren (Westfall et al. 1987).

2.4.2 Beurteilung der Effizienz von Nachdippverfahren

Der wichtigste Parameter zur Einschätzung der klinischen Wirksamkeit eines Zitzendesinfektionsverfahrens ist die Beurteilung der Neuinfektionsrate entsprechend behandelter Viertel im Vergleich zu Kontrollvierteln. Es werden zwei verschiedene Studientypen zur Beurteilung herangezogen. Zum einen kann die Wirksamkeit eines verabreichten Dippmittels in Infektionsversuchen eingeschätzt werden. Bei diesen Untersuchungen werden mit einem entsprechenden Dippverfahren behandelte und alternativ oder unbehandelte Kontrollzitzen in eine qualitativ und quantitativ definierte Bakteriensuspension getaucht. Die Inzidenz intramammärer Neuinfektionen in den Eutervierteln kann durch die Auswertung nachfolgend entnommener Viertelgemelksproben beurteilt werden. Die Bakteriensuspensionen enthalten meist *S. aureus* und *Sc. agalactiae*. Die Anwendung von *Sc. uberis* und *Sc. dysgalactiae* ist ineffektiv, da die Rate der hervorgerufen intramammären Neuinfektionen sehr niedrig ist (Pankey und Philpot 1975, Sheldrake und Hoare 1980a). Desweiteren werden Studien zur Beurteilung der klinischen

Wirksamkeit eines Zitzendesinfektionsverfahrens durchgeführt, bei denen die natürlich vorkommenden Infektionen der Milchdrüse zur Auswertung herangezogen werden. Zum einen kann ein Mittel im Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe eingesetzt werden. Andererseits kann ein neuartiges Präparat im Vergleich mit einem Produkt mit nachgewiesener Effizienz verglichen werden. Solche Studien erlauben keine absolute Aussage über die Effizienz des Präparates. Stattdessen kann die Effektivität der eingesetzten Produkte verglichen werden.

Für die Beurteilung der klinischen Wirksamkeit eines Dippverfahrens werden die Entwicklung des Infektionsstatus der Euterviertel, die Entwicklung des Zellgehaltes des Gemelkes und die Entwicklung der Eigenschaften von Euterhaut und Milchdrüsengewebe herangezogen. Bei der Betrachtung der Entwicklung von Euterinfektionen sind deren verschiedene Kennzahlen (Infektionsprävalenzen, Inzidenz klinischer Mastitiden, Neuinfektionsrate intramammärer Infektionen) zu berücksichtigen (Morris 1975, Dodd et al. 1977).

Um Verfahren zur Einschätzung der Wirksamkeit zu standardisieren, hat der National Mastitis Council (NMC) Serienprotokolle für die Hersteller für die Durchführung von Testverfahren ihrer Produkte entwickelt. In diesen Protokollen wird der Studienaufbau, Auswahl der Versuchstiere, -herden und -viertel, die Vorbereitung der Bakterienlösungen (bei Bedingungen der experimentellen Infektion), Probenentnahmepläne, Kriterien für Feststellung einer intramammären Infektion und der zeitlichen Rahmen solcher Studien festgelegt (NMC 2001).

Diese Studien werden zum einen unter experimentellen und zum anderen unter Bedingungen der natürlichen Infektion durchgeführt. Bei den Untersuchungen mit natürlicher Erregerexposition unterscheidet man solche mit einer negativen und einer positiven Kontrollgruppe. In letztgenannter wird in der Kontrollgruppe ein Präparat mit nachgewiesener Wirksamkeit eingesetzt. Die ursprünglichen Protokolle des NMC, die in den siebziger Jahren entwickelt wurden, sind die Protokolle A, B, und C. Protokoll A diente zur Einschätzung der bakteriziden Wirkung eines Zitzendippmittels auf die Zitzenhaut. Protokoll B beschrieb ein Verfahren zur Einschätzung der Wirksamkeit eines Dippmittels unter den Bedingungen einer experimentellen Infektion und Protokoll C beschrieb Studien zur Beurteilung der Fähigkeit eines Dippmittels, Infektionen des Euters unter Feldbedingungen vorzubeugen.

Diese Protokolle sind überarbeitet worden. Die Nomenklatur (A, B oder C) ist entfallen. Protokoll A wird nicht mehr erwähnt. Die neuen Protokolle sollen einen hohen Grad der Standardisierung dieser Untersuchungen gewährleisten.

Der NMC legte für die Feststellung der Effizienz eines Präparates zum Nachdippen ein Protokoll fest, welches u. a. folgendes erfordert:

- Splitted-udder oder splitted-herd Design der Studie
- Studiendurchführung in mindestens zwei Herden
- Optimale Kontrolle und Wartung der Melktechnik im Betrieb
- Bei splitted-herd Design der Studie müssen die Studientiere der Versuchs- und Kontrollgruppe hinsichtlich des Laktationsstatus und des bakteriologischen Status zum Zeitpunkt des Versuchsstartes ausgeglichen sein.
- Die Melktechnik muss in Versuchs- und Kontrollgruppe identisch sein.
- Die Versuchsdauer soll mindestens ein Jahr betragen.

Desweiteren hat der National Mastitis Council (NMC) eine Übersicht über die derzeit auf dem US – amerikanischen Markt befindlichen Zitzendesinfektionsmittel, die hinsichtlich ihrer klinischen Wirksamkeit gegenüber verschiedenen Mastitiserregern evaluiert wurden, erstellt und aktualisiert diese regelmäßig (NMC 2002).

2.4.3 Klinische Wirksamkeit von Nachdippverfahren mit jodophoren Dippmitteln

Nachdippen ist effektiv gegen kontagiöse euterpathogene Keime, wie *Sc. agalactiae* und *S. aureus*. Heeschen und Hamann (1987) erwähnen eine gute klinische Wirksamkeit einer Zitzendesinfektion nach dem Milchentzug gegenüber Euterinfektionen mit *Sc. dysgalactiae*. Die Applikation von Zitzendippmitteln beeinflusst die natürlich vorkommende Mikroflora des Strichkanales, welche bei der Abwehr von Euterinfektionen durch Hemmung des Wachstums euterpathogener Keime von Bedeutung ist (Woodward et al. 1988).

Ein Zitzendippverfahren kann die Inzidenz neuer intramammärer Infektionen um 50 –90% reduzieren (Dodd et al. 1969, Eberhart und Buckalew 1972, Natzke 1977, Philpot et al. 1978, Philpot 1979, Farnsworth et al. 1980).

2.4.3.1 Wirkung auf die Neuinfektionsrate mit *S. aureus*

Hinsichtlich *S. aureus* reicht die Spannbreite der in der Literatur beschriebenen Auswirkungen der Anwendung eines Nachdippverfahrens von einem Anstieg der Rate natürlicher Infektionen um 40% (Schultze et al. 1976) bis zu einer Reduktion dieser Infektionen um 90% (Schultze und Smith 1970). Als Gründe für die Unwirksamkeit wurden von den verschiedenen Autoren die insgesamt niedrige Inzidenz neuer Euterinfektionen

(Schultze et al. 1976), niedrige Konzentrationen des Produktes und allgemeine Mängel in der Melkhygiene (Grootenhuis et al. 1974) angegeben.

Experimentelle Infektion mit *S. aureus* wurden zwischen 15% (Sheldrake und Hoare 1980a) und 100% (Philpot und Pankey 1978) reduziert. In Tabelle 6 ist der Einfluss von Nachdippverfahren in verschiedenen Untersuchungen mit jodophoren Präparaten auf die Neuinfektionsrate der Viertel mit *S. aureus* dargestellt. Die Reduktion der Neuinfektionsrate ist bei Versuchen mit experimenteller Erregerexposition stärker.

2.4.3.2 Wirkung auf die Neuinfektionsrate mit *Sc. agalactiae*

Die Effizienz des Einsatzes von Jodophoren gegenüber Feldinfektionen mit *Sc. agalactiae* zeigte bei verschiedenen Untersuchern erhebliche Unterschiede. Die Neuinfektionsrate konnte durch Anwendung eines Nachdippverfahrens um 46% bis 100% reduziert werden. In einer Untersuchung war kein Einfluss auf die Neuinfektionsrate mit *Sc. agalactiae* nachweisbar (Grootenhuis et al. 1974).

Experimentelle Infektion mit *Sc. agalactiae* wurden zwischen 29% (Pankey et al. 1983b) und 100% (Philpot und Pankey. 1978) reduziert. In Tabelle 7 ist der Einfluss von Nachdippverfahren in verschiedenen Untersuchungen mit jodophoren Präparaten auf die Neuinfektionsrate mit *Sc. agalactiae* dargestellt. Die Reduktion der Neuinfektionsrate der Viertel ist bei Versuchen mit experimenteller Erregerexposition stärker. Der Unterschied ist aber nicht so groß wie bei der Betrachtung der Neuinfektionsrate mit *S. aureus*.

2.4.3.3 Wirkung auf die Neuinfektionsrate mit umweltassoziierten Mastitiserregern

Nachdippverfahren zeigten bei vielen Untersuchungen keine klinische Wirksamkeit gegen Feldinfektionen mit Umweltstreptokokken (Mc Donald 1968, Leudecke und Forrester 1970, Eberhard und Buckalew 1972, Schultze und Smith 1972). Nur in einer Feldstudie (Wesen und Schultz 1970) wurde eine gute klinische Wirksamkeit gegen „andere“ (als *Sc. agalactiae*) jedoch nicht weiter spezifizierte Streptokokken festgestellt. Die klinische Wirksamkeit gegen andere Staphylokokkenspezies als *S. aureus* wurde von Hogan et al. (1987) untersucht. Die Studie zeigte, dass ein Nachdippverfahren die Prävalenz und die Verteilung der verschiedenen Spezies (*S. hyicus* und *S. epidermidis*) beeinflusst. Die Prävalenz intramammärer Infektionen der Viertel mit coliformen Keimen stieg bei der Anwendung von Nachdippverfahren mit verschiedenen Mitteln signifikant an (Hogan et al. 1987). Tabelle 8 zeigt den Einfluss verschiedener Postdippverfahren auf die Inzidenz intramammärer Neuinfektionen mit umweltassoziierten Mastitiserregern und koagulase-negativen Staphylokokken. Bei Angabe

eines positiven Vorzeichens bewirkte das Nachdippverfahren einen Anstieg der Inzidenz von Neuinfektionen.

Tabelle 6: Einfluss eines Nachdippverfahrens auf die Neuinfektionsrate der Viertel mit *S. aureus*

Autor (Jahr)	Präparat Jodgehalt (%)	Reduktion NI	Erreger- exposition	Studienart
Boddie und Nickerson (1997)	0,5% J 1% J	78,2% ^{a,c} 43,5% ^c	Experimentell	Splitted Udder
Boddie et al. (1997)	1% J	75,6% ^{a,c}	Experimentell	Splitted Udder
Goldberg et al. (1994)	1% J + 10% Weichmacher	33,4% ^b	Natürlich	Splitted Herd
Eberhart et al. (1983)	1% J	73% ^{a,c}	Natürlich	Splitted Udder
Nickerson et al. (1986)	0,5% J 1,0% J	68,3% ^{a,c} 52,4% ^{a,c}	Natürlich	Splitted Herd
Oliver et al. (1991)	0,25% J	79,9% ^{a,c}	Natürlich	Splitted Herd
	0,25%J	57,9% ^c		Split udder
Boddie und Nickerson (1989)	0,18% J	93,6% ^{a,c}	Experimentell	Split udder
Boddie et al. (1993)	0,1% J und 0,75% Glycerin	80,7% ^{a,c}	Experimentell	Splitted Herd
	0,175% J	65% ^{a,c}		
Bray et al. (1983)	0,1% J	36,4% ^b	Natürlich	Splitted Herd
	0,25% J	72,8% ^b		
Pankey et al. (1983a)	Produkt a 0,1 / 0,3 / 0,5% J	(73% / 70,8% / 74,9%) ^{a,c}	Experimentell	Splitted Udder
	Produkt b 0,25 / 0,5 % J	55,8% ^{a,c} / 64,6% ^c		
	Produkt c 0,1 / 0,5% J	(74,8% / 70%) ^{a,c}		
	Produkt d 0,1/1/0,05/0,25% J	(82,6% / 94,4% / 79,5% / 80,7%) ^{a,c}		

^asignifikante Reduktion($p < 0,05$) der Inzidenz an Neuinfektionen (NI), ^bim Vergleich zur Positivkontrolle, ^cim Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe

Tabelle 7: Einfluss eines Nachdippverfahrens auf die Neuinfektionsrate der Viertel mit Sc. agalactiae

Autor (Jahr)	Präparat	Reduktion NI	Erreger- exposition	Studienart
Boddie und Nickerson (1997)	0,5% J 1% J	73,2% ^{a,c} 46,3% ^{a,c}	Experimentell	Splitted Udder
Boddie et al. (1997)	1% J	53,5% ^c	Experimentell	Splitted Udder
Goldberg et al. (1994)	1% J + 10% Weichmacher	47,2% ^c	Natürlich	Splitted Herd
Nickerson et al. (1986)	0,5% J 1,0% J	46,2% ^c 70,7% ^{a,c}	Natürlich	Splitted Herd
Oliver et al. (1991)	0,25% J	66,4% ^{a,c}	Natürlich	Splitted Herd
Boddie und Nickerson (1989)	0.18% J	51,7% ^c	Experimentell	Splitted Udder
Boddie et al. (1993)	0,1% J und 0,75% Glycerin	56,5% ^{a,c}	Experimentell	Splitted Herd
	0,175 % J	33,3% ^c		
Bray et al. (1983)	0,1% J 0,25% J	0% ^b + 240% ^b	Natürlich	Splitted Herd
Boddie und Nickerson (1990)	0,1% J 0,5% J	60,7% ^{a,c} 61,5% ^{a,c}	Experimentell	Splitted Udder

^asignifikanter Reduktion($p < 0,05$) der Inzidenz an Neuinfektionen (NI), ^bim Vergleich zur Positivkontrolle, ^cim Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe

Tabelle 8: Reduktion der Inzidenz intramammärer Neuinfektionen der Viertel mit umweltassoziierten Erregern durch Nachdippverfahren

Autor (Jahr)	Reduktion der Inzidenz von Neuinfektionen		
	Streptokokken (außer <i>Sc. agal.</i>)	coliforme Keime	KNS
Goldberg et al. (1994) ^c	- 52,8%	+ 94,8% ^a	- 42,5%
Eberhart et al. (1983) ^c	- 65% ^a	+ 150%	- 83% ^a
Nickerson et al. (1986) ^c	- 56,2%	- 63,3%	k. A.
Oliver et al. (1991) ^c			
Herde A	- 52,5%	zu wenig	- 19,7%
Herde B	<i>Sc. uberis</i> : +0,7% <i>Sc. dysgal.</i> : - 7,1%	+ 0,6%	- 33,1% ^a
Bray et al. (1983) ^b			
0,25% J	+ 2,7%	<i>E. coli</i> : - 57,1%	KA
0,1% J	- 32,4%	<i>E. coli</i> : - 14,3%	

^asignifikante Reduktion ($p < 0,05$) der Inzidenz an Neuinfektionen, ^bim Vergleich zur Positivkontrolle, ^cim Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe, ^{KA}keine Angaben, ^{+/-}Anstieg/Reduktion der Inzidenz an Neuinfektionen gegenüber der Kontrollgruppe

2.4.3.4 Inzidenz klinischer Mastitiden

Die Expertengruppe A2 der IDF empfiehlt, Inzidenzen klinischer Mastitiden als Viertel- und/oder Tierinzidenz pro möglichen Tag, pro Monat oder Jahr anzugeben (IDF 1997). Bei Oliver et al. (1991) und Boddie et al. (1997) ergaben die Untersuchungen eine rückläufige Entwicklung der Inzidenz klinischer Mastitiden bei der Anwendung eines Nachdippverfahrens. Andere Untersuchungen ergaben hingegen einen Anstieg der Mastitisinzidenz (Schukken et al. 1990, Lam et al. 1997). Desweiteren wird von einer vergleichbaren Inzidenz klinischer Mastitiden in gesprühten Versuchsvierteln (Glycerol – Spray und Chlorhexidinspray) und unbehandelten Kontrollvierteln berichtet (Rasmussen und Larson 1998). In Tabelle 9 sind Inzidenzen klinischer Mastitiden in verschiedenen Untersuchungen zur klinischen Wirksamkeit von Nachdippverfahren mit Jodophoren zusammengefasst. Die in der Spalte „alle“ aufgeführte Zahl auftretender Mastitiden ist nicht immer die Summe der in den folgenden Spalten aufgeführten Erreger, da u. a. auf die Darstellung unspezifischer Mastitiden, Hefen und Mischinfektionen verzichtet wurde.

Tabelle 9: Inzidenz klinischer Mastitiden (% empfänglicher Viertel) in Versuchs- und Negativkontrollgruppen (Dipp/ Kontrolle) in Prozent verschiedener Studien zur Untersuchung der klinischen Wirksamkeit von jodophoren Zitzendippmitteln

Autor (Jahr)	alle	Haupt-pathogene	umweltassoziierter Erreger	<i>S. aureus</i>	<i>Sc. agal.</i>	KNS	coliforme Keime
Boddie und Nickerson (1997)				0/0	0,8/1,6		
Präparat a							
Präparat b				0,6/1,9	0,6/3,4		
Boddie et al. (1997)				0/0,008	0/1,2		
Goldberg et al. (1994) ^b	15,2/18,6	11,5/10,1	9,8/6,5	0,2/0,7	0/0	0,9/2,2	7,2/3,3
Lam et al. (1997) ^b	3,66/3,02						1,11/0,67 ^{a,e}
Eberhart et al. (1983) ^c	18/38 ^a						11/4
Oliver et al. (1991)							
Herde A ^c	8/10			2/2	2/1		3/1
Herde B ^c	26/33		16/20	2/2			2/1
Bray et al. (1983) (1/0,25/0,1% J)	42/32/23		12/10/6 ^d	5/1/4	2/4/0		5/2/8

^aWertepaare unterscheiden sich hinsichtlich der Mastitisinzidenzen ($p < 0.05$), ^bPositivkontrolle, ^cAngabe der Absolutzahlen der aufgetretenen Mastitiden, ^d*Streptococcus spec.*, ^enur *E. coli*

2.4.3.5 Entwicklung der Zellzahl

Ein erhöhter Zellgehalt in der Milch von regelmäßig gemolkenen Kühen muss in der Regel als Ausdruck einer Mastitis gewertet werden. Dieser kann auch durch andere Irritationen (Toxine, Fremdstoffe) bedingte erhöhte Abwehr der Milchdrüse entstehen (Wendt et al. 1998). Der Infektionsstatus der Milchdrüse ist jedoch der stärkste Einflussfaktor auf den Zellgehalt der Milch des betroffenen Viertels (Hamann 1994). Milch gesunder Euterviertel weist einen signifikant geringeren Gehalt an somatischen Zellen auf als Milch infizierter Viertel (Wendt et al. 1994, Klaas 2000). Desweiteren ist der Grad der Zellzahlerhöhung durch eine intramammäre Infektion von der Art des Erregers abhängig. Einige Autoren (u.a. Hogan et al. 1988, Klaas 2000) beschreiben für intramammäre Infektionen mit koagulasenegativen Staphylokokken einen niedrigeren Zellgehalt der Milch als bei intramammären Infektionen, die durch *S. aureus* und *Sc. agalactiae* verursacht werden.

Bei der Einschätzung des Eutergesundheitsstatus einer Herde bzw. einer Tiergruppe sind folgende Zellzahlparameter zu unterscheiden.

Zellgehalt des Anfangsviertelgemelkes der Einzelviertel (Hamann 1994)

Als Reaktion auf die Manifestation einer intramammären Infektion kommt es in Abhängigkeit von der Art des Pathogens zu einem graduell unterschiedlichen Anstieg des Zellgehaltes des Gemelkes. Euterviertel, die bereits eine infektionsbedingte Erhöhung des Zellgehaltes der Milch aufweisen, zeigen beim Auftreten weiterer stressauslösender Faktoren (Tabelle 10) häufig starke Anstiege des Zellgehaltes.

Zellgehalt des Gesamtgemelkes (Hamann 1994)

In Abhängigkeit von der Anzahl erkrankter Euterviertel pro Tier, dem Ausmaß der entzündlichen Prozesse und der Milchleistung der einzelnen Drüsenkomplexe ergeben sich in der Mischung des Gesamtgemelkes unterschiedlich hohe Zellgehalte.

Neben den infektiösen Ursachen einer Zellzahlerhöhung sind folgende physiologische Ursachen einer Erhöhung der Zellzahl der Milch zu nennen (Tabelle 10).

Tabelle 10: Physiologische Einflüsse auf den Zellgehalt der Milch (^aWendt 1998, ^bKlaas 2000)

Faktor	Auswirkung
Rasse ^a	keine praktische Bedeutung
Laktationsstadium ^{a,b}	hoher Zellgehalt im Kolostrum (>1.000. 000 /ml) niedriger Zellgehalt in der Milch nach der Kolostralphase kontinuierlicher Anstieg der Zellzahlen im Laktationsverlauf
Laktationsanzahl ^b	kontinuierliche Zunahme der Zellzahl mit dem Laktationsalter
Melkfrequenz ^a	kein Einfluss bei bis zu viermal täglichem Melken
Milchleistung ^b	negative Korrelation zwischen Milchleistung und Zellzahl
Brunst ^a	kurzeitige (ein bis zwei Melkzeiten), reversible Erhöhung der Zellzahl
Futterumstellung ^a	zwei bis vier Melkzeiten erhöhte Zellzahlen
Tiergruppenveränderungen ^a	bei Einzeltieren geringgradige Zellzahlerhöhung

Der Zellgehalt der Milch unterliegt demzufolge Schwankungen, die komplexe Ursachen haben. Ein Nachdippverfahren der Zitzen zielt auf eine Reduktion der Neuinfektionsrate der behandelten Viertel ab. Da eine intramammäre Infektion den Zellgehalt der Milch in hohem Maße beeinflusst (Klaas 2000), ist bei der Anwendung eines klinisch wirksamen Zitzendippverfahrens mit hautverträglichen Präparaten mit einer Abnahme der Zellzahl der Viertel- und der Gesamtgemelke zu rechnen. Allerdings nutzten viele Untersucher, die Studien zur klinischen Wirksamkeit von Postdippverfahren durchführten, (z. B. Boddie und Nickerson 1989, Oliver et al. 1991, Boddie et al. 1993, Goldberg et al. 1994, Boddie et al. 1997, Boddie und Nickerson 1997) die Entwicklung der Zellzahl in entsprechenden Versuchs- und Kontrollvierteln nicht als Parameter zur Einschätzung der Effizienz des Dippverfahrens.

Die Expertengruppe A2 formulierte Standardverfahren für die Aufarbeitung und Präsentation von Zellzahldaten, um die Vergleichbarkeit von Untersuchungsergebnissen zu erhöhen. Die Autoren empfehlen eine Logarithmierung der Zellgehalte von Tankmilch (BMSCC), Einzelgemelk (CMSCC) und Viertelgemelk (QMSCC) um eine annähernde Normalverteilung zu erreichen und als statistische Kennzahlen den geometrischen Mittelwert mit Konfidenzintervallen und Perzentilen sowie die Zahl der untersuchten Milchproben anzugeben (IDF 1997).

Die IDF legte als Schwellenwert für die Zellzahl zur Feststellung einer Mastitis in einem Euterviertel 500.000 Zellen/ml fest (IDF 1967). Im Jahre 1999 wurden neue Standards zur Definition „abnormer Milch“ vorgeschlagen. Hier wird ein Wert von 200.000/ml für Viertelgemelke und 400. 000 /ml beim Gesamtgemelk von Kühen diskutiert.

2.4.3.6 Auswirkungen eines Dippverfahrens auf den Zustand der Zitzen und des Strichkanales

Als charakterisierende Parameter dienen der transepidermale Wasserverlust, die Dicke der Zitzenhaut und des Zitzenendes und die adspektorische Beurteilung der Zitzenhaut und der Strichkanalöffnung. Dabei wurde die visuelle Beurteilung des Organs als die beste Methode evaluiert (Burmeister et al. 1998).

Zitzendippen kann zu Irritationen der Zitzenhaut führen (Eberhart und Buckalew 1972, Heeschen und Hamann 1987). Dieser Effekt ist vom verwendeten Präparat abhängig. Die hautreizende Wirkung wird durch den Zusatz von Hautpflegekomponenten verringert oder aufgehoben (Heeschen und Hamann 1987, Blowey und Edmondson 1996). Die negativen Wirkungen können durch lange Lagerung, Überhitzung, Gefrieren oder Herstellungsfehler verstärkt werden (Pankey et al. 1984). Handelsübliche Präparate, die zum Desinfizieren der Zitzen nach dem Melken in Einsatz sind, zeigten keine irritierende Effekte auf die Zitzenhaut und die Strichkanalöffnung (Boddie und Nickerson 1989, Oliver et al. 1991, Boddie et al. 1993, Goldberg et al. 1994, Boddie et al. 1997, Boddie und Nickerson 1997).

Nachdippen hat einen signifikanten Effekt auf den transepidermalen Wasserverlust und die adspektorisch feststellbare Zitzenhaut- und Zitzenendkondition (Burmeister et al. 1998). Nach Fox et al. (1994) verstärken nach dem Melken applizierte Desinfizienzien den negativen Einfluss kalter, feuchter Bedingungen und Zugluft auf die Zitzenhaut.

Untersuchungen von Boddie et al. (1993) und Boddie und Nickerson (1997) zeigten, dass der Einsatz 0,1 – 1%iger jodophorer Dippmittel zum Nachdippen der Zitzen keine irritierenden Effekte auf die Zitzenhaut bewirkte.

Zitzenhautverletzungen können die Rate an Neuinfektionen der Euterviertel beeinflussen. Das Risiko des Auftretens einer Euterinfektion in bei einer erhöhten Zahl von auf der Zitzenhaut persistierenden Staphylokokken größer (Neave et al. 1969, Roberson et al. 1998).

Rasmussen und Larsen (1998) konnten keinen Zusammenhang zwischen dem Zustand der Zitzenhaut und Anzahl der auf der Zitzenhaut nachweisbaren Bakterien nachweisen. Sie folgerten aus ihren Untersuchungen, dass leichte Rauigkeiten der Zitzenhaut keinen Einfluss auf die Kolonisation von Mikroorganismen der Zitzenhaut haben. Bei ihren Untersuchungen

unterschied sich die Zitzenhautkondition zwischen infizierten und nicht infizierten Eutervierteln nicht signifikant. In Herden, die eine hohe Prävalenz intramammärer Infektionen aufweisen, beeinflusst der Zustand der Zitzenhaut die Neuinfektionsrate nicht maßgeblich. Hier sind anscheinend andere Faktoren bedeutender (Neave et al. 1969). Bei der Beurteilung der Zitzenhautkondition ist zu beachten, dass auch bei geübten Untersuchern Differenzen bei den erhobenen Befunden bestehen (Rasmussen und Larsen 1998). Bei dieser Untersuchung wurde ein linearer Score (1 – 6) zur Beurteilung der Zitzenhaut verwendet. Die Mittelwerte zwischen verschiedenen Untersuchern in dieser Studie wiesen signifikante Unterschiede ($p < 0,001$) auf. Die Rangverteilung der von verschiedenen Untersuchern beurteilten Kühe war aber dieselbe (Rasmussen und Larsen 1998). Eine Beeinflussung des Grades der Hyperkeratinisierung des Strichkanales durch die Anwendung eines Nachdippverfahrens wird in der Literatur nicht beschrieben. Hingegen werden die Spannung des Zitzengummis (Capuco et al. 2000), die Lakationsnummer, das Laktationsstadium, die Form der Zitzenkuppe und die Melkdauer (Shearn und Hillerton 1996, Neijenhuis et al. 2000) als Einflussfaktoren auf den Zustand der Strichkanalöffnung beschrieben. Sieber und Farnsworth (1981) stellten fest, dass die Prävalenz intramammärer Infektionen bei Eutervierteln mit Zitzen mit unveränderten Strichkanalöffnungen sich nicht statistisch signifikant von der bei Vierteln mit Zitzen mit chronischen Hyperkeratosen unterscheidet.

2.4.4 Klinische Wirksamkeit von Jodophorpräparaten in Abhängigkeit von der Formulierung

Nachdippverfahren mit jodophoren Dippmitteln auf Ölbasis können im Gegensatz zu Präparaten auf Wasserbasis intramammäre Neuinfektionen, insbesondere durch *S. aureus* nicht limitieren (Philpot und Pankey 1975a, Schultze et al. 1975).

2.4.5 Einfluss der Persistenz des Dippmittels auf der Zitzenhaut auf die Effizienz des Präparates

Godinho und Bramley führten 1980 Untersuchungen über den Einfluss der Persistenz unterschiedlicher Präparate auf der Zitzenhaut auf die Effizienz eines Nachdippverfahrens durch. In einem Challengeversuch wurden die Zitzen von 48 frisch trockengestellten Versuchstieren 15 Stunden nach dem Zitzendippen mit Ethanol (70%), Jodophor (0,5%) und Chlorhexidin (5%) mit einer *E. coli* und *Sc. uberis* enthaltenden Suspension gedippt. Die Persistenz auf der Zitzenhaut war beim Ethanol und dem Jodophoren gering und beim

chlorhexidinhaltigen Dippmittel hoch. Die bakterizide Wirkung der Präparate war bei Ethanol und den Jodophoren nur bis 15 min nach der Applikation zu belegen. Chlorhexidin hatte auch 15 h nach der Applikation nachweislich eine desinfizierende Wirkung. Von 192 empfänglichen Vierteln waren nach 14 Tagen 26, 22 und 15 Euterviertel infiziert. Die Zitzenbehandlung mit Chlorhexidin war effizienter in der Prophylaxe von Euterinfektionen als keine Behandlung oder die Behandlung mit Ethanol ($p < 0,05$). Im Vergleich zur Behandlung mit Jodophoren war der Vorteil statistisch nicht abzusichern. Eine hohe Persistenz des Dippmittels auf der Zitzenhaut stellt ein probates Mittel zur Senkung der Infektionsrate des Euters in der frühen Trockenstehphase mit umweltassoziierten Erregern dar. Es gibt bisher keine Untersuchungen über den Einfluss der Persistenz eines Dippmittels bei der Anwendung bei laktierenden Kühen.

2.4.5.1 Filmbildende Zitzendippmittel

Um die Persistenz des Zitzendippmittels auf der Zitzenhaut zu erhöhen, wurden filmbildende Zitzendippmittel entwickelt. Filmbildende Zitzendippmittel mit desinfizierender Komponente haben nicht nur eine keimabtötende Wirkung, sondern stellen zudem eine mechanische Schutzbarriere dar (Farnsworth et al. 1980, Matthews et al. 1988, Timms 1997). Ergebnisse verschiedener Untersucher (Poutrel et al. 1990, Hogan et al. 1995) weisen darauf hin, dass Filmbildner mit desinfizierender Komponente in ihrer Effizienz hinsichtlich der Prophylaxe intramammärer Infektionen mit konventionellen Präparaten vergleichbar sind. Bei Hogan et al. (1995) ist die klinische Wirksamkeit hinsichtlich der Prophylaxe intramammärer Infektionen mit KNS sogar größer ($p < 0,05$). Außerdem wird die Rate intramammärer Infektionen mit *E. coli* und die Inzidenz klinischer Mastitiden beim Dicken mit Filmbildnern gegenüber konventionellen Präparaten reduziert ($p > 0,05$). Andererseits wird berichtet, dass Filmbildner die Inzidenz klinischer Neuinfektionen mit *E. coli* und kontagiösen Mastitiserregern nicht senken (Seryies et al. 1983, McArthur et al. 1984). Desweiteren berichten Nickerson und Boddie (1995), dass filmbildende Zitzendippmittel mit desinfizierender Komponente ineffektiv bei der Prophylaxe experimenteller Infektionen mit *S. aureus* und *Sc. agalactiae* sind. In weiteren Untersuchungen (Boddie und Nickerson 1998) stellten diese Untersucher fest, dass die klinische Wirksamkeit von filmbildenden Dippmitteln unter den Bedingungen künstlicher Erregerexposition sich bei verschiedenen Mitteln unterscheidet. Eines der untersuchten Präparate führte zu einer Reduktion der Inzidenz intramammärer Neuinfektionen durch *S. aureus* und *Sc. agalactiae* gegenüber der

unbehandelten Kontrollgruppe. Bei einem zweiten untersuchten Präparat wurde diese nicht signifikant reduziert.

Als positiver Nebeneffekt der Anwendung eines Nachdippverfahrens mit filmbildenden Dippmitteln hinsichtlich der Prävention intramammärer Neuinfektionen wird die intensivierete Eutervorreinigung erwähnt (Poutrel et al. 1990). Diese wird notwendig, um die stark haftenden Dippmittelreste vor dem nächstfolgenden Melkvorgang zu entfernen.

2.5 Applikationsverfahren beim Zitzendippen

Um beim Dippen eine Abtötung der Keime auf der Zitzenoberfläche zu erreichen, muss eine Mindestmenge Desinfizienz auf die Zitze aufgebracht werden. Die Desinfizienz muss in einer bestimmten Konzentration, der minimalen Hemmkonzentration, über einen bestimmten Zeitraum zur Entfaltung der bakteriziden Wirkung einwirken. Außerdem sollte die Zitze gleichmäßig vom Dippmittel bedeckt werden. Die Anwesenheit von Kot, Harn oder Milch beeinträchtigt die desinfizierende Wirkung. Diese Einflussfaktoren müssen bei der Einschätzung verschiedener Applikationsverfahren berücksichtigt werden.

2.5.1 Vor- und Nachteile verschiedener Applikationsverfahren

Das Versorgen der Zitzen mit desinfizierenden Agenzien nach dem Melkprozess kann von Hand mit dem Dippbecher oder als Sprühapplikation erfolgen. International dominiert derzeit das Zitzentauchen von Hand. Heesch und Hamann (1987) gehen davon aus, dass 90% aller mit einem Dippverfahren behandelte Rinder von Hand gedippt werden. Eine Studie aus den USA (Hoard's Dairyman Continuing Market Study 1982) zeigt, dass 63% der Milchviehbetriebe die Zitzen nach dem Melken von Hand dippen und 6% ein Sprühverfahren anwenden.

Beim Handdippverfahren ist ein Benetzen jeder einzelnen Zitze mit dem Dippmittel vonnöten. Die Meinung, in welchem Umfang die Zitze von Dippmittel benetzt werden sollte, ist nicht einheitlich. Die allgemeine Empfehlung ist, mindestens die untere Hälfte der Zitze mit Dippmittel zu benetzen (Pankey und Watts 1983, Pankey et al. 1984, Heesch und Hamann 1987). Blowey und Edmondson (1996) hingegen empfehlen das vollständige Benetzen der Zitze mit dem Desinfizienz, da durch ein Dippverfahren euterpathogene Mikroorganismen, welche im Bereich von Zitzenhautläsionen an der gesamten Zitze besonders häufig vorkommen, abgetötet werden. Über die Auswirkungen des Umfangs der Benetzung der Zitze gibt es allerdings keine kontrollierten Studien.

Ein für verschiedene Tiere verwendeter Dippbecher stellt eine Infektionsquelle für die Milchdrüse dar. Van Damme (1982) konnte feststellen, dass eine Kontamination des Dippmittels und des Dippbechers mit *Serratia marcescens* zu einer Erhöhung der Mastitisinzidenz führte. Die klinischen Euterinfektionen wurden in diesem Falle auch von diesem Erreger hervorgerufen.

Die Sprühverfahren haben den Vorteil, dass sie arbeitsextensiver sind. Meaney (1974) stellte allerdings fest, dass Sprühen den Melkprozess nicht signifikant schneller machte.

Insbesondere wird eine Kontamination der Zitzen mit organischem Material vermieden, da das Dippmittel im Reservoir vor der Applikation nicht verschmutzt werden kann (Milne 1977). Dies deckt sich mit den Angaben von Westfall et al. (1987), die sogar von einem Handdippverfahren abraten, wenn die Rate an intramammären Infektionen in einer Herde größer als 40% ist. Als Nachteile eines Sprühdippverfahrens sind das Entstehen von sogenannten Sprühschatten und damit ein unvollständiges Benetzen der Zitze mit Desinfizienz (Farnsworth 1980) und ein höherer Verbrauch an Dippmittel pro behandelte Zitze zu nennen. Beim Sprühverfahren werden pro Tier und Melkzeit 15 ml Dippmittel beim Sprühdippverfahren verbraucht, beim Handdippen hingegen nur 10 ml (Blowey und Edmondson 1996). Milne (1977) erwähnt aber Verluste durch Vergießen von Dippmittel aus den Dippbechern, welche beim Sprühen nicht auftreten. Als weiterer Nachteil insbesondere bei automatischen Sprühsystemen ist die zeitliche Verzögerung zwischen Abnahme des Melkzeuges und der Dippmittelapplikation zu nennen. Es besteht die Möglichkeit, dass der Strichkanal sich bei Applikation des Desinfizienz schon partiell geschlossen hat und eingedrungene Erreger durch das Dippmittel nicht mehr abgetötet werden (Hillerton et al. 1995, Blowey und Edmondson 1996). Honkanen-Buzalskii und Bramley (1984) zeigten, dass eine Verzögerung von 10 Minuten zwischen Melkzeugabnahme und Zitzendippen eine Kolonisierung von *C. bovis* im Strichkanal nicht verhindern konnte. Der Weg vom Melkstand zur Dippvorrichtung birgt immer die Gefahr des Bespritzens der Zitzen (u.a. mit Kot) in sich. Beim Aufsprühen von Dippmitteln auf verschmutzte Zitzen ist die desinfizierende Wirkung erheblich eingeschränkt. Bei besonders kleinen, großen und pendelnden Eutern, sowie bei extrem eng oder weit stehenden Zitzen kann in diesem System keine exakte Applikation des Dippmittels erfolgen (Blowey und Edmondson 1996).

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, ein Dippmittel im Sprühverfahren auf die Zitzen aufzubringen. Zum einem kann ein Handsprühgerät verwendet werden. Hierbei muss der Melker selbst die mechanische Energie zur Sprühstoßerzeugung leisten und jede Zitze einzeln besprühen. Dieses Verfahren ist arbeitsintensiv. Durch die horizontale Sprührichtung

entstehen große Sprüschatten. Ein gleichmäßiges Besprühen der Zitze mit Desinfizienz ist nicht sichergestellt (Westfall et al. 1987). Sprüheinrichtungen, welche ein Sprühen in vertikaler Richtung erlauben, sind als effektiver anzusehen. Weiterhin existieren halbautomatische Sprühverfahren. Hierbei sind Druckschläuche mit Sprühdüsen auf dem Melkstand installiert. Das Dippmittel befindet sich in Tanks, woraus es beim Durchführen des Dippfahrens elektrisch gepumpt wird. Das Dippmittel wird beim Bedienen eines Hebels automatisch appliziert. Dieses Verfahren ist arbeitsexensiver als das erstgenannte. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass das Dippmittel am Ende des Melkvorganges durch die Melkmaschine verabreicht wird. Schließlich kann das Sprühen der Zitzen auch vollautomatisch nach dem Verlassen des Melkstandes durch einen sogenannten Sprühbalken erfolgen.

Desweiteren gibt es Sprühdosen, aus welchen das Desinfizienz von Hand auf die Zitze verbracht wird (Westfall et al. 1987).

2.5.2 Klinische Wirksamkeit von Sprühverfahren

2.5.2.1 Prävalenz von Euterinfektionen

Handsprühverfahren

Die Applikation von Dippmitteln mit Handsprühgeräten ist in verschiedenen Feldstudien untersucht worden. Meaney (1974) verglich Sprüh- und Dippapplikation eines 0,5%igen jodhaltigen Dippmittels. Beide Verfahren (Handdippen und Sprühen mit der Sprühpistole) reduzierten signifikant die Zahl der Euterinfektion (50% auf 15% bei gesprühten Vierteln, 65% auf 7% bei gedippten Vierteln), wobei keine Unterschiede in der Inzidenz der neuauftretenden Euterinfektionen zwischen beiden Gruppen bestanden. Pearson et al. (1975) wiesen in einer Studie nach, dass die Anwendung eines Sprühverfahrens von Hand zur statistisch signifikanten Reduktion der Infektionsrate der Euterviertel im Vergleich mit unbehandelten Kontrollvierteln führte. In dieser Studie war ein 0,5%iges jodophores Dippmittel im Einsatz. Grootenhuis et al. (1974) berichteten, dass das Sprühdippen der Zitzen mit einem 0,2%igen Chlorhexidinpräparat im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe keinen Effekt auf das Entstehen neuer intramammärer Infektionen hatte. Die Indikatorkeime waren *Streptokokken* und koagulasepositive Staphylokokken (KPS).

Pankey und Watts (1983) führten eine Untersuchung zur Überprüfung der Wirksamkeit eines Sprühdippverfahrens mit Sprühpistolen mit einem Dippmittel (0,5% quaternäre Ammoniumverbindungen) durch. Die Untersuchung wurde als direkter Vergleich Sprüh- und

Handdippen durchgeführt. Während des Versuchszeitraums unterlagen die Viertel einem Behandlungsregime mit einer Suspension, welche *Sc. agalactiae* enthielt. Es waren keine signifikanten Unterschiede der Neuinfektionsraten festzustellen.

Sprühapplikation über das Melkzeug

Thompson und Shainline (1975) untersuchten die klinische Wirksamkeit des Verabreichens eines Zitzendippmittels nach dem Melken über Düsen, die sich im Inneren des Zitzengummis befinden. Die Methode wurde als eine in ihrer Effizienz dem Handdippverfahren gleichwertige Methode eingeschätzt.

Applikation mit automatisch Sprüheinrichtung (Sprühbalken)

Kingwill et al. (1978) stellten fest, dass ein Sprühbalken, welcher im Nachwartegang eines Melkstandes integriert wurde, ein probates Mittel zur Durchführung eines Zitzendippverfahrens ist. Im Gegensatz dazu wiesen Hillerton et al. (1995) eine schlechtere klinische Wirksamkeit eines Nachdippverfahrens hinsichtlich der Prävalenz der Euterinfektionen mit *C. bovis* zum Zeitpunkt des Trockenstellens mit einem automatischen Sprühbalken im Vergleich zum Handdippen nach. Allerdings war die Prävalenz der Euterinfektionen mit diesem Erreger in der Versuchsherde hoch (Infektionsprävalenz: 50% der Viertel).

Applikation mit Sprühdosen

Westfall et al. (1987) führten eine Studie zur Evaluierung der klinischen Wirksamkeit eines Sprühdippverfahrens mit Sprühdosen durch. Die Zitzen der Tiere der Versuchsgruppe wurden nach jedem Melken gesprüht. Die Kontrolltiere wurden von Hand mit einem Dippbecher versorgt. Das Desinfizienz enthielt als desinfizierende Komponente 0,6% Chlorhexidin und 15% Glycerin als Hautpflegekomponente. Die Prävention intramammärer Neuinfektionen war in beiden Behandlungsgruppen vergleichbar. Bei der Applikation des Zitzendippmittels aus Sprühdosen trat ein weiterer Effekt auf, der das Entstehen neuer intramammärer Infektionen reduzieren könnte. Das in dieser Studie verwendete Treibmittel Nonfluocarbon übt einen kühlenden Effekt auf die Zitze aus. Das Kühlen der Zitze erhöht die Kontraktilität des Zitzenschließmuskels (Lefcourt 1982). Dadurch wird das Verschließen des Strichkanales nach Melken beschleunigt. Bei Westfall et al. (1987) konnte dieser Effekt die Penetration von euterpathogenen Keimen in den Strichkanal aber nicht verhindern.

2.5.2.2 Klinische Mastitiden

Pearson (1975) zeigte, dass die Applikation eines Dippmittels mit einem Handsprüher die Inzidenz klinischer Mastitiden senken kann. Es traten 23 Fälle einer klinischen Mastitis bei den gesprühten Eutervierteln auf. Die Inzidenz klinischer Mastitiden war bei den unbehandelten Kontrollvierteln höher (35 Fälle).

2.5.2.3 Zellzahl

Hillerton et al. (1995) zeigten in einer Untersuchung zur klinischen Wirksamkeit eines Sprühverfahrens mit einem Sprühbalken, dass der Zellgehalt bei Anwendung des Sprühverfahrens um 50% im Vergleich zum Handdippverfahren ansteigt. Hierbei war der Anstieg der somatischen Zellen im Gemelk mit der Zahl intramammärer Infektionen mit *C. bovis* korreliert.

Pearson et al. (1975) führten eine 18monatigen Split-Udder Studie durch, bei welcher die rechten Euterviertel mit einem jodhaltigen Dippmittel von Hand besprüht wurden und die linken unbehandelt blieben. Die Zellzahl wurde anhand eines CMT Testes beurteilt. Die Zellzahl der besprühten Viertel nahm stärker zu als in der negativen Kontrollgruppe.

2.6 Vordippverfahren

Nachdippen ist eine effiziente, weltweit häufig angewendete Methode zur Prophylaxe von Mastitiden des Rindes (Pankey et al. 1984, Oliver et al. 1989, 1990). Allerdings konnte die Effizienz eines Nachdippverfahrens hinsichtlich der Prophylaxe intramammärer Infektionen mit umweltassoziierten Mastitiserregern wie coliformen Keimen und anderen Streptokokken als *Sc. agalactiae* nicht bestätigt werden (Smith 1983, Smith et al. 1985b, Oliver et al. 1991). Vordippverfahren mit desinfizierenden Agenzien sind entwickelt worden, um intramammären Infektionen durch eine Reduktion der Keimzahlen auf der Zitzenhaut vor dem Melkvorgang vorzubeugen. Die Inzidenz intramammärer Infektionen korreliert mit der Anzahl von Mastitiserregern auf der Zitzenhaut zum Zeitpunkt des Melkens (Neave et al. 1966, Pankey 1989).

2.6.1 Klinische Wirksamkeit hinsichtlich der Prophylaxe intramammärer Infektionen

Die Angaben über die klinische Wirksamkeit von Vordippverfahren hinsichtlich der Prävention intramammärer Neuinfektionen variieren in Abhängigkeit von der Art des

verwendeten Präparates und des Pathogens. Es konnte gezeigt werden, dass die Anwendung eines kombinierten Vor- und Nachdippverfahrens effektiver ist, als die alleinige Anwendung des Nachdippverfahrens (Pankey et al. 1987, Pankey 1989, Oliver et al. 1993a, 1993b, 1994, 2001). Galton et al. (1988) wiesen nach, dass Vordippen der Zitzen die Inzidenz intramammärer Neuinfektionen gegenüber einer Reinigung mit feuchten Eutertüchern reduzieren kann. Allerdings war dieser Unterschied statistisch nicht absicherbar ($p > 0,05$). In Tabelle 11 sind Reduktionsraten intramammärer Infektionen der Viertel durch ein Vordippverfahren (in Kombination mit einem Nachdippverfahren) im Vergleich zu einer Negativkontrolle (konventionelle Euterreinigung und Nachdippen) angegeben. Alle aufgeführten Studien wurden im Split-Udder-Design durchgeführt. Die Reduktionsraten der Inzidenz intramammärer Infektionen beziehen sich jeweils auf die konventionell gereinigten Kontrollviertel. Die Inzidenz intramammärer Neuinfektionen konnte durch die Anwendung eines Vordippverfahrens zwischen 27,4% und 51,5% reduziert werden (Tabelle 11). Die Wirkung der verschiedenen Präparate unterscheidet sich hinsichtlich der einzelnen Erreger. Das phenolhaltige Präparat zum Vordippen (Oliver 2001) zeigte das breiteste Wirkungsspektrum. Durch die Anwendung dieses Mittels konnte die Inzidenz intramammärer Infektionen durch *Sc. dysgalactiae*, *Sc. uberis*, gramnegative Erreger und KNS effektiv reduziert werden ($p < 0,05$). Pankey et al. (1987) und Oliver et al. (1993b, 1994) konnten die Reduktion der Inzidenz intramammärer Infektionen durch KNS nachweisen ($p < 0,05$). Desweiteren bestätigen viele Untersucher die klinische Wirksamkeit eines Vordippverfahrens gegen Neuinfektionen mit umweltassoziierten Mastitiserregern wie *Sc. uberis* und gramnegative Erreger (Tabelle 11).

Tabelle 11: Intramammäre Infektionen in % bei einem Vordippverfahren im Vergleich zur konventionellen Euterreinigung

Autor	Präparat	Mastitispathogen					
		<i>S. aureus</i>	<i>Sc. uberis</i>	Äsculin-pos. Str.	Gram-negative	KNS	Alle IMI
Oliver et al. 2001 (Herde a)	Phenol	- 42,9	+ 33,4	KA	- 47,5 ^a	- 40,7 ^a	- 40,9 ^a
Oliver et al. 2001 (Herde b)	Phenol	- 32,3	- 69,8 ^a	KA	- 16,7	- 43,3 ^a	- 38,0 ^a
Pankey et al. 1987	Jod	- 25,0	KA	- 48,2 ^a	- 54,0	+ 20,3	- 51,5 ^a
Oliver et al. 1993b	NaCl Milchsäure	- 69,2 ^a	- 66,7 ^a	KA	- 27,3	- 21,6 ^a	- 28,6 ^a
Oliver et al. 1994	Chlorhexidin	- 83,3	- 43,8	KA	- 38,5	- 50,1 ^a	- 37,0 ^a
Oliver et al. 1993 ^o	Jod	+ 200	- 38,1	KA	- 55,1 ^a	+ 13,3	- 27,4 ^a

^abei Angabe eines Index ist die Reduktionsrate statistisch signifikant, ^{KA}keine Angabe, ^{IMI}intramammäre Infektion, ^{+/-}Anstieg/Reduktion der Neuinfektionsrate im Vergleich zur konventionellen Reinigung

2.6.2 Wirksamkeit hinsichtlich klinischer Mastitiden

Die Reduktionsraten klinischer Euterentzündungen durch Vordippverfahren (Summe aller Infektionen ohne Berücksichtigung des bakteriologischen Status) schwanken zwischen 26,1% (Oliver et al. 1993a) und 42,5%. (Oliver et al. 2001, $p < 0,05$). Dabei ist bemerkenswert, dass sich insbesondere der Anteil klinischer Mastitiden, bei welchen *E. coli* nachgewiesen werden konnte, durch das Vordippen um etwa 50% verringerte (Oliver et al. 1993a, 1993b, 1994, $p > 0,05$). Shearn et al. (1992) konnten keine Unterschiede hinsichtlich der Mastitisinzidenzen zwischen 10 Herden, in denen vorgedippt wurde, und 10 Herden, in denen eine konventionelle Euterreinigung durchgeführt wurde, feststellen. Blowey und Collis (1992) beschreiben eine Reduktion der Inzidenz klinischer Mastitiden um 57% bei der Anwendung eines Vordippverfahrens ($p > 0,05$). Dabei hatte die Art der Dippmittelapplikation (Handdippen oder Sprühen) keinen Einfluss.

2.6.3 Wirkung auf die Zitzenhaut

Die Beschaffenheit der Zitzenhaut wird durch Vordippverfahren mit Jodophoren (Pankey et al. 1987 und Oliver et al. 1993a), phenolhaltigen Präparaten (Oliver et al. 2001), Dippmitteln mit Chlorhexidin (Oliver et al. 1994), Mitteln mit Natriumchlorid (0,64%) und Milchsäure

(2,64%, Oliver et al. 1993b) und Präparaten mit 1,94%iger LDBSS (Linear Dodecyl Benzene Sulfonsäure, Winter 1999) nicht negativ beeinflusst.