

Aus der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der
Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Milchabflußstörungen und minimalinvasive
Zitzenoperationen beim Rind -
Entwicklung einer neuen Operationsmethode
(Theloresektoskopie) und vergleichende Studien

Habilitationsschrift
vorgelegt dem Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität

von
Dr. med. vet. Rainer Hospes
aus Kirchen/Sieg

Gießen 2003

**Man entdeckt keine neuen Erdteile ohne den Mut zu haben,
alte Küsten aus den Augen zu verlieren.**

André Gide (1869-1951)

Meiner Frau

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1.	Bedeutung von Melkbarkeitsstörungen des Rindes	1
1.2.	Thesen	4
2.	Literaturübersicht	6
2.1.	Ätiologie von Zitzenverletzungen und Milchabflußstörungen des Rindes	6
2.2.	Systematische Einteilung der Ursachen für Milchabflußstörungen	14
2.3.	Operationsverfahren in der Zitze des Rindes	19
2.3.1.	Gewebsresektion ohne Sichtkontrolle ("Blindräumen")	20
2.3.2.	Thelotomie	26
2.3.3.	Endoskopiegestützte Zitzenoperation	28
2.3.4.	Videoassistierte theloskopische Elektroinzision	29
2.3.5.	Theloskopische Triangulationstechnik	30
2.4.	Melkbarkeitsüberprüfung nach Eingriffen an der Zitze des Rindes	31
2.5.	Histologische Befunde an der gesunden und an der traumatisierten Zitzenzysternenschleimhaut des Rindes	33
3.	Entwicklung einer neuen minimalinvasiven Operationsmethode - Theloresektoskopie	36
3.1.	Instrumentarium und Materialien	37
3.2.	Operationsmethoden	40
3.3.	Operationsdurchführung	41

4.	Felduntersuchung zu Milchabflußstörungen des Rindes und Überprüfung der Praktikabilität der neuen Operationsmethode	47
4.1.	Patientenkollektiv	47
4.1.1.	Statistische Auswertung	48
4.1.2.	Ergebnisse	49
4.1.2.1.	Verteilung des Lebensalters, der betroffenen Viertel und Ursachen für Milchabflußstörungen im Patientengut	49
4.1.2.2.	Theloresektoskopische Eingriffe an Zitzen mit Milchabflußstörungen aufgrund gedeckter Zitzenverletzungen	54
5.	Vergleichende Studien zu den Folgen unterschiedlicher minimalinvasiver Eingriffe an der Zitze des Rindes (“Blindspalten”, endoskopiegestützte Zitzenoperation, Theloresektoskopie)	63
5.1.	Probanden, Untersuchungsdesign und Methoden	64
5.1.1.	Probanden	64
5.1.2.	Untersuchungsdesign	65
5.1.3.	Methoden	67
5.1.3.1.	Milchflußmessungen mit dem System LactoCorder®	67
5.1.3.2.	Operationsverfahren	70
5.1.3.3.	Histologische Untersuchungen	73
5.1.3.3.1.	Probenentnahme und Aufbereitung	73
5.1.3.3.2.	Färbungen	75
5.1.3.3.3.	Lichtmikroskopische Untersuchung	78
5.1.4.	Statistische Auswertung	79
5.2.	Ergebnisse	80
5.2.1.	Überprüfung der Homogenität der Stichproben der Melkbarkeitsstudie	80
5.2.2.	Nachweis des Einflusses operativen Eingriffe auf die Melkbarkeitsparameter MGG, HMF und DMHG	81
5.2.3.	Absolute Effekte der unterschiedlichen minimalinvasiven Operationsmethoden “Endoskopiegestützte Zitzenoperation”, “Blindräumen” und “Theloresektoskopie” auf die Melkbarkeitsparameter MGG, HMF und DMHG	85

5.2.4.	Relative Effekte der unterschiedlichen minimalinvasiven Operationsmethoden “Endoskopiegestützte Zitzenoperation”, “Blindräumen” und “Theloresektoskopie” auf die Melkbarkeitsparameter MGG, HMF und DMHG	90
5.2.5.	Ergebnisse der histologischen Untersuchungen	91
5.2.5.1.	Gesamtauswertung des Sektionsgutes	92
5.2.5.2.	Einzeldarstellung der nachgewiesenen Gewebsalterationen	94
5.2.5.2.1.	Jugendliche Bindegewebszubildung	94
5.2.5.2.2.	Infiltration des Gewebes mit Entzündungszellen	96
5.2.5.2.3.	Kapilläre Einsprossung	98
5.2.5.2.4.	Blutung	99
5.2.5.2.5.	Zerstörung des Zylinderepithels sowie luminale Bindegewebszubildung, Zelldetritus und Exsudat	100
6.	Diskussion	102
6.1.	Durchführbarkeit unterschiedlicher minimalinvasiv-chirurgischer Eingriffe an der Zitze des Rindes	106
6.2.	Ursachen von Milchabflußstörungen und Beeinflussung der Ergebnisse minimalinvasiver operativer Eingriffe	113
6.2.1.	Ursachen von Milchabflußstörungen des Rindes	114
6.2.2.	Einfluß der <i>Mastitis ante operationem</i> und der Vorbehandlung auf Operationsfähigkeit und –resultat	122
6.2.3.	Einfluß der Verzögerungszeit zwischen Vorstellung des Patienten und Erlangung eines operationsfähigen Zustandes auf das Operationsresultat	130
6.2.4.	Einfluß des Operationsverfahrens auf die Wiederherstellung der Maschinenmelkbarkeit	132
6.2.5.	Retrospektive Beurteilung der formulierten These zur Praxisrelevanz des neu entwickelten Operationsverfahrens (Theloresektoskopie)	140
6.3.	Funktionelle Beeinflussung der Maschinenmelkbarkeit durch Resektion von Anteilen der Fürstenberg-Rosette in unterschiedlichen minimalinvasiv-chirurgischen Verfahren	141
6.3.1.	Homogenität der Stichprobe	141
6.3.2.	Einfluß der Operationsmethode auf das Gesamtgemelk (MGG)	142
6.3.3.	Einfluß der Operationsmethode auf den höchsten Milchfluß (HMF)	146

6.3.4.	Einfluß der Operationsmethode auf das durchschnittliche Minutenhauptgemelk (DMHG)	148
6.4.	Histologische Untersuchungen an Zitzenspitzen nach Resektion von Anteilen der Fürstenberg-Rosette in unterschiedlichen minimalinvasiv-chirurgischen Verfahren	150
6.5.	Retrospektive Beurteilung der formulierten These zu den funktionellen und histomorphologischen Unterschieden zwischen schneidend-stanzenden und HF-chirurgischen Gewebsresektionen	154
7.	Zusammenfassung	158
8.	Summary	163
9.	Literaturverzeichnis	167

1. Einleitung

1.1. Bedeutung von Melkbarkeitsstörungen des Rindes

Melkbarkeitsstörungen infolge von Zitzenverletzungen stellen unter den Anforderungen der modernen Milchwirtschaft ein erhebliches Problem dar. Ist der Milchfluß behindert, reduziert oder gänzlich unterbrochen, so daß ein schneller Milchentzug in einem definierten Zeitrahmen nicht möglich ist, so entsteht hieraus eine arbeitstechnische Einschränkung des reibungslosen Betriebsablaufes in einem der wesentlichen Produktionsbereiche der Landwirtschaft.

Aufgrund der Zunahme in der Häufigkeit des Auftretens und der gesteigerten wirtschaftlichen Bedeutung gedeckter Zitzenverletzungen einerseits und der weitgehenden Ungenauigkeit klassischen klinischen Diagnoseverfahren andererseits wurden neue Wege in der Diagnostik beschritten. Moderne Untersuchungsverfahren wie beispielsweise die Sonographie ergänzten die klassischen klinischen Untersuchungsverfahren und erfuhren eine rasante Entwicklung bis hin zur Praxisreife. Doch auch unter Ausschöpfung der verbesserten diagnostischen Möglichkeiten stellt die exakte sonographische Diagnose der Ursachen von kongenitalen oder erworbenen Milchabflußstörungen beim Rind nach wie vor häufig ein Problem dar (Stocker et al., 1989; Alacam et al., 1990; Saratsis und Grunert, 1993; Breitkopf, 1998). Ein weiterer diagnostischer Fortschritt wurde durch die Einführung der endoskopischen Darstellung des Zitzeninneren erreicht. Die Zitzenendoskopie erweist sich als wertvolles Diagnoseverfahren, um Art und Ausdehnung der Abflußbehinderung im Zitzenzisternenlumen, an der Fürstenberg-Rosette oder im Strichkanal zu erfassen und zu beurteilen (Wilhelm und Schebitz, 1979; Medl et al., 1994; Hospes und Seeh, 1998b; Melle, 1998; Seeh und Hospes, 1998).

Trotz der fortschrittlichen diagnostischen Möglichkeiten blieb das Problem der chirurgischen Entfernung gewebiger Zubildungen in der Zitze des Rindes zunächst ungelöst. Bislang wurde sie hauptsächlich mit Methoden durchgeführt, die bereits als seit Jahrzehnten eingeführt gelten können (Hug, 1903; Ullner, 1956). Diese Operationsmethoden haben gemeinsam, daß schneidende Instrumente (Hug-Lanzette, Hug-Glocke, Kürette nach Ullner) in den Strichkanal eingeführt und Gewebe "blind", also völlig ohne Sichtkontrolle, zerschnitten, gestanzt oder abgerissen wird. Die Ergebnisse solcher weitgehend unkontrollierten Eingriffe sind vielfach unbefriedigend und führen häufig nur zur kurzzeitigen Verbesserung der Melkbarkeit. Incontinentia lactis, Narbenretraktionen und erneute Reduktion des Milchflusses sind neben der Problematik der dadurch induzierten Mastitiden und anhaltend erhöhter Zellzahlen die häufigsten Folgen (Hug, 1903; Kubicek, 1975; Radmacher, 1980; Witzig, 1983; Rüscher, 1988).

Als chirurgisch befriedigendere Alternative hingegen kann die Thelotomie gelten, die jedoch die Nachteile der hohen Invasivität und der langwierigen Nachbehandlung mit sich bringt. Wenn auch bei Eröffnung der Zitzenzisterne mittels eines Längsschnittes unter Schonung des Strichkanales eine Gewebsresektion unter Sichtkontrolle möglich ist, so ist doch die Rezidivgefahr sehr groß (Heidrich und Renk, 1963; Witzig et al., 1984; Rüscher, 1988) und die Darstellung der Fürstenberg-Rosette in vielen Fällen operativ schwierig.

Als Alternative dazu und aus der Kenntnis der oft irreparablen Folgeschäden heraus wurden bereits in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts erste Versuche der endoskopisch kontrollierten Gewebsresektion in der Zitze des Rindes durchgeführt (Wilhelm und Schebitz, 1979), eine größere Verbreitung fand die Technik der endoskopischen Zitzenoperation jedoch erst in den 90er Jahren. Unterschiedliche Verfahren wurden von verschiedenen Arbeitsgruppen erarbeitet und erprobt (Medl et al., 1994; John et al., 1998; Hirsbrunner und Steiner, 1999).

Die konventionelle Methode der endoskopischen Chirurgie nach Medl und Mitarbeitern (1994) basiert auf der mechanischen Resektion von

Gewebezubildungen im Bereich der Zitzenspitze unter endoskopischer Kontrolle über einen lateral die Zitzenwand perforierenden Zugang. Vor allem Zubildungen an der inneren Strichkanalmündung können so über die Lateralendoskopie diagnostiziert und beurteilt werden. Die Entfernung der den Milchfluß behindernden Strukturen erfolgt mit zusätzlich in den Strichkanal eingeführten Spezialinstrumenten, wie beispielsweise der Stenosenstanze nach Medl oder der nach Eisenhut. Die gleichzeitige Bedienung des Instrumentes, in dessen Stanzenöffnung die zu entfernende Struktur digital von außen hineingedrückt werden muß, und des Endoskopes, das für eine optisch kontrollierte Resektion exakt in optimaler Position zu halten ist, gestaltet sich allerdings selbst für den geübten Operateur oftmals problematisch (Querengässer 1998; Seeh und Hospes 1998). Die aus dieser Erfahrung heraus vermeintlich vereinfachende Vorgehensweise, zunächst das zu resezierende Gewebe lateralendoskopisch zu identifizieren, um dann ohne Sichtkontrolle die Entfernung lediglich unter palpatorischer Kontrolle vorzunehmen, stellt gegenüber der vormals geübten Praxis des "Blindspaltens" zwar einen diagnostischen und auch therapeutischen Fortschritt, jedoch in dieser Form nicht in allen Fällen befriedigendes Verfahren dar. Zudem erlaubt die Methode nicht die Entfernung in der Zitze weiter proximal gelegener Ursachen von Milchabflußstörungen wie beispielsweise Polypen oder transversalen und longitudinalen Septen. Als weiterer Nachteil der Methode der endoskopisch kontrollierten, aber letztendlich nach wie vor mit schneidenden oder stanzenden Instrumenten durchgeführten Geweberesektion wurde von mehreren Autoren (Hospes und Seeh, 1998a; Querengässer 1998; Seeh und Hospes, 1998) eine hohe Rezidivrate von etwa 50% innerhalb der ersten Wochen *post operationem* angegeben.

Von diesem Wissen ausgehend, erschien es sinnvoll, eine neue minimalinvasive Methode zu entwickeln, die die Nachteile der bereits bekannten weitgehend vermeidet und somit einen Beitrag zur weiteren Verbreitung der, sowohl für den Patienten als auch in der Konsequenz für

den Tierbesitzer und den behandelnden Tierarzt, vorteilhaften modernen chirurgischen Verfahren zu leisten.

1.2. Thesen

Unter Berücksichtigung der nach wie vor aktuellen und tiermedizinisch sowie wirtschaftlich hohen Bedeutung der Problematik von Milchabflußstörungen des Rindes und ausgehend von der dargestellten historischen Entwicklung in der minimalinvasiven Zitzenchirurgie ist anzumerken, daß die zur Verfügung stehenden modernen Diagnose- und vor allem chirurgischen Therapieverfahren *in praxi* noch nicht die zu fordernde Verbreitung gefunden haben. Die Resektion von Gewebe im Inneren der Zitze ohne Sichtkontrolle ("Blindräumen") stellt gegenüber den bereits vor mehr als einem Jahrhundert angewandten Methoden in kaum veränderter Form das am meisten verbreitete minimalinvasive Zitzenchirurgieverfahren dar. Aus dieser Situation ergeben sich zwei Thesen, die in der vorliegenden klinischen und funktionell-histologischen Studie eine Überprüfung erfahren:

1. Die zur Verfügung stehenden minimalinvasiven endoskopischen Operationsverfahren sind aufgrund des instrumentellen und personellen Aufwandes zum Einsatz unter Praxisbedingungen nur bedingt geeignet. Die Entwicklung einer Operationsmethode, die ein leicht zu handhabendes Instrumentarium aufweist und eine Operationsassistenz verzichtbar macht, ist *in praxi* einsetzbar und kann zur weiteren Verbreitung minimalinvasiver Operationsverfahren, zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Eingriffes und, nicht zuletzt, zum Wohle des Tieres beitragen.
2. Chirurgische Eingriffe in der Zitze des Rindes mit schneidenden oder stanzenden Instrumenten resultieren in hohem Maß in histomorphologischen Veränderungen an der Wundfläche, die den

Operationserfolg in Frage stellen und eine erhebliche Mißerfolgs- oder Rezidivrate mit fortbestehender Einschränkung der Melkbarkeit bedingen.

Die Verwendung der Hochfrequenzstrom-(HF)-Chirurgie zur Resektion von Anteilen der Zitzenzysternen- oder Strichkanalschleimhaut senkt die Komplikationsinzidenz aufgrund geringerer Ausprägung histologisch nachweisbarer sekundärer Gewebsalterationen im Wundbereich.

2. Literaturübersicht

2.1. Ätiologie von Zitzenverletzungen und Milchabflußstörungen des Rindes

Zitzenverletzungen des Rindes und die daraus resultierenden Melkbarkeitsprobleme weisen hinsichtlich ihrer Ätiologie ein breites Spektrum an Prädispositionen auf. Rüschi (1988) teilt diese in zwei Gruppen ein: Faktoren, die die Kuh unmittelbar betreffen und solche, die als milieu- oder umweltbedingt charakterisiert sind.

Individuell erhöhtes Verletzungspotential besteht besonders bei Tieren mit ungünstigen Euterformen wie Hänge-, Kugel- oder Stufeneuter (Reinhardt, 1912; Matzke und Koller, 1971; Karlsson und Gustafsson, 1978). Diese Euterformen können zwar vererbt sein, entwickeln sich jedoch meist im Verlauf der Laktationen, so daß sie vornehmlich bei hochleistenden älteren Kühen zu finden sind. So diagnostizieren Kubicek und Meinecke (1978) Zitzenverletzungen gehäuft und in dramatischerem Ausmaß bei Tieren, die sich in der 3. oder 4. Laktation befinden und einen Zitzenkuppen-Bodenabstand von weniger als 40 cm aufweisen. In Anbetracht der Beobachtung von Wilkens (1968), daß sich diese Maßzahl durchschnittlich um 2 cm pro Laktation und um beinahe 3 cm pro 1000 kg Milch verringert, ist die Häufung von Zitzenverletzungen bei Tieren mit höherer Laktationszahl und -leistung nicht verwunderlich. Auch eine übermäßige Zitzenlänge, die im Idealfall etwa 10 cm betragen sollte, kann die Entstehung von Läsionen begünstigen, insbesondere in den Fällen, in denen sie in Kombination mit abnormen Euterformen auftritt.

Risiken liegen weiterhin in Einschränkungen der Bewegungsfähigkeit, insbesondere des Aufstehvermögens, begründet. Ein schlechter Klauenzustand oder schmerzhafte Gelenksentzündungen beeinträchtigen die Tritt- und Standsicherheit betroffener Tiere und bedingen so vermehrtes Ausgleiten. Als hauptsächlicher Faktor der Bewegungsbeeinträchtigung und

somit als wesentliche Gefahrenquelle wird jedoch die Schwerfälligkeit im peripartalen Zeitraum angesehen. Um den Geburtszeitpunkt herum konzentriert sich das Auftreten von Zitzenverletzungen, wie Beobachtungen verschiedener Autoren belegen. Bereits Kubicek (1976) setzte die Verletzungshäufigkeit bei Tieren, die in der Klinik vorgestellt wurden, in Bezug zum Laktationsstadium und fand eine um mehr als fünffach erhöhte Inzidenz in der ersten gegenüber den folgenden Laktationswochen. Laut einer Untersuchung von Grunert und Diez (1982) werden 61,5% aller Tiere mit Zitzenverletzungen in einem Zeitraum von 4 Wochen *ante* bis 4 Wochen *post partum* vorgestellt. Rüschi (1988) kam in seiner Untersuchung über die Häufigkeitsverteilung offener Zitzenverletzungen in Abhängigkeit vom Laktationsstadium zum Resultat, daß eine Konzentration der Fälle mit 31,6% in den beiden peripartalen Wochen besteht.

Die Erhöhung der Verletzungsanfälligkeit des Euters und der Zitzen im Geburtszeitraum ist multifaktoriell bedingt. Antepartal sind vor allem die auf die Laktation vorbereitenden Veränderungen am Euter selbst zu nennen, wie beispielsweise die Größenzunahme und die beginnende Milchfüllung. Hinzu kommen etwa 10 bis 14 Tage *ante partum* die fortschreitende Ödematisierung des Eutergewebes im Rahmen der Östrogenisierung und in direktem Zusammenhang damit das "peripartale softening" des Gewebes, das auch den Aufhängeapparat des Euters betrifft und somit in einer Absenkung der gesamten Milchdrüse und damit auch der Zitzen resultiert. Weiterhin führt die vermehrte Flüssigkeitsretention in Haut, Unterhaut und interstitiellem Bindegewebe auf der Basis einer gesteigerten Östrogenproduktion, des veränderten renalen Wasserhaushaltes, der Permeabilitätsänderung der Gefäßwände und Zellmembranen sowie kolloidosmotischer Vorgänge in Blut und Bindegewebe zu einer allgemeinen Schwächung und leichteren Verletzlichkeit der insgesamt gespannten, vermehrt fragilen und oberflächlich abschilfernden Haut. Die mit dem exponentiellen Fruchtwachstum und der rapiden Zunahme der Fruchtwässer einhergehende Zunahme der Gewichtsbelastung und die daraus folgende

Bewegungsbehinderung und Schwerfälligkeit der Tiere im letzten Monat der Gravidität verschärft die Situation zusätzlich.

Zum Zeitpunkt des Stadiums I der Geburt addiert sich als Risikofaktor die Unruhe im Rahmen der Wehenbildung hinzu, ebenso wie die Stoffwechselbelastungen im Sinne von Elektrolythomöostasesstörungen. Diese, antepartal häufig bereits präformiert (Bostedt, 1973; Bostedt et al., 1979; Hospes et al., 2002), erhöhen zum Zeitpunkt des *Partus* und unmittelbar danach durch Stand- und Bewegungsunsicherheiten das Risiko des Entstehens von Zitzenverletzungen dramatisch.

Unmittelbar *post partum* dauert der Zeitraum einer Zunahme des Gefährdungspotentials durch Ödematisierung des Euters und Störungen des Energie- und Elektrolythaushaltes noch für einige Tage weiter an. Nunmehr sich einstellende geburtsbedingte Erschöpfungszustände und vollständige Inanition oder Verletzungen der Muskulatur und des Bandapparates, der Gliedmaßen sowie Quetschungen peripherer Nerven durch Schweregeburten, die das Steh- und Bewegungsvermögen zusätzlich beeinträchtigen, können die Situation verkomplizieren.

Am Euter selbst setzt in diesem Zeitraum die Laktation ein, die bereits in der ersten Woche *post partum* Spitzenwerte erreichen kann und mit einer massiven Füllung der Milchdrüse und somit Volumenzunahme auf Extremniveau bei hochleistenden Tieren einhergeht.

Die genannten Vorgänge können, jeder für sich und umso mehr in Addition und gegenseitiger Abhängigkeit oder Überlagerung, das Verletzungsrisiko erhöhen und insbesondere im peripartalen Zeitraum auf ein dramatisches Maß potenzieren.

Nicht nur individuelle, vom Tier ausgehende, sondern auch Umwelt- und Haltungsfaktoren sind im Zusammenhang mit der Entstehung von Läsionen an der Milchdrüse des Rindes in die Betrachtung einzubeziehen.

Die jeweils herrschenden Haltungsbedingungen, der Grad der Intensivierung und Technisierung der Landwirtschaft, die Prozesse der Modernisierung, der Rationalisierung und der Automatisierung sind zeitbedingte Umweltfaktoren, die sich weitgehend in Qualität und Frequenz der Euter- und Zitzenverletzungen widerspiegeln.

Erste Hinweise auf umweltbedingte Gefährdungen des Euters domestizierter und zur Milchgewinnung gehaltener Rinder stammen aus biblischer Zeit: In dieser Epoche mit ausnahmslos extensiver Hüte- und Weidewirtschaft standen wahrscheinlich Riß- und Stichwunden im Vordergrund. Das läßt sich aus der Tatsache ableiten, daß die Hirten des Libanon als Präventivmaßnahme Dornbüsche niederbrannten, um so das Euterverletzungsrisiko zu mindern (Kubicek, 1975).

Noch gegen Ende des 19. Jahrhunderts, in einer Zeit der extensiven Milchrinderhaltung mit Direktvermarktung und der klassischen zweifachen Nutzung von Rindern zur Milch- und Fleischgewinnung, lagen die wesentlichen Ursachen von Verletzungen der Milchdrüse in der Tatsache begründet, daß die Kälber für längere Zeit bei den Milchkühen belassen wurden. So charakterisiert Zipperlen (1869) die hauptsächlich an den Zitzen vorkommenden Euterwunden als Folge der Verletzung der Haut durch die Zähne der Kälber beim Saugen.

Mit der Intensivierung der Milchviehhaltung und der fortschreitenden Rationalisierung und Technisierung änderten sich auch die Haltungsformen und mit ihnen die Gefährdungspotentiale und Verletzungsmuster. Die Hutung von Milchrindern verlor sich gänzlich und wurde durch die Haltung auf umzäunten Weideflächen ersetzt, zunächst unter Verwendung von Stacheldraht. Riß- und Stichwunden als typische "Stacheldrahtverletzungen" machten noch vor wenigen Jahrzehnten den Hauptteil der Euter- und Zitzenverletzungen bei Weidehaltung aus. Insbesondere ungepflegte Weiden mit morschen Zaunpfählen (Götze, 1942) stellten ein besonderes Risiko dar, was von Aehnelt und Rath (1950) bestätigt wird. Sie fügten hinzu, daß eine Beunruhigung durch Insekten, Hitze und Futtermangel die Verletzungshäufigkeit, bedingt durch vermehrte Mobilität und Überspringen

der Weidezäune, erhöht ebenso wie Wassermangel (Aehnelt et al., 1969). Eine Studie, die im gleichen norddeutschen Einzugsgebiet wie die vorgenannten in den 70er Jahren durchgeführt wurde (von Groote, 1979), zeigt eine weitere deutliche Verschiebung der Situation. Zwar war der Anteil der Stacheldrahtläsionen mit 88,7% (n=151) bei den Weideverletzungen noch vorherrschend, in der Gesamtauswertung von 281 Zitzenverletzungen entfielen jedoch nur noch knapp die Hälfte auf Tiere in Stallhaltungen, bei denen in 54,6% der Fälle Selbstverletzungen als Ursache anzusehen waren. Mit der Verbreitung von Melkmaschinen sowie der Einführung von Elektrozäunen und der Umstellung zur ganzjährigen Stallhaltung vollzieht sich ein weiterer Wandel in Art und Frequenz der Verletzungen: Melkmaschinenfehler als Technopathien sowie Klauentritte und Quetschungen der Zitze in Anbinde- und Laufstallhaltung treten als Ursachen von Zitzenläsionen in den Vordergrund, die von Kubicek (1975) unter dem Begriff der "gedeckten Zitzenverletzungen" zusammengefaßt werden.

Die Zitzenveränderungen, die durch Melkfehler wie Blindmelken, fehlerhaftes Vakuum oder unsanfte Abnahme der Melkzeuge entstehen, sind meist zunächst subklinischer Natur und fallen erst nach längeren Zeiträumen der Einwirkung der Noxe auf (Walser und Weiss, 1963; Peterson, 1964; Rittenbach und Grigat, 1973). Histologisch sind blutige Imbibitionen, interstitielle Ödeme, Entzündungszellen und chronisch interstitielle Infiltrate im lockeren perivaskulären Mesenchym nachweisbar, was die Elastizität im Bereich der Zitzenkuppe herabsetzt und somit eine Milchflußbehinderung bewirkt. Im Extremfall kann es zu Ablösungen der Zitzenzisternen- oder Strichkanalschleimhaut und damit zu dauerhaften Einengungen des *Ductus papillaris* kommen.

Besondere Aufmerksamkeit lenkt Kubicek (1975; 1976) auf die Veränderungen in der Zitzen spitze, die infolge von Trittverletzungen entstehen: Hämorrhagische Imbibitionen der Zitzenkuppe, Zerreißen der Epithelmembranen der Zitzenzisterne und des Strichkanals sowie Hämatome

und subkutane Zertrümmerungen der Zitze. Die ätiologischen Ursachen der Selbst- oder Fremdverletzung durch benachbarte Kühe in Anbindehaltung können jedoch in vielen Fällen nicht verifiziert werden, da nur selten direkte Beobachtungen der Tierhalter vorliegen. Die Art der Verletzungen und die Aufstallungsform legen die Vermutung jedoch nahe. Dies steht im Einklang mit den Beobachtungen von Ekesbo (1966) sowie Grunert und Frerking (1969), die ebenfalls eine erhöhte Inzidenz an schweren Trittverletzungen in Abhängigkeit von den Besonderheiten der Haltungsform, insbesondere der Anbindehaltung, feststellen. Vor allem Kurzstände mit Gitterrosten und Anbindevorrichtungen, die die Bewegungsfreiheit der Tiere zu stark einschränken, stellen Risikofaktoren dar (von Groote, 1979; Grunert und Diez, 1982; Mittelholzer, 1987). Hier sind insbesondere zu enge Standplätze mit zu geringen Abständen zwischen den Trennbügeln zu nennen, die die Gefahr der Selbstverletzung erhöhen. Das andere Extrem, ein völliges Fehlen der Trennbügel, führt ebenfalls zu einer ansteigenden Zahl von Verletzungen (Cazemier, 1962), wobei hier vornehmlich Tritte der Nachbartiere als ursächlich anzusehen sind.

Auch rutschige und glatte Bodenbeläge der Standfläche (Grunert und Diez, 1982) repräsentieren häufig die Grundursache für die Entstehung von Zitzenverletzungen, wie bereits 1966 und 1967 von Ekesbo bei umfangreichen Erhebungen an annähernd 20.000 Tieren nachgewiesen wurde.

Weiterhin ist zu beobachten, daß die Diskrepanz zwischen der sich schnell zu erhöhter Milchleistung und Großrahmigkeit entwickelnden Zuchtbetonung und der nachhinkenden Stallmodernisierung zusätzliches Gefahrenpotential in sich birgt.

Doch auch in Laufstallhaltung sind Verletzungen der Zitzen zu verzeichnen. Vor allem bei überbelegten Stallungen, in denen pro Tier weniger als ein Liegeplatz und ein Platz zur Grundfutteraufnahme zur Verfügung steht, sind Verletzungen der Zitzen und des Euters häufig. Gleiches gilt für Stallungen, in denen die Liegeflächen mit Spaltenböden versehen sind, wie Ekesbo

(1966) und Grommers (1967) bereits früh erkennen. Starke Verschmutzungen der Laufflächen und mangelnde Klauenpflege müssen als zusätzliche Risikofaktoren genannt werden, ebenso wie häufige Rangordnungskämpfe durch frequente Gruppenumstellungen und Remontierungen.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß der Entstehung von Zitzenverletzungen unterschiedlichste Ursachen zugrundeliegen können, was die Problematik zu einem multifaktoriellen Geschehen, nicht zuletzt auch hinsichtlich der individuellen und umweltbedingten Prädispositionen, macht. Eine Addition prädisponierender Einflüsse führt zu einer Potenzierung des Verletzungsrisikos, was die Planung und Durchführung präventiver Maßnahmen erschwert und somit die Aktualität des Problems seit nunmehr einigen Jahrzehnten unterhält.

Der Komplex der Zitzenverletzungen kann hinsichtlich der Ätiologie und Prävention als erkannt gelten; Schwierigkeiten jedoch bereitet die Diagnostik, insbesondere die gedeckter Zitzenläsionen. Mit der Einführung und Verbreitung der Sonographie in den neunziger Jahren ist ein bildgebendes Verfahren gegeben, das sich zur noninvasiven Darstellung den Milchfluß behindernder Strukturen im Inneren der Zitze anbietet. Stocker et al. (1989) erproben unter Klinikbedingungen die Darstellung der Zitze mittels Ultraschall und kommen zum Ergebnis, daß die Sonographie als Alternative zur bislang geübten röntgenologischen Darstellung (McDonald, 1968; Kubicek, 1972) geeignet ist. Saratsis und Grunert (1993) bestätigen diese Ergebnisse und fügen hinzu, daß auch unter Praxisbedingungen der Einsatz der Ultraschalldiagnostik möglich und, zur Kontrolle des Therapieerfolges nach Behandlung von Zitzenstenosen, grundsätzlich zu fordern ist. Dieser Aspekt der Kontrolle des Therapieerfolges wird in der Studie von Breitkopf (1998) um den Aspekt des prognostischen Wertes einer Ultraschalluntersuchung vor Therapiebeginn erweitert: Sie stellt dar, daß sonographisch erkennbare Parameter (beispielsweise mangelhafte Milchfüllung, ausgeprägte Induration

und sekundäre Proliferationen) signifikante Wechselbeziehungen zum langfristigen Behandlungserfolg nach Therapie von Zitzenstenosen aufweisen.

Eine prognostische Einschätzung auf der Basis einer eingehenden klinischen und bildgebenden Diagnostik stellt ein entscheidendes Kriterium zur wirtschaftlichen Abschätzung der grundsätzlichen Therapiewürdigkeit seitens des Tierbesitzers und zur Festlegung eines geeigneten Therapieplanes durch den behandelnden Tierarzt dar. Unter den Anforderungen der zunehmend von ökonomischen Betrachtungen geprägten modernen Milchwirtschaft repräsentieren die Einschätzung der Wahrscheinlichkeit zur Wiederherstellung einer ungestörten Melkbarkeit und die zu erwartenden Behandlungskosten die wesentlichen Kriterien zur Besitzerentscheidung zum Therapieversuch. Vor dem Hintergrund geringer Gewinnspannen in der Milcherzeugung fällt so häufig die Entscheidung zur Verwertung nur geringgradig verletzter Kühe, die zwar tiermedizinisch therapierbar, für den Landwirt jedoch nicht wirtschaftlich sind. Aktuelle Daten der VIT (Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V., 2002) zu Abgangsursachen von 697.992 Milchkühen belegen, daß das Vorliegen von "Euterkrankheiten" mit 16,8% den zweithäufigsten Ausscheidungsgrund nach dem Komplex der "Infertilität" (17,5%) bei Milchrindern darstellt. "Melkbarkeitsprobleme" werden in 2,1% der Fälle als Abgangsursache genannt. Es kann davon ausgegangen werden, daß die Dunkelziffer der aufgrund einer vorangegangenen Verletzung der Zitze schwermelkender Kühe höher ist, als die Verluststatistik ausweist. Diese Vermutung spiegelt sich in den Beobachtungen verschiedener Autoren wider, die in der kurativen Rinderpraxis den Anteil an gedeckten Zitzenverletzungen am Gesamtpatientengut mit etwa 5 Prozent beziffern (Roine, 1975; Espersen, 1976; Saloniemi und Roine, 1981; Stocker, 1985; Mittelholzer, 1987). Ergänzend kann unter Klinikbedingungen oder *in praxi* belegt werden, daß bei Kühen, die aufgrund einer Schwermelkbarkeit vorgestellt werden, das

Vorkommen an Tieren mit gedeckten Läsionen der Zitze zwischen 70 und 90 Prozent liegt (Kubicek, 1975; Radmacher, 1980; Rüsck, 1988).

2.2. Systematische Einteilung der Ursachen für Milchabflußstörungen

Unbestritten ist, daß Zitzenverletzungen in ihren sehr verschiedenartigen Ausprägungen ein sowohl veterinärmedizinisches als auch ökonomisches Problem darstellen. Die Komplexität dieses Zustandes verlangt nach einer allgemeinen Einteilung der Zitzenläsionen in offene Wunden und gedeckte, also nicht direkt offensichtliche und im Inneren der Zitze lokalisierte Verletzungen.

Während die nähere Charakterisierung des Verlaufes oder der Tiefe einer Wunde der ersten Gruppe wenig problematisch ist, fällt die detaillierte Beschreibung und somit auch die systematische Einordnung einer gedeckten Läsion der Zitzenzisternenschleimhaut wesentlich schwerer.

Die Beschreibung der Ursache eines verzögerten oder gänzlich versiegenden Milchflusses aus der Zitze des Rindes wurde über lange Zeit mit dem weitgehend pauschalisierenden Begriff der "Zitzenstenose" belegt.

Eine differenzierte Unterteilung der Zitzenstenosen erfolgt im Schrifttum nach dem Zeitpunkt der Entstehung in "angeborene Zitzenstenosen" und "erworbene Zitzenstenosen" (Gold, 1943; Tillmann, 1950; Arnold und Weber, 1957; Renk, 1959; Heidrich und Renk, 1963; Wollrab, 1963; Grunert und Weigt, 1979).

Hinsichtlich der angeborenen Störungen werden in der Zitzenzisterne horizontale Ringfalten und Scheidewände (Arnold und Weber, 1957; Grunert und Weigt, 1979; Habermehl, 1984) und totale Zitzenobstruktionen (Arnold und Weber, 1957; Wollrab, 1963; Fox, 1966) unterschieden.

Heidrich und Renk (1963) unterscheiden im Bereich des Strichkanals Atresien und Unterentwicklungen des *Ductus papillaris*, übermäßig ausgebildete Schleimhautfalten an der Fürstenberg-Rosette und Abknickungen im Strichkanalverlauf.

Erworbene Milchabflußstörungen werden hauptsächlich als durch traumatische Insulte entstanden charakterisiert. Zitzenquetschungen durch Klauentritte und nachfolgende Entzündungen der Zitzenzisternenschleimhaut (Zisternitis) oder sämtlicher Wandschichten (Thelitis) bilden nach Ansicht einiger Autoren die Hauptursache (Heidrich und Renk, 1963; Farnsworth et al., 1975; Radmacher, 1980). Auch Melkfehler, wie beispielsweise lange Blindmelkzeiten oder Abweichungen in der Vakuumeinstellung der Melkmaschine als Ursache für Thelitiden und daraus resultierende Milchflußbehinderungen werden (Heidrich und Renk, 1963; Farnsworth et al., 1975; Espersen, 1976) ebenso wie starke Euterödeme im peripartalen Zeitraum (Heidrich und Renk, 1963) oder Verdickungen der Schleimhäute im Zuge von Galaktophoritiden und chronischen Mastitiden (Inderbitzin, 1949) diskutiert. Als weitere Ursachen für Milchabflußstörungen kommen Neu- und Zubildungen (Granulome, polypöse Wucherungen, Papillome) in Betracht (Heidrich und Renk, 1963; Kubicek, 1972; Kubicek und Meinecke, 1978; Grunert und Weigt, 1979).

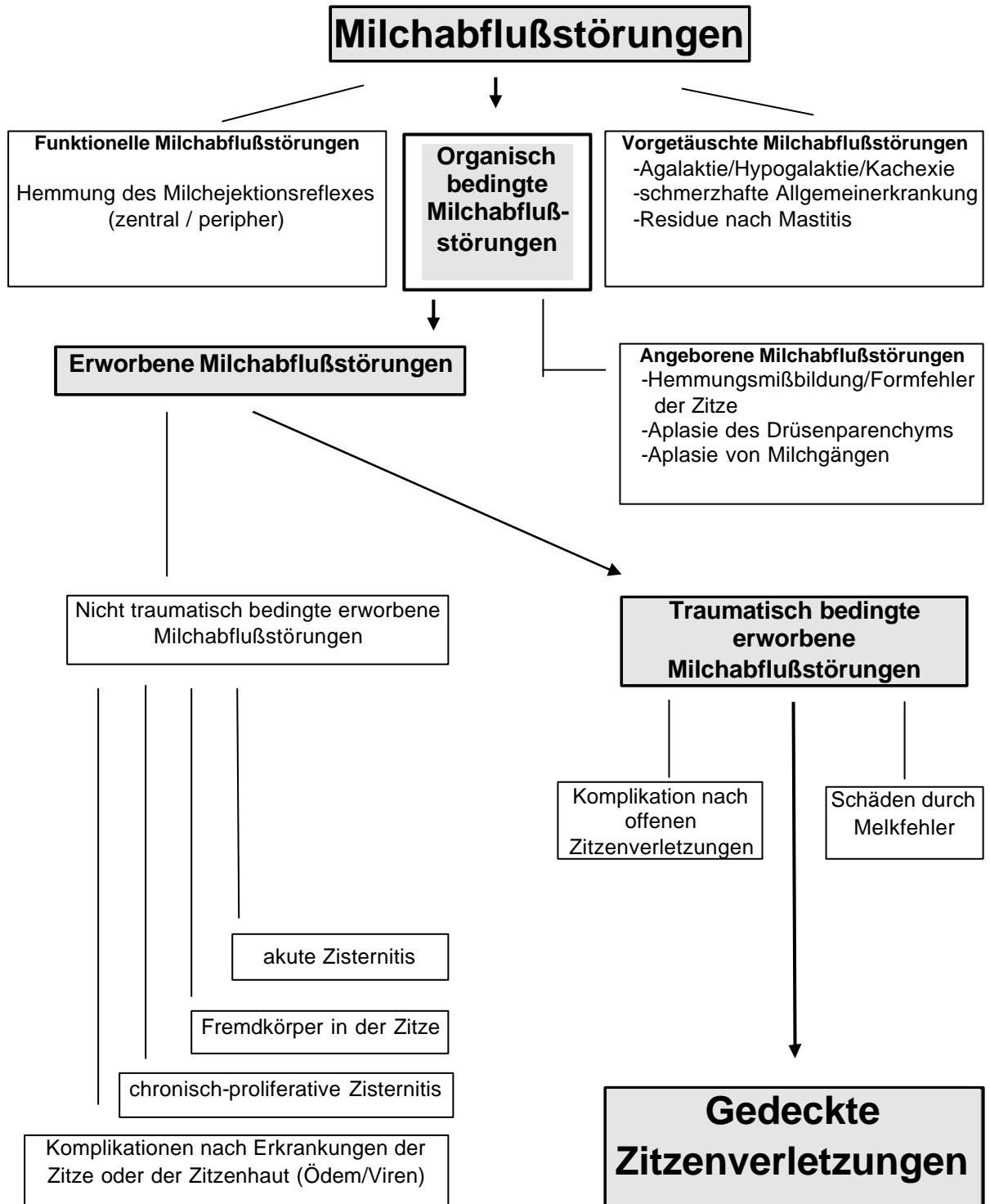
Die inhaltliche Gleichsetzung der Begriffe "Schwermelkbarkeit" und "Zitzenstenose" im allgemeinen Sprachgebrauch, in der Lehre und in der wissenschaftlichen Literatur, erscheint bereits Kubicek (1975) unbefriedigend. Vor dem Hintergrund der veränderten Qualität von Zitzenverletzungen und dem stetig steigenden Anteil an Trittsverletzungen und deren Folgen im Symptomkomplex der Milchabflußstörung führt er den Begriff der "gedeckten Zitzenverletzung" ein. Quetschungen der Zitze resultieren nach seinen Beobachtungen in unterschiedlichen Veränderungen im Zitzenlumen, die sich als hämorrhagische Imbibitionen der Zitzenkuppe, Zerreißen der Epithelmembranen der Zitzenzisterne und des Strichkanals

oder als Hämatome und subkutane Zertrümmerungen der Zitze darstellen. Allen Gewebsalterationen ist gemein, daß sie in einer Reduzierung oder völligen Unterbrechung des Milchflusses resultieren.

Aufbauend auf den Untersuchungen und Feststellungen von Kubicek (1975; 1976) und mit Hilfe neuer Diagnostikmethoden wie der Sonographie und der Endoskopie wird das Problem der Erstellung einer Systematik der Milchabflußstörungen in neuerer Zeit wieder aufgegriffen (Breitkopf, 1998; Seeh und Hospes, 1998). Durch den Einsatz moderner bildgebender Verfahren ist es nunmehr möglich geworden - insbesondere im Bereich der erworbenen, traumatisch bedingten Ursachen von Milchabflußstörungen - detaillierte Erkenntnisse zu gewinnen und somit eine weitere Untergliederung der durch "gedeckte Zitzenverletzungen" entstandenen Veränderungen im Bereich der Zitzenzisterne, der Fürstenberg-Rosette und des Strichkanals vorzunehmen (Hospes und Seeh, 1999; Übersichten 1 und 2).

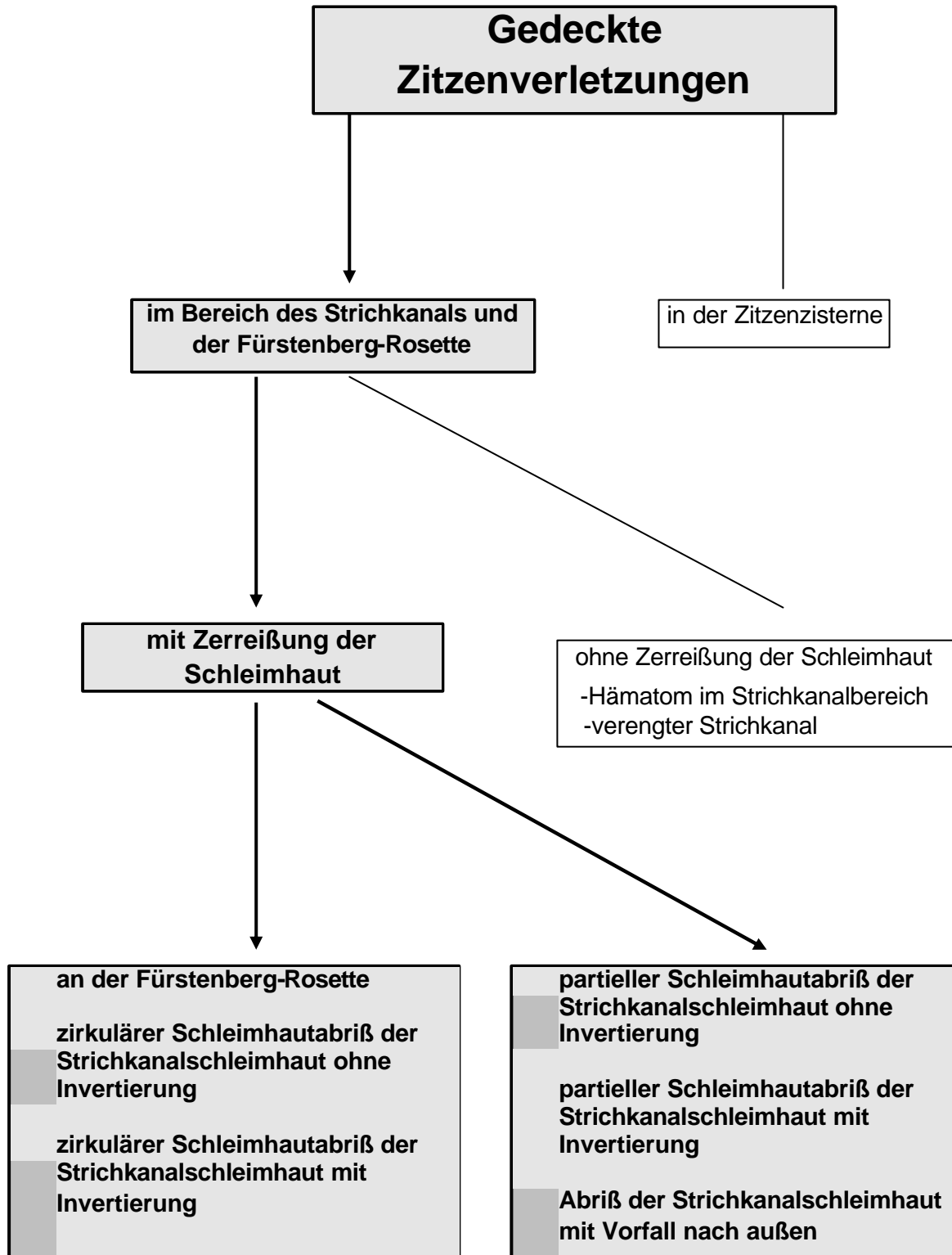
Hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens und somit der tiermedizinischen und auch wirtschaftlichen Bedeutung stehen die traumatisch bedingten, erworbenen Milchabflußstörungen mit mehr als 90% (Seeh et al., 1998) im Vordergrund (Übersicht 1). Es konnte von Seeh et al. (1998) weiterhin gezeigt werden, daß in über 85% der Fälle von Milchabflußstörungen gedeckte Zitzenverletzungen, die im Bereich der Fürstenberg-Rosette oder des Strichkanals zu einer Zerreißung der Schleimhaut führen (Übersicht 2), als ursächlich für die Behinderung des Milchflusses anzusehen sind.

Übersicht 1: Systematik der Milchabflußstörungen des Rindes (wichtigste Wege in Fettdruck und unterlegten Textfeldern)



(nach: Seeh et al., 1998)

Übersicht 2: Systematik der gedeckten Zitzenverletzungen (wichtigste Wege in Fettdruck und unterlegten Textfeldern)



(nach: Seeh et al., 1998)

2.3. Operationsverfahren in der Zitze des Rindes

Parallel zur intensiven Beschäftigung mit Ätiologie und Diagnostik von Milchabflußstörungen entwickelt sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts die Diskussion zu den therapeutischen Möglichkeiten, insbesondere der chirurgischen Intervention zur Resektion des Milchfluß behindernden Gewebes. Das Risiko, bei chirurgischer Eröffnung der Zitzenzisterne zur Beseitigung von den Hohlraum verengenden Strukturen unter Sichtkontrolle und anschließendem Wundverschluß eine Milchfistel als Residualzustand zu erhalten, wird allgemein hin als hoch erachtet und somit werden Wege zur Operation im Zitzenlumen gesucht, die den natürlich gegebenen Zugang, den Strichkanal, nutzen. Bougies aus Darmsaiten, Fischbein und anderen Materialien zur Aufweitung sogenannter Stenosen kamen zum Einsatz. Zur Geweberesektion oder –inzision dienen vornehmlich lanzettenförmige ein- oder mehrschneidige Metallinstrumente (Hug, 1903).

Die chirurgisch unbefriedigenden Methoden der Geweberesektion ohne Sichtkontrolle, deren Ergebnis weniger von den Fähigkeiten des Operateurs denn von der Zufälligkeit der Resektion des tatsächlich milchflußbehindernden Gewebes ohne zusätzlicher Traumatisierung der gesunden Schleimhaut abhängig ist, bilden die Grundlage der Entwicklung minimalinvasiver Operationstechniken unter Sichtkontrolle.

Erste endoskopische Untersuchungen des Inneren der Rinderzitze bei Patienten mit Milchabflußstörungen werden mit Hilfe eines der humanmedizinischen Urologie entlehnten Miniatur-Resektoskopes (\varnothing 10 Charrière), das über den Strichkanal eingeführt wird, durchgeführt (Wilhelm und Schebitz, 1979). Die Methode des Einsatzes eines Miniaturresektoskopes kann somit als Vorläufer der aktuellen Verfahren der minimalinvasiven Zitzenchirurgie gelten.

Erst mit der weiteren Verbreitung und Verbesserung endoskopischer Diagnoseverfahren in der Human- und Veterinärmedizin wurde der Weg zur optisch kontrollierten minimalinvasiven Zitzenchirurgie geebnet. In den

letzten zehn Jahren entwickelten verschiedene Arbeitsgruppen unterschiedliche Verfahren, die Gewebsresektionen im Zitzenlumen unter endoskopischer Sichtkontrolle ermöglichen (Medl et al., 1994; John et al., 1998; Hirsbrunner und Steiner, 1999).

2.3.1. Gewebsresektion ohne Sichtkontrolle (“Blindräumen”)

Die Beseitigung von Milchabflußstörungen des Rindes mit Instrumenten, die in den Strichkanal eingeführt werden und hier Gewebe abschneiden, abzwicken, abreißen oder herausstanzen sollen, war bereits im vorletzten Jahrhundert eine diskussionswürdige Notwendigkeit, wie einige Publikationen um die vorletzte Jahrhundertwende belegen. Bereits Fürstenberg (1868) bediente sich eines Kreuzschnittverfahrens mit einer Impfnadel zur Eröffnung distal gelegener Strikturen. Weiter proximal lokalisierte Verengungen des Zitzenzysternenlumens behandelte er mit einem trokarartigen Instrument, dem sogenannten "Hindurchwähler Storigs". Stahlsonden, Stricknadeln, Trokare, aber auch quergeschnittene Raben- oder Taubenfederspulen wurden in der Praxis zur Geweberesektion eingesetzt sowie speziell entwickelte Instrumente, wie der Zitzenerweiterer nach Guilbert, der eine stumpfe Sonde mit zwei kleinen Messern darstellte, oder beidseitig schneidende Tenotome (Bürki, 1902).

Eine intensive Beschäftigung mit der Problematik der “Zitzenkanalstenosen” und eine rege Diskussion der Möglichkeiten einer chirurgischen Behandlung spiegelt sich im veterinärmedizinischen Schrifttum des ausgehenden 19. und beginnenden 20. Jahrhunderts wider (Strebel, 1893; Bräker, 1900; Giovanoli, 1900, 1904; Strebel, 1901; Eggmann, 1902; Hug, 1903).

“Zitzenkanalstenosen” wurden als primäre Zitzenerkrankung erkannt und deren Bedeutung für die Ökonomie der Viehhaltung schon damals als erheblich erachtet (Hug, 1903). Die Behandlung der Milchabflußstörungen erfolgte ausnahmslos mit über den Strichkanal in das Zitzenzysternenlumen

eingeführten schneidenden oder stanzenden (Geknöpft, zweischneidige Zitzenlanzette; Vierschneidige Zitzenlanzette nach Erhardt; "Bistouri caché" nach Fischer; Zitzenräumer nach Strebel) Instrumenten. Geringe Erfolgsaussichten, Rezidivraten oder bereits primäre Mißerfolge der jeweiligen Operation von 50 bis 70% stellten keine Ausnahme dar. Zurückgeführt werden diese unbefriedigenden Resultate einerseits auf die Art der Nachbehandlung, die üblicherweise, nach erfolgter Inzision, eine Dilatation des Strichkanals mit eingeführten Bougies oder Melkröhrchen vorsieht, andererseits auf die meist mißachtete Antisepsis, vor allem jedoch auf die ungünstige Konstruktion der zur Verfügung stehenden Instrumente: Die konische Form der Lanzetten, unabhängig von der Anzahl der Schneiden, mit der weitesten Ausdehnung an der Basis des Instrumentes, bedingt eine maximale Breite der Inzision an der distalen Zitzen spitze, also im Bereich der äußeren Strichkanalöffnung. Die eigentliche Verengung des Lumens, die mit einer Häufigkeit von mehr als 50% an der inneren Strichkanalmündung, der Fürstenberg-Rosette, lokalisiert ist, kann somit nur auf Kosten einer großen und tiefgehenden Verletzung der Zitzen spitze unter Entstehung einer massiven äußeren Wundfläche behoben werden. Diese Beobachtung mündete in die Entwicklung neuartiger Instrumente. Die Zitzenlanzette nach Hug (1903) aus schwach federndem Stahl, die heute noch in Gebrauch ist (Abb. 1), weist lediglich ein rückwärtsschneidendes, etwa 1 cm langes, angeschliffenes Schneidsegment in einem ansonsten soliden Metallzylinder gleichbleibenden Durchmessers von etwa 2-3 mm auf. Der stumpfe Kopfteil des etwa 12 cm langen Instrumentes und die dem Anschliff gegenüberliegende stumpfe Ausführung des Messerrückens gewährleisten ein gefahrloses Einführen in den Strichkanal. Zur Orientierung ist der Griff der Lanzette an der Seite der Schneide mit einem mehrfach gekerbten Rand versehen. Mit dieser Lanzette werden Inzisionen in Schleimhautzubildungen, sowohl im Bereich der Fürstenberg-Rosette als auch in weiter proximal gelegenen Abschnitten des Zitzenlumens, durchgeführt. Das einzuschneidende Gewebe wird digital von außen gegen die Schneide gedrückt, während die Lanzette spitzwinkelig von innen nach

außen gezogen wird. Auch zur Segmentierung von Schleimhautpolypen an der Zitzenzisternenschleimhaut unter digitaler Kontrolle kommt das Instrument zum Einsatz. Gewebeanteile, die durch die Einschnitte der Lanzette gelöst worden sind, werden durch den Strichkanal ausgemolken.

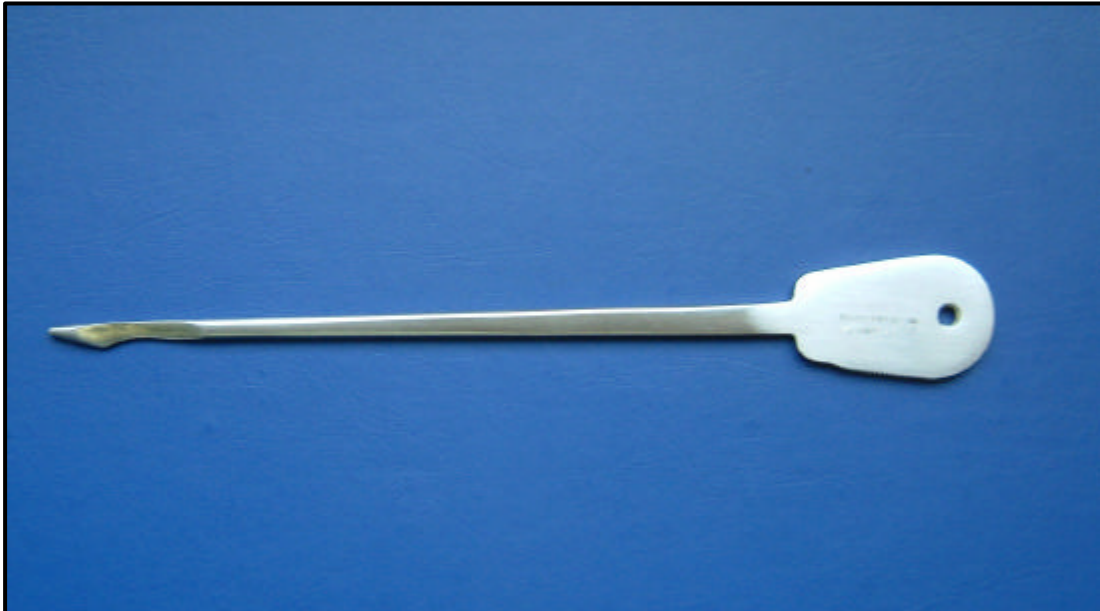


Abb. 1: Zitzenlanzette nach Hug

In der Behandlung rezidivierender Milchabflußstörungen bedient man sich bis heute einer Modifikation des Zitzenräumers nach Strebel, die als "Zitzenräumer nach Hug" oder "Hug'sche Glocke" nur geringfügig überarbeitet ebenfalls bis in die heutige Zeit zum Einsatz kommt. Hugs Modifikation des Strebel'schen Zitzenräumers besteht aus einem starren Innenmandrin, der an seiner Spitze mit einer glockenartigen Haube versehen ist, deren Unterrand einen Anschliff aufweist. Um den Mandrin ist eine verschiebbare Hülse gelegt, die an ihrer Oberseite ein Gegenlager zum Glockenrand, im Original ehemals aus Schildpatt, heute aus Kunststoff oder Metall gefertigt, bildet (Abb. 2).

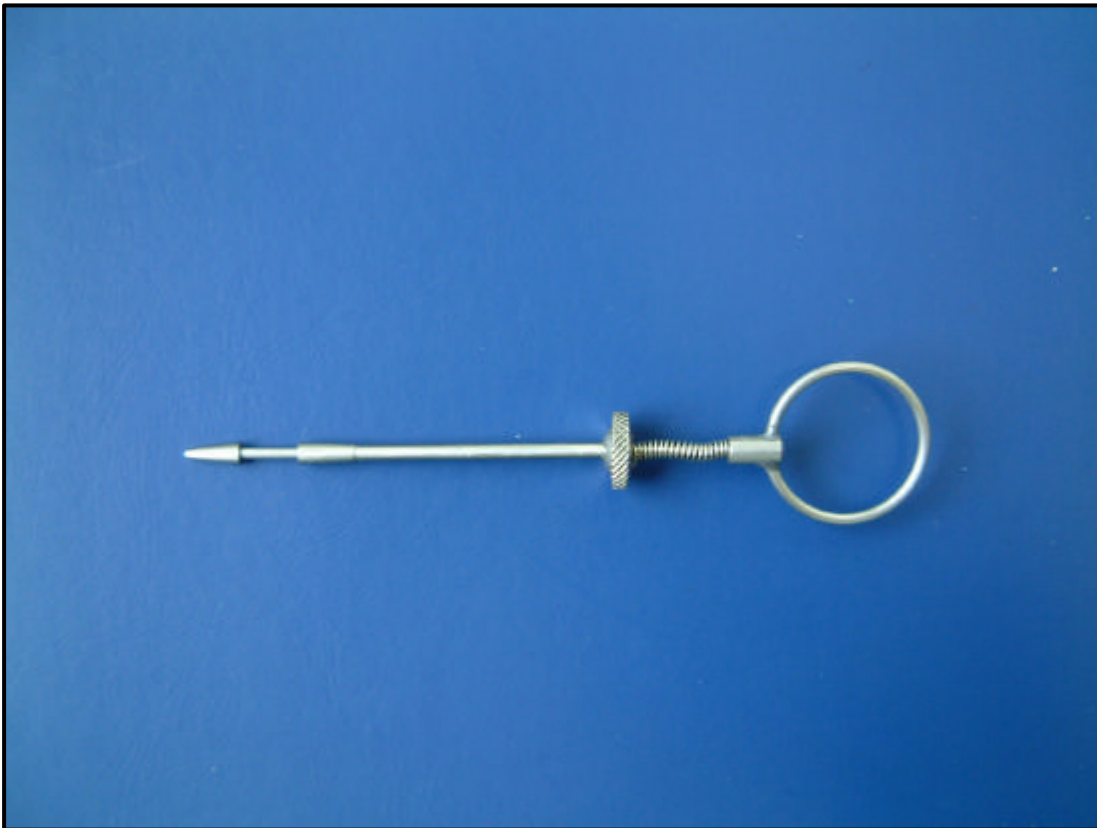


Abb. 2: Zitzenglocke nach Hug (geöffnet)

In der Anwendung wird das Instrument geschlossen in das Zitzenzysternenlumen eingeführt, durch Zurückziehen der Hülse wird der Glockenrand frei, in dem nun das zu resezierende Gewebe eingehakt und durch digitalen Druck von außen fixiert werden kann. Durch Verschieben der Hülse erfolgt das Einpressen und Abschneiden des Gewebes zwischen angeschärftem Glockenrand und Gegenlager der Hülse. In Abhängigkeit von der Schärfe des Schneidrandes und der Rigidität des Gewebes kommt es jedoch nicht selten eher zum unkontrollierten Abreißen denn zum gezielten Abschneiden der Schleimhautanteile (Brightwell, 1969).

Ein weiteres Instrument zur minimalinvasiven Zitzenchirurgie ohne Sichtkontrolle wird 1956 in der Hoffnung, eine Alternative zur Thelotomie zur Behandlung von Milchabflußstörungen gefunden zu haben, vorgestellt: Die

Zitzenkürette nach Ullner. Die Kürette stellt eine abgewinkelte, angeschliffene Metallöse dar, die im Strichkanal plaziert wird. Unter Gegendruck von Daumen, Zeige- und Mittelfinger der einen Hand soll das proliferative Gewebe im Zitzenzysternenlumen mit der Öse, die mit der anderen Hand in sagittaler Richtung auf und ab bewegt wird, sorgfältig von der Zitzenwand abgeschabt werden. Aufgrund der kaum vermeidbaren unkontrolliert entstehenden, massiven Wundflächen kommt die Anwendung der Zitzenkürette nach Ullner nach Ansicht anderer Autoren lediglich als ultima ratio, wenn alle anderen Instrumente versagen oder bei sehr derben oder großflächigen Veränderungen, in Frage (Heidrich und Renk, 1963; Grunert und Ahlers, 1979; Grunert und Diez, 1983).

Zur Inzision im Bereich des Strichkanals, in der Erwartung, eine Aufweitung desselben zu erreichen, wird das Dänische Kanülendoppelmesser eingesetzt. In einer Metallhülse (Kanüle) verbergen sich zwei Klingen, die durch schlitzförmige Aussparungen im an der Spitze abgerundeten Kopfteil des Instrumentes durch Druck auf den Innenmandrin hervorbewegt werden können. Der Winkel der Klingen und somit die Gesamtbreite des Doppelschnittes ist über eine Voreinstellung und -fixierung mittels eines Schraubenschlages wählbar. Zur Operation wird das Instrument mit versenkten Klingen durch den *Ductus papillaris* geführt und erst im Zitzenzysternenlumen geöffnet. Die Klingen werden in Anschlagstellung fixiert und das gesamte Instrument mit einem Ruck durch den Strichkanal gezogen (Heidrich und Renk, 1963; Frerking et al., 1974). In den meisten Fällen erscheint es notwendig, einen zweiten, gegenüber dem ersten um 90° versetzten, Schnitt (Kreuzschnitt) durchzuführen (Grunert und Ahlers, 1979; Radmacher, 1980).

Die Anwendung stanzender Instrumente, insbesondere des Zitzenräumers nach Frank, erfährt in den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts im Zusammenhang mit endoskopisch kontrollierten Eingriffen im Zitzenlumen eine Renaissance, die in Weiterentwicklungen des Frank'schen

Zitzenräumers resultiert (Stenosenzange nach Medl, Abb. 3; Stenosiscutter nach Eisenhut, Abb. 4). Ähnlich wie der Zitzenräumer nach Frank, der aus zwei ineinander laufenden Röhrchen besteht, von denen das äußere mit einer Fenestrierung von 4 mm Länge und 4 Breite versehen ist, während das innen laufende Röhrchen an der Oberkante einen Anschliff aufweist, werden diese Stenosenzangen zur Gewebsresektion ohne Sichtkontrolle via Strichkanal eingesetzt.



Abb. 3: Stenosenzange nach Medl (Thelamed; Babenhausen)

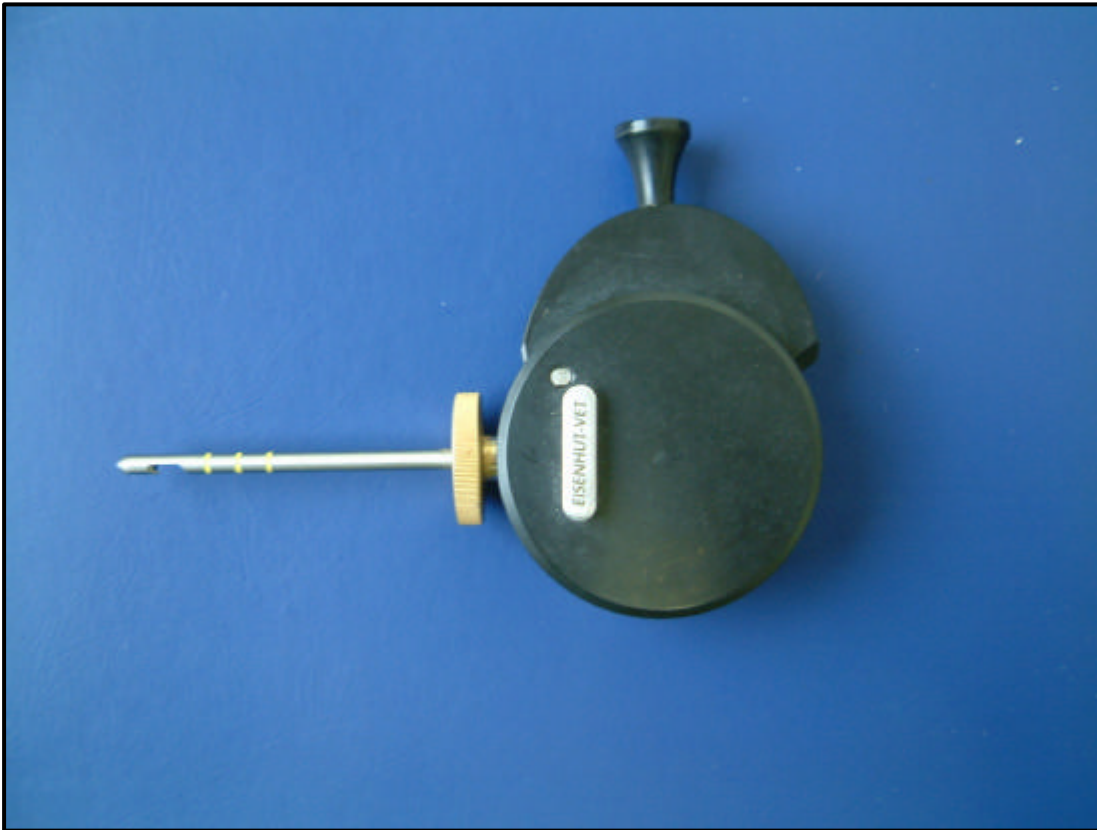


Abb. 4: Stenoscutter nach Eisenhut (Eisenhut-Vet; Allschwil, CH)

2.3.2. Thelotomie

Eine Alternative zu Geweberesektionen im Inneren der Zitze ohne Sichtkontrolle stellt die Thelotomie dar. Mit der Verbesserung der operativen Möglichkeiten hinsichtlich medikamenteller Vorbereitung der Patienten, Operationstechniken, Nahtmaterialien und antibiotischer Nachsorge wird das vormals als hoch eingeschätzte Risiko der Wundheilungsstörung geringer erachtet (Rüsch et al., 1983).

Geweberesektionen im Inneren der Zitzenzisterne werden im Rahmen einer Thelotomie nach Eröffnung der Zitzenwand in Längsrichtung vorgenommen. Zur Vorbereitung des Eingriffes muß eine gute Fixation des Patienten und eine ausreichende Schmerzausschaltung im Bereich der zu operierenden Zitze gewährleistet sein. Als weitere Grundvoraussetzungen einer

erfolgreichen Operation werden eine gute Übersichtlichkeit im Operationsfeld, aseptische Bedingungen und die Verwendung reizlosen Nahtmaterials angeführt (Rüsch, 1988).

Nach Ablegen des Patienten in Seitenlage auf einen Operationstisch und der Reinigung und Desinfektion des Operationsfeldes nach den allgemeingültigen Kriterien der Weichteilchirurgie erfolgt eine Anästhesie der Zitzenwand durch zirkuläre Infiltration eines Lokalanästhetikums an der Zitzenbasis. Hier werden gegenständig Darmklemmen oder eine Esmarch-Staubinde zur Unterbrechung des Milch- und Blutflusses zur Zitze angelegt. Ein über den Strichkanal eingeführter Fürstenbergkatheter spannt die Zitzenwand an der Stelle, an der die längsverlaufende Inzision mittels eines Skalpells vorgenommen wird. Die Schnittlänge sollte etwa 2 cm betragen und möglichst den Strichkanal selbst schonen. Durch Spreizen der Wundränder kann nun das Zitzeninnere unter Sichtkontrolle genommen und das den Milchfluß behindernde Gewebe identifiziert und mittels Scherenschlag oder Skalpellpräparation entfernt werden.

Der Wundverschluß erfolgt in mehreren Schichten, wobei die Zitzenzisternenschleimhaut gesondert mittels einer fortlaufenden, einstülpenden Naht vernäht wird. Muskel-Bindegewebsschicht und äußere Haut können in einer Naht oder aber, in Abhängigkeit von der Wanddicke, getrennt verschlossen werden (Aher et al., 1990).

Zur operativen Nachsorge werden die Zitzen unter antibiotischer Abdeckung unter Verband genommen und entweder täglich mittels eines Fürstenberg-Katheters abgelassen oder aber temporär trockengestellt. Frühestens am 10. postoperativen Tag kann, nach Entfernung des Nahtmaterials der Hauthefte, die Maschinenmelkbarkeit überprüft werden und der Milchentzug wieder zweimal täglich maschinell erfolgen.

2.3.3. Endoskopiegestützte Zitzenoperation

Medl und Mitautoren greifen 1994 die Problematik aufgrund unbefriedigender Ergebnisse, sowohl der weiterhin geübten Praxis der Blindresektion von Gewebe als auch der Thelotomie, erneut auf und entwickeln die Zitzenendoskopie weiter. Die konventionelle Methode der endoskopischen Zitzenchirurgie basiert auf der mechanischen Resektion von Gewebezubildungen im Bereich der Zitzenspitze unter endoskopischer Kontrolle über einen lateral die Zitzenwand perforierenden Zugang. Vor allem Zubildungen an der inneren Strichkanalmündung werden über die Lateralendoskopie diagnostiziert und beurteilt, die Entfernung der den Milchfluß behindernden Strukturen erfolgt mit in den Strichkanal eingeführten Spezialinstrumenten, wie beispielsweise der Stenosenzange nach Medl (Fa. Thelamed, Babenhausen). Die Vorbereitung des Patienten sieht eine Fixation, beispielsweise in einem Untersuchungsstand, vor. Eine allgemeine Sedation ist nur im Einzelfall notwendig. Milch- und Blutfluß zur Zitze werden temporär durch einen an der Zitzenbasis angelegten Stauschlauch oder eigens entwickelte Klemmen ("Zitzenkluppe") unterbrochen, das Zitzenlumen wird mit steriler physiologischer Kochsalzlösung gespült. Um eine Lateralendoskopie durchführen zu können, muß die laterale Zitzenwand mit einem über den Strichkanal eingeführten Obturator – nach Infiltrationsanästhesie an der Ausstichstelle oder Ringblock-Anästhesie an der Zitzenbasis - durchstoßen werden. Anschließend wird bei der Anwendung des Instrumentariums der konventionellen Zitzenendoskopie nach Medl und Mitarbeitern (1994) das Endoskop von lateral über einen Schutzschaft in die Zitzenzisterne vorgeschoben. Um die Zitze in dilatiertem Zustand zu halten, wird über den Spülkanal des Schutzschafes Luft in die Zitzenzisterne insuffliert. Der Zustand der Fürstenberg-Rosette, Schleimhautabrisse und Zerreißen der Schleimhaut in diesem Bereich lassen sich dann im endoskopischen Bild darstellen (Medl et al., 1994; Melle, 1998; Seeh und Hospes, 1998). Eine über den Strichkanal eingeführte Zange oder Stanze dient der Resektion von Gewebeanteilen.

Die gleichzeitige Bedienung des Instrumentes, in dessen Stanzenöffnung die zu entfernende Struktur digital von außen hineingedrückt wird, und des Endoskopes, das für eine optisch kontrollierte Resektion exakt in optimaler Position gehalten werden muß, gestaltet sich allerdings selbst für den geübten Operateur oftmals problematisch, so daß in der Regel eine Operationsassistenz nötig ist (Querengässer, 1998; Seeh und Hospes, 1998). Nach Beendigung der Resektion und dem Entfernen des Schneideinstrumentes und des Endoskopes aus der Zitze wird der seitliche Zugang mit einem Sultan-Diagonalheft oder einem Einzelknopfheft verschlossen. Dann werden 20 ml einer sterilen physiologischen Kochsalzlösung in die Zitze instilliert und anschließend zwecks Spülung der Zitze und Überprüfung der Melkbarkeit herausgemolken. Es erfolgt eine intrazisternale antibiotische Versorgung des betreffenden Viertels. Ein Wachsstab (Keratelin[®], WDT) wird zur Ruhig- und Weitstellung des Strichkanals eingeführt und unter einem Zitzenverband fixiert.

2.3.4. Videoassistierte theloskopische Elektroinzision

Für die videoassistierte theloskopische Elektroinzision (John et al., 1998) gelangt ein urologischer Arbeitsschaft (Karl Storz, Tuttlingen) mit einem Durchmesser von 24 Charrière (etwa 8 mm) zur Anwendung, in welchen das Endoskop mit integriertem Lichtkanal, Sichtkanal, Arbeitskanal für Instrumente und Spülkanal eingeführt wird. Die Befunde werden dabei mit einer 0°- und einer 30°-Optik (Karl Storz, Tuttlingen) und einer konventionellen Kaltlichtquelle mit angeschlossener Kamera auf einen Bildschirm übertragen und aufgezeichnet. Als Spüllösung dient 0,9%ige NaCl-Lösung.

Der operative Eingriff erfolgt am sedierten und in Seitenlage verbrachten Tier nach einer Lokalanästhesie mittels eines subkutanen Ringblocks an der Zitzenbasis.

Im Anschluß an eine latero-sagittale Eröffnung der Zitze (Stichinzision) im Bereich der Zitzenzisterne von etwa 8 mm Länge wird der urologische Arbeitsschaft mit eingelegtem Mandrin in die Zitzenzisterne eingeführt. Nach der Entfernung des Mandrins werden Optik und Elektroschlinge in den Arbeitsschaft insertiert. Mit der Schneideelektrode wird anschließend das für die Milchabflußstörung verantwortliche Gewebe elektrisch gespalten. Die Übersichtlichkeit im Operationsfeld wird mit Hilfe des Spülstrahls und der Koagulation feiner arterieller und venöser Blutungen sichergestellt.

Nach dreischichtigem Wundverschluß wird das Euterviertel antibiotisch versorgt und ein Zitzenverband angelegt. Für zehn Tage wird die Milch dem operierten Viertel in zweitägigem Abstand über ein Melkröhrchen passiv entzogen, anschließend wird das Viertel jeweils erneut antibiotisch abgedeckt.

Die Überprüfung der Melkbarkeit ist frühestens am 10. Tag post operationem möglich.

2.3.5. Theloskopische Triangulationstechnik

Die Theloskopische Triangulationstechnik (Hirsbrunner und Steiner, 1999) ist in ihrer Vorgehensweise der Triangulation in der arthroskopischen Chirurgie vergleichbar.

Auch bei dieser Methode der minimalinvasiven Zitzenchirurgie sieht die Vorbereitung des Patienten eine Sedation vor, ein Ablegen auf einem Operationstisch ist aufgrund der Aufwändigkeit des Operationsverfahrens obligatorisch. Die Unterbrechung des Milch- und Blutflusses zur Zitze sowie die lokale Schmerzausschaltung geschehen nach den bereits beschriebenen Methoden, ebenso die vorbereitende Spülung der Zitzenzisterne und die Desinfektion des Operationsfeldes.

Über den Strichkanal wird zunächst ein Endoskopschaft mit stumpfem Trokar in das Zitzenlumen eingeführt. Nach Ersetzen des Trokars durch ein starres

Endoskop und Luftinsufflation über den Endoskopschaft erfolgt unter langsamem Zurückziehen des Instrumentes eine orientierende Untersuchung des Zitzeninneren.

Nachdem Schaft und Endoskop aus dem Strichkanal entfernt und durch einen Fürstenberg-Katheter ersetzt sind, wird Luft in das Zitzenlumen insuffliert und 10 mm distal der Zitzenbasis eine perforierende Stichinzision in die Zitzenzisterne hinein vorgenommen, die als Zugang für Endoskopschaft und Endoskop dient. Die Luftinsufflation ist nun über den Endoskopschaft möglich, der Fürstenberg-Katheter wird durch einen stumpfen Trokar ersetzt. Über eine zweite perforierende Stichinzision 5 mm proximal der Fürstenberg-Rosette kann ein Instrumentenzugang geschaffen werden, durch den eine Endoskopie-Schere eingeführt und die zur Resektion von Gewebe unter endoskopischer Kontrolle bedient wird.

Nach der Geweberesektion, Entfernung der Instrumente, chirurgischem Verschluss der Zugänge und Spülung der Zitze werden die operierten Patienten für drei Tage partiell temporär antibiotisch trockengestellt. Die Maschinenmelkbarkeit wird am 4. Tag *post operationem* überprüft und die Trockenstellung aufgehoben. Das Nahtmaterial ist 10 Tage *post operationem* zu entfernen.

2.4. Melkbarkeitsüberprüfung nach Eingriffen an der Zitze des Rindes

Die Wiederherstellung der ungestörten Melkbarkeit im Sinne einer *“restitutio ad integrum”* ist das Ziel des operativen Eingriffes an Zitzen, die von Milchabflußstörungen betroffen sind. Die objektive Beurteilung der Stärke des Milchstrahles, insbesondere der Vergleich mit den vor der Verletzung herrschenden Verhältnissen, ist unter Praxisbedingungen kaum möglich. Eine Einschätzung des Erfolges der Operation kann somit häufig nur subjektiv erfolgen.

Eine Melkbarkeitsüberprüfung durch Handmelken der operierten Zitze unmittelbar postoperativ läßt einen Vergleich mit dem praeoperativ festgestellten Milchfluß zu und fällt in der Regel, in Abhängigkeit von Umfang und Lokalisation resezierten Gewebes, meist zunächst zufriedenstellend aus. Auch das Ergebnis eines alternierenden Abmelkens von Milchstrahlen aus der operierten und der entsprechenden kontralateralen Zitze kann zur direkten Beurteilung herangezogen werden.

Eine weitere Möglichkeit der Überprüfung des Resultates des chirurgischen Eingriffes ist mit der Erfassung der Geschwindigkeit des Ausmelkens des betroffenen Euterviertels im Vergleich zum kontralateralen Euterviertel bei maschinellem Milchentzug gegeben. Unter Annahme einer identischen oder zumindest sehr ähnlichen Milchmenge der beiden Euterviertel und gleicher Vakuumverhältnisse und Dimensionierung der entsprechenden Zitzenbecher der Melkmaschine sollten vergleichbare Euterviertel in annähernd gleichem Zeitintervall ausgemolken sein, was einen Rückschluß auf die Qualität der Melkbarkeit der entsprechenden Zitzen zuläßt.

Eine Objektivierung der Milchfluß- und Milchmengenerfassung sowie des Melkverhaltens kann lediglich mittels des Einsatzes von Meßgeräten, die dem Milchfluß von der Zitze zum Sammelbehälter der Melkmaschine zwischengeschaltet sind, erfolgen. Mit Hilfe handelsüblicher Meßsysteme (System LactoCorder[®]; Foss Deutschland GmbH, Hamburg) und unter Verwendung einer Viertelgemelks-Melkmaschine können computergestützt Daten über Milchflußraten ($> 0,1$ kg/min), Spitzenmilchfluß, Milchgesamtmenge und viele andere Parameter erhoben und aufbereitet werden (Wellnitz et al., 1999). Auch zur Überprüfung des Melkverhaltens verletzter Zitzen (Riedl et al., 2001) oder des Therapieerfolges nach operativen Eingriffen (Querengässer et al., 2002) können die genannten Systeme genutzt werden.

2.5. Histologische Befunde an der gesunden und an der traumatisierten Zitzenzisternenschleimhaut des Rindes

Unter physiologischen Bedingungen spiegelt der histologische Aufbau der Rinderzitze die makroskopisch erkennbare Dreischichtigkeit der Zitzenwand wider.

Das relativ dünne, unbehaarte Epithel besteht nur aus wenigen Zellschichten, was einerseits die Anpassungsfähigkeit der Zitze beim Melkakt begünstigt, andererseits jedoch das Risiko für Verletzungen erhöht. Die Epidermis zeigt den klassischen Aufbau eines mehrschichtigen Plattenepithels mit einem *Stratum corneum* (wenige Zellschichten), einem *Stratum lucidum* (ein bis zwei Lagen), einem *Stratum granulosum* (zwei bis drei Lagen) und einem *Stratum spinosum* (zwei bis sechs Lagen).

Eine Besonderheit stellt das Fehlen einer *Subcutis* dar: Die äußere Haut ist fest, dabei jedoch elastisch, mit der darunterliegenden Bindegewebs-Muskelschicht verbunden.

Diese macht im Querschnitt den hauptsächlichen Anteil der Zitzenwand aus. Sie besteht aus in verschiedenen Richtungen verlaufenden Muskelfasern, die nach apikal eine zirkuläre Anordnung erkennen lassen (*Musculus sphincter papillae*), dem Bindegewebe mit elastischen Fasernetzen und kollagenen Fasersystemen und den eingelagerten arteriellen und venösen Blutgefäßen.

Die innerste Schicht bildet im Bereich der Zitzenzisterne eine bindegewebige Grundlage als Verbindung zur Bindegewebs-Muskelschicht, der eine feine Basalmembran aufliegt. Die eigentliche Auskleidung der Zitzenzisterne repräsentiert ein zweischichtiges, hochprismatisches Epithel.

Im Bereich des *Ductus papillaris* sitzt das stark verhornende, mehrschichtige Plattenepithel einem ausgeprägten Papillarkörper auf, dessen Papillen im apikalen Bereich mündungswärts ausgerichtet sind.

Das *Stratum basale* nimmt Kontakt mit der Bindegewebs-Muskelschicht auf. Das *Stratum spinosum* ist nur gering ausgebildet, dafür besteht das

prominente *Stratum granulosum* aus bis zu 20 Zellschichten. Das *Stratum lucidum* fehlt weitgehend, das *Stratum corneum* weist eine intensive Verhornung auf der gesamten Länge des Strichkanals auf.

Diese grundsätzlich unterschiedliche Innenauskleidung der milchableitenden Wege im Bereich der Zitzenkuppe ist nicht durch einen fließenden Übergang, sondern vielmehr durch eine schroffe Abgrenzung im apikalen Bereich der Fürstenberg-Rosette gekennzeichnet (Michel, 1993).

Histologische Untersuchungen zu pathologischen Veränderungen im Zusammenhang mit Milchabflußstörungen oder Manipulationen, insbesondere im Bereich des Strichkanals und der Fürstenberg-Rosette, sind bisher in nur geringem Umfang durchgeführt worden.

In einer wissenschaftlichen Studie zu den Auswirkungen endoskopischer Untersuchungen der Rinderzitze, gleichzeitig zu den Folgen der Implantation von Melkröhrchen (Tulleners und Hamir, 1990) wurden 48 Zitzen von 12 in unterschiedlichen Verfahren operierten Milchkühen untersucht. Im Bereich des Strichkanals fanden die Autoren zehn Tage nach erfolgtem Eingriff durch die Instrumentenpassage ausgelöste, ausgeprägte Ulzerationen des Strichkanalepithels mit zellulären Infiltraten der Bindegewebs-Muskelschicht, die hauptsächlich von neutrophilen Granulozyten und roten Blutzellen gebildet wurden. An Stellen, an denen iatrogene Verletzungen der Strichkanalschleimhaut in Form von Biopsien vorgenommen worden waren, hatten sich in einem Zeitraum von 14 Tagen *post operationem* zentrale Fibrin- und Blutgerinnsel gebildet. In den Randbereichen der Verletzungen konnten in H.E.-(Hämatoxylin-Eosin)-gefärbten histologischen Präparaten regelmäßig fibrovaskuläre Gewebeproliferationen nachgewiesen werden. Tiere, die vier Wochen nach erfolgter Operation zur Untersuchung kamen, zeigten an den Zitzenzisternenschleimhäuten einen fortschreitenden Heilungsprozeß. Lediglich vereinzelt waren an den Biopsiestellen fokale Ulzerationen der Schleimhaut festzustellen. Die in der Regel nachweisbaren fokalen, submukösen Fibrosierungen waren weitgehend von Epithel

überdeckt. Bei acht Wochen *post operationem* untersuchten Zitzen waren die iatrogenen Schleimhautverletzungen ausnahmslos verheilt, von Epithel bedeckte, fokale, submuköse Fibrosierungen waren jedoch stets in der histologischen Untersuchung detektierbar.

Bleul et al. (2000) untersuchten die Auswirkungen einer fünftägigen Trockenstellung unter Verwendung von Wollzitzenstiften an 12 Eutervierteln dreier gesunder Milchkühe und verglichen die Ergebnisse mit denen einer gleich großen Kontrollgruppe von Tieren, bei denen die Trockenstellung ohne Zitzenstifte durchgeführt worden war. Im Rahmen der Untersuchung kamen die Zitzen drei Tage nach letztmaliger Therapie zur histologischen Probenaufarbeitung. An den angefertigten, H.E.-gefärbten Präparaten fanden sich in der Kontrollgruppe lediglich geringgradige lympho-plasma-histiozytäre submuköse Infiltrate. Die Verumgruppe jedoch wies massive Veränderungen der Zitzenzysternenwände auf: Bei allen Zitzen konnten fibrinös-nekrotisierende, teils chronisch-eitrige Entzündungen der Mukosa sowie der Bindegewebs-Muskelschicht nachgewiesen werden. Das zweischichtige Zylinderepithel war beim größten Teil der untersuchten Zitzen vollständig zerstört und herdförmig massiv von neutrophilen Granulozyten durchsetzt.

3. Entwicklung einer neuen minimalinvasiven Operationsmethode - Theloresektoskopie

Die Tatsache, daß von Anwenderseite minimalinvasive Operationsverfahren in der Zitze des Rindes ohne Sichtkontrolle häufig hinsichtlich der chirurgisch unbefriedigenden Situation des "Blindspaltens" kritisiert wurden, hatte in der logischen Konsequenz und mit der Verfügbarkeit filigraner Endoskope die Entwicklung endoskopisch kontrollierter Methoden zur Folge. Die gängigen Verfahren (vgl. 2.3.) haben jedoch gemeinsam, daß sie unter Praxisbedingungen aufgrund der obligatorischen Operationsassistenz oder aber der Aufwendigkeit der Vorbereitung des Patienten und der Operationsdurchführung nur bedingt einsetzbar sind.

Weiterhin erfolgt bei den meisten beschriebenen Operationsmethoden die Resektion von Gewebe mit Hilfe schneidender oder stanzender Instrumente und ohne lokale Blutungsstillung im Operationsfeld, was hinsichtlich der Wundheilung und der Ausbildung von Verklebungen, Narbengewebe und überschießenden Gewebereaktionen zumindest hypothetisch als problematisch anzusehen ist.

Diese Kritikpunkte, die die Verdienste der verschiedenen Ansätze der minimalinvasiven Zitzenchirurgie nicht schmälern sollen, stellten den Anlaß zu Überlegungen hinsichtlich alternativer Möglichkeiten dar. Ziel der Entwicklung eines neuartigen Instrumentariums war es, eine Operationsmethode zu etablieren, die *in praxi* durch eine Person, ohne Operationsassistenz, einhändig durchgeführt werden kann. Darüber hinaus sollte der Einsatz der Hochfrequenzstrom-(HF)-Chirurgie, der sich insbesondere bei Eingriffen an den Schleimhäuten bewährt hat, zur Geweberesektion an der Zitzenzysternen- und Strichkanalschleimhaut des Rindes erprobt und evaluiert werden.

Entsprechend dem formulierten Anspruch, ein Operationsverfahren zu entwickeln, das endoskopische Diagnostik und HF-chirurgische Intervention

im gleichen Arbeitsgang und, wenn möglich, in einem Instrument vereinigen sollte, wurde der Arbeitstitel "Theloresektoskopie" gewählt. Wenn auch die Kombination griechischer (*thele* = Zitze; *skopein* = betrachten) und lateinischer (*resecare* = wegschneiden) Wortkomponenten als philologisch problematisch kritisiert wurde (Sernetz, 1998), so entspricht diese Vorgehensweise human- und tiermedizinischer Tradition und Nomenklatur.

3.1. Instrumentarium und Materialien

Basierend auf den dargestellten Überlegungen (vgl. 3.) erfolgte eine Sichtung der kommerziell erhältlichen Instrumente unterschiedlicher Anbieter, die als Ausgangsmaterialien zur Zusammenstellung eines Operationssets geeignet erschienen. In dieser Frage wurde eine Zusammenarbeit mit einem führenden Unternehmen mit langjähriger Erfahrung auf dem Gebiet der Endoskopie als sinnvoll erachtet. Im folgenden werden die Instrumente (Karl Storz, Tuttlingen) mit den zugehörigen Kennziffern näher beschrieben.

Die optische Einheit des Theloresektoskopes besteht aus einem 19,7 cm langen und okularseitig 2,1 mm, objektivseitig 1,9 mm im Durchmesser starken, starren Endoskop (64017 A) mit Hopkins-Stablinse. Diese Geradeausblick-Optik (0°) besitzt eine eingebaute Fiberglas-Lichtleitung, die mit Hilfe eines Fiberglas-Lichtkabels (69495 NA) an eine Kaltlichtquelle (Kaltlicht-Fontäne VETERINARY, 69111001) angeschlossen wird.

Die Optik wird in einem Arbeitselement (68047 E) arretiert, das zusätzlich eine Wolframdraht-Schlingenelektrode (68047 EL), die auf den Vorderteil des Endoskopes aufgeschoben wird, aufnimmt (Abb. 5).

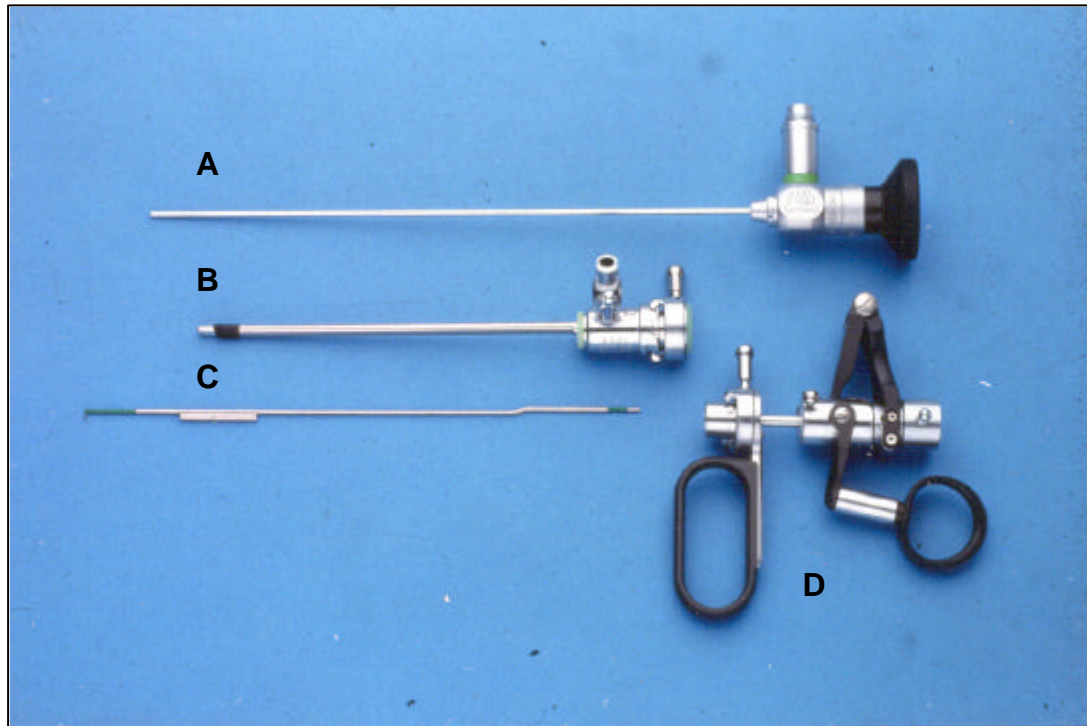


Abb. 5: Einzelkomponenten des Theloresektoskopes (A=Endoskop; B=Arbeitschaft; C=Schneidelektrode; D=Arbeitselement)

Mit Hilfe der Finger- und Daumenösen des Arbeitselementes und eines zwischengeschalteten Federmechanismus kann die Koagulationselektrode nunmehr in Längsrichtung des Endoskopes bewegt werden. Die Elektrode wird mittels eines Hochfrequenzkabels (278 KE) mit dem Hochfrequenzstrom-Generator (0,3 bis 2 MHz; 62520501) verbunden, ebenso wie die Neutralelektrode aus leitfähigem Silikon (860021 E), die den Stromfluß, der durch Betätigung eines Fußschalters ausgelöst wird, gewährleistet. Die HF-Wechselstrom-Ausgangsleistung zur Durchführung der Theloresektoskopie sollte zwischen 40 und 100 Watt bei einem Generatorstrom von 0,25 bis 0,7 A liegen. In der erforderlichen monopolaren Anwendungstechnik fließt bei Freigabe des Stromflusses der Strom von der Schneidelektrode durch den Körper des Patienten über die Neutralelektrode zum Generator zurück. Endoskop und Schlingenelektrode werden nun in einen Arbeitschaft (68047 E) mit einem maximalen Außendurchmesser von 3,63 mm (11 Charrière) eingeführt und dieser mit dem Arbeitselement verriegelt. Nach Luftleitungsverbindung des LUER-Lock-Anschlusses des

Arbeitsschaftes mit dem Ausgang der in die Kaltlicht-Fontäne integrierten Insufflationspumpe ist das Theloresektoskop zur Theloresektoskopie via Strichkanal einsatzbereit (Abb. 6).

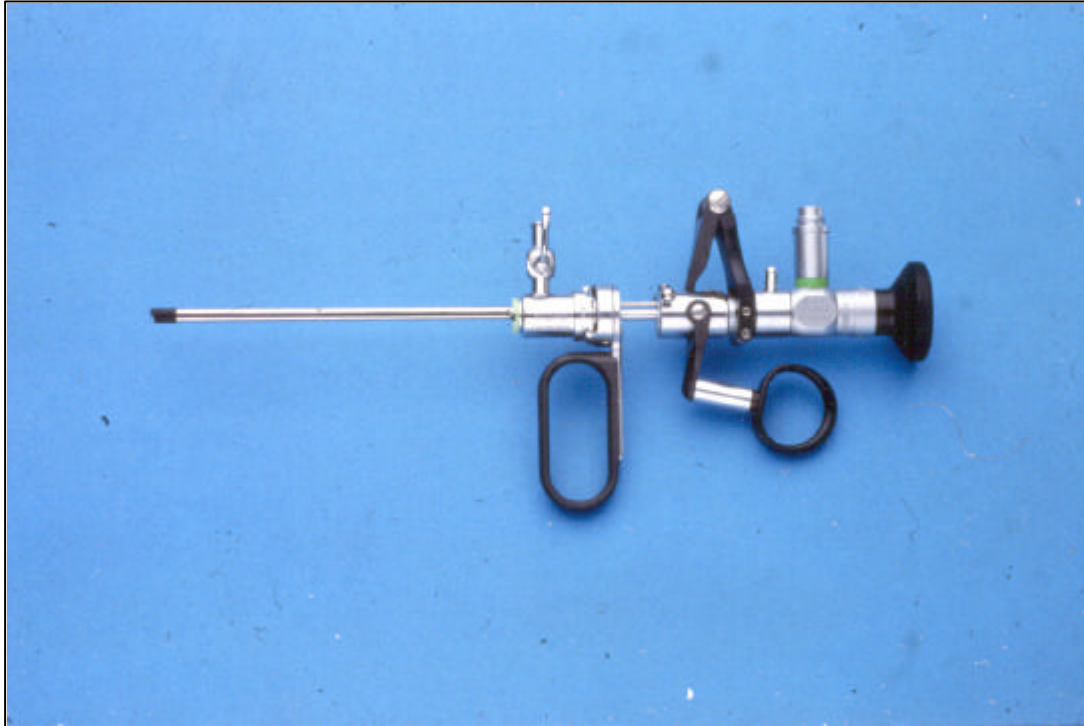


Abb. 6: Zusammengesetztes Theloresektoskop

Für die Durchführung einer Lateral-Theloresektoskopie kam in der ursprünglichen Version des Sets ein zum Arbeitsschaft passender, für die spezifischen Erfordernisse (vgl. 3.3.) werksseitig durch Anschliff angepaßter Obturator (68047 EO) zum Einsatz. Im überarbeiteten, aktuellen Theloresektoskopie-Set ist aufgrund der veränderten Vorgehensweise bei Schaffung des Lateralzugangs (vgl. 3.3.) dieses Instrument durch einen stumpfen (68048 O) und einen konischen Obturator (68048 H) mit Trokarhülse (68048 E) ersetzt worden.

Die Theloresektoskopie erfolgt entweder mit direkter Sichtkontrolle über das Okular des Endoskopes oder aber durch Aufsatz eines C-Mount-Objektives

und Übertragung mit einer Endovision TELECAM DX-Kameraeinheit (69232101) auf einen Farbmonitor (9266 S).

Durch Zwischenschaltung eines Videorecorders, eines Videoprinters oder einer digitalen Standphotoeinrichtung kann der Operationsvorgang entweder im gesamten Ablauf oder in Teilschritten dokumentiert werden.

3.2. Operationsmethoden

Grundsätzlich können bei der Theloresektoskopie in Abhängigkeit von der Lokalisation der Ursache der Milchabflußstörung zwei Methoden der chirurgischen Intervention unterschieden werden: Theloresektoskopie via Strichkanal und Lateral-Theloresektoskopie.

Bei Vorliegen proximal im Zitzenzysternenlumen befindlicher Ursachen für Milchabflußstörungen, wie zum Beispiel Polypen, Schleimhautabrisse an der Zitzenwand oder transversal respektive longitudinal verlaufenden Septen, ist der Zugang zur Zitzenzysterne über den Strichkanal zu wählen. Diese Vorgehensweise birgt den Vorteil, zur Geweberesektion im Lumen der Zitze keinen zusätzlichen künstlichen Zugang schaffen zu müssen, was im Sinne der Minimalinvasivität einer Operationsmethode als ideal anzusehen ist. Auch zur orientierenden Untersuchung im Rahmen der Vorbereitung eines geplanten lateral-theloresektoskopischen Eingriffes erweist sich die Theloresektoskopie via Strichkanal als vorteilhaft.

Eine Lateral-Theloresektoskopie ist in den Fällen notwendig, in denen in der Zitzenkuppe, an der Fürstenberg-Rosette oder im Strichkanal Gewebezubildungen oder Schleimhautabrisse den Milchfluß behindern. Um das Innere der Zitzenkuppe unter endoskopische Sichtkontrolle nehmen zu können, muß der Blick nach apikal gerichtet und somit die Insertionsstelle des Theloresektoskopes in das Zitzenlumen weiter proximal gelegen sein. Wenn hier zur Geweberesektion ein zusätzlicher Zugang zum Zitzenlumen

erforderlich ist, so ist bei einem maximalen Durchmesser der Eröffnung der Zitzenwand von etwa 4 mm die Minimalinvasivität der Methode gewährleistet.

3.3. Operationsdurchführung

Theloresektoskopische Eingriffe werden am stehenden, im Untersuchungsstand fixierten oder am auf einem Operationstisch für Großtiere abgelegten Tier durchgeführt. Wenn länger dauernde und mit der Entfernung größerer Gewebszubildungen einhergehende Eingriffe notwendig erscheinen, erfolgen diese grundsätzlich am niedergelegten und in Seitenlage fixierten Tier. Eine Sedation der Tiere ist nur im Ausnahmefall, bei sehr widersätzlichen Patienten, notwendig.

Wird der Patient zur Operation in einem Klauenpflegestand fixiert, erfolgt die Befestigung der Neutralelektrode im distalen Oberschenkelbereich mittels einer Gummimanschette. Bei der Operationsdurchführung am niedergelegten Tier kann die Neutralelektrode zwischen Euter und Oberschenkelinnenseite platziert werden, nachdem die Kontaktflächen der entsprechenden Hautbezirke mit physiologischer Kochsalzlösung angefeuchtet worden sind.

Nach Ablassen der Milch aller vier Euterviertel mittels steriler Fürstenberg-Katheter, unterstützt durch die intramuskuläre Gabe von 20 I.E Oxytocin, erfolgt die Reinigung des Operationsfeldes und eine gründliche Desinfektion der Zitzenhaut. Eine lokale Schmerzausschaltung ist nur bei großflächigen Geweberesektionen via Strichkanal, grundsätzlich jedoch bei Lateral-Theloresektoskopien notwendig und wird durch eine Infiltrationsanästhesie im Bereich des Fürstenberg-Venenringes unter Verwendung von 2 x 20 ml einer Lokalanästhetikum-Lösung ohne Sperrkörper erreicht. Eine Alternative stellt die intramurale Injektion von 2 ml eines entsprechenden Anästhetikums im Bereich der vorgesehenen lateralen Perforationsstelle dar. Um störenden

Milchfluß und Blutungen während der Operation zu verhindern, wird an der Zitzenbasis ein elastischer Stauschlauch angebracht.

Zur Durchführung der Theloresektoskopie via Strichkanal (Übersicht 3) wird nach Spülung der Zitze mit destilliertem Wasser das Instrument in den *Ductus papillaris* eingeführt und das Zitzenlumen durch Insufflation von Luft dilatiert (Abb. 7). Nach Identifikation der Struktur, die die Milchabflußstörung verursacht, folgt eine Einschätzung der Operationsaussichten.

Über den Handgriff des Theloresektoskopes ist die Öse der HF-Elektrode punktgenau mit der zu entfernenden Struktur in Kontakt zu bringen, so daß Gewebe sondiert und durch Einschalten des Stromes reseziert werden kann.



Abb. 7: Theloresektoskopie via Strichkanal

Je nach Ausdehnung des behindernden Gewebes wird die Operation durchgeführt, ohne das Instrument aus dem Inneren der Zitze entfernen zu müssen. Lediglich in Einzelfällen, wenn großflächige Gewebresektionen erforderlich sind, empfiehlt es sich, das Theloresektoskop zwischenzeitlich zu reinigen und das Zitzenlumen mit elektrolytfreien Lösungen zu spülen.

Für die Lateral-Theloresektoskopie (Übersicht 3; nach: Hospes und Seeh, 1999) ist eine abweichende Vorgehensweise notwendig. Ursprünglich wurde die laterale Zitzenwand mit einem über den Strichkanal eingeführten angeschliffenen Obturator durchstoßen. Nach Platzierung des Schutzschaftees durch Aufstülpen auf die Spitze des Obturators (Abb. 8), Vorschieben in das Zitzenlumen und anschließender Entfernung des Obturators konnte die instrumentelle Einheit Endoskop und HF-Schlinge von lateral in die Zitzenzisterne vorgeschoben und mittels eines Arretierungsmechanismus in diesem fixiert werden.

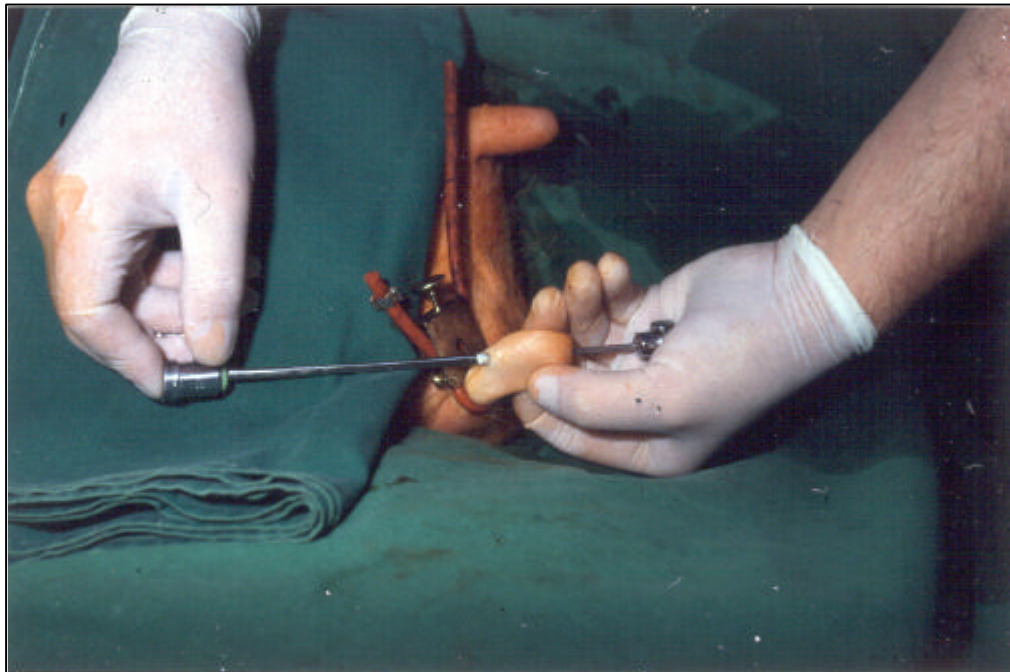


Abb. 8: Perforation der Zitzenwand mit angeschliffenem Obturator und Aufsetzen des Arbeitsschaftees

In der Überarbeitung des Instrumentariums wurde dieser Vorgang modifiziert. In den Strichkanal wird nun ein konischer Obturator, der mit einer Führungshülse versehen ist, eingeführt und die Zitzenzistenwand an der vorgesehenen und mit Anästhetika vorbereiteten Stelle schräg nach proximal verlaufend durchstoßen. Beim Zurückziehen des Obturators verbleibt die Führungshülse in der Perforationswunde und das zusammengesetzte Theloresektoskop kann in die Zitzenzisterne vorgeschoben werden (Abb. 9).

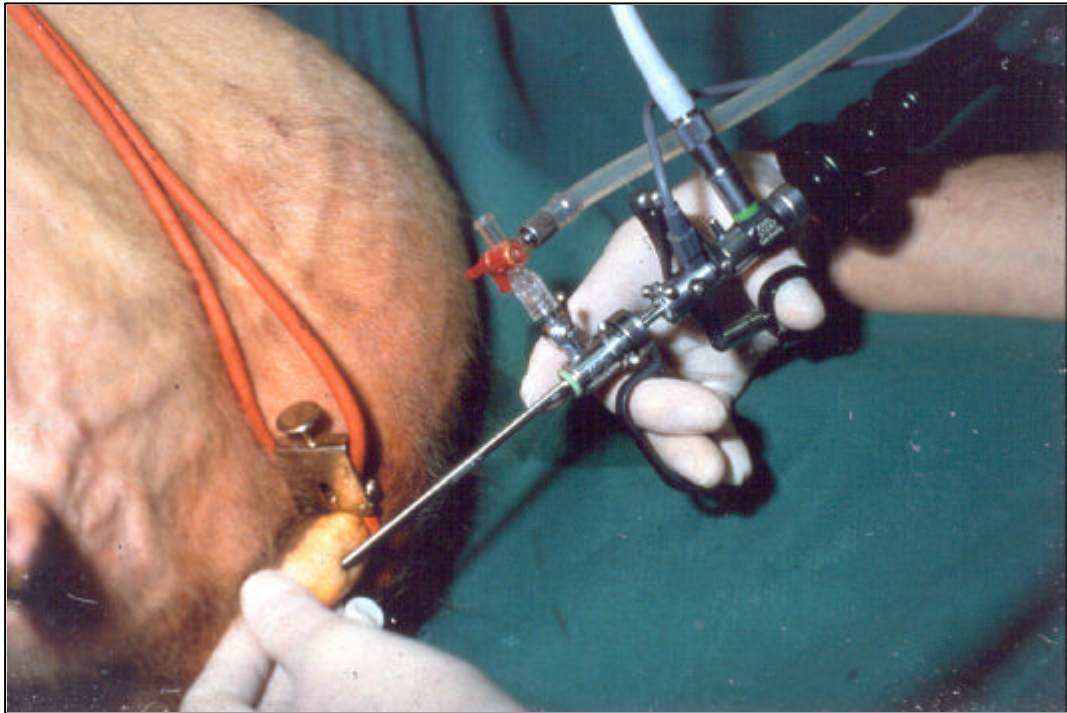
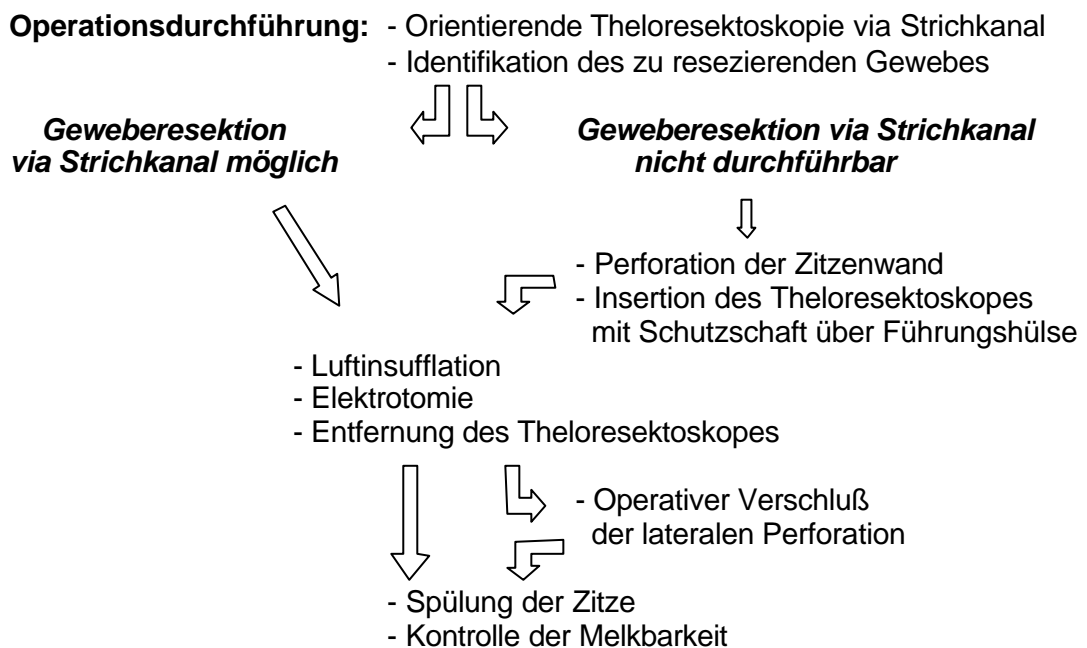


Abb. 9: Perforation der Zitzenwand mit konischem Obturator mit Führungshülse, Einführen des Theloresektoskopes

Um die Zitze in dilatiertem Zustand zu halten, wird über den LUER-Lock-Anschluß des Schutzschafes Luft in die Zitzenzisterne insuffliert. Es erfolgt die Erfassung der Ursache für die Milchabflußstörung im endoskopischen Bild und die Beurteilung der Abweichung vom regelhaften Aussehen der Fürstenberg-Rosette. Das für die Reduzierung oder das völlige Sistieren des Milchflusses verantwortliche Gewebe wird mit der HF-Schlinge erfaßt, angehoben, in seiner Ausdehnung beurteilt und entfernt. Der Operateur richtet das Endoskop mit einer Hand so aus, daß das Operationsfeld während des gesamten Eingriffs unter Sichtkontrolle verbleibt. Gleichzeitig wird über den Handgriff des Endoskopes die HF-Schlinge dirigiert. Zur besseren Darstellbarkeit der inneren Strichkanalmündung und zur Beurteilung seiner Durchgängigkeit kann nach der Gewebsresektion unter endoskopischer Kontrolle ein Fürstenberg-Katheter in den Strichkanal eingeführt werden.

Übersicht 3: Theloresektoskopie via Strichkanal und Lateral-Theloresektoskopie

Indikation:	Milchabflußstörung
Kontraindikationen:	Perforierende Zitzenverletzung, Thelitis, Mastitis
Operationsmöglichkeiten:	Via Strichkanal und als Lateral-Theloresektoskopie
Instrumentarium:	Theloresektoskop, Obturatoren, Schneid- und Neutralelektroden, HF-Generator, Lichtquelle mit Insufflationspumpe, Anschlußleitungen, Stauschlauch, Fürstenbergkatheter
Medikamente:	(Sedativum), Lokalanästhetikum, Spüllösung, lokale und/oder parenterale Antibiose, Wachsstab, Naht- und Verbandmaterial
Personal:	Operationsassistentz nicht notwendig
Patientenvorbereitung:	(Sedation), Fixation im Stehen oder Liegen, Lokalanästhesie, Ablassen der Milch des betroffenen Euterviertels, Unterbindung des Milchflusses, Reinigung und Desinfektion, Befestigung der Neutralelektrode



Postoperative Versorgung: Temporäre antibiotische Trockenstellung des Euterviertels mit Insertion eines Wachsstabes und Verband, parenterale Antibiose, tägliche palpatorische Kontrolle des Euterviertels, Wechsel des Wachsstabes 4-5 Tage p.op., erneute Trockenstellung, Entfernen des Nahtmaterials, endgültige Aufhebung der Trockenstellung 8-10 Tage p.op.

Nachdem Theloresektoskop und Führungshülse aus der Zitze entfernt sind, wird der seitliche Zugang mit einem Sultan-Diagonalheft oder einem Knopfheft verschlossen. Dann werden 20 ml steriler physiologischer Kochsalzlösung in die Zitze instilliert und anschließend zwecks Spülung der Zitze und Überprüfung der Melkbarkeit herausgemolken.

Die operative Nachsorge besteht bei beiden Operationsmethoden in einer partiellen temporären antibiotischen Trockenstellung. Hierzu werden Antibiotikasuspensionen (Laktationsantibiotika) in das betreffende Euterviertel eingebracht. Der Strichkanal wird mittels eines in den *Ductus papillaris* eingeführten und dort fixierten Wachsstabes weit- und ruhiggestellt, um einer Verklebung der frischen Wundflächen entgegenzuwirken. Die Zitze wird unter Verband genommen. In den folgenden vier Tagen erfolgt eine tägliche palpatorische Kontrolle des Euterviertels. Wenn keine Mastitisanzeichen festzustellen sind, wird die temporäre Trockenstellung unterbrochen, Wachsstab und Nahtmaterial entfernt und die Milch abgelassen. Anschließend erfolgt eine erneute Trockenstellung in der beschriebenen Weise für weitere vier bis fünf Tage. Am 8. bis 10. Tag *post operationem* kann die Trockenstellung aufgehoben und das Maschinenmelken begonnen werden.

4. Felduntersuchung zu Milchabflußstörungen des Rindes und Überprüfung der Praktikabilität der neuen Operationsmethode

Im Rahmen einer Felduntersuchung wird anhand der Erfassung und Auswertung der Daten eines umfassenden Patientenkollektives (n=320) die aktuelle Situation der Milchabflußstörungen bei Rindern beschrieben. Die in die Untersuchung aufgenommenen Tiere entstammten ausnahmslos dem Patientengut der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz der Justus-Liebig-Universität in Gießen.

Die Tierbesitzer wurden bei der stationären Aufnahme der Patienten über die neue Operationsmethode aufgeklärt, wobei ihnen die Auswahl eines alternativen klassischen Operationsverfahrens oder aber, in Fällen von Zisternitiden oder bei operativ ungünstiger Prognose, eines konservativen Therapieversuches freigestellt wurde.

4.1. Patientenkollektiv

Insgesamt 320 Tiere mit Zitzenproblematik, die hauptsächlich den klassischen Niederungsrassen, Holstein-Schwarzbunt (Sb) und – Rotbunt (Rb) angehörten (Tab. 1), konnten in die Untersuchung einbezogen werden.

Tab. 1: Rasseverteilung der Patienten (n=320) in Absolutzahlen (n) und Prozentsatz (%)

Rasse	n	%
Holstein-Sb	212	66,3
Holstein-Rb	76	23,7
Deutsch-Fleckvieh	18	5,5
andere	17	4,5

Das Alter der Patienten wurde anhand der vorberichtlichen Angaben der Besitzer beziehungsweise der vorgelegten Begleitpapiere bei der stationären Aufnahme in die Klinik nachvollzogen und betrug im Durchschnitt $4,4 \pm 1,6$ Jahre.

Hinsichtlich des Zeitpunktes der Vorstellung der Patienten in Bezug auf das Laktationsstadium wurde eine Einteilung in vier Zeiträume, die vier Wochen *ante partum*, vier Wochen *post partum*, Laktationsmitte und Altmelkphase umfassten, vorgenommen.

Das Vorliegen offener Verletzungen der Zitze ($n=94$; 29,4%) oder Milchabflußstörungen unterschiedlicher Ursache ($n=226$; 70,6%) bildeten die Kriterien zur Aufnahme in die retrospektive Auswertung der Patientendaten. Andere Probleme an der Zitze wie beispielsweise Verätzungen, Hautpapillome oder Hyperthelie fanden keine Berücksichtigung.

4.1.1. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung des Datenmaterials erfolgte in der Außenstelle des Hochschulrechenzentrums der Justus-Liebig-Universität in Gießen, Betreuer: Prof. Dr. phil. Robert König¹. Zur Anwendung kam das Statistikprogramm SPSS, gerechnet auf einem Pentium-II-WAP-Rechner.

Die Datenbeschreibung erfolgte durch Berechnung des arithmetischen Mittelwertes (\bar{x}) und der einfachen Standardabweichung ($\pm s$).

Die Angabe der ermittelten Signifikanzniveaus erfolgte mittels der Bezeichnungen $p > 0,05$ (nicht signifikant), $p \leq 0,05$ (schwach signifikant), $p \leq 0,01$ (signifikant) und $p \leq 0,001$ (sehr signifikant).

Gerechnet wurden χ^2 -Verteilungsprüfungen (Sachs, 1999) auf hypothetisch gleiche Häufigkeitsverteilungen.

¹ Herrn Prof. Dr. R. König sei an dieser Stelle herzlich für seine Unterstützung gedankt

4.1.2. Ergebnisse

4.1.2.1. Verteilung des Lebensalters, der betroffenen Viertel und Ursachen für Milchabflußstörungen im Patientengut

Hinsichtlich der Altersverteilung im Patientengut fiel auf, daß zu jeweils etwa einem Drittel junge Tiere in einem Alter bis zu drei Jahren und ältere Kühe mit fünf und mehr Lebensjahren mit Zitzenläsionen oder Milchabflußstörungen vorgestellt wurden (Abb. 10). Tiere mittleren Alters in der zweiten oder dritten Laktation waren jeweils zu etwa 15% im Patientenkollektiv vertreten.

Der hohe Prozentsatz junger Kühe an der Gesamtpatientenzahl ist teilweise darin begründet, daß Mißbildungen der Zitze (n=24; 7,5%) ausschließlich bei Erstgebärenden festgestellt wurden.

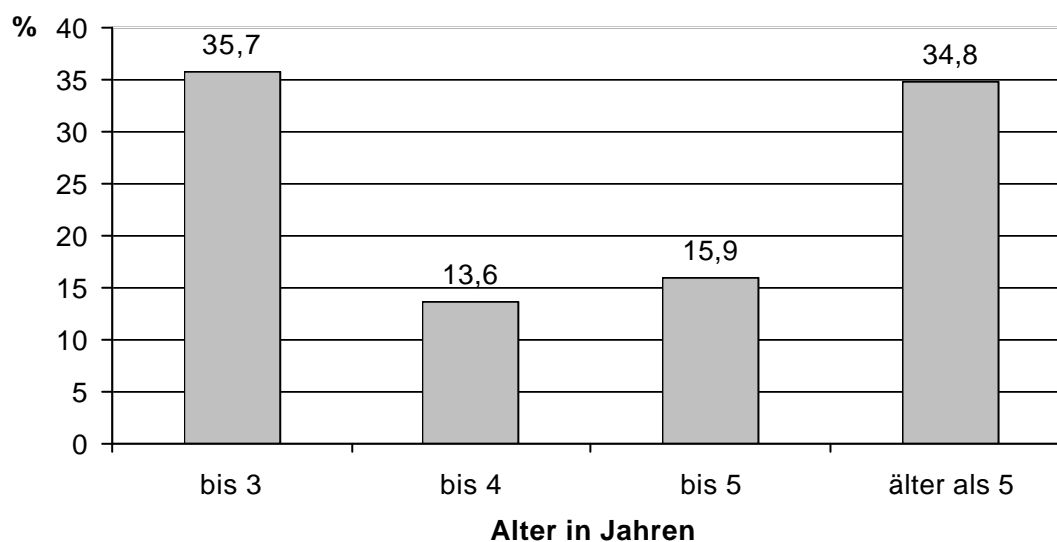


Abb. 10: Altersverteilung (%) im Patientengut (n=320)

Bezüglich des Zeitpunktes der Vorstellung der Patienten in Abhängigkeit vom Laktationsstadium wurden vier Zeiträume unterschieden. Zu mehr als

50% erfolgte die Einlieferung der Patienten in den beiden Zeiträumen vier Wochen *ante* und vier Wochen *post partum* (n=183). In etwa einem Drittel der Fälle (n=104) traten Zitzenverletzungen oder Melkbarkeitsprobleme in der Mitte der Laktation auf, bei altmelkenden Kühen war ein deutlicher Rückgang auf etwa 10% (n=33) zu verzeichnen (Abb. 11).

Auch bei Betrachtung der Verteilung der Patienten auf die einzelnen Laktationsstadien muß darauf hingewiesen werden, daß Fälle von Zitzenmißbildungen (n=24) ohne Ausnahme unmittelbar postpartal zur Vorstellung kamen.

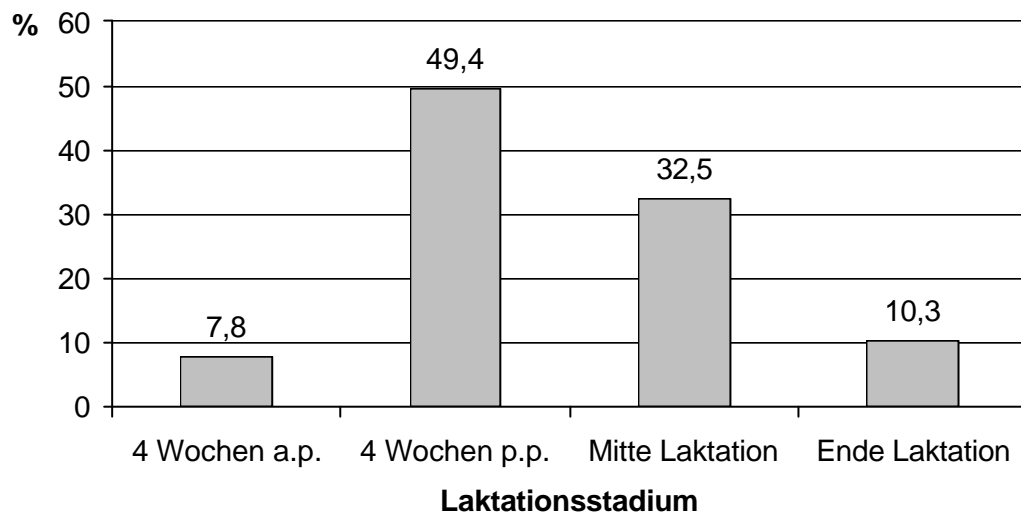


Abb. 11: Verteilung der Patienten (%) mit Zitzenproblematik (n=320) auf unterschiedliche Zeiträume der Laktation (a.p.=ante partum; p.p.=post partum)

Die Erhebung der Viertelverteilung wies eine geringgradige Häufung verletzter oder schwermelkbarer Zitzen an den beiden hinteren Eutervierteln aus. In der Mehrzahl der Fälle (60,7%) und zu annähernd gleichen Teilen waren die beiden hinteren Zitzen betroffen (Abb. 12).

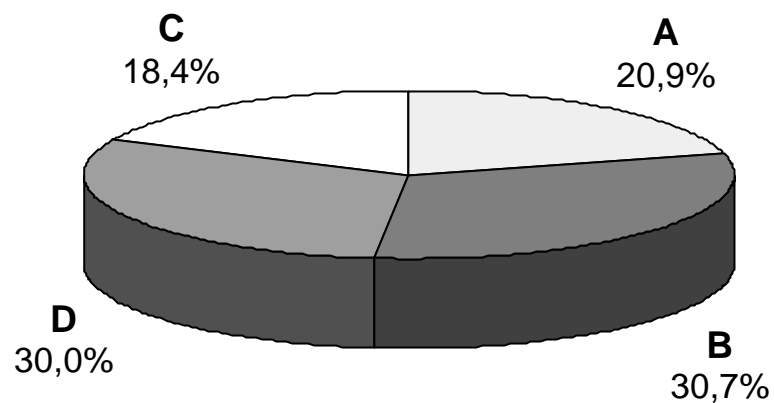


Abb. 12: Viertelverteilung (%) verletzter oder schwermelkbarer Zitzen im Patientengut (n=320); A=vorne rechts, B=hinten rechts, C=vorne links, D=hinten links

Die differenzierte Auswertung der eindeutig aufgrund eines vorangegangenen Zitzentraumas vorgestellten Tiere mit offenen (n=94) oder gedeckten (n=122) Zitzenverletzungen macht die Schwerpunktbildung an den Hintervierteln deutlich (Abb. 13): Während zwischen den jeweiligen Vorder- und Hinterzitzen hinsichtlich der Verletzungshäufigkeit in der Seitenverteilung keine signifikanten Unterschiede bestanden, war beim Vergleich Vorder- zu Hinterzitzen das hintere Zitzenpaar mehr als doppelt so häufig von Läsionen betroffen als das Vorderviertelpaar ($p \leq 0,001$; $\chi^2=29,63$; $df=1$).

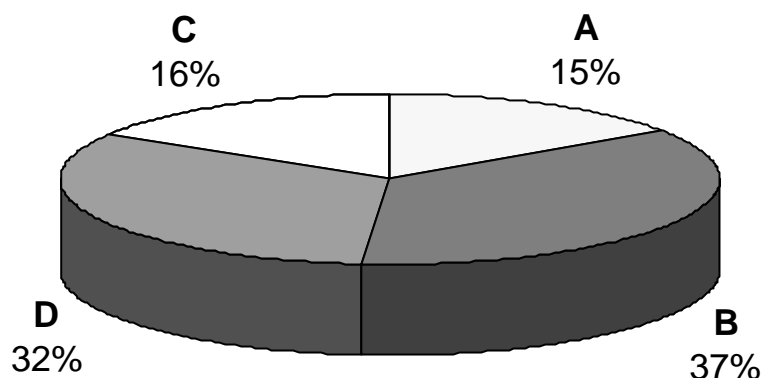


Abb. 13: Viertelverteilung (%) verletzter Zitzen (n=216); A=vorne rechts, B=hinten rechts, C=vorne links, D=hinten links

Innerhalb der ausgewerteten Patientenpopulation entfielen 94 Fälle (29,4%) auf offene Zitzenverletzungen, 226 Tiere (70,6%) litten an Milchabflußstörungen unterschiedlicher Genese.

Während in der Gruppe der Patienten mit offenen Zitzenverletzungen in der vorliegenden Studie nicht weiter differenziert wurde, erfolgte eine detaillierte Untergliederung der Patienten mit Milchabflußstörungen auf Basis der bei der Aufnahmeuntersuchung gestellten Diagnosen (Tab. 2).

Tab. 2: Verteilung der Ursachen für Milchabflußstörungen (MAS) im Patientengut (n=320) in Absolutzahlen (n), Prozentsätze an Gesamtuntersuchungspopulation (%_{ges}) und Gruppe der Tiere mit MAS (%_{MAS})

Ursache der MAS	n	% _{ges}	% _{MAS}
Fremdkörper	16	5,0	7,1
Mißbildung	24	7,5	10,6
Zisternitis	64	20	28,3
Schleimhautläsion	122	38,1	54,0

Die Fremdkörper, die im Rahmen der Aufnahmeuntersuchung der betroffenen Kühe diagnostiziert wurden, konnten ausnahmslos mit Hilfe von durch den Strichkanal eingeführten Faßzangen entfernt werden. In 10 Fällen handelte es sich um Fibringerinnsel, Blutkoagula und frei bewegliche polypöse Schleimhautwucherungen. Aufgrund von Wachstabsfragmenten, die im Sinne eines Kugelventils die Melkbarkeit behinderten, waren vier Zitzen schwermelkbar. In jeweils einem Fall konnte ein Wollzitzenstift und ein defekter, nicht mehr mit Öse versehener, Fürstenberg-Katheter aus dem Zitzenlumen entfernt werden.

Die ausschließlich bei erstlaktierenden Kühen und im Zeitraum der ersten vier Wochen *post partum* diagnostizierten Mißbildungen (n=24) bestanden in 20 Fällen aus bindegewebigen Verwachsungen und Plattenbildungen am Übergang der Drüsen- zur Zitzenzisterne bei vorhandener Zitzenzisterne. Bei 12 dieser 20 mißgebildeten Ausführungsgänge konnte zusätzlich sonographisch kein milchgefüllter Hohlraum im Bereich der Drüsenzisterne dargestellt werden.

Drei Zitzen wiesen keinerlei Hohlräume der Zitze oder des Drüsengewebes auf, die als Zitzen- oder Drüsenzisterne anzusprechen waren.

In einem Fall war der Strichkanal weder in der Adspektion, noch in der sonographischen Untersuchung des Zitzenkuppenbereiches zu differenzieren, so daß die Diagnose einer Strichkanalaplasie gestellt werden konnte.

In 23 Fällen von Zitzenmißbildungen erfolgte, nach Absprache mit den jeweiligen Besitzern und aufgrund der aussichtslosen Prognose, kein Therapieversuch zur operativen Kanalisierung der milchableitenden Wege. Lediglich ein Hochleistungstier wurde auf ausdrücklichen Wunsch des Besitzers einem Operationsversuch unterzogen, der jedoch aufgrund der im Operationssitus deutlich werdenden infausten Prognose abgebrochen wurde.

Zisternitiden (n=64) waren bei Tieren aller Altersklassen und Laktationsstadien nachweisbar. In der Regel handelte es sich um chronische

Prozesse, die sich hinsichtlich des Beginns und der kausalen Ursache bereits bei der Aufnahmeuntersuchung und nach eingehender Anamnese retrospektiv als nicht mehr aufklärbar erwiesen. Bei drei Zitzen mit ausgeprägter Zisternitis konnten an der äußeren Strichkanalmündung Gewebeveränderungen gefunden werden, die hinsichtlich einer älteren Strichkanaleversion interpretierbar und somit als hinweisend auf eine vorangegangene gedeckte Zitzenverletzung zu werten waren. In zwei Fällen lag eine begleitende Thelitis vor, die auf mehrtägige, erfolglose Melkversuche des Besitzers zurückgeführt werden konnte.

Alle Zisternitiden wurden konservativen Therapieverfahren unterzogen.

In 122 Fällen waren gedeckte Zitzenverletzungen als Ursache der Milchabflußstörung zu diagnostizieren, was prozentualen Anteilen von 38,1% am Gesamtpatientengut und 54% der von Milchabflußstörungen betroffenen Kühe entspricht.

Die betroffenen Patienten wurden theloresektoskopischen Eingriffen unterzogen. Schleimhautläsionen, insbesondere von der Unterlage gelöste Schleimhautanteile und nekrotische oder blutig durchtränkte Gewebstücke, wurden mit der neuen Theloresektoskopie HF-chirurgisch reseziert.

4.1.2.2. Theloresektoskopische Eingriffe an Zitzen mit Milchabflußstörungen aufgrund gedeckter Zitzenverletzungen

Von den insgesamt 122 im Rahmen der Untersuchung durchgeführten theloresektoskopischen Eingriffen fanden 12 am im Untersuchungsstand fixierten Patienten statt, 110 Kühe wurden in Seitenlage auf einem hydraulisch kippbaren Operationstisch für Großtiere (Buchen, Wissen/Sieg) operiert. Es stellte sich als vorteilhaft heraus, die Tiere jeweils in die der traumatisierten Zitze kontralaterale Seitenlage zu verbringen, so daß das Operationsfeld ungehindert eingesehen werden konnte.

Eine allgemeine Sedation war nur bei sechs Tieren notwendig, die aufgrund der Aufregungen des Transportes in die Klinik oder aus Laufstallhaltungen stammend und keine Fixierung im Stand kennend, sehr widersätzlich waren.

Die grundsätzlich vorgenommene Theloresektoskopie via Strichkanal gelang in 121 (99,2%) Fällen. Lediglich bei einer DFV-Färsen, die sehr enge Strichkanäle aufwies, konnte das Theloresektoskop mit einem maximalen Außendurchmesser von 4 mm nicht problemlos in den *Ductus papillaris* eingeführt werden. Hier war eine vorsichtige Aufdehnung des Strichkanals mittels eines stumpfen Obturators notwendig, um den Strichkanal für das Theloresektoskop passierbar zu machen.

Der Vorgang des Einführens des Theloresektoskopes in das Zitzenlumen durch eine Perforation der Zitzenwand (Lateral-Theloresektoskopie) erfuhr nach den ersten 12 operierten Zitzen eine Modifikation.

Ursprünglich wurde ein angeschliffener Obturator in den Strichkanal eingeführt und an der vorgesehenen Perforationsstelle in schräg-proximaler Richtung von innen nach außen durch sämtliche Wandschichten hindurchgetrieben. Der Obturatorspitze wurde nunmehr der Schutzschaft übergestülpt und entlang des Obturators als Führung in das Lumen hinein vorgeschoben. Nun konnten die bereits zusammengesetzten Anteile des Theloresektoskopes (Endoskop, Arbeitselement, Schneidelektrode) in den Arbeitsschaft inseriert und mit diesem verbunden werden. Diese komplizierte und hinsichtlich der Materialgefährdung, insbesondere des mit 1,9 mm Durchmesser sehr filigranen Endoskopes nicht unproblematische Vorgehensweise wurde durch die Verwendung eines konischen Obturators mit Führungshülse wesentlich vereinfacht.

Der konische Obturator mit Führungshülse wird in der beschriebenen Weise durch die Zitzenwand getrieben. Er zerschneidet das Gewebe jedoch nicht, sondern durchsticht es. Beim Zurückziehen des Obturators verbleibt eine

Führungshülse in der Zitzenwand, durch die das bereits komplett vormontierte Theloresektoskop in das Zitzenlumen eingeführt wird.

Das Arbeitselement mit Federmechanismus erlaubt ein stufenloses Ausfahren der Schneidelektrode in Längs- und somit Blickrichtung um etwa 11 mm. Bei Nachlassen des Fingerdruckes gleitet die Elektrode in die Ausgangsstellung zurück. Gewebestrukturen lassen sich so mittels des Elektrodendrahtes punktgenau kontaktieren und sondieren. Der fühlbare, dem Federmechanismus entgegengesetzte, mechanische Widerstand des Gewebes ist zur Abschätzung seiner Rigidität und Schichtdicke geeignet. Eine Größeneinschätzung intrazisternal gelegener Strukturen kann einerseits über den Vergleich mit der Längenausdehnung der Schneidelektrode, andererseits mit der Länge oder dem Durchmesser des Wolframdrahtes der Schneidelektrode selbst erfolgen.

Die ursprünglich eingesetzte Hakenelektrode mit einer Arbeitslänge von 3 mm verdeckte durch ihre mittige Anordnung in nicht ausgefahrenem Zustand zuviel des endoskopischen Bildes und wurde bereits früh durch eine Schlingenelektrode ersetzt. Die kreisförmige Schlingenelektrode mit einem Durchmesser von 3 mm erlaubt den Blick durch die Ösenöffnung hindurch und verdeckt so nur geringe Anteile des endoskopischen Bildes im Randbereich.

Hinsichtlich der Resektion von Gewebe im Zitzenlumen erwiesen sich Ausgangsleistungen der HF-Stromquelle von 40 bis 60 Watt als ausreichend, um auch rigide und schichtdicke Gewebe ohne übermäßige Entstehung von Lichtbögen und Karbonisierungseffekten zu entfernen.

Die Eingriffe waren ausnahmslos von einer Person, ohne Operationsassistenten, durchführbar. Die Kombination von optischer (Endoskop) und chirurgischer (Arbeitselement, Schneidelektrode) Komponente in einem Instrument ermöglichte eine einhändige Bedienung, so daß die andere Hand zur Ausrichtung der Zitze genutzt werden konnte.

Eine weitere, anhand der theloresektoskopischen Befunde vorgenommene Aufschlüsselung der Lokalisationen und der Natur der Ursachen für die aus den gedeckten Zitzenverletzungen resultierenden Melkbarkeitsstörungen ergab, daß es lediglich in drei Fällen (2,4%) zu Schleimhautabrisse im Bereich der Zitzenzisterne gekommen war. In weiteren zwei Zitzen (1,6%) wurden wandständige, polypenartige Schleimhautwucherungen gefunden, die als überschießende Gewebereaktion auf vorangegangene Traumatisierungen der Zitzenzisternenschleimhaut zu interpretieren waren. In einer Zitze (0,8%) konnte eine transversal verlaufende, mit einer zentralen Öffnung versehene Bride diagnostiziert werden, die eine verzögerte Befüllung der distalen Zitzenhälfte und, daraus folgend, eine Störung des Milchflusses bedingte. Somit lag die Ursache der Milchabflußstörung bei 4,8% der Patienten in einer mittleren Lokalisation (Abb. 14).

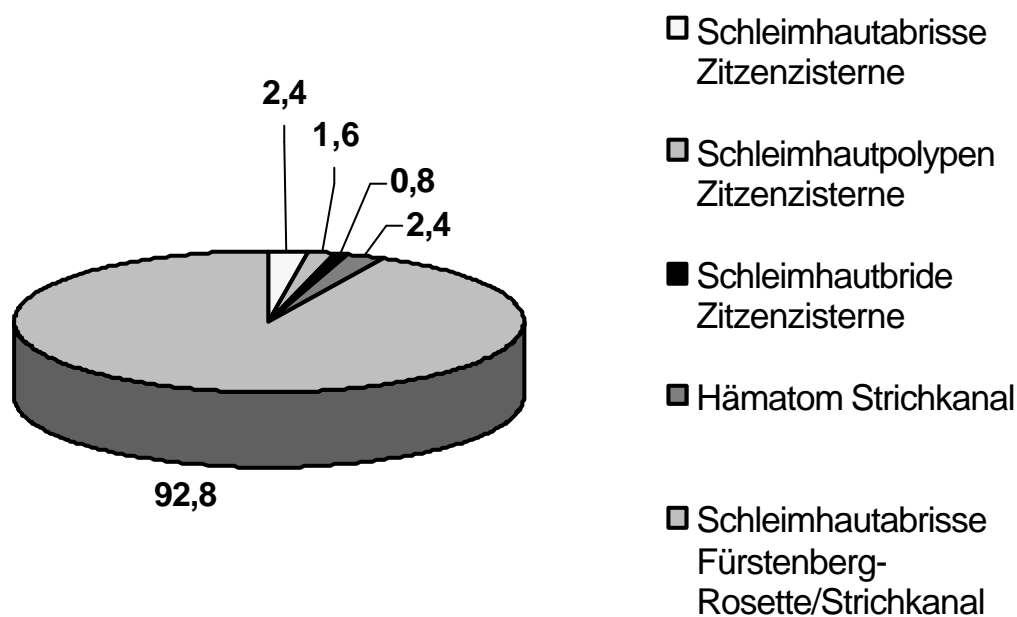


Abb. 14: Verteilung der Lokalisation und Natur der Hauptursachen für Milchabflußstörungen nach gedeckten Zitzenverletzungen (%)

Das signifikant erhöhte Risiko der Verletzung apikaler Zitzenabschnitte gegenüber weiter proximal gelegenen Bereichen spiegelt sich in der Auswertung der Zitzenkuppenläsionen wider. Mehr als 95% der Ursachen für Milchabflußstörungen nach gedeckten Zitzenverletzungen hatten ihren Ursprung in traumatisch bedingten Veränderungen der Fürstenberg-Rosette und des Strichkanals. In drei Zitzen (2,4%) konnte in der endoskopischen Untersuchung der Fürstenberg-Rosette und des Strichkanals zusätzlich zum Abriß von kleineren Schleimhautanteilen eine deutliche blutige Imbibition nachgewiesen werden, so daß die Hauptdiagnose eines Strichkanalhämatoms zu stellen war. Bei 113 Zitzen (92,8%) war es infolge des Traumas zu zirkulären oder partiellen Abrissen der Schleimhaut der Fürstenberg-Rosette oder des Strichkanals in unterschiedlichen Invertierungsgraden gekommen.

Neben der Lokalisation und dem Ausmaß der durch Trittsverletzungen entstandenen Gewebsalterationen in der Zitze ist als wesentlicher Faktor bezüglich der prognostischen Einschätzung der Möglichkeit der Wiederherstellung der Maschinenmelkbarkeit der zwischen Trauma und tierärztlicher Untersuchung verstrichene Zeitraum anzusehen. Verschleppte Fälle gedeckter Zitzenverletzungen, die eine längere Vorgeschichte unterbliebener oder falscher Vorbehandlung aufweisen und häufig eine Verkomplizierung durch Mastitiden erfahren, sind meist prognostisch ungünstiger einzuschätzen.

Aus diesem Grund wurde der Zeitintervall zwischen Verletzung der Zitze und Vorstellung der Patienten hinsichtlich des Vorliegens von Mastitiden und durchgeführter Vorbehandlungen näher untersucht. Insbesondere die Zusammenhänge zwischen unterschiedlich langen Zeiträumen des Zuwartens oder der Vorbehandlung und der Dauer bis zur Erreichung eines operationsfähigen Zustandes der Zitze (Mastitisfreiheit) nach Einlieferung konnten so bewertet werden. Auch der Einfluß des Zeitfaktors auf den Erfolg der Operation im Sinne der Wiederherstellung der Maschinenmelkbarkeit wurde in der Auswertung der Daten deutlich (Tab. 3, 4).

Tab. 3: Einfluß des Zeitfaktors auf praeoperative Mastitissituation, Vorbehandlungshäufigkeit, Dauer der innerklinischen Behandlung bis zur Operationsfähigkeit und Melkbarkeit 10 Tage post operationem (Prozentangaben in Klammern)

	Tage zwischen Trauma und Vorstellung (Gruppe)		
	≤ 2	3-7	≥ 8
	(I)	(II)	(III)
Probandenkollektiv (n)	45 (100)	19 (100)	58 (100)
Euterviertel mit Mastitis	16 (35,6)	12 (63,2)	50 (86,2)
Vorbehandelte Zitzen	11 (24,4)	15 (78,9)	54 (93,1)
Tage bis Operation ($\bar{x} \pm s$)	2,7 (4,8)	4,3 (6,2)	6,7 (7)
Nicht melkbare Zitzen	6 (13,3)	4 (21)	19 (32,8)

In den drei Gruppen differierender Zeiträume zwischen Auftreten der Verletzung und Vorstellung in der Klinik ergaben sich signifikante Unterschiede ($\chi^2 = 28,20$; $df=2$). Tiere, die innerhalb eines Zeitraumes von zwei Tagen seit Verletzung der Zitze in die Klinik eingeliefert wurden, litten deutlich seltener ($p \leq 0,001$) an Mastitiden des zugehörigen Euterviertels als solche, bei denen die Verletzung bereits 3-7 Tage zurücklag (Tab. 3). Kühe, die später als 8 Tage nach Traumatisierung der Zitze vorgestellt wurden, wiesen mit 93,1% ebenfalls sehr signifikant ($p \leq 0,001$) häufiger Mastitiden auf als die Tiere anderer Gruppen.

Tab. 4: Erwartungswerte von Mastitiden in den drei unterschiedlichen Gruppen (63,9%)

Gruppe	Mastitis	Keine Mastitis	Summe
I	28,77	16,23	45
II	12,15	6,85	19
III	37,08	20,92	58
Summe	78	44	122

Ein ähnliches Bild ergab sich bei Auswertung der Daten der Vorbehandlung, die vornehmlich in besitzerseitigen Rekanalisierungsversuchen der Zitze mittels Wollzitzenstiften, Einlage von Wachsstäben und lokalen Antibiotikaapplikationen bestanden hatte (Tab. 3, 5).

Kühe, die mit kürzester Verzugszeit in der Klinik eingeliefert worden waren (Gruppe I), hatten signifikant seltener ($\chi^2=54,70$; $df=2$; $p \leq 0,001$) eine Vorbehandlung erfahren als die Tiere der Gruppen II und III. Annähernd alle Tiere (93,1%) der Gruppe III, also Kühe, die erst am 8. Tag nach Verletzung der Zitze oder später in die Untersuchung aufgenommen werden konnten, waren vorbehandelt, was gegenüber den übrigen beiden Gruppen eine signifikante Häufung bedeutet (Tab. 3).

Tab. 5: Erwartungswerte der Vorbehandlung in den drei unterschiedlichen Gruppen (65,6%)

Gruppe	Vorbehandlung	Keine Vorbehandlung	Summe
I	29,51	15,49	45
II	12,46	6,54	19
III	38,03	19,97	58
Summe	80	42	122

Die Inhomogenität in der Verteilung der Tage zwischen Aufnahme in die Klinik und Erreichen der Operationsfähigkeit zwang zu einer Zusammenfassung der Fälle in Bereichsgruppen (Tab. 6).

Tab. 6: Verteilung der Patienten in Bereichsgruppen bis zum Erreichen der Operationsfähigkeit (d)

Tage	0	1	2-3	4-7	8-14	15-21	22-28	≥ 29	
Gruppe I	27	2	5	4	6	0	1	0	45
Gruppe II	6	5	2	1	3	1	1	0	19
Gruppe III	14	4	8	6	21	3	1	1	58

Der Test auf hypothetisch gleiche Häufigkeitsverteilung der Zeiten zwischen Verletzung und Einlieferung (0 d vs. \neq 0 d) bei den 3 Untersuchungsgruppen ergab, daß diese Wartezeiten zwischen den Gruppen signifikant ($p \leq 0,001$) unterschiedlich sind ($\chi^2=14,20$; $df=2$). Kühe mit kurzer Verzugszeit zwischen Trauma und Vorstellung (Gruppe I) wurden signifikant häufiger am Tage der Einlieferung operiert, Patienten der Gruppe III signifikant seltener. Tiere, die mit einer Verzögerung von 2 bis 7 Tagen nach Verletzung der Zitze zur Vorstellung kamen (Gruppe II), nahmen eine Mittelstellung ein.

Zwischen den einzelnen Gruppen unterschiedlicher Verzögerungszeit vom Traumazeitpunkt bis zur Vorstellung in der Klinik ergaben sich keine signifikanten Unterschiede (Tab. 7) hinsichtlich des Operationserfolges im Sinne der Wiederherstellung der Maschinenmelkbarkeit am 10. Tag post operationem ($\chi^2=5,40$; $df=2$; $p > 0,05$).

Tab. 7: Erwartungswerte des Operationserfolges 10. Tage post operationem in den drei unterschiedlichen Gruppen (76,2%) im Patientenkollektiv (n=122)

Gruppe	Melkbarkeit	Keine Melkbarkeit	Summe
I	34,29	10,71	45
II	14,48	4,52	19
III	44,23	13,77	58
Summe	93	29	122

Unmittelbar postoperativ wurde die Handmelkbarkeit der operierten Zitze überprüft, die in allen 122 Fällen gegeben war. Im Anschluß an die Theloresektoskopie erfolgte ausnahmslos eine temporäre, partielle, antibiotische Trockenstellung für 8-10 Tage unter Fixierung eines in den Strichkanal eingeführten Wachsstabes (vgl. 3.3.). Am 10. Tag post operationem wurde die Trockenstellung aufgehoben und die Maschinenmelkbarkeit überprüft.

Bei 93 (76,2%) der 122 thelorespektoskopierten Zitzen stellte sich am 10. Tag nach erfolgtem Eingriff die Melkbarkeit als gut heraus. 29 Zitzen (23,8%) wiesen einen gegenüber dem ursprünglichen praeoperativen Zustand zwar gebesserten, aber insgesamt noch nicht vollständig befriedigenden maschinellen Milchentzug auf. Auch unter kritischer Sicht konnte somit mit der neuen Operationsmethode ein guter Erfolg erreicht werden.

5. Vergleichende Studien zu den Folgen unterschiedlicher minimalinvasiver Eingriffe an der Zitze des Rindes (“Blindspalten”, endoskopiegestützte Zitzenoperation, Theloresektoskopie)

Die mit der Theloresektoskopie gesammelten klinisch-empirischen Erfahrungen, insbesondere hinsichtlich der Erhöhung der Rate postoperativ ungestört melkbarer Zitzen im Vergleich zu den Resultaten vormals durchgeführter Operationsverfahren des “Blindspaltens” und der konventionellen endoskopischen Zitzenoperation, warfen die Frage nach der möglichen Ursache auf. Unter Berücksichtigung der Grundvoraussetzung eines langjährig weitgehend homogenen Patientengutes, ähnlicher Verletzungsmuster, identischer Indikationsstellungen zur minimalinvasiv-operativen Vorgehensweise und vergleichbarer postoperativer Nachbehandlungsregime erschien es naheliegend, die Begründung für die Verbesserung der Operationsresultate in dem zwischen den genannten Verfahren grundsätzlich unterschiedlichen Prinzip der Geweberesektion zu suchen. Während sich “Blindspalten” und konventionelle endoskopische Zitzenoperation schneidender oder stanzender Instrumente bedient, erfolgt die Entfernung den Milchfluß behindernden Gewebes im Rahmen der Theloresektoskopie mittels der HF-Chirurgie.

Im Rahmen einer vergleichenden klinischen Studie wurden die genannten minimalinvasiven Operationsverfahren hinsichtlich ihrer Folgen in Bezug auf postoperative Melkbarkeit und histologisch-morphologische Veränderungen im Gewebe des Operationsfeldes überprüft.

5.1. Probanden, Untersuchungsdesign und Methoden

5.1.1. Probanden

Als Versuchstiere standen insgesamt 26 eutergesunde Milchkühe typischer Niederungsrassen zur Verfügung (Tab. 8). Alle Tiere befanden sich in mittleren Laktationsstadien. Bei keinem der Probanden unterschritt die Tagesleistung eine Milchmenge von 10 Litern. Die Laktationszahlen deckten den Bereich von der ersten bis zur fünften Laktation ab.

Tab. 8: Rasseverteilung der Probanden (n=26)

Rasse	Holstein Schwarzbunt	Holstein- Rotbunt	Deutsches Fleckvieh
Anzahl	22	3	1

Die Melkbarkeitsstudien wurden an zwei Gruppen von Milchkühen vorgenommen. Während die Gruppe 1, aus Tieren unterschiedlicher Rassen bestehend (drei Tiere der Rasse Holstein-Rotbunt, zwei Tiere der Rasse Holstein-Schwarzbunt, ein Tier der Rasse DFV), in den Räumlichkeiten der Klinik aufgestellt war, wurde die Gruppe 2 (Holstein-Schwarzbunt) in einem landwirtschaftlichen Betrieb der Außenambulanz der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere beprobt.

Die Aufstallung der Probanden erfolgte in Anbindehaltung in Langständen (Gruppe 1) oder Mitte-Langständen (Gruppe 2), die Fütterung war leistungsorientiert und konventionell. Die Möglichkeit der Aufnahme von Rauhfutter war ständig gegeben und wurde durch täglich zweimalige Gaben von Milchleistungsfutter ergänzt. Der Milchentzug erfolgte maschinell im

Abstand von jeweils 12 Stunden mittels Eimer- (Gruppe 1) oder Rohrmelkanlage (Gruppe 2).

5.1.2. Untersuchungsdesign

Alle Tiere wurden vor Beginn der Melkbarkeitsstudie einer klinischen Allgemeinuntersuchung und einer speziellen gynäkologischen Untersuchung, mit besonderer Berücksichtigung der Euterbefunde unterzogen. Lediglich Tiere mit ungestörtem Allgemeinbefinden und klinisch unauffälligen Euterbefunden fanden Aufnahme in die Untersuchung.

Die Probanden wurden unter gleichen Bedingungen mit modifizierten Melkzeugen, in die vier LactoCorder[®] (vgl. 5.1.3.1.) zur computergestützten Melkparametererfassung zwischengeschaltet waren, in jeweils 6 Melkzeiten ausgemolken. Im Anschluß an diese Erhebung der Grunddaten wurden im Rahmen von Operationsübungen zur studentischen Ausbildung² bei den Tieren der Gruppe 1 in einer minimalinvasiven, endoskopiegestützten Methode (Abb 15), bei Gruppe 2 im "Blindräum"- (Gruppe 2a) oder im Theloresektoskopie-Verfahren (Gruppe 2b; Abb. 16) Resektionen von Anteilen der Fürstenberg-Rosette vorgenommen (vgl. 5.1.3.2.).

Nach einer 10-tägigen Phase der temporären antibiotischen Trockenstellung, in der das klinische Allgemeinbefinden und die Euterviertel palpatorisch täglich kontrolliert wurden, erfolgte das erneute Anmelken unter LactoCorder[®]-gestützter Datenerhebung für jeweils vier Melkzeiten.

Nach Beendigung der Melkbarkeitsstudien wurden die Tiere der Verwertung zugeführt und die Zitzen zur histologischen Untersuchung asserviert (vgl. 5.1.3.3.).

² Genehmigung des anzeigepflichtigen Vorhabens gem. § 8 a Tierschutzgesetz i.d.F. vom 25.05.1998 durch das Regierungspräsidium Gießen, Geschäftszeichen: II 25.3-19c 20/15c GI 18/14

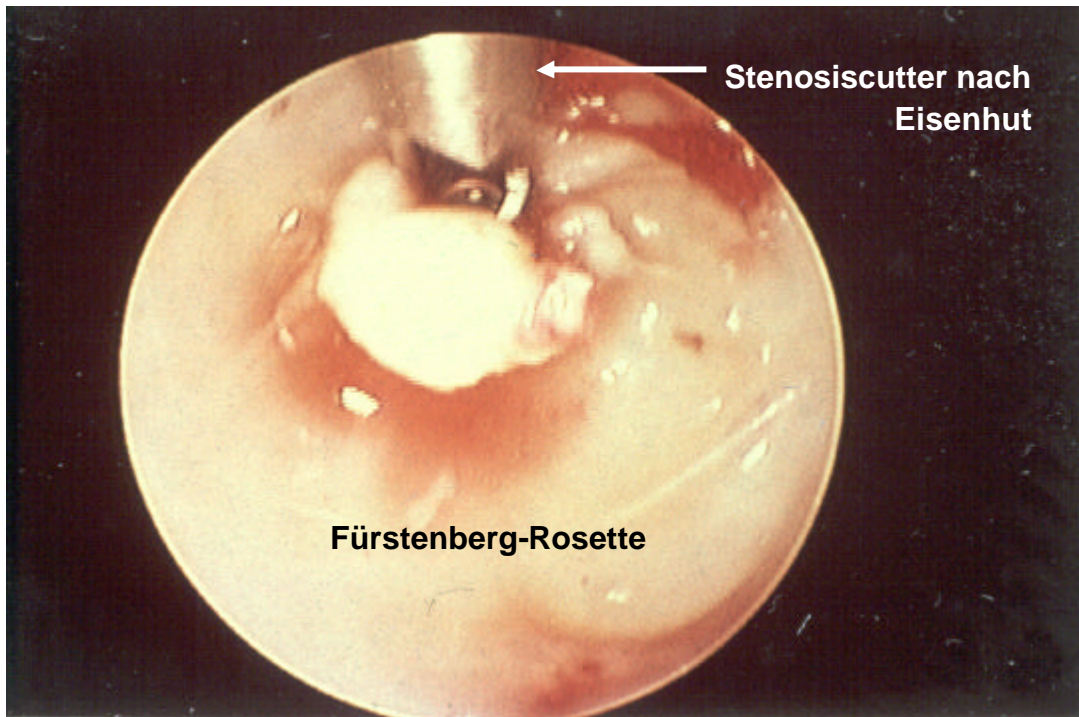


Abb. 15: Gewebsresektion von Anteilen der Fürstenberg-Rosette mittels endoskopiegestützter Operation (Gruppe 1; endoskopische Aufnahme)

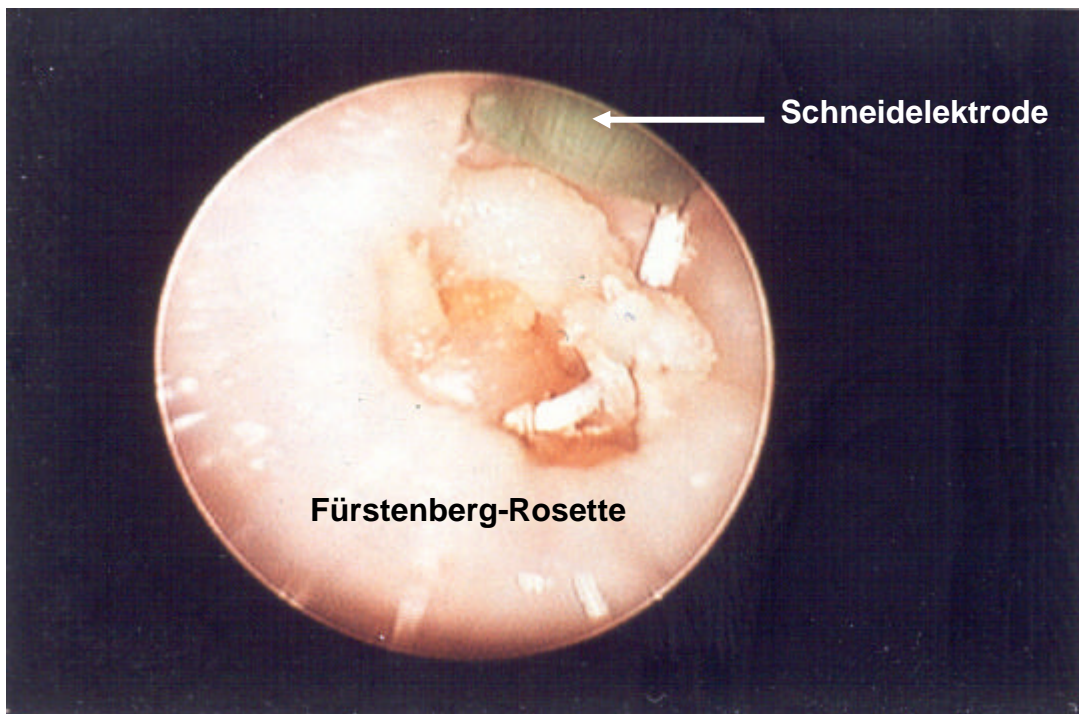


Abb. 16: Gewebsresektion von Anteilen der Fürstenberg-Rosette mittels Theloresektoskopie (Gruppe 2b; endoskopische Aufnahme)

5.1.3. Methoden

Zur Erfassung der Einflüsse minimalinvasiver Operationsverfahren an der Fürstenberg-Rosette im Hinblick auf die postoperative Melkbarkeit ist die Objektivierung der Milchflußmessung und die vergleichende Darstellung der prae- und postoperativen Verhältnisse notwendig. Die Datenerfassung *ante* und *post operationem* mit Hilfe automatisierter Meßsysteme und die Adaptation auf Viertelgemelksebene ermöglicht eine direkte, intraindividuelle Vergleichbarkeit der Meßdaten einzelner Zitzen. So waren die Einflüsse der drei angewandten Operationsverfahren quantifizierbar. Die postmortale histologische Aufbereitung der Zitzen diente der Illustration der Meßergebnisse.

5.1.3.1. Milchflußmessungen mit dem System LactoCorder⁰

Das System LactoCorder^{® 3} (Foss Deutschland GmbH, Hamburg) stellt eine Möglichkeit der echten, kontinuierlichen Wägung von Milch während des maschinellen Milchentzuges dar. Das Gerät (Abb. 17) besteht aus einem Hydraulik- und einem Elektronikteil. Im Hydraulikteil wird die eingeleitete Milch gemessen, im Elektronikmodul erfolgt die Verarbeitung und Speicherung der Meßdaten. Im Zentrifugalkopf erfolgt die Trennung der pulsierend abgemolkenen Milch von der Transportluft, so daß sie weitgehend beruhigt in die Durchfluß-Meßkammer abgegeben wird. In der Staukammer ist für die Stauhöhenmessung eine Sonde installiert, die aus einer Sende- und 60 Einzelelektroden, die im Abstand von 1,6 mm angeordnet sind, besteht. Die Messung der elektrischen Leitfähigkeit auf jedem Höhenniveau zwischen Sende- und jeweiliger Schichtelektrode wird ermittelt und zu der synchron gemessenen Leitfähigkeit der gasfreien Milch ins Verhältnis gesetzt. Hieraus resultiert eine Ableitung des exakten Gasanteiles des Fluids in der entsprechenden Höhenschicht, der von der spezifischen Leitfähigkeit

³ Beschaffung gefördert durch die Ewald-und-Hilde-Berge-Stiftung

der jeweiligen Milch entkoppelt ist. Im Abstand von 0,7 Sekunden wird das sich aus den 60 Verhältniszahlen ergebende Milhdichteprofil aktualisiert und in Intervallen von 2,8 Sekunden im LactoCorder[®] abgespeichert. Die laufende Milhdichtemessung ermöglicht somit, den Massendurchfluß auch unter der Bedingung stark variierender Schaumentwicklung mit einem eigentlichen Volumenmeßgerät ohne bewegliche Meßelemente exakt zu bestimmen.

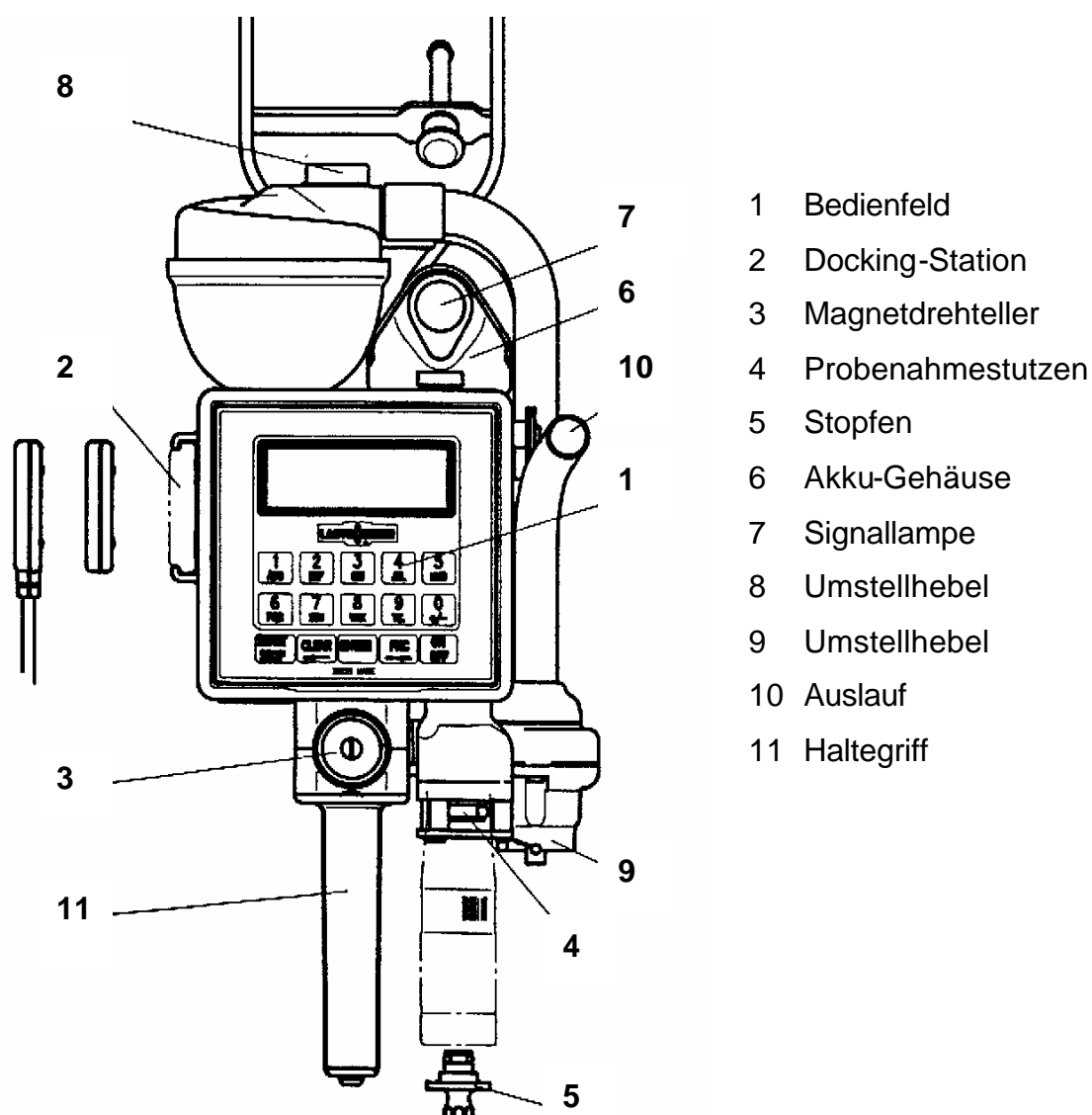


Abb. 17: Schematische Darstellung des Gerätes LactoCorder[®] (Frontansicht; nach: Foss Deutschland GmbH, Bedienungsanleitung Ausgabe D 6, 1998)

Die Meßdaten werden kontinuierlich im Elektronikmodul des Gerätes gespeichert. Nach jeder Messung können die Identifikationsdaten des Probanden am Bedienfeld des Elektronikmoduls eingegeben werden, so daß eine Sammlung der Meßdaten unterschiedlicher Messungen und deren Abspeicherung ohne Unterbrechung erfolgen kann. Nach Abschluß der Messungen und Beendigung der Melkarbeit werden die Daten auf einen Datenträger übertragen und mit einem Lesegerät (Docking-Station) in einen Computer eingelesen. Die mitgelieferte Software ermöglicht sowohl die Anfertigung von Datentabellen als auch die graphische Darstellung von Milchflußkurven.

In Anpassung an die Fragestellung, zu deren Bearbeitung Informationen über die Melkbarkeit einzelner Zitzen gesammelt werden mußten, wurden vier einzelne LactoCorder[®] in die jeweils im Betrieb existierenden Melkzeuge integriert und auf einem Wagen beim Melken mitgeführt (Abb. 18).

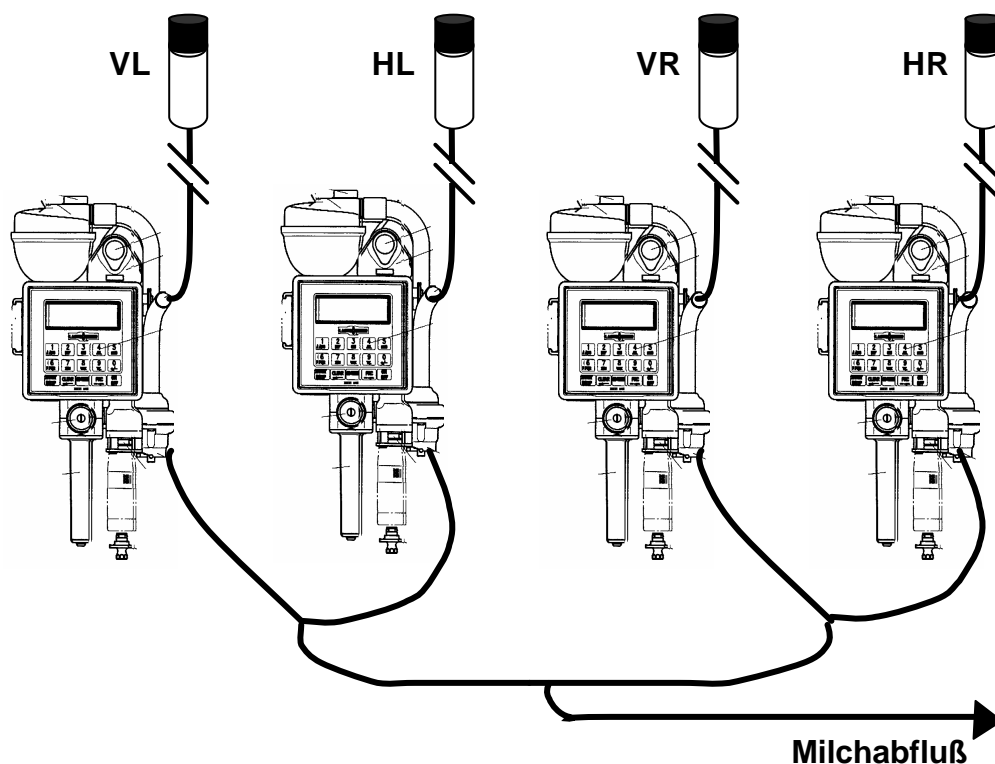


Abb. 18: Schematische Darstellung der Anordnung der vier LactoCorder[®] im Melkzeug

Aus der breiten Palette der angebotenen Meßparameter des LactoCorder[®] wurden die zur Charakterisierung der Melkbarkeit notwendigen ausgewählt. Die Gesamtmilchmenge (MGG; kg) bezeichnet die Gesamtmenge der Milch, die das Gerät während des Melkaktes durchflossen hat. Der höchste Milchfluß (HMF; kg/min) gibt den Wert des maximalen Milchflusses innerhalb eines Zeitintervalls von 8 Meßpunkten (etwa 22 Sekunden) an. Das durchschnittliche Minutenhauptgemelk (DMHG; kg/min) stellt einen Wert dar, der auf Basis der den LactoCorder[®] durchfließenden Milchmengen und der dafür benötigten Zeit errechnet wird und als Charakteristikum des Milchflusses und zur Beurteilung der jeweils herrschenden Bedingungen der Melktechnik und Melkroutine herangezogen wird.

5.1.3.2. Operationsverfahren

Insgesamt kamen drei unterschiedliche minimalinvasive Operationsverfahren in der vergleichenden Studie zur Anwendung. Die drei Methoden repräsentieren die zur Zeit weitverbreitetsten Eingriffe, unterscheiden sich aber hinsichtlich der visuellen Kontrollmöglichkeiten und der Resektionstechnik.

In der Gruppe 1 (n=5) wurde die Resektion von Gewebe als endoskopiegestützte Zitzenoperation (vgl. 2.3.3.) unter endoskopischer Sichtkontrolle mittels der Stenosenzange nach Medl (Thelamed; Babenhausen) durchgeführt.

Nachdem die Probanden auf einem fahrbaren Operationstisch nach Buchen (Fa. Buchen; Wissen/Sieg) in Seitenlage ausgebunden waren, erfolgte die Reinigung und Desinfektion aller Zitzen nach den allgemeinen Grundsätzen der Zitzenchirurgie. An der Zitzenbasis wurde jeweils ein flexibler Stauschlauch zur Unterbindung des Blut- und Milchflusses angebracht. Nach Spülung der Zitzen mit steriler, physiologischer Kochsalzlösung wurden

jeweils 2 ml eines Lokalanästhetikums (Mepivacain 2%®; Intervet, Boxmeer, NL) in die Zitzenwände an den geplanten Perforationsstellen intramural injiziert. Der angeschärftete Obturator des Instrumentariums zur konventionellen endoskopischen Zitzenoperation nach Medl et al. (1994) wurde in den *Ductus papillaris* der ersten Zitze eingeführt und die Zitzenwand durchstoßen. Nach Aufsetzen des Schutzschafes, Entfernen des Obturators und Einführen und Verriegeln des Endoskopes sowie Luftinsufflation konnten nunmehr das Zitzenlumen und die Fürstenberg-Rosette endoskopisch dargestellt werden. In den Strichkanal wurde im Anschluß daran die Spitze der Stenosenzange vorgeschoben, bis die Schneidöffnung des Instrumentes im Bereich der inneren Strichkanalöffnung zu erkennen war. Durch Drehen des Instrumentes um die Längsachse wurde die 3,3 auf 4 mm messende, rechteckige Fenestrierung der äußeren Hülse der Stenosenzange an der der Zitzenwandperforation gegenüberliegenden Seite der Fürstenberg-Rosette positioniert und Gewebe durch Fingerdruck von außen hineingedrückt. Durch Betätigung des Hebelmechanismus der Zange kann das innere, scharfrandige Röhrchen nach oben verschoben werden, um das, durch die Aussparung des äußeren Röhrchens hineinragende und fixierte Gewebe abzutrennen.

Dieser Vorgang wurde nach Zwischenreinigung und Desinfektion des Instrumentariums an den restlichen drei Zitzen wiederholt. Der Verschuß der Perforationswunden erfolgte mit jeweils zwei Einzelheften (Monocryl®, 2 metric, JB-1; Ethicon, Norderstedt). Die Zitzen wurden *post operationem* nach intrazisternaler Applikation eines Laktationsantibiotikums (20,0 ml Omnygram®; Virbac, Bad Oldesloe) und Einlegen eines handelsüblichen Wachsstabes temporär trockengestellt und mit einem Zitzenverband versehen.

In der Gruppe 2 kamen zwei unterschiedliche minimalinvasive Operationsverfahren zur Anwendung: das "Blindräumen" (Gruppe 2a) und die Theloresektoskopie (Gruppe 2b). Die Zuordnung der Euterhälften für die jeweilige Operationsmethode erfolgte randomisiert, so daß bei den 20

Probanden der Gruppe 2 jeweils bei den zwei Zitzen einer Euterhälfte Gewebe der Fürstenberg-Rosette im gleichen Operationsverfahren reseziert wurde.

Die Patienten wurden auf einem fahrbaren, hydraulischen Klauenpflege-Kippstand in Seitenlage fixiert. Die Maßnahmen zur Operationsvorbereitung gestalteten sich wie geschildert, lediglich die Anästhesie der Zitzen, die nach dem "Blindräum"-Verfahren operiert wurden, wich geringfügig ab. Hier waren jeweils eine zirkuläre Umstechung der Zitzenbasis und die Infiltration von 20,0 ml des Lokalanästhetikums (Mepivacain 2%®; Intervet, Boxmeer, NL) zur Schmerzausschaltung notwendig. An den Zitzen, bei denen eine Theloresektoskopie durchgeführt werden sollte, war das Setzen einer intramuralen Anästhetikumquaddel an der Perforationsstelle der Zitze ausreichend.

Zur Gewebsresektion kam im "Blindräum"-Verfahren (Gruppe 2a; vgl. 2.3.1.) der Stenosiscutter nach Eisenhut (Eisenhut-Vet; Allschwil, CH) zur Anwendung. Dieses Instrument besteht, wie die Stenosenzange nach Medl, aus zwei ineinander laufenden Röhrchen. Das äußere besitzt eine Öffnung, die 3,4 auf 5 mm mißt und der Aufnahme des zu resezierenden Gewebes dient. Das innere angeschliffene Röhrchen wird über einen Hebelmechanismus in Längsrichtung bewegt und gleitet an der Öffnung entlang, durch die das durch Fingerdruck von außen hineingedrückte Gewebe hineinragt und ausgestanzt wird.

Die Theloresektoskopie (Gruppe 2b; vgl. 3.3.) wurde jeweils im beschriebenen Verfahren durchgeführt. Auch hier, wie bei den endoskopiegestützten Zitzenoperationen in Gruppe 1, wurde ein Gewebeanteil der Fürstenberg-Rosette mit einer Größe von etwa drei Millimetern Durchmesser (entsprechend dem Durchmesser der Schneidelektrode) an der der Perforationsstelle gegenüberliegenden Seite entfernt. Der Verschuß der Perforationswunde im Falle einer

Theloresektoskopie und die operative Nachsorge beider Operationsverfahren der Gruppe 2 erfolgte analog zur Versorgung der Tiere der Gruppe 1.

5.1.3.3. Histologische Untersuchungen

Im Anschluß an die Melkbarkeitsstudien wurden die Zitzenkuppen der Versuchstiere der histologischen Untersuchung zugeführt, um die Gewebseffekte der unterschiedlichen minimalinvasiven Resektionsverfahren an der Fürstenberg-Rosette beurteilen zu können.

5.1.3.3.1. Probenentnahme und Aufbereitung

Nach Beendigung der postoperativen Milchflußmessungen mit dem System LactoCorder[®] und Ablauf der Wartezeiten nach antibiotischer Trockenstellung wurden die Probanden der Verwertung zugeführt. Die Verwertung erfolgte im Rahmen des Routineschlachtbetriebes am Schlachthof der Fa. Ferber, Gießen, und wurde am Band begleitet, so daß eine frische Abnahme der Zitzen und genaue Zuordnung gewährleistet war. Die unmittelbar nach Tötung der Tiere amputierten Kuppen von jeweils 20 in den beiden unterschiedlichen Resektionsarten (schneidend-stanzend und HF-chirurgisch) operierten Zitzen wurden zur Entfernung von Blutresten in Natriumphosphatpuffer gespült und anschließend für 48 Stunden in Bouinscher Lösung⁴ fixiert. Danach erfolgte eine eingehende Spülung der Proben mit 70%igem Alkohol, bis keine Gelbfärbung der Spüllösung mehr zu beobachten war. Die fixierten Zitzenkuppen wurden nunmehr mit einer Skalpellklinge zweigeteilt, wobei darauf geachtet wurde, daß der Schnitt sowohl den *Ductus papillaris* in Längsrichtung als auch die Geweberesektionsstelle an der Fürstenberg-Rosette durchtrennte (Abb. 19).

⁴ Pikrinsäure-Formol-Eisessig-Gemisch

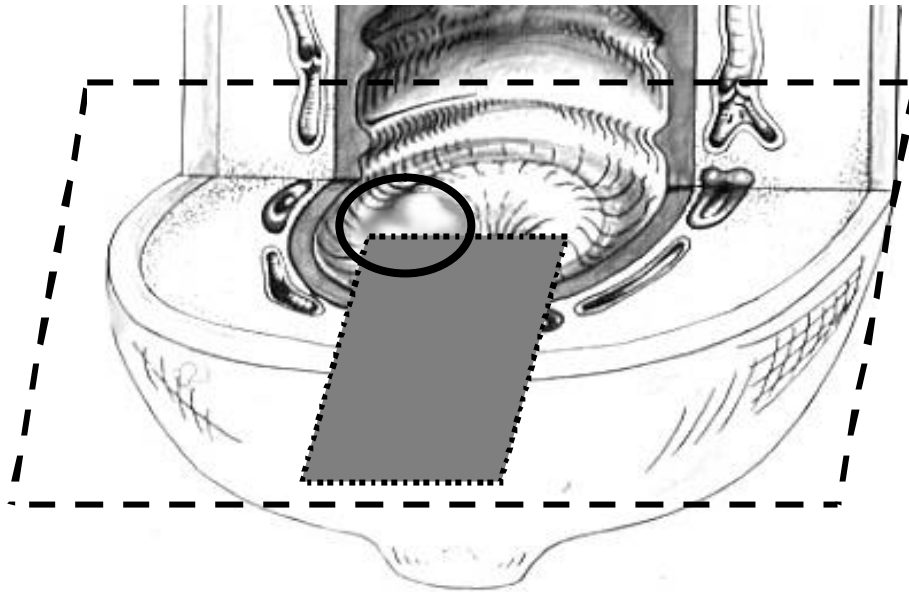


Abb. 19: Schematische Darstellung der Schnittführung im Gewebe zur Anfertigung histologischer Präparate (nach: Hospes und Seeh, 1999; gestrichelte Linie und halbdunkle Flächen bezeichnen Schnittebene und -größe; Ellipse: Gewebsresektionsstelle)

Nach der Fixierung und Präparation wurden die Zitzenpräparate bis zur Paraffineinbettung in Natriumphosphatpuffer bei 4 °C gelagert. Die Einbettung in Paraffin wurde im Institut für Veterinär-Anatomie, -Histologie und -Embryologie⁵ der Justus-Liebig-Universität in Gießen mit einem Einbettautomaten⁶ vorgenommen.

Nach erneuter, mindestens 24-stündiger Lagerung der Blöcke im Kühlschrank wurden 4 - 5 µm dicke Schnitte angefertigt⁷ und auf APES⁸-beschichtete Objektträger aufgebracht.

⁵ Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. R. Leiser sei an dieser Stelle für seine fundierte fachliche Beratung herzlich gedankt

⁶ Einbettautomat Microm Laborgeräte GmbH; Heidelberg

⁷ Mikrotom; Reichardt Jung AG; Heidelberg

⁸ 3-Aminopropyltriethoxysilan, Merck, Darmstadt

5.1.3.3.2. Färbungen

Um eine Übersicht über die Qualität der histologischen Schnitte zu erhalten und zur Kontrolle der Lage des jeweiligen Schnittes wurden zunächst alle histologischen Präparate mit einer Hämatoxylin–Eosin-Färbung gefärbt (Tab. 9; Abb. 20).

Tab. 9: Färbeprotokoll der Hämatoxylin-Eosin-Färbung

Arbeitsschritt / Reagenz	Dauer
Xylol	2 x 15 Minuten
Ethanol absolut	5 Minuten
Ethanol 96%	5 Minuten
Ethanol 80%	5 Minuten
Ethanol 70%	5 Minuten
Ethanol 60%	5 Minuten
Ethanol 50%	5 Minuten
<i>Aqua bidest.</i>	5 Minuten
Hämatoxylin	9 Minuten
Leitungswasser	15 Minuten wässern
Eosin	5 Minuten
<i>Aqua bidest.</i>	3 x tauchen
Ethanol 70%	1 x tauchen
Ethanol 80%	2 x 2 Minuten
Ethanol 96%	2 x 2 Minuten
Ethanol absolut	2 x 2 Minuten
Xylol	2 x 10 Minuten
Eindeckeln der Schnitte mit Roti [®] -Histokitt (Roth, Karlsruhe)	

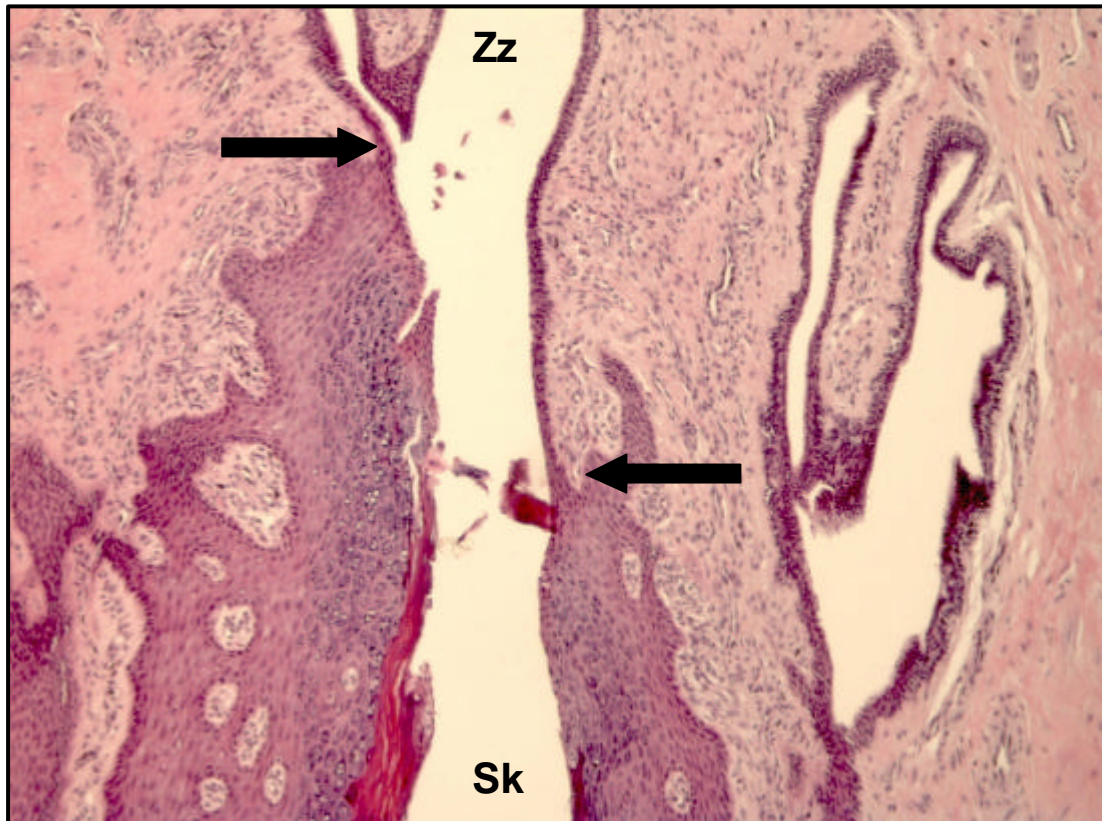


Abb. 20: Histologischer Schnitt mit idealer Lage im Präparat. Pfeile bezeichnen abrupten Übergang des zweischichtigen, hochprismatischen Epithels der Zitzenzisternenschleimhaut (Zz) zum stark verhornenden, einem deutlichen Papillarkörper aufsitzenden Plattenepithel des Strichkanals (Sk; vgl. 2.5.1.). H.E., Abbildung in 130facher Vergrößerung (x 130)⁹

Nach Erstbeurteilung im mikroskopischen Durchlichtverfahren bei 100- bis 1000-facher Vergrößerung und, im Bedarfsfall, Optimierung der Lage der Schnitte erfolgte nun die Anfertigung histologischer Präparate von einigen Blöcken, die zusätzlich in einem Trichrom-Verfahren gefärbt wurden. In der Masson-Goldner-Färbung (Tab. 10) stellt sich kollagenes Gewebe bei Verwendung des Farbstoffes "Lichtgrün" grün und bei Anfärbung mit "Anilinblau" leuchtend blau dar, was sich in der spezifischen Fragestellung der Beurteilung von Regenerations- und Reparationsvorgängen jedoch gegenüber der H.E.-Färbung als nicht deutlich vorteilhaft erwies (Abb. 21).

⁹ In den gedruckten Exemplaren reduziert sich die Größenangabe der histologischen Präparate jeweils um 32%

Tab. 10: Färbeprotokoll der Masson-Goldner-Färbung

Arbeitsschritt / Reagenz	Dauer
Xylol	3 x 10 Minuten
Isopropanol 98%	5 Minuten
Isopropanol 96%	5 Minuten
Isopropanol 90%	5 Minuten
Isopropanol 80%	5 Minuten
Isopropanol 70%	5 Minuten
<i>Aqua dest.</i>	5 Minuten
Eisenhämatoxylin	2 Minuten
<i>Aqua dest.</i>	kurz spülen
Leitungswasser	15 Minuten wässern
<i>Aqua dest.</i>	3 Minuten spülen
Ponceau-Säurefuchsin-Azophloxin	5 Minuten
Essigsäure 1%	3 x 5 Minuten
Phosphormolybdänsäure-Orange G-Gemisch	10 Minuten
Essigsäure 1%	3 x 5 Minuten
Lichtgrün, alternativ: Anilin-Blau	5 Minuten
Essigsäure 1%	3 x 5 Minuten
Isopropanol absolut	3 x 3 Minuten
Xylol	3 Minuten
Eindeckeln der Schnitte mit Roti [®] -Histokitt (Roth, Karlsruhe)	

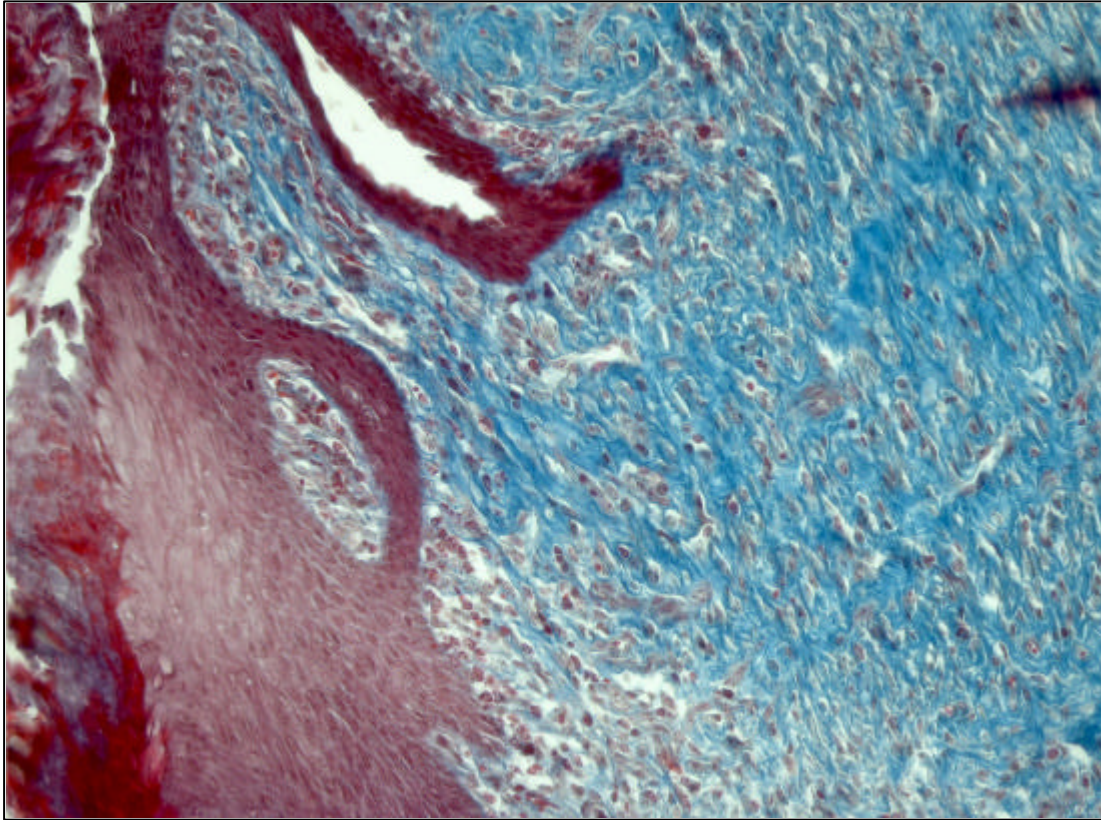


Abb. 21: Histologischer Schnitt in Masson-Goldner-Färbung mit Farbstoff "Anilinblau" (x 130)

5.1.3.3.3. Lichtmikroskopische Untersuchung

Die Untersuchung und Beurteilung der histologischen Präparate erfolgte mit einem Mikroskop¹⁰ jeweils bei 100-, 200- und 1000-facher Vergrößerung. Die Bilder wurden durch eine Digitalkamera¹¹ auf einen PC¹² übertragen und mittels eines Bildverarbeitungsprogrammes¹³ katalogisiert und abgespeichert.

Die Befunde der durchlichtmikroskopischen Untersuchungen der histologischen Präparate wurden im Sinne einer \pm -Fragestellung

¹⁰ Mikroskop DMR, Leica, Wetzlar

¹¹ Digitalkamera DC300, Leica, Wetzlar

¹² GX240, Dell, Langen

¹³ Leica Image Manager, Leica, Wetzlar

ausgewertet. Dabei wurde das Auftreten von Unterschieden zwischen Anteilen der Fürstenberg-Rosette in der Lokalisation der Gewebsresektion und dem kontralateralen Anschnittes des korrespondierenden Areals als positiver Befund bewertet. Waren Reaktionen der Zitzenzysternen- und Fürstenberg-Rosetten-Schleimhaut nicht erfaßbar, wurde dieser Befund als negativ bewertet.

Die festgestellten Gewebsalterationen, die aufgrund der Lokalisation, des Ausmaßes und des Charakters als unmittelbare Folge der operativen Entfernung von Schleimhautanteilen einzuordnen waren, wurden einer eingehenden Untersuchung und Dokumentation unterzogen und den unterschiedlichen Arten der Gewebsresektion (Gruppe A: HF-chirurgisch vs. Gruppe B: schneidend-stanzend) zugeordnet.

5.1.4. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten der Melkbarkeitsstudien wurde in der Außenstelle des Hochschulrechenzentrums der Justus-Liebig-Universität in Gießen vorgenommen. Die Betreuung erfolgte durch Herrn Prof. Dr. phil. Robert König. Das Statistikprogramm SPSS, gerechnet auf einem Pentium-II-WAP-Rechner kam zur Anwendung.

Die Datenbeschreibung erfolgte durch Berechnung der arithmetischen Mittelwerte und der Standardabweichungen der Meßwerte und des Standardfehlers des arithmetischen Mittels. Einfache und komplexe Varianzanalysen wurden zur Überprüfung der Methodeneffekte und der eventuellen Effekte der Zitzenlokalisierung gerechnet.

5.2. Ergebnisse

5.2.1. Überprüfung der Homogenität der Stichproben der Melkbarkeitsstudie

Um die Ausgangshypothese, daß *ante operationem* keine Unterschiede in den Zitzenlokalisationen (VL, HL, VR, HR) für die Variablen (Operationsmethoden) bestanden hatten, zu verifizieren, erfolgte zunächst die Berechnung der arithmetischen Mittelwerte (Tab. 11) der Ausgangsleistungen für die Meßparameter MGG (Gesamtmilchmenge), HMF (höchster Milchfluß) und DMHG (durchschnittliches Minutenhauptgemelk).

Tab. 11: Daten der Messungen für MGG, HMF und DMHG *ante operationem*. Mittelwerte aus jeweils 6 Einzelmessungen für jede Zitze (n=104)

Parameter	Zitze	n	\bar{x}	s_x	$s_{\bar{x}}$	95% Konfidenzintervall für \bar{x}	
						Untergrenze	Obergrenze
MGG (kg)	VL	26	2,64	1,23	0,24	2,14	3,14
	HL	26	2,61	1,39	0,27	2,04	3,17
	VR	26	2,78	1,21	0,24	2,30	3,27
	HR	26	2,81	1,34	0,26	2,27	3,35
	ges.	104	2,71	1,28	0,13	2,46	2,96
HMF (kg/min)	VL	26	0,94	0,32	0,06	0,81	1,07
	HL	26	0,91	0,27	0,05	0,80	1,02
	VR	26	1,00	0,33	0,06	0,87	1,14
	HR	26	0,94	0,25	0,05	0,84	1,05
	ges.	104	0,95	0,29	0,03	0,89	1,01
DMHG (kg/min)	VL	26	0,68	0,29	0,06	0,56	0,79
	HL	26	0,66	0,25	0,05	0,56	0,76
	VR	26	0,70	0,21	0,04	0,62	0,79
	HR	26	0,69	0,25	0,05	0,59	0,79
	ges.	104	0,68	0,25	0,02	0,64	0,73

Im nächsten Schritt wurden die Mittelwerte im Rahmen einfacher Varianzanalysen für die jeweiligen Meßparameter getrennt getestet (Tab. 12).

Tab. 12: Ergebnisse der einfachen Varianzanalysen zur Beurteilung der Homogenität der Stichprobe *ante operationem*

Parameter	F	dF	p	Signifikanzniveau
MGG	0,159	3	0,923	nicht signifikant
HMF	0,441	3	0,724	nicht signifikant
DMHG	0,147	3	0,931	nicht signifikant

Zwischen den einzelnen Zitzen haben sich also keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die überprüften Meßparameter ergeben, so daß von einer weitgehenden Homogenität der Stichprobe vor den durchgeführten operativen Eingriffen ausgegangen werden konnte, was retrospektiv die erfolgte Randomisierung auf Euterhälftenbasis rechtfertigt. In der weiteren Datenauswertung mußte nicht von Korrelationen der Meßwerte einzelner Zitzen ausgegangen werden. Somit ließ sich jede Zitze unabhängig und individuell betrachten.

5.2.2. Nachweis des Einflusses operativer Eingriffe auf die Melkbarkeitsparameter MGG, HMF und DMHG

Um zu prüfen, ob die minimalinvasiven Eingriffe zu einer meßbaren Veränderung der genannten Meßparameter führten, wurden die arithmetischen Mittelwerte der sechs Messungen vor der Operation mit denen der postoperativen im Students t-Test für unabhängige Stichproben bezüglich der Differenz gegen 0 getestet. Es ergaben sich in jedem Parameter sehr signifikante Veränderungen der arithmetischen Mittelwerte (Tab. 13).

Tab. 13: Students t-Test der Differenzen der ante- und postoperativen arithmetischen Mittelwerte gegen 0 in den Meßparametern MGG (kg), HMF (kg/min) und DMHG (kg/min) bei 104 Zitzen

Parameter	\bar{x}	$s\bar{x}$	p	Signifikanzniveau
Differenzwerte MGG	1,16	0,67	$\leq 0,001$	sehr signifikant
Differenzwerte HMF	0,29	0,29	$\leq 0,001$	sehr signifikant
Differenzwerte DMHG	0,21	0,22	$\leq 0,001$	sehr signifikant

Nachdem festgehalten werden konnte, daß Eingriffe an der Zitze grundsätzlichen Einfluß in Form einer signifikanten Verringerung der Werte in den Parametern Milchmenge, höchster Milchfluß und durchschnittliches Minutenhauptgemelk nehmen, war es von weiterem Interesse zu überprüfen, ob Effekte der jeweiligen Operationsmethoden bestehen.

Drei einfache Varianzanalysen, jeweils für die Variablen MGG, HMF und DMHG getrennt durchgeführt, bestätigten, daß die Operationsmethoden grundsätzlich signifikante Effekte auf die Differenzen zwischen ante- und postoperativen durchschnittlichen Mittelwerten hatten (Tab. 14).

Tab. 14: Ergebnisse der Varianzanalysen zum Einfluß der Methoden auf die mittleren Differenzwerte für MGG, HMF und DMHG (Test auf Methodeneffekte)

Parameter	F	df	p	Signifikanzniveau
Differenzwerte MGG	4,79	2	$\leq 0,01$	signifikant
Differenzwerte HMF	3,37	2	$\leq 0,05$	schwach signifikant
Differenzwerte DMHG	6,23	2	$\leq 0,01$	signifikant

Jede Operationsmethode bewirkt somit eine signifikante Verringerung der Werte der Variablen über alle Zitzen hinweg, so daß der generelle Einfluß des operativen Eingriffes nachweisbar ist. Insgesamt betrug die mittlere Reduktion der Gesamtmilchmenge 1,16 kg, der höchste Milchfluß war um durchschnittlich 0,29 kg/min reduziert, das durchschnittliche Minutenhauptgemelk um 0,21 kg/min (Abb. 22).

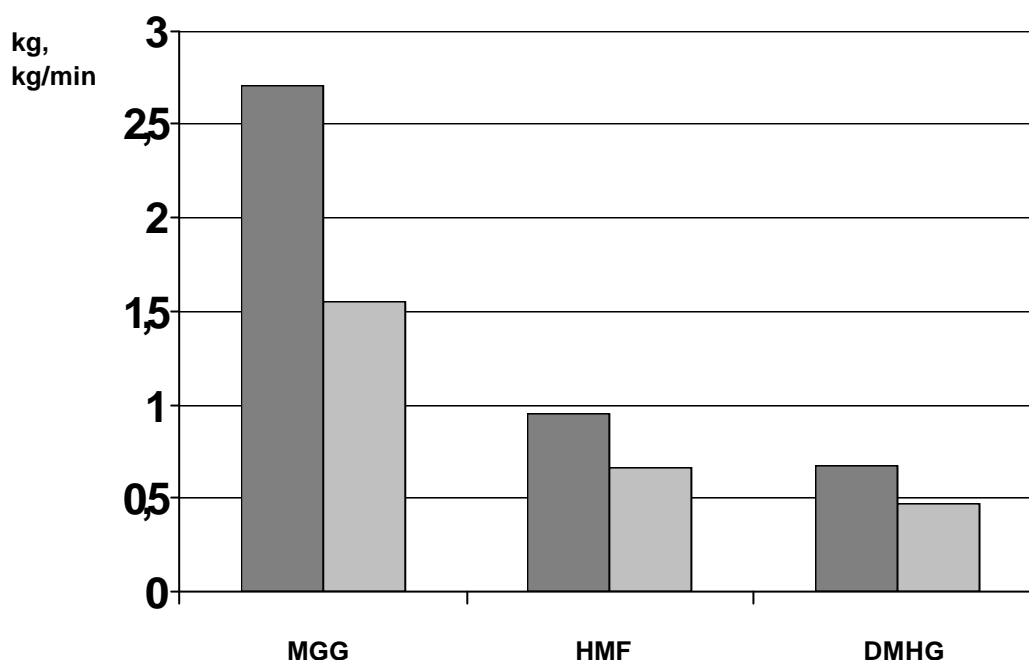




Abb. 22: Durchschnittswerte für MGG (kg), HMF (kg/min) und DMHG (kg/min) bei jeweils 104 Zitzen vor  und nach  operativen Eingriffen

Die komplexen multifaktoriellen Varianzanalysen, die die 3 Methoden des operativen Eingriffes bezüglich der Differenzwerte der abhängigen Variablen MGG, HMF und DMHG zwischen den durchschnittlichen Meßwerten vor und nach den Operationen im Hinblick auf die Effekte "Einfluß der Zitzenlokalisierung", "Interaktion Zitze und Methode" und "Einfluß der Methode" überprüften, führten zu unterschiedlichen Ergebnissen. Während keine signifikanten Einflüsse der Zitzenlokalisationen und keine Interaktionen zwischen Zitzen und Operationsmethoden festgestellt werden können, ist der Haupteffekt der Methode auf alle getesteten abhängigen Variablen signifikant (Tab. 15).

Tab. 15: Ergebnisse der Varianzanalysen zu den Effekten "Einfluß der Zitzenlokalisierung" (A), "Interaktion Zitze und Methode" (B) und "Einfluß der Methode" (C) auf die mittleren Differenzwerte für MGG, HMF und DMHG

Effekt	Abhängige Variable	F	df	p	Signifikanzniveau
A	Differenzwerte MGG	1,33	3	> 0,05	nicht signifikant
	Differenzwerte HMF	2,50	3	> 0,05	nicht signifikant
	Differenzwerte DMHG	1,23	3	> 0,05	nicht signifikant
B	Differenzwerte MGG	1,34	6	> 0,05	nicht signifikant
	Differenzwerte HMF	1,37	6	> 0,05	nicht signifikant
	Differenzwerte DMHG	0,93	6	> 0,05	nicht signifikant
C	Differenzwerte MGG	5,10	2	≤ 0,01	signifikant
	Differenzwerte HMF	3,68	2	≤ 0,05	schwach signifikant
	Differenzwerte DMHG	6,34	2	≤ 0,01	signifikant

Als Ergebnis dieses Globaltests kann festgehalten werden, daß die randomisierte Zuordnung der Zitzen zu einzelnen Operationsmethoden, im vorliegenden Fall auf Euterhälftenbasis, die Resultate bezüglich der durchschnittlichen Verminderung der Meßwerte von *ante* zu *post operationem* nicht beeinflusste. Bei den geprüften Operationsmethoden tritt in den abhängigen Variablen eine Verminderung der Mittelwerte ein, die sich als unabhängig von der Zitzenlokalisierung herausstellt, so daß von gleichen Effekten bei gleichen Operationsmethoden ausgegangen werden kann.

Signifikante Unterschiede hingegen ergeben sich bei allen drei abhängigen Variablen (MGG, HMF und DMHG) in bezug auf die Operationsmethoden. Unterschiedliche minimalinvasive Eingriffe führen demzufolge zu unterschiedlichen Differenzwerten in den Melkbarkeitsparametern zwischen dem Zustand vor der Operation und nach erfolgtem Eingriff.

5.2.3. Absolute Effekte der unterschiedlichen minimalinvasiven Operationsmethoden “Endoskopiegestützte Operation”, “Blindräumen” und “Theloresektoskopie” auf die Melkbarkeitsparameter MGG, HMF und DMHG

Hier kann gezeigt werden, daß sich die postoperativen Durchschnittswerte von MGG, HMF und DMHG gegenüber den Mittelwerten *ante operationem* in Abhängigkeit von der gewählten Operationsmethode reduzieren. Mittels multifaktorieller komplexer Varianzanalysen wurden die Effekte der Operationsmethoden für die jeweils abhängigen Variablen der Differenzwerte der Melkbarkeitsparameter überprüft.

Bei der Gruppe 1 (Endoskopiegestützte Zitzenoperation) ist für MGG der höchste mittlere Differenzwert ($1,49 \text{ kg} \pm 0,79$) zu ermitteln. Demzufolge wirkt sich hier der operative Eingriff mit der deutlichsten Reduktion der Gesamtmilchmenge aus.

In bezug auf den höchsten Milchfluß (HMF) nimmt diese Operationstechnik mit einem mittleren Differenzbetrag von $0,36 \pm 0,23 \text{ kg/min}$, ebenso wie im Hinblick auf das durchschnittliche Minutenhauptgemelk (DMHG; $0,17 \pm 0,14 \text{ kg/min}$), eine Mittelstellung ein (Tab. 16; Abb.23).

Tab. 16: Mittlere Differenzwerte ($\bar{x} \pm s\bar{x}$) für MGG (kg), HMF (kg/min) und DMHG (kg/min) zwischen Messungen vor und nach Operation in den unterschiedlichen Gruppen

Melkbarkeitsparameter	Gruppe	n	\bar{x}	$s\bar{x}$
MGG	1	24	1,49	0,79
	2a	40	1,16	0,58
	2b	40	0,97	0,62
HMF	1	24	0,32	0,26
	2a	40	0,36	0,23
	2b	40	0,20	0,34
DMHG	1	24	0,17	0,14
	2a	40	0,30	0,23
	2b	40	0,14	0,23

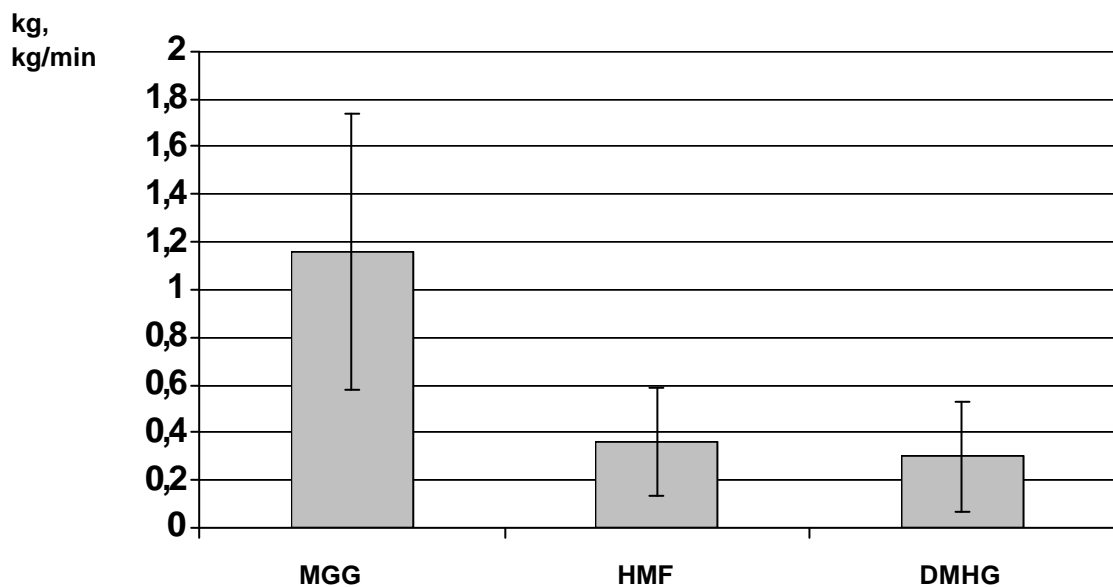


Abb. 23: Durchschnittliche Differenzwerte ($\bar{x} \pm s\bar{x}$) von MGG (kg), HMF (kg/min) und DMHG (kg/min) für Zitzen vor und nach endoskopiegestützten Operationen (Gruppe 1; n=24)

Die Gruppe 2a ("Blindräumen") belegt hinsichtlich der mittleren Differenzen der Milchgesamtmenge eine Stellung zwischen den beiden übrigen Operationsmethoden. Die durchschnittliche Milchmenge, die aus im "Blindräum"-Verfahren operierten Zitzen (n=40) im Vergleich zu anteoperativen Verhältnissen ermolken werden konnte, ist um $1,16 \pm 0,58$ kg reduziert.

Bezüglich des höchsten Milchflusses erzielten Zitzen, bei denen Geweberesektionen ohne Sichtkontrolle durchgeführt worden waren, mit $0,36 \pm 0,23$ kg/min die vergleichsweise höchsten Differenzwerte und somit schlechtesten Resultate, ebenso wie im Melkbarkeitsparameter des durchschnittlichen Minutenhauptgemelkes. Hier beträgt der Differenzwert im Mittel $0,30 \pm 0,23$ kg/min (Tab. 16; Abb. 24).

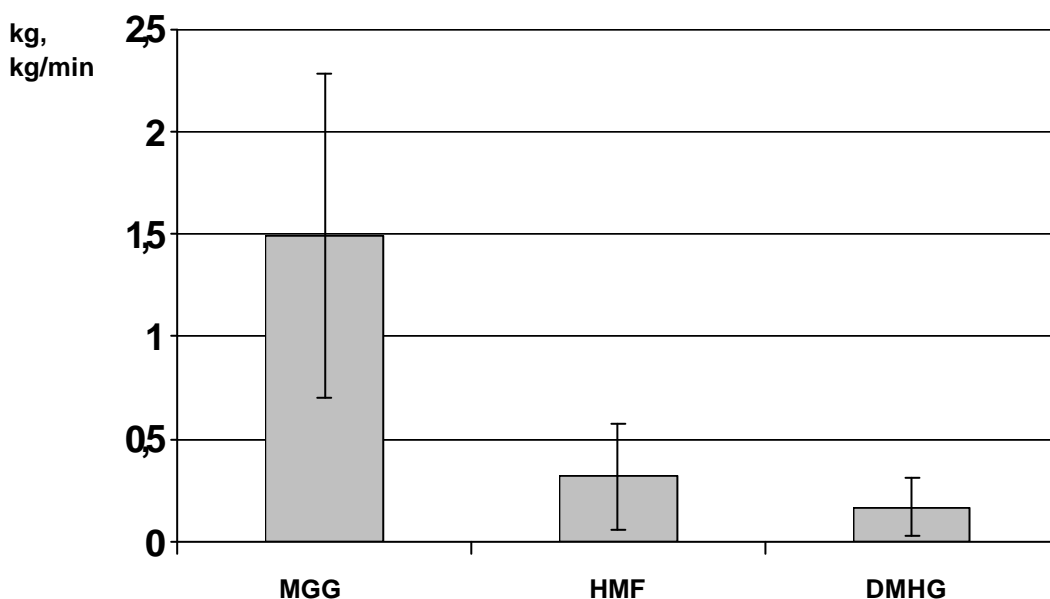


Abb. 24: Durchschnittliche Differenzwerte ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$) von MGG (kg), HMF (kg/min) und DMHG (kg/min) für Zitzen vor und nach Geweberesektionen ohne Sichtkontrolle ("Blindräumen", Gruppe 2a; n=40)

Die Theloresektoskopie (Gruppe 2b) erzielt in allen drei überprüften Melkbarkeitsparametern die niedrigsten Differenzwerte zwischen den ante- und postoperativ durchgeführten Datenerhebungen. Die Effekte des operativen Eingriffes können so, bezogen auf die Absolutwerte und im Vergleich zu den beiden anderen Operationsmethoden, als am wenigsten ausgeprägt bezeichnet werden. Auch wenn nach theloresektoskopischen Gewebsresektionen ebenfalls insgesamt eine Reduktion sowohl der Gesamtmilchmenge, des höchsten Milchflusses als auch des durchschnittlichen Minutenhauptgemelkes zu verzeichnen ist, so sind die durchschnittlichen Differenzwerte mit $0,97 \pm 0,62$ kg, $0,20 \pm 0,34$ kg/min und $0,14 \pm 0,23$ kg/min (Tab. 16; Abb. 25) als gering zu erachten.

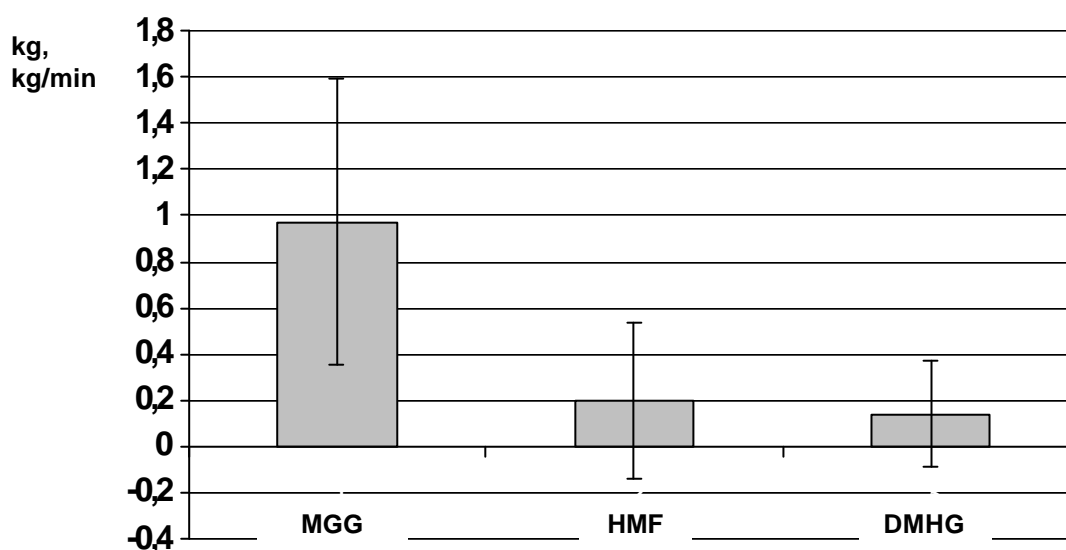


Abb. 25: Durchschnittliche Differenzwerte ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$) von MGG (kg), HMF (kg/min) und DMHG (kg/min) für Zitzen vor und nach Theloresektoskopie (Gruppe 2b; n=40)

In bezug auf die Signifikanz der mittleren Differenzunterschiede zwischen den einzelnen Gruppen weist der Test im paarweisen Mittelwertsvergleich nach, daß die Meßwertreduktion nach Theloresektoskopie (Gruppe 2b) in allen drei Melkbarkeitsparametern nicht nur insgesamt am niedrigsten ist,

sondern sich auch im Vergleich mit den anderen Operationsmethoden als einzige statistisch zu sichernd unterscheidet (Tab. 17).

Für den Parameter MGG ist dieser Unterschied im Vergleich zur Gruppe 1 als signifikant ($p = 0,008$), gegenüber der Gruppe 2a als knapp nicht signifikant ($p = 0,538$) zu erachten.

Bezüglich des Parameters HMF hingegen sind die mittleren Differenzwerte gegenüber der Gruppe 1 nicht ($p = 0,277$), im Vergleich zur Gruppe 2a jedoch signifikant ($p = 0,042$) niedriger.

Gleiches gilt für den Gruppenvergleich im Melkbarkeitsparameter DMHG ($p = 1,0$ beziehungsweise $0,003$).

Tab. 17: P-Werte der Differenzen zwischen Messungen vor und nach Operation für MGG, HMF und DMHG in den unterschiedlichen Gruppen. Signifikante Werte in Fettdruck und unterstrichen

Gruppe und Melkbarkeitsparameter	Gruppe 1	Gruppe 2a	Gruppe 2b
Gruppe 1 (MGG)		0,171	<u>0,008</u>
Gruppe 2a (MGG)	0,171		0,538
Gruppe 1 (HMF)		1,0	0,277
Gruppe 2a (HMF)	1,0		<u>0,042</u>
Gruppe 1 (DMHG)		0,061	1,0
Gruppe 2a (DMHG)	0,061		<u>0,003</u>

5.2.4. Relative Effekte der unterschiedlichen minimalinvasiven Operationsmethoden “Endoskopiegestützte Operation”, “Blindräumen” und “Theloresektoskopie” auf die Melkbarkeitsparameter MGG, HMF und DMHG

Die Darstellung der relativen Effekte im Sinne einer Angabe der Verhältniswerte zwischen ante- und postoperativen Mittelwerten kann zwar der Illustration dienen, sie ist jedoch statistisch problematisch aufgrund der starken Abhängigkeit der Verhältniszahlen von der absoluten Größe der Ausgangsdaten und der diesbezüglich hohen Variabilität der Einzelmeßwerte.

Augrund dieser breiten Schwankung ergibt sich bei Betrachtung der prozentualen Einbußen, ausgehend von den Ausgangswerten vor den Operationen, gegenüber den Absolutdifferenzen ein etwas verändertes Bild (Abb. 26).

Relativ gesehen stellt sich die Differenz zwischen ante- und postoperativen Messungen in der Gruppe 1 (“Endoskopiegestützte Operation”) sowohl bezüglich MGG als auch DMHG am geringsten dar und ist hinsichtlich HMF zwischen den beiden anderen Operationstechniken angesiedelt.

In der Gruppe 2a (“Blindräumen”) ist die prozentuale Verminderung in Bezug auf die Ausgangswerte für alle getesteten Melkbarkeitsparameter durchweg am höchsten.

Die Gruppe 2a (“Theloresektoskopie”) weist in den Parametern MGG und DMHG gegenüber der Gruppe 1 geringfügig höhere, im Vergleich zu Gruppe 2a jedoch deutlich niedrigere prozentuale Differenzen auf. Hinsichtlich HMF sind die prozentualen Abweichungen in dieser Gruppe insgesamt am niedrigsten.

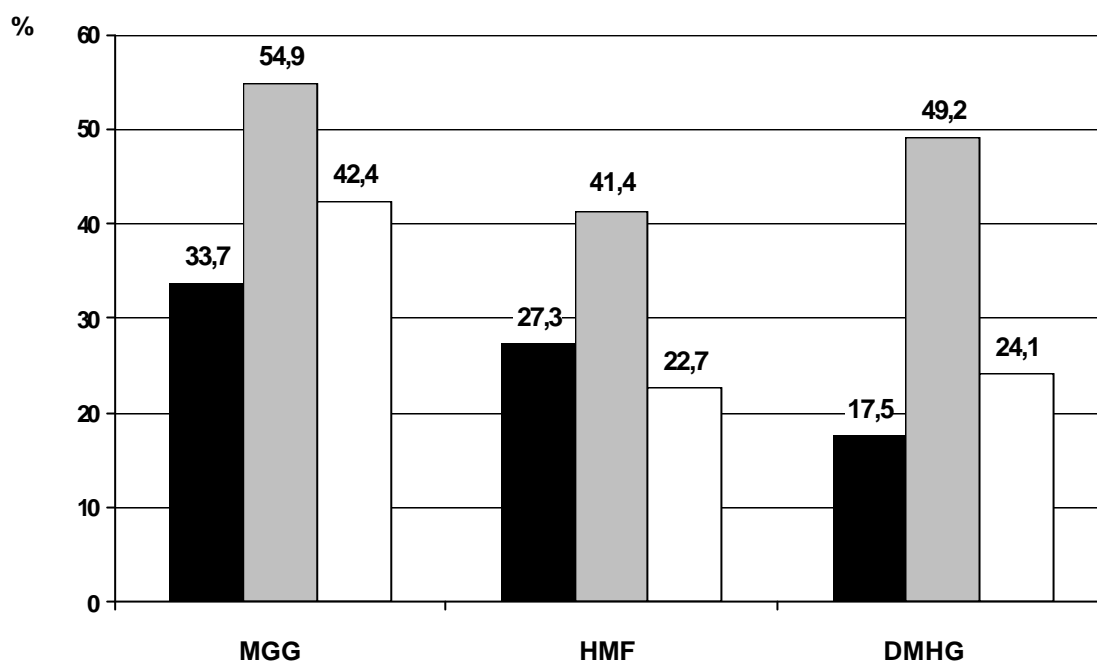


Abb. 26: Durchschnittliche prozentuale Abnahmen der Meßwerte *post operationem* für MGG (kg), HMF (kg/min) und DMHG (kg/min) in den Versuchsgruppen 1 ■, 2a ■ und 2b □

5.2.5. Ergebnisse der histologischen Untersuchungen

Anhand des mikroskopischen Vergleichs der angefertigten histologischen Schnittpräparate von 20 Zitzen, die mittels der Theloresektoskopie operiert worden waren (Gruppe A), mit weiteren 20 Zitzen, bei denen Gewebsresektionen mit einem schneidend-stanzenden Instrument geschahen (Gruppe B), erfolgte die Beurteilung der methodenbedingten histomorphologischen Veränderungen.

Die Art der Schnittführung durch das Präparat (vgl. 5.1.3.3.1.; Abb. 19) ermöglichte einen intraindividuellen Vergleich in jedem histologischen Schnitt, da der Lokalisation der Gewebsentfernung an der Fürstenberg-Rosette jeweils ein unveränderter Bereich gegenüberlag¹⁴.

¹⁴ Herrn Prof. Dr. E. Burkhardt (Institut für Veterinär-Pathologie der JLU Gießen) sei an dieser Stelle herzlich für seine Unterstützung bei der Auswertung der histologischen Präparate gedankt

5.2.5.1. Gesamtauswertung des Sektionsgutes

Veränderungen in einem Anteil der Fürstenberg-Rosette oder des proximalen Anteils des *Ductus papillaris*, die mit der erfolgten Gewebsresektion in Zusammenhang zu bringen waren, konnten in 21 der 40 histologischen Präparate nachgewiesen werden. Die übrigen Zitzen wiesen weder makroskopisch erfaßbare Veränderungen, noch dramatische histopathologische Befunde auf. In der Regel waren lediglich geringgradige lympho-plasma-histiozytäre submuköse Infiltrate nachweisbar (Abb. 27).

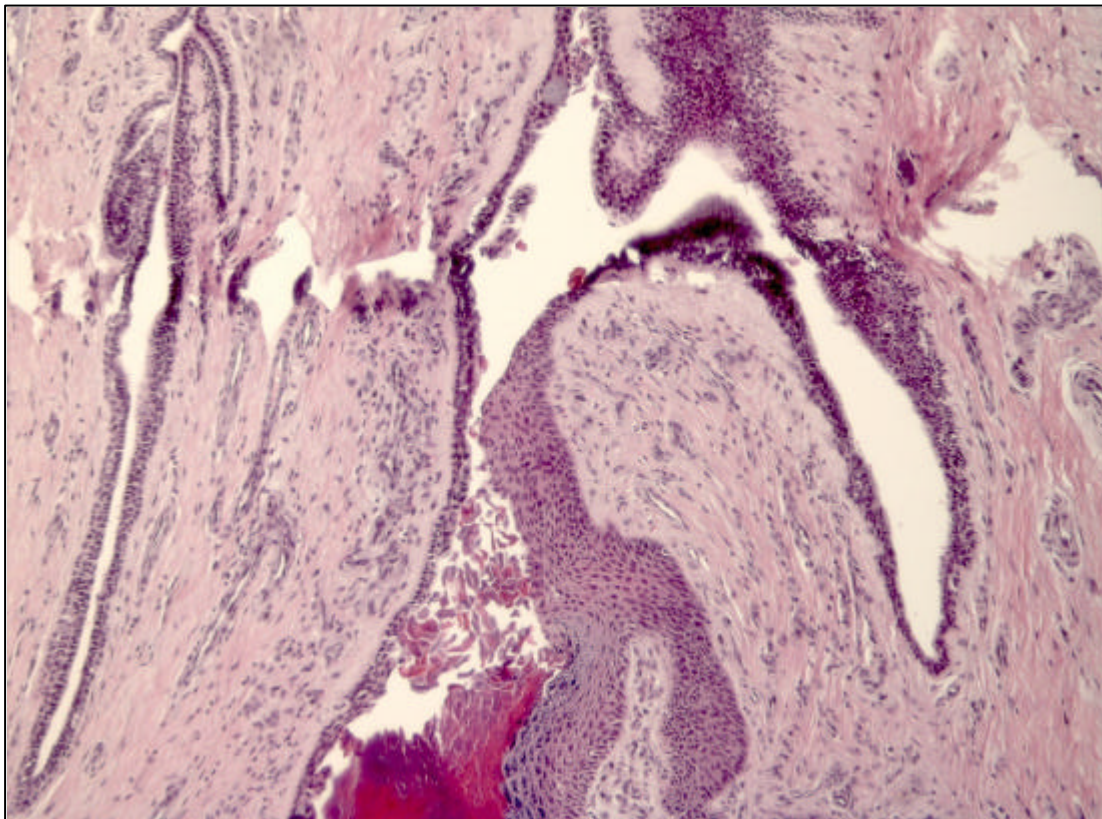


Abb. 27: Schleimhaut der Fürstenberg-Rosette an der Lokalisation der Gewebsresektion (rechtsseitig) mit schneidend-stanzendem Instrument (Gruppe B). Geringgradige lympho-plasmazelluläre submuköse Infiltration. H.E., x 130

Die Verteilung der histologisch auffälligen Befunde auf die beiden unterschiedlichen Gewebresektionsmethoden war unterschiedlich (Abb. 28): Während in Gruppe A lediglich bei etwa einem Viertel der Zitzen (6 von 20) Gewebssalterationen nachzuweisen waren, betrug der Anteil in Gruppe B 75% (15 von 20). Diese Differenz erwies sich in der statistischen Überprüfung im χ^2 -Verteilungstest als signifikant ($p \leq 0,01$).

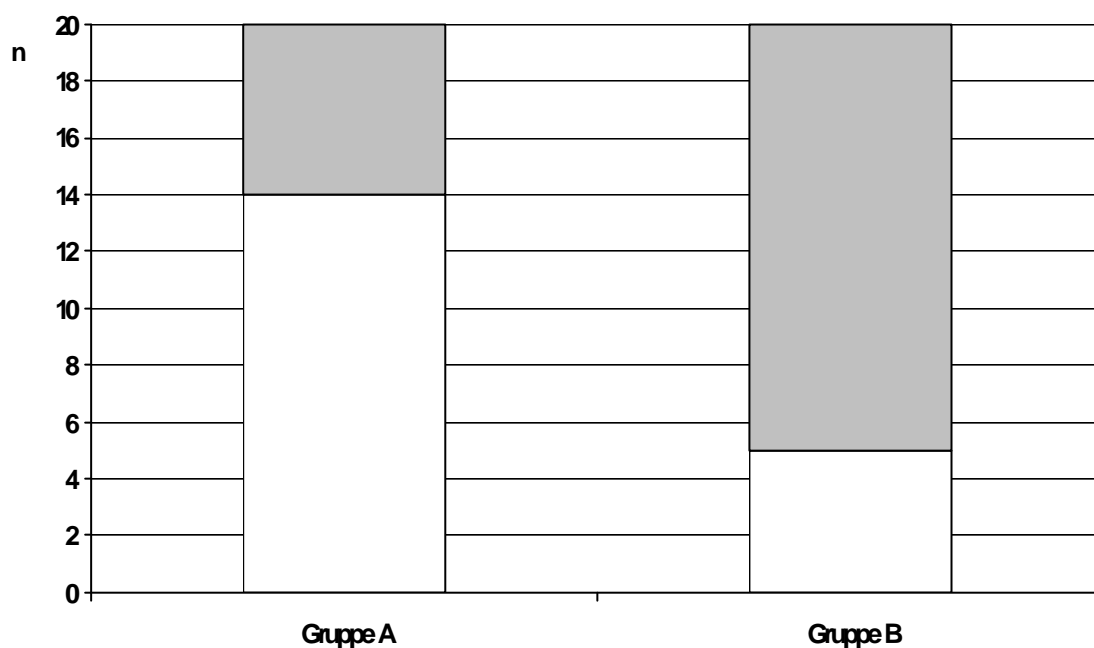


Abb. 28: Histopathologisch nachweisbare Veränderungen (□) an der Lokalisationsstelle der Gewebresektion im Untersuchungsgut

Die in beiden Gruppen nachgewiesenen Gewebssalterationen (Tab. 18) wurden aufgrund der Schwierigkeit der Klassifikation ihres Ausprägungsgrades zur Unterscheidung lediglich in die Klassen "geringgradig" und "hochgradig" eingestuft. In Gruppe B war, gegenüber der Gruppe A, eine deutliche Häufung der hochgradigen und kombinierten Veränderungen nachzuweisen, einige histopathologische Befunde waren in dieser Gruppe ausschließlich vertreten (Tab. 18).

Tab. 18: Nachgewiesene Gewebsalterationen und absolute Häufigkeiten im Untersuchungsgut der Gruppen A und B (Teilmenge der hochgradigen Veränderungen in Klammern; - = nicht nachweisbar)

Gewebsalteration	Gruppe A	Gruppe B
Jugendlichen Bindegewebszubildung	3 (1)	7 (5)
Infiltration mit Entzündungszellen	3 (2)	7 (5)
Nachweis frischen Granulationsgewebes	1	1
Blutung	-	2
Zerstörung des Zylinderepithels	-	2
Luminale Bindegewebszubildung	-	1
Luminaler Zelldetritus und Exsudat	-	1

5.2.5.2. Einzeldarstellung der nachgewiesenen Gewebsalterationen

Die festgestellten Gewebsveränderungen an den Resektionstellen werden im Folgenden in ihrem Auftreten bei den Gruppen des Untersuchungsgutes besprochen sowie in ihrem histopathologischen Bild und in den unterschiedlichen Ausprägungsgraden exemplarisch dargestellt.

5.2.5.2.1. Jugendliche Bindegewebszubildung

Der Nachweis jugendlichen Bindegewebes im Bereich der Resektionslokalisation gelang in der Gruppe A bei 3 der 20 untersuchten Zitzen (15%). In der Gruppe B konnte ein jugendliches Stratum corneum mit mäßig verhornten, noch kernhaltigen Keratozyten und Epithelproliferationen in 35% der histologischen Präparate dargestellt werden.

In der Gruppe A war, im Gegensatz zur Gruppe B, bei veränderten Zitzen vorwiegend eine geringgradige Verbreiterung des subepithelialen, bindegewebigen Saumes festzustellen (Abb. 29).

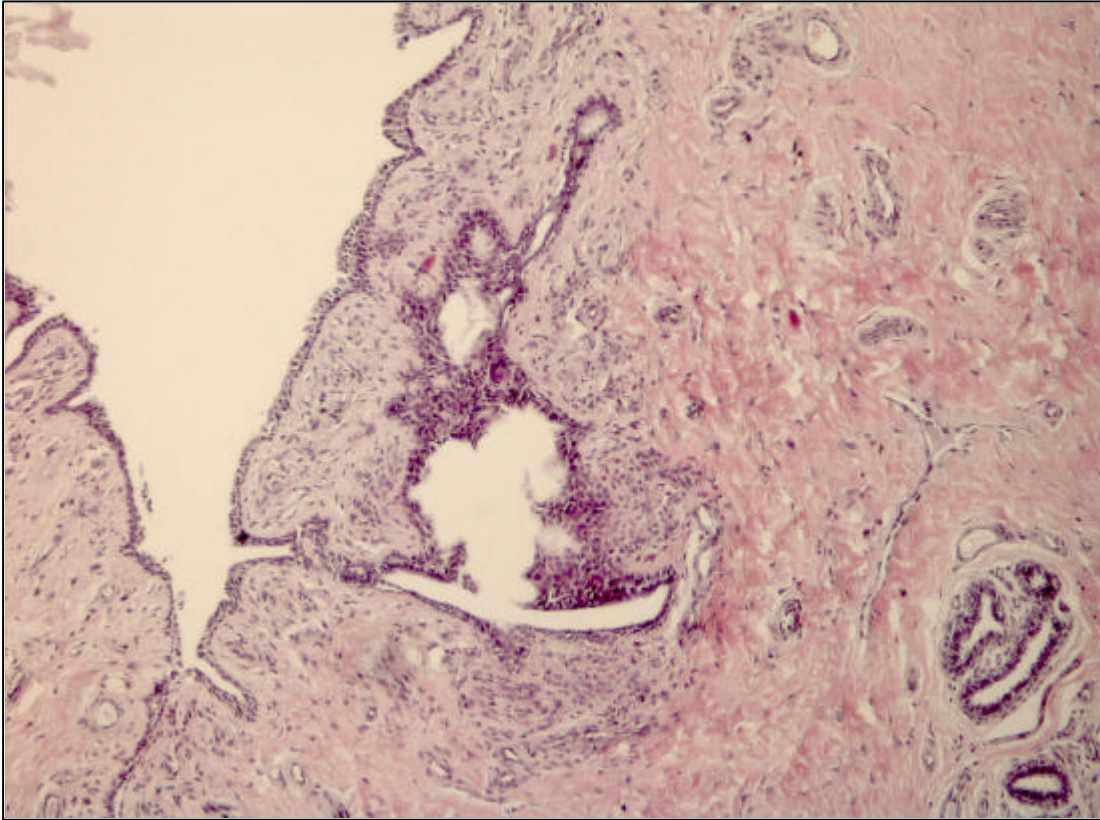


Abb. 29: Schleimhaut der Fürstenberg-Rosette an der Lokalisation der Gewebsresektion (Gruppe A). Geringgradige Zubildung jugendlichen Bindegewebes. H.E., x 130

Hinsichtlich des Ausmaßes der bindegewebigen Zubildung war in der Gruppe A lediglich in einem von drei, in Gruppe B hingegen in fünf von sieben Fällen ein hochgradiger Befund nachzuweisen (Abb. 30).

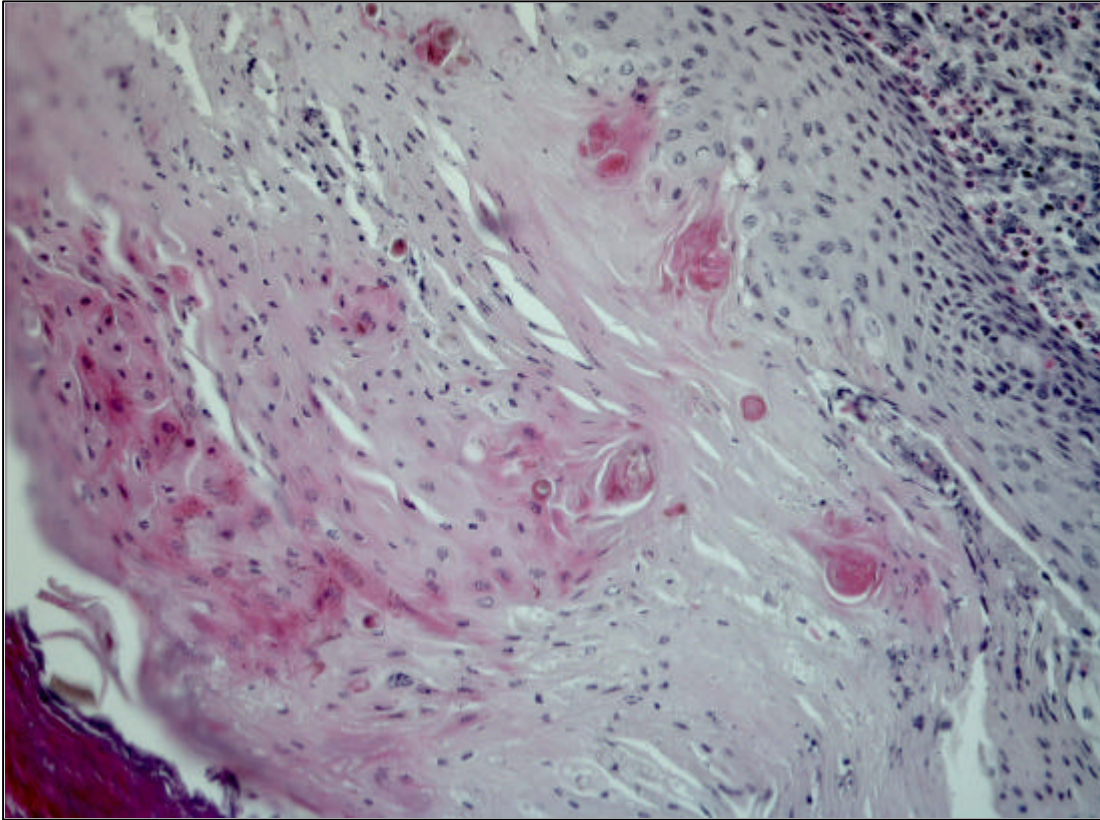


Abb. 30: Schleimhaut der Fürstenberg-Rosette an der Lokalisation der Gewebsresektion (Gruppe B). Jungdliches *Stratum corneum* mit mäßig verhornten, kernhaltigen Keratozyten und Proliferation des Epithels. H.E., x 260

5.2.5.2.2. Infiltration des Gewebes mit Entzündungszellen

Eine diffuse Infiltration des Gewebes mit Entzündungszellen an der Resektionsstelle war bei einer von drei Zitzen der Gruppe A als geringgradig zu bezeichnen (Abb. 31).

In der Gruppe B überwogen hochgradige, gemischtzellige Infiltrationen (5 von 7) mit relativ hohem Anteil an neutrophilen Granulozyten und mononukleären Entzündungszellen (Abb. 32).

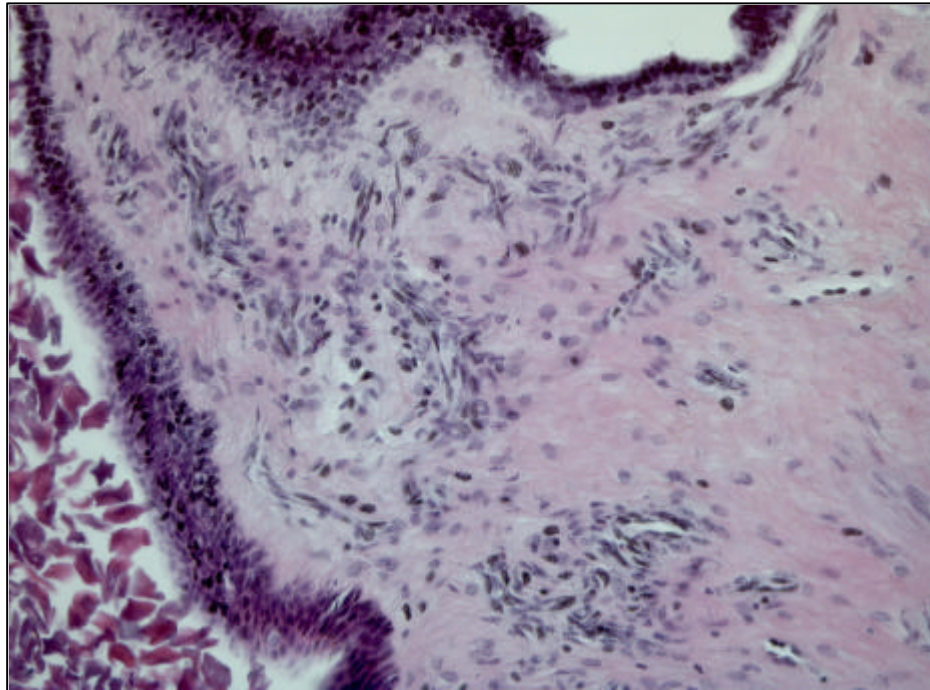


Abb. 31: Schleimhaut der Fürstenberg-Rosette an der Lokalisation der Gewebsresektion (Gruppe A). Geringgradige Infiltration mit vorwiegend mononukleären Entzündungszellen. H.E., x 215

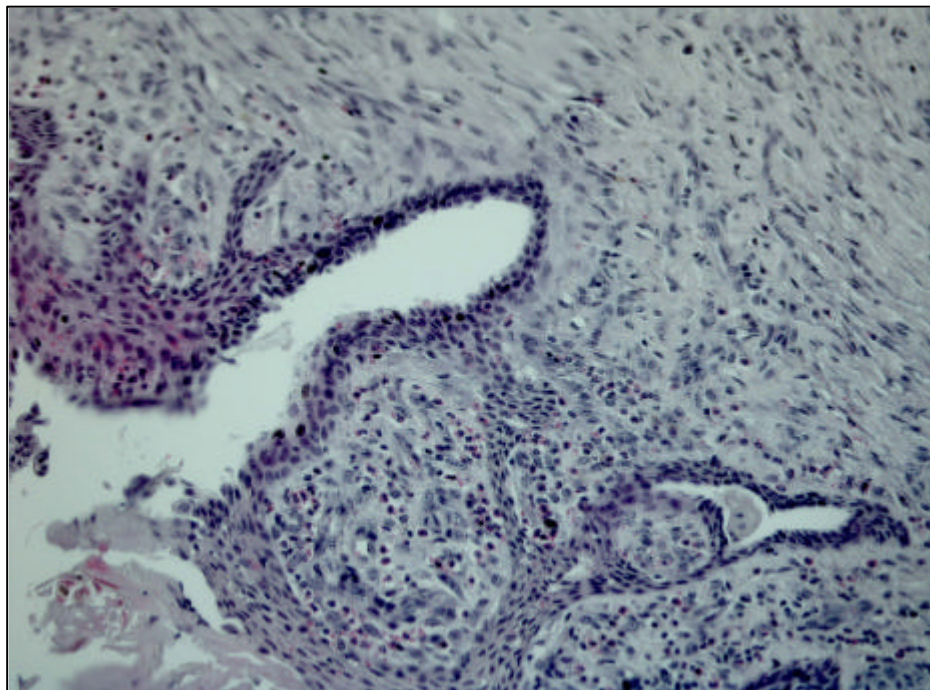


Abb. 32: Schleimhaut der Fürstenberg-Rosette an der Lokalisation der Gewebsresektion (Gruppe B). Hochgradige Infiltration mit mononukleären Entzündungszellen, neutrophile Granulozyten. H.E., x 215

5.2.5.2.3. Kapilläre Einsprossung

Kapilläre Einsprossungen im Zusammenhang mit noch nicht abgeschlossenen Granulationsvorgängen im Rahmen der Reparation und Regeneration von Gewebdefekten lagen sowohl in der Gruppe A als auch in der Gruppe B in jeweils einem Fall vor.

Das Ausmaß der Kapillarisation im Bereich der Gewebresektionslokalisation war jeweils geringgradig (Abb. 33).

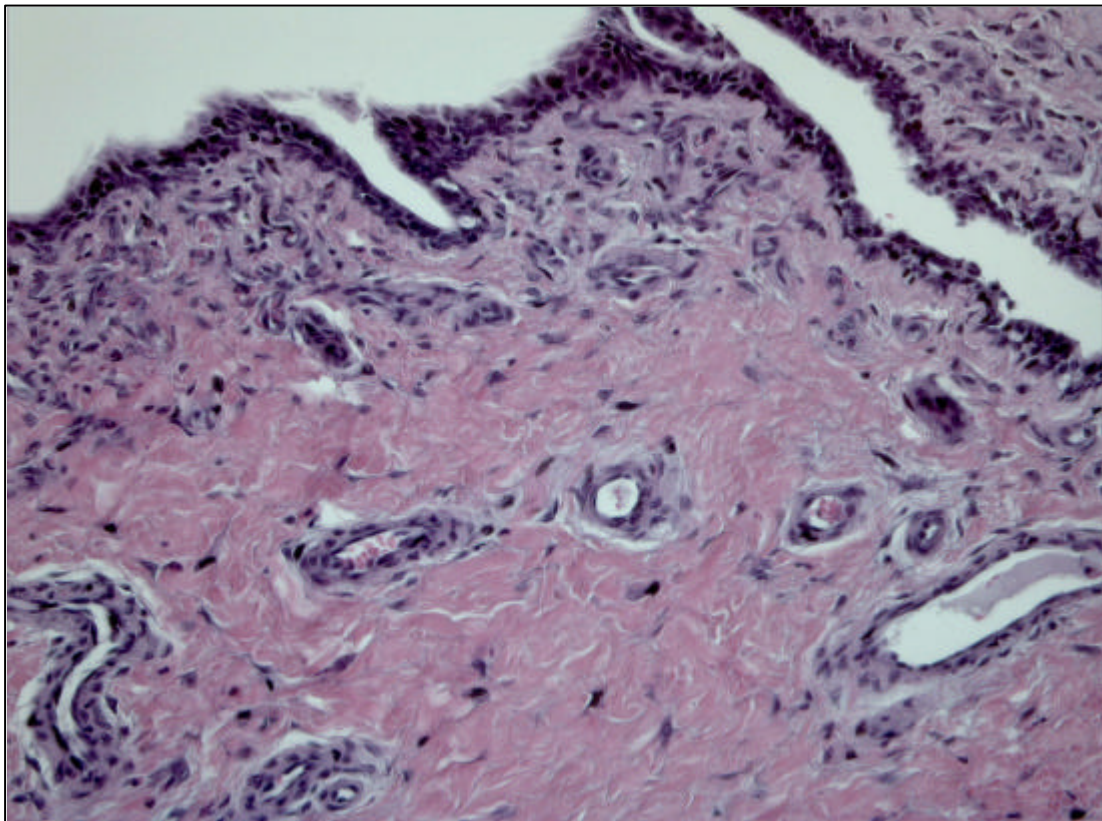


Abb. 33: Schleimhaut der Fürstenberg-Rosette an der Lokalisation der Gewebresektion (Gruppe A). Geringgradige kapilläre Einsprossung. H.E., x 260

5.2.5.2.4. Blutung

In zwei Zitzen der Gruppe B war bereits makroskopisch eine blutige Durchtränkung des Gewebes im Umfeld der Resektionsstelle festzustellen. Im histologischen Schnittpräparat stellten sich die rötlichen Verfärbungen als mittelgradige herdförmige Blutungen zwischen den Bindegewebsfasern dar (Abb. 34).

Die Veränderungen wurden aufgrund des ausschließlichen Vorkommens bei Zitzen der Gruppe B keiner weiteren Klassifikation unterzogen.

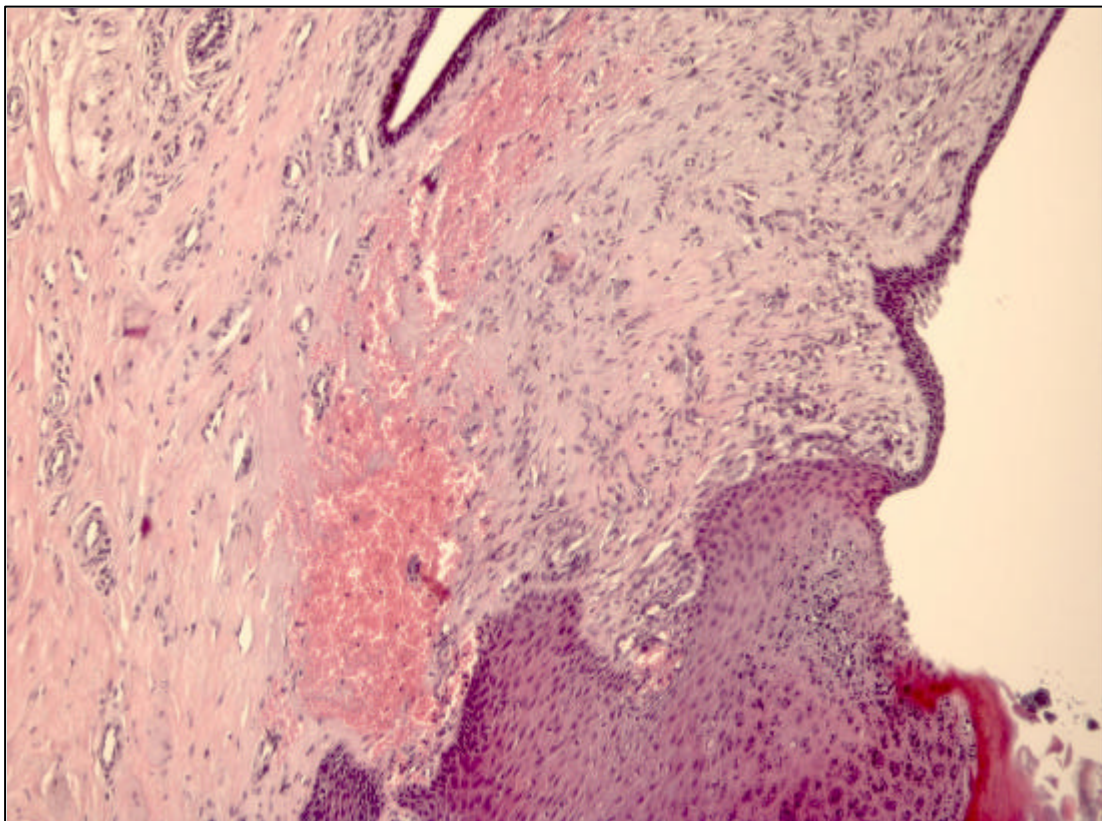


Abb. 34: Schleimhaut der Fürstenberg-Rosette an der Lokalisation der Gewebsresektion (Gruppe B). Blutung zwischen Bindegewebsfasern. H.E., x 130

5.2.5.2.5. Zerstörung des Zylinderepithels sowie lumenale Bindegewebszubildung, Zelldetritus und Exsudat

Bei weiteren zwei Zitzen der Gruppe B konnten im histologischen Schnittpräparat Zusammenhangstrennungen des zweischichtigen Zylinderepithels der Schleimhaut der Fürstenberg-Rosette identifiziert werden. Die Zerstörung des Schleimhautepithels war auf die Umgebung der Lokalisation der Gewebsresektion beschränkt und in jeweils einem Fall von weiteren Veränderungen begleitet.

In einer Zitze wurde zusätzlich zum Verlust des Zylinderepithels eine proliferative, bindegewebige Zubildung im Lumen der Zitze festgestellt, die ihren Ursprung im Gewebsresektionsbereich hatte (Abb. 35).

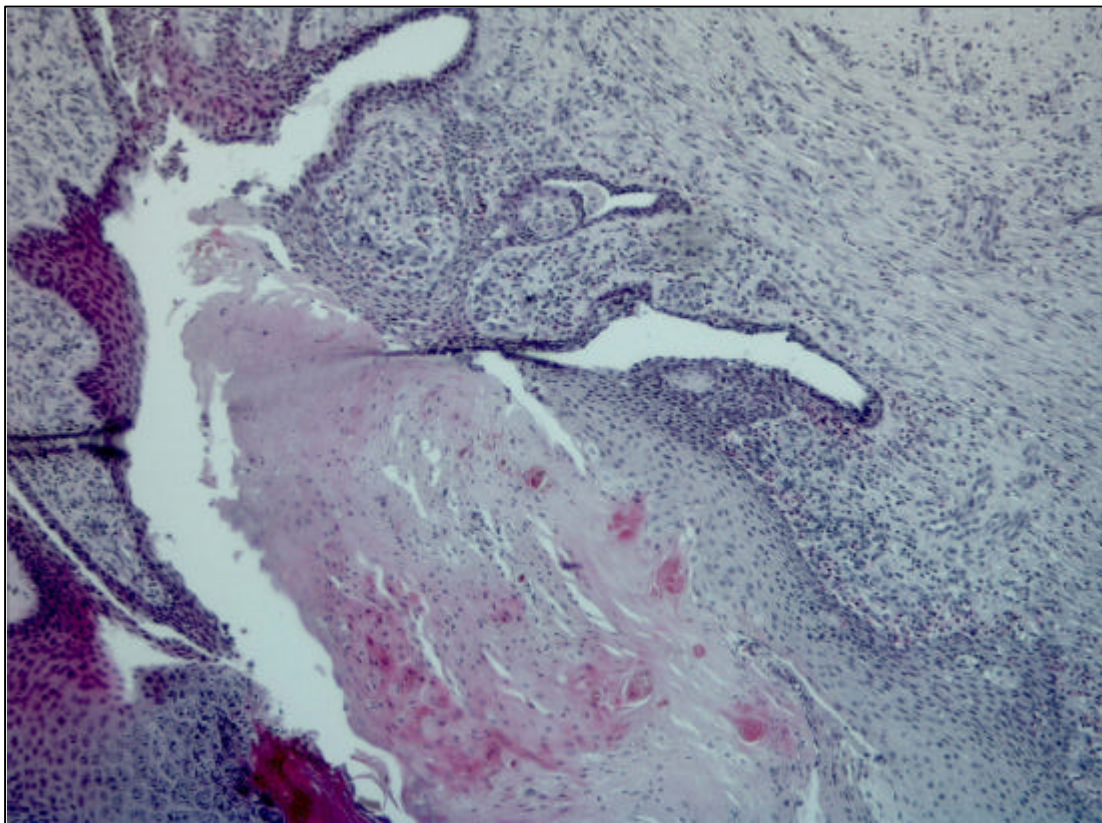


Abb. 35: Schleimhaut der Fürstenberg-Rosette an der Lokalisation der Gewebsresektion (Gruppe B). Verlust des Zylinderepithels und proliferative, bindegewebige Zubildung. H.E., x 130

In einem weiteren Fall konnte neben der Zerstörung des Schleimhautepithels eine Exsudation mit Zelldetritus, degenerierten Leukozyten und hämosiderinhaltigen Makrophagen im Lumen der Zitze nachgewiesen werden (Abb. 36).

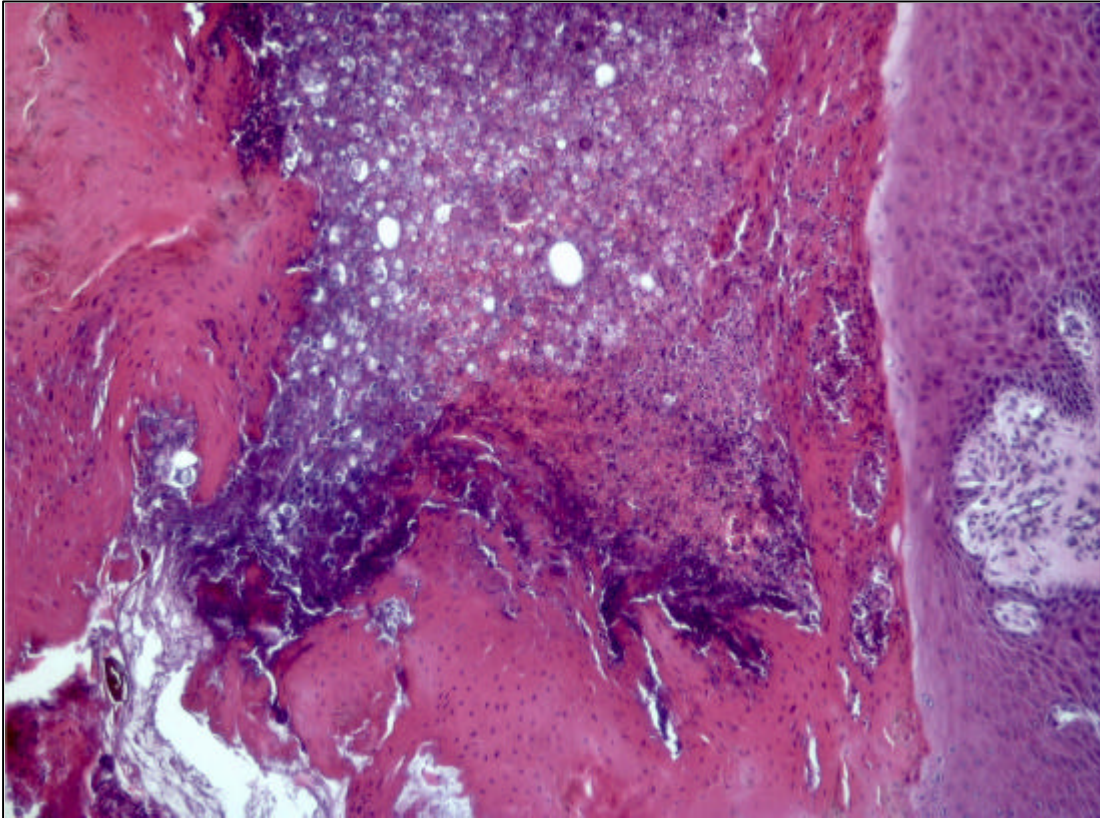


Abb. 36: Schleimhaut der Fürstenberg-Rosette an der Lokalisation der Gewebsresektion (Gruppe B). Verlust des Zylinderepithels und luminales Exsudat mit Zelldetritus, degenerierten Leukozyten und hämosiderinhaltigen Makrophagen. H.E., x 130

6. Diskussion

Der Komplex der Milchabflußstörungen beim Milchrind ist als eine vielschichtige Problematik aufzufassen, die sowohl tierhalterische, tiermedizinische als auch tierschutzrelevante Aspekte beinhaltet.

Für den Tierhalter ergibt sich aus der Situation der Schwermelkbarkeit eines Milchrindes ein arbeitstechnisches und somit auch wirtschaftliches Problem in einem der wesentlichsten Produktionsbereiche. Abgesehen von Fällen des völligen Sistierens des Milchflusses, was den Verlust der Gesamtmilchmenge des betroffenen Euterviertels bedeutet, kann auch eine lediglich verzögerte Milchabgabe schwerwiegende Konsequenzen nach sich ziehen. Zu nennen ist einerseits die entstehende Zeitverzögerung, die beim gründlichen Ausmelken des schwermelkenden Euterviertels entsteht und den Melkvorgang insgesamt deutlich verlängert. Das Risiko des Blindmelkens der übrigen Euterviertel bis zur völligen Entleerung des betroffenen Viertels und damit die Entwicklung von Folgeschäden wie Mastitiden oder morphologischen Veränderungen des Strichkanals, die ihrerseits dann wiederum in Milchabflußstörungen resultieren können, ist hoch. Wenn jedoch andererseits das Melken beendet wird, sobald die drei nicht betroffenen Euterviertel entleert sind, kann ein nicht unerheblicher Anteil an Residualmilch im schwermelkenden Viertel verbleiben und somit die Mastitisinzidenz erhöhen.

Für den Tierarzt, dem Kühe mit Milchabflußstörungen vorgestellt werden, stellt sich daraus das Problem, daß eine sichere Diagnosestellung mit einer möglichst genauen prognostischen Einschätzung seitens des Tierbesitzers gefordert wird. Nur auf dieser Basis ist für den Landwirt die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines vorgeschlagenen therapeutischen Verfahrens abzuschätzen. Aufgrund der Palpations- und Sondierungsbefunde der speziellen klinischen Euteruntersuchung kann die Ursache einer Milchabflußstörung zwar meist lokalisiert werden, eine detaillierte

Diagnosestellung hinsichtlich des Ausmaßes und der Natur ist jedoch in der Regel nicht durchführbar.

Aus den genannten Gründen und nicht zuletzt unter Beachtung des Tierschutzaspektes konnte die bestehende Situation in der geübten Praxis des Umgangs mit Melkbarkeitsstörungen des Rindes nicht befriedigen. Aus Sicht des Tierschutzgesetzes (BGBl. I S. 1105, 1818; 25.05.1998) besteht das grundsätzliche Verbot, Tieren ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zuzufügen. Sowohl dem Tierhalter und umso mehr dem Tierarzt, dem der Schutz des Tieres in seinem Selbstverständnis ein besonderes Anliegen sein muß, obliegt die Verantwortung, dieser Verpflichtung uneingeschränkt nachzukommen. Vor dem Hintergrund einer jahrzehntelangen Diskussion über die Ätiologie von Zitzenverletzungen, die Verkomplizierung zunächst undramatischer Fälle durch ungeeignete Laienbehandlungsversuche sowie die allgemeine Unzufriedenheit mit den zur Verfügung stehenden tierärztlichen Diagnose- und Therapieverfahren verwundert es, daß, trotz aller Kritik keine konsequenten Anstrengungen zur nachhaltigen Verbesserung der Situation unternommen wurden.

Die Notwendigkeit einer Verfeinerung der diagnostischen Methoden zumindest wurde bereits früh erkannt. Bildgebende Verfahren, wie beispielsweise die röntgenologische Darstellung der Zitze, wurden erprobt (McDonald, 1968; Kubicek, 1972) und bezüglich ihrer diagnostischen Aussagekraft bei Milchabflußstörungen bewertet. Aufgrund des nicht unerheblichen Aufwandes, den die Röntgenuntersuchung einer Zitze mit sich bringt, der *in praxi* häufig nicht gegebenen Verfügbarkeit tragbarer Röntgengeräte, des Risikos der entstehenden Streustrahlung und nicht zuletzt aufgrund des gegenüber Palpation und Sondierung der Zitze nur beschränkten Informationszugewinns konnte sich diese Methode jedoch nicht durchsetzen. Mit der wissenschaftlichen Erprobung der Sonographie an der Zitze des Rindes (Caruolo und Mochrie, 1967; Worstorff et al., 1986) wurden erste Schritte zur Einführung eines *in praxi* durchführbaren,

bildgebenden Verfahrens unternommen. Cartee und Mitautoren (1986) sammelten grundlegende Informationen zur feinstrukturellen Echotextur des Zitzengewebes, Jenninger (1989) sowie Will und Mitarbeiter (1990) bauten auf diesen Erkenntnissen auf und fügten Ergebnisse hinsichtlich der Untersuchungstechnik unter Klinikbedingungen und der Darstellbarkeit pathologischer Veränderungen hinzu. Gerade im Hinblick auf Milchabflußstörungen konnte gezeigt werden, daß die Sonographie als klinisch problemlos einsetzbares Verfahren ein gutes diagnostisches Hilfsmittel und eine wertvolle Alternativmethode zur Röntgenuntersuchung darstellt (Stocker et al., 1989). Unter Praxisbedingungen führten Saratsis und Grunert (1993) Ultraschalluntersuchungen traumatisierter Zitzen durch und kamen zum Ergebnis, daß insbesondere die exakte Bestimmung der räumlichen Ausdehnung von Zitzenstenosen durch die Sonographie gegenüber der klinischen Untersuchung verbessert ist. Breitkopf (1998) verglich die Aussagekraft klinischer und sonographischer Untersuchungen an Zitzen mit akuten und chronischen Entzündungsprozessen. Die Autorin konnte zeigen, daß die Ergebnisse der Ultraschalluntersuchung eine prognostische Einschätzung der Heilungsaussichten ermöglichen.

Es erstaunt, daß die intensive Beschäftigung mit der exakten Diagnostik von Ursachen für Milchabflußstörungen des Rindes nicht zum konsequenten nächsten Schritt, nämlich zu einer Verbesserung der chirurgischen Therapie, führte. Dies wundert um so mehr, da bereits Saratsis und Grunert (1993) den Einsatz der Sonographie als Routineverfahren zur Überprüfung der Therapieerfolge bei Zitzenstenosen forderten, ohne jedoch Alternativen zu den seit Jahrzehnten unverändert durchgeführten Verfahren des "Blindräumens" (Hug, 1903) oder der invasiven Thelotomie aufzuzeigen. Schon Jahre zuvor waren erste Untersuchungen zur Anwendbarkeit der Zitzenendoskopie in Diagnostik und Therapie von Zitzenstenosen durchgeführt und publiziert worden (Wilhelm und Schebitz, 1979). Aufgegriffen wurde die Thematik der endoskopisch kontrollierten Geweberesektion jedoch von Medl und Mitarbeitern erst 1994. Die

Arbeitsgruppe, unzufrieden mit der bisher vornehmlich geübten Praxis der Resektion von Gewebe in der Zitze des Rindes ohne Sichtkontrolle, erkannte, daß Milchabflußstörungen, die auf vorangegangenen Traumatisierungen der Zitze durch Läsionen der Schleimhaut der Zitenzisterne, der Fürstenberg-Rosette oder des Strichkanals zurückzuführen waren, in der Regel der chirurgischen Intervention zur Resektion losgelöster Schleimhautanteile oder sekundär entstandener, granulomatöser Zubildungen bedürfen. Um das erklärte Ziel der Therapiemaßnahme, eine schnelle Wiederherstellung einer ungestörten Melkbarkeit bei erhaltener Eutergesundheit, zu erreichen, entwickelten sie ein minimalinvasives Verfahren der endoskopiegestützten Zitzenoperation (vgl. 2.3.3.). Weitere endoskopische Operationsverfahren wie die videoassistierte theloskopische Elektroinzision (John et al., 1998; vgl. 2.3.4.) oder die theloskopische Triangulationstechnik (Hirsbrunner und Steiner, 1999; vgl. 2.3.5.) wurden in den Folgejahren erprobt. Allen genannten Methoden ist gemeinsam, daß die Resektion von Gewebeanteilen im Zitzenlumen unter optischer Kontrolle und unter mehr oder weniger geringer zusätzlicher Schädigung der Zitze erfolgt. Unterschiede bestehen hinsichtlich des instrumentellen und personellen Aufwandes sowie der tatsächlichen Minimalinvasivität des Eingriffes und der Technik der Geweberesektion. Ziel der Erprobung einer neuen Methode zur endoskopischen Zitzenoperation (Theloresektoskopie) war es, ein *in praxi* einsetzbares, einhändig zu bedienendes Instrumentarium zu entwickeln, das eine minimalinvasive Resektion von Gewebe über einen lateralen Zugang und eine "noninvasive" Operationsmöglichkeit über den natürlich gegebenen Zugang zur Zitze, den *Ductus papillaris*, mittels Hochfrequenzstrom-(HF)-Chirurgie erlaubt.

6.1. Durchführbarkeit unterschiedlicher minimalinvasiv-chirurgischer Eingriffe an der Zitze des Rindes

Hinsichtlich des Einsatzes in der bildgebenden Diagnostik über den Strichkanal sind die vorgestellten Verfahren sehr ähnlich. Außer bei der videoassistierten theloskopischen Elektroinzision (John et al., 1998), bei der auf eine endoskopische Untersuchung via Strichkanal aufgrund des Durchmessers des Instrumentariums von 8 mm verzichtet werden muß, kommen starre Endoskope mit Stablinse mit einem Vorausblickwinkel von 0° zur Anwendung. Nach Reinigung und Desinfektion der Zitzenspitze und nach Unterbrechung des Milchflusses durch an der Zitzenbasis angelegte Stauvorrichtungen werden sie in den *Ductus papillaris* eingeführt. Während das Endoskop bei der endoskopiegestützten Zitzenoperation (Medl et al., 1994) mit einem Durchmesser von 2,7 mm unbewehrt, also ohne Schutzschaft, vorgeschoben wird, verwenden Hirsbrunner und Steiner (1999) bei der theloskopischen Triangulationstechnik ein Endoskop mit einer Stärke von 3 mm, das von einem Schutzschaft mit 4 mm Außendurchmesser aufgenommen wird. Bei der Theloresektoskopie ist das objektivseitig lediglich 1,9 mm messende Stablinsenendoskop von einem Arbeitsschaft, der zusätzlich zum Endoskop die Schlingenelektrode führt, umgeben. Bauartbedingt ergibt sich so ein maximaler Querschnitt des längsovalen Schaftes von 3,63 mm (Hospes und Seeh, 1998b). Die ursprüngliche Befürchtung, daß der Durchmesser des Arbeitsschaftes zu groß für die Passage des Strichkanals sein könne, bewahrheitete sich nicht. Bei allen untersuchten Tieren konnte der Strichkanal ohne Ausübung größeren Druckes durch den *Ductus papillaris* hindurchgeschoben werden. Die von Medl und Mitarbeitern (1994) als oberstes Ziel postulierte Forderung, daß durch die Maßnahme der Endoskopie der Strichkanal keine weitere Traumatisierung erfahren dürfe, wird somit erfüllt. Zudem ist das im Theloresektoskop verwendete Endoskop mit einem objektivseitigen Durchmesser von 1,9 mm, der okularwärts auf 2,1 mm ansteigt, ein eigenständig und somit auch ohne Arbeitsschaft verwendbares Instrument,

das in seinen Abmessungen diejenigen des von Medl und Mitarbeitern verwendeten Endoskopes um annähernd einen Millimeter unterschreitet.

Unter Verwendung des Arbeitsschaftes jedoch ergibt sich ein, im Vergleich zu anderen Methoden, einzigartiger Vorteil der Theloresektoskopie in Bezug auf Diagnostik und chirurgische Intervention.

Die im Theloresektoskop integrierte und im Arbeitsschaft mitlaufende Drahtöse kann über den Hebelmechanismus ausgefahren werden und ermöglicht so eine Sondierung im Zitzenlumen aufgefundener Strukturen unter unmittelbarer Sichtkontrolle. Rigidität, Schichtdicke und Ansatzflächen von Schleimhautablösungen, Stielungen von Schleimhautpolypen, Beweglichkeit von Fremdkörpern oder Breite und Dicke von Schleimhautsepten und -briden sind durch Berührung und Bewegung mit der Schneidelektrode beurteilbar. Größenverhältnisse können durch den direkten Vergleich mit der im Durchmesser etwa 3 mm breiten Wolframdraht-Öse abgeschätzt und somit Veränderungen im Hinblick auf ihre Größe und Ausdehnung bewertet werden.

Darüber hinaus ist, anders als in den übrigen minimalinvasiven, endoskopiegestützten Operationsverfahren in der Zitze des Rindes, die unverzichtbar auf mindestens einen (endoskopiegestützte Zitzenoperation; videoassistierte theloskopische Elektroinzision) oder mehrere laterale Zugänge zur Zitze (theloskopische Triangulationstechnik) angewiesen sind, mit der Theloresektoskopie ein chirurgischer Eingriff unter ausschließlicher Verwendung der natürlichen Öffnung der Zitze möglich. Wenn auch die Indikation der Operation über den Strichkanal nur in Ausnahmefällen, beispielsweise zur Resektion von Schleimhautabrissen in der Zitzenzisterne oder zur Entfernung zirkulär oder longitudinal verlaufender Septen oder Briden gegeben ist, so ist dennoch zu betonen, daß hier die grundsätzliche Forderung der Minimalinvasivität in idealer Weise erfüllt ist. Die Traumatisierung der Zitze beschränkt sich bei dieser Form des Eingriffes auf

das notwendige und unvermeidliche Maß an der Lokalisation der den Milchfluß behindernden Struktur.

Auch bei Eingriffen, die im Bereich der Fürstenberg-Rosette oder des Strichkanals erfolgen müssen, bestehen deutliche Unterschiede zwischen den endoskopischen Operationsverfahren hinsichtlich Ausmaß und Anzahl der lateralen Perforationen.

Die größte Eröffnung der Zitzenzisterne erfordert die videoassistierte theloskopische Elektroinzision (John et al., 1998). Hier wird eine latero-sagittale Stichinzision mit einer Länge von mindestens 8 mm gesetzt, die zur Aufnahme des ebenfalls 8 mm messenden urologischen Arbeitsschaftes dient. Die Größe der Zitzenperforation macht nach Beendigung des endoskopischen Eingriffes einen gesonderten, dreischichtigen Wundverschluß notwendig. Abgesehen von der Verlängerung der Gesamtoperationszeit, die durch den aufwändigen chirurgischen Wundverschluß verursacht wird, widerspricht diese Vorgehensweise dem Gedanken der Minimalinvasivität und rückt die Methode in die Nähe der Thelotomie, bei der ebenfalls eine längsverlaufende chirurgische Eröffnung der Zitze und ein dreischichtiger Wundverschluß erforderlich sind.

Die theloskopische Triangulationstechnik (Hirsbrunner und Steiner, 1999) bedingt zwar keine Eröffnung der Zitzenzisterne, die mehr als 3 mm mißt, in der Addition der beiden Perforationen für den Endoskopschaft und die endoskopische Schere ergibt sich jedoch eine Gesamtwundlänge von mindestens 6 mm. Die Perforationswunde des Endoskopschaftes wird postoperativ mit einer zweischichtigen Wundnaht versehen, der Verschluß der zusätzlichen Stichinzision erfolgt einschichtig. Gegenüber der Methode der videoassistierten theloskopischen Elektroinzision stellt dies zwar einen Vorteil dar, die Notwendigkeit der zweifachen Eröffnung der Zitze bedingt jedoch die Verdoppelung des Risikos von unerwünschten Reaktionen an den Perforationsstellen, wie beispielsweise Wundheilungsstörungen.

Beiden Methoden ist gemeinsam, daß die Zugänge zur Zitzenzisterne mittels Stichinzisionen mit dem Skalpell erfolgen. Die Traumatisierung des Gewebes durch einen rechtwinkelig durch das Gewebe geführten Schnitt mit einem scharfen Instrument ist als höher zu erachten, als bei Durchtrennung der Zitzenwand durch einen angeschärften Trokar, wie er bei der endoskopiegestützten Zitzenoperation (Medl et al., 1994) verwandt wird.

Ein angeschärfter Trokar mit einem Durchmesser von 2,7 mm wird in diesem Verfahren über den Strichkanal in das Zitzenlumen vorgeschoben und an der vorgesehenen Perforationsstelle durch die Wand der Zitze gebohrt. Der Trokarspitze wird ein Endoskopschaft mit einem Kaliber von 3 mm aufgesetzt. Nach Verschieben des Schaftes und Entfernung des Trokars kann nun das Endoskop in den Schaft eingeführt und in ihm verriegelt werden. Die Perforationswunde mißt somit höchstens 3 mm, verläuft schräg durch die Wandschichten und muß nach Abschluß des Eingriffes lediglich mit einem Einzelheft oder einer chirurgischen Wundklammer verschlossen werden.

Die Theloresektoskopie nimmt hinsichtlich der Größe der lateralen Perforationswunde eine Mittelstellung ein. Ein konischer Arbeitstrokare mit längsovalen Querschnitt mit einer maximalen Breite von 3,63 mm wird, nachdem er durch den Strichkanal in das Zitzenlumen eingeführt worden ist, in der vorbereiteten Perforationslokalisation schräg nach proximal durch die Zitzenwand getrieben. Beim Zurückziehen des Trokars verbleibt eine Trokarhülse in der Zitzenwand, durch die das Theloresektoskop eingeführt wird. Wenn auch das Kaliber des Instrumentes gegenüber dem in der endoskopiegestützten Zitzenoperation verwendeten geringfügig stärker ist, so besteht doch der Vorteil, daß die Schädigung des Gewebes als geringer zu erachten ist. Der Arbeitstrokare ist konisch bis auf Nadelspitze zulaufend, so daß das Gewebe verdrängt und nicht zerschnitten wird.

Bezüglich der Durchführbarkeit eines Operationsverfahrens unter Praxisbedingungen, die unter anderem meist durch das Fehlen von

Einrichtungen zum Ablegen des Großtierpatienten in Seitenlage und durch eine eingeschränkte Verfügbarkeit von geschultem Personal gekennzeichnet sind, sind die Faktoren Operationsvorbereitung und Operationsassistenz von wesentlicher Bedeutung.

Die grundlegenden Vorbereitungsschritte der einzelnen minimalinvasiven Operationsmethoden bezüglich Ablassen der Milch, Sedation des Patienten, lokale Schmerzausschaltung an der Zitze, Unterbindung des Milch- und Blutflusses zur Zitze sowie Reinigung und Desinfektion des Operationsfeldes unterscheiden sich nicht wesentlich. Die Fixation und Lagerung der zu operierenden Kühe ist jedoch erheblich vom Ausmaß des Eingriffes abhängig und differiert zwischen den genannten chirurgischen Verfahren in einem grundsätzlichen Aspekt.

Aufwändige Maßnahmen zur Lagerung des Patienten, wie bei der videoassistierten theloskopischen Elektroinzision und der theloskopischen Triangulationstechnik aufgrund des Umfanges der chirurgischen Intervention zwingend erforderlich, schränken die Durchführungsmöglichkeit außerhalb eines Klinikbetriebes weitgehend ein. Wenn auch eingeräumt werden kann, daß ein Ablegen des Patienten auf einem Kipp- oder Klauenstand zumindest in einigen Großbetrieben mittlerweile möglich und bei jeglichem Eingriff an der Zitze grundsätzlich zu bevorzugen ist, so stellt die gegebene Möglichkeit der Operation des lediglich im Untersuchungs- oder Melkstand in aufrecht stehender Position fixierten Patienten einen Vorteil dar. Die endoskopiegestützte Zitzenoperation und auch die Theloresektoskopie sind nicht obligatorisch auf das Verbringen des Patienten in Seitenlage angewiesen, sondern lassen sich auch am stehenden Tier relativ unproblematisch vornehmen. Insofern sind hier die beiden letztgenannten Operationsverfahren in Bezug auf die Praktikabilität und somit die Praxisrelevanz gegenüber den erstgenannten Methoden als vorteilhaft zu bewerten.

Als weiterer die Durchführbarkeit eines chirurgischen Therapieverfahrens unter Feldbedingungen charakterisierender Faktor ist der zum Eingriff benötigte Personalaufwand zu berücksichtigen. Unter den herrschenden Bedingungen in der tierärztlichen Großtierpraxis und den Konditionen, die in der modernen Milchwirtschaft vorherrschen, ist die Verfügbarkeit von Hilfspersonal in der Regel nicht gegeben. Insofern sind solche Operationsmethoden, die nicht auf den Einsatz einer Operationsassistenten angewiesen sind, als günstig anzusehen.

Der Personalaufwand, der zur Durchführung der theloskopischen Triangulationstechnik (Hirsbrunner und Steiner, 1999) benötigt wird, umfaßt neben dem Operateur zumindest die Anwesenheit einer eingewiesenen und geschulten Hilfsperson. Zur Sichtkontrolle muß das Endoskop in der Zitze ausgerichtet und in optimaler Stellung gehalten werden, während der Operateur mit über den Strichkanal und die zusätzliche Stichinzision eingeführten Instrumenten die Geweberesektion durchführt.

Auch bei der endoskopiegestützten Zitzenoperation (Medl et al., 1994) ist eine Operationsassistenten zwingend notwendig. Die Hilfsperson richtet das Endoskop in der Zitze so aus, daß der Chirurg das Operationsfeld einsehen kann. Der Operateur bewegt durch Fingerdruck der einen Hand das zu resezierende Gewebe in das geöffnete Schneidmaul der Zange oder Stanze, die mit der anderen Hand bedient wird (Medl et al., 1994; Hospes und Seeh, 1998a; Querengässer, 1998). Diese Vorgehensweise ist im Sinne einer schnellen und sicheren Durchführung des Eingriffes im Idealfall von einem eingespielten Operationsteam zu bewerkstelligen und birgt beim Einsatz ungeschulten oder ungeübten Personals erhebliche Koordinationsprobleme (Seeh und Hospes, 1998).

Der notwendige Personalaufwand bei der videoassistierten theloskopischen Elektroinzision (John et al., 1998) ist aufgrund der Beschreibung in der Literatur nur schwer einzuschätzen. Wenn auch das Instrumentarium selbst

und die in dieser Methode eingesetzte Resektionstechnik der Hochfrequenzstrom-Chirurgie die Option des Verzichtes einer Operationsassistenz möglich erscheinen läßt, so legt doch die Notwendigkeit des dreischichtigen Wundverschlusses die Mithilfe eines Assistenten nahe. Die eigenen Erfahrungen mit dem operativen Verschuß perforierender Zitzenwunden und Operationswunden im Rahmen der Thelotomie belegen, daß eine Beteiligung einer zweiten Person zwar nicht als Grundkondition eines erfolgreichen und schnellen Wundverschlusses gesehen werden muß, die rasche Beendigung des Eingriffes jedoch vorteilhaft gestaltet.

Bei der Theloresektoskopie ist als einzigem der genannten minimalinvasiven Operationsverfahren eine Assistenz nicht notwendig. Optische und chirurgische Komponente verschmelzen im Theloresektoskop zu einer operativen Einheit. Konstruktionsbedingt ist das chirurgische Instrument, die ösenförmige Schneidelektrode, stets unter optischer Sichtkontrolle und kann in Blickrichtung ausgefahren werden. Sowohl durch Bewegungen des Instrumentes, das in der einen Hand des Operateurs ruht und digital bedient wird, als auch der Zitze, die mit der freien Hand manipuliert werden kann, ist eine unproblematische Handhabung gewährleistet. Koordinationsprobleme, die durch getrennte Bedienung unterschiedlicher optischer und chirurgischer Instrumente durch zwei Personen zwangsläufig entstehen, sind somit ausgeschlossen. Auch der chirurgische Verschuß der Perforationswunde bei der Lateral-Theloresektoskopie erfordert bei einer maximalen Ausdehnung von etwa 4 mm keine gesonderte Naht der Zitzenzisternenschleimhaut. Die Adaptation der Zitzenhaut und der Muskel-Bindegewebsschicht mittels eines Knopfheftes oder einer chirurgischen Wundklammer ist ausreichend und bedarf ebenfalls keiner Assistenz.

Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, daß alle genannten minimalinvasiven chirurgischen Verfahren zu Eingriffen an der Zitze grundsätzlich geeignet sind. Unterschiede bestehen jedoch hinsichtlich der tatsächlichen Invasivität der Methoden, des Aufwandes der Vorbereitung des

Patienten, der Handhabung der Instrumentarien und nicht zuletzt des geforderten Personalaufwandes. Unter Berücksichtigung der genannten Faktoren sind die videoassistierte theloskopische Elektroinzision (John et al., 1998) und die theloskopische Triangulationstechnik (Hirsbrunner und Steiner, 1999) als klinikgebundene Operationsmethoden anzusehen. Die endoskopiegestützte Zitzenoperation nach Medl et al. (1994) und die Theloresektoskopie stellen Verfahren dar, die, sowohl in Bezug auf die Invasivität des Eingriffes als auch im Hinblick auf die Praktikabilität unter Feldbedingungen, als überlegen gelten können. Die Theloresektoskopie bietet gewisse Vorteile, die sie als im besonderen Maße zur minimalinvasiven Zitzenchirurgie geeignet ausweisen. Diese Ansicht teilen Zulauf und Steiner (2001), die die Methode nach ihrer klinischen Überprüfung an Patienten uneingeschränkt empfehlen. Unterschiede zwischen den beiden letztgenannten Operationsmethoden bestehen jedoch in der Bedienbarkeit des Instrumentariums und im grundsätzlichen Prinzip der Geweberesektion. Während die endoskopiegestützte Zitzenoperation mittels schneidender oder stanzender Instrumente Gewebe im Inneren der Zitze mechanisch abtrennt, basiert die Geweberesektion bei der Theloresektoskopie auf der in der Konsequenz unblutigen Anwendung von Hochfrequenz-Strom.

6.2. Ursachen von Milchabflußstörungen und Beeinflussung der Ergebnisse minimalinvasiver operativer Eingriffe

Um den Wert einer Operationsmethode abschätzen zu können, ist es nicht alleine ausreichend, den theoretischen Operationsvorgang, die Anwendungsfreundlichkeit und das Instrumentarium zu bewerten. Vielmehr ist ergänzend der Einsatz der Methode am Patienten selbst, insbesondere im Hinblick auf die Operationsresultate, in die Beurteilung mit einzubeziehen.

Hierzu wurde die Theloresektoskopie in einer klinischen Studie an Patienten mit Milchabflußstörungen unterschiedlicher Ursache erprobt und evaluiert.

6.2.1. Ursachen von Milchabflußstörungen des Rindes

Insgesamt wurden 320 Patienten der Klinik der Jahre 1998 bis 2001 mit Zitzenproblemen, die offene Läsionen und Milchabflußstörungen aufgrund von Mißbildungen, Zisternitiden, Fremdkörpern und gedeckten Zitzenverletzungen umfaßten, in die Studie einbezogen. Die Rassenverteilung entsprach derjenigen des gesamten Patientengutes und gleicht denen vorangegangener Studien zu Zitzenproblematiken an Patienten der Klinik (Breitkopf, 1998; Hospes und Seeh, 1998a; Seeh und Hospes, 1998). Der Überhang an Rindern der Rassen Holstein-Schwarzbunt und Holstein-Rotbunt gegenüber denen der Rasse DFV und anderen, wie Jersey und Kreuzungstieren, ist aufgrund des Einzugsgebietes in dem vorwiegend klassische Niederungsrassen zur Milchgewinnung gehalten werden, erklärlich.

Das Durchschnittsalter der Patienten lag mit $4,4 \pm 1,6$ Jahren deutlich niedriger als in einer vergleichbaren Klinikstudie zu akuten und chronischen Zitzenstenosen des Rindes aus den Vorjahren, in der Breitkopf (1998) ein durchschnittliches Alter von Kühen ($n=63$) mit Zitzenproblemen von $5 \pm 1,8$ Jahren ermittelte. Eine mögliche Erklärung könnte in der in den letzten Jahren zu beobachtenden konsequenten Vorverlegung des Erstbesamungszeitpunktes zu suchen sein, die als erklärtes Ziel eine frühere Milchnutzung und somit ein ebenfalls vorgezogenes Risiko der Verletzung aber auch Möglichkeit der Detektion von Mißbildungen bedingt. Untermauert wird diese These durch die Ergebnisse von Kiossis (2000), der in seiner Untersuchung zu den Auswirkungen der Zitzenendoskopie auf die Eutergesundheit ein vergleichbar geringes Durchschnittsalter und eine ähnliche Altersverteilung wie in der vorliegenden Studie ermittelte. Zu diesem Effekt addiert sich der nicht unerhebliche Anteil von Tieren mit mißgebildeten Zitzen ($n=24$; 7,5%), die ausnahmslos zu Beginn der ersten Laktation zur Vorstellung kamen und somit dazu beitragen, daß insgesamt etwa ein Drittel des Patientengutes auf Tiere in einem Lebensalter von weniger als 3 Jahren

entfiel. Die Altersklassen der 4- und 5-jährigen Kühe waren jeweils zu etwa 15% im Patientenkollektiv vertreten, die restlichen 30% bildeten ältere Kühe. Auch hier entsprechen die erhobenen Daten denen vergleichbar aktueller Studien anderer Autoren (Breitkopf, 1998; Kiossis, 2000) weitgehend.

Bezüglich des Laktationsstadiums, in dem die Patienten vorgestellt wurden, erwies sich die Einteilung in Bereiche (4 Wochen antepartal, 4 Wochen postpartal, Mitte und Ende der Laktation) zum Zwecke einer Vergleichbarkeit mit Untersuchungen anderer Autoren als sinnvoll. Die eindeutige Häufung von Fällen in den peripartalen Zeitabschnitten von mehr als 50% entspricht den Feststellungen, die Kubicek bereits 1976 traf. Er ermittelte eine um das fünffach erhöhte Inzidenz von Zitzenläsionen in der ersten gegenüber den folgenden Laktationswochen. Ähnliche Beobachtungen machte Rüsck (1989), der in den beiden peripartalen Wochen eine Konzentration offener Zitzenverletzungen von annähernd einem Drittel am ausgewerteten Gesamtpatientengut eruierte. Auch Radmacher (1980) ermittelte in ihrer Studie zu Zitzenstenosen einen Anteil von 55,5% am Gesamtuntersuchungsgut in den ersten 4 postpartalen Wochen. Eine direkte Vergleichbarkeit der eigenen Daten besteht mit den Ergebnissen der Erhebung von Grunert und Diez (1982). Sie fanden eine Häufung von Zitzenläsionen in der Periode 4 Wochen *ante* bis 4 Wochen *post partum*, auf die 61,5% diesbezüglicher Patienten entfielen. Wenn auch der Prozentanteil in der vorliegenden klinischen Studie geringfügig geringer ausfällt, so ist dennoch aus dem Zahlenmaterial abzulesen, daß der peripartale Zeitraum nach wie vor aus den bereits geschilderten Gründen (vgl. 2.1.) ein erhebliches Risiko der Verletzung des Euters und der Zitzen birgt.

Als weiterer die Patientenauswertung charakterisierender Faktor muß die Viertelverteilung der schwermelkbaren oder traumatisierten Zitzen angesehen werden. In der Auswertung des gesamten Patientenmaterials ergaben sich hinsichtlich der Inzidenz zwischen den Vierteln keine

signifikanten Unterschiede. Dies steht im Gegensatz zu den Angaben in der Literatur, in der regelmäßig eine deutlich erhöhte Verletzungsinzidenz der beiden hinteren Euterviertel beschrieben wird (Radmacher, 1980; Rüschi, 1988; Kiossis, 2000). Zu berücksichtigen ist jedoch, daß die Gesamtauswertung alle zur Untersuchung vorgestellten Zitzen ($n=320$) umfaßt, ohne daß zwischen Verletzung und anderen Ursachen für Milchabflußstörungen, beispielsweise Mißbildungen, Fremdkörper oder Zisternitiden, unterschieden wird. In einer vergleichbaren Untersuchung, die ein ähnlich breites Spektrum unterschiedlicher Ursachen für Milchabflußstörungen abdeckt, kommt Roine (1975) bei der Auswertung von 665 Fällen zu einer mit der eigenen Untersuchung annähernd identischen Viertelverteilung.

Bei isolierter Auswertung der in der eigenen Studie eindeutig dem Komplex der Zitzenverletzung zuzuordnenden Fälle ($n=216$) jedoch verschiebt sich die Viertelverteilung dahingehend, daß das Hinterviertelpaar signifikant häufiger betroffen war als die beiden Vorderzitzen. Mit einer mehr als doppelten Verletzungsinzidenz der hinteren Zitzen insgesamt bei annähernd gleicher Verteilung innerhalb des Paares können so die Beobachtungen anderer Autoren (Radmacher, 1980; Kiossis, 2000) bestätigt werden.

Eine weitere Differenzierung innerhalb der Gruppe mit offenen Zitzenverletzungen ($n=94$) bezüglich des Anteils der Perforationen der Zitzenzisterne, des Verlaufes der Zitzenwunden oder des Prozentsatzes der notwendigen Amputationen aufgrund prognostisch infauster Einschätzung hinsichtlich der plastischen Wiederherstellbarkeit erfolgte in der vorliegenden Studie nicht. Dies liegt darin begründet, daß der Komplex der Milchabflußstörungen ($n=226$), und hier insbesondere die Folgen der theloresektoskopischen Operationen ($n=122$), einer retrospektiven Beurteilung unterzogen werden sollte.

Die Unterteilung der Ursachen für Milchabflußstörungen in die Untergruppen "Fremdkörper", "Zisternitis", "Mißbildung" und

“Schleimhautabriß” entsprach dem Differenzierungsgrad der Diagnosestellung bei Einlieferung. Die Basis für die initiale diagnostische Festlegung bildeten die Anamnese, die klinische Untersuchung, die Sondierung und, im Einzelfall, die sonographische Darstellung.

Fremdkörper konnten im Patientenkollektiv mit einem Anteil von 7,1% als Ursache der Milchabflußstörung identifiziert werden. Im Vergleich zu einer vorangegangenen Studie an einer vergleichbaren Patientengruppe verwundert dieser Prozentsatz aufgrund seiner Höhe. In der genannten Untersuchung war bei einer Patientenzahl von insgesamt 226 lediglich ein Fremdkörperanteil von 1,78% diagnostiziert worden (Seeh et al., 1998). Eine Erklärung könnte in der Definition des “Fremdkörpers” liegen: Wie bereits erwähnt, gründet die Diagnose der Ursache für Milchabflußstörungen in der vorliegenden Arbeit auf den Befunden der Einstellungsuntersuchung. Seeh und Mitarbeiter (1998) hingegen werteten die postoperativ nach erfolgtem endoskopischen Eingriff gestellten Diagnosen retrospektiv aus, so daß die entstehende Differenz ihre Ursache in der unterschiedlichen Genauigkeit der angewandten Diagnoseverfahren hat. Desweiteren wurden in 10 Fällen Blutkoagula oder Fibringerinnsel als Fremdkörper diagnostiziert, die in der Untersuchung von Seeh et al. (1998) den Veränderungen aufgrund akuter oder chronischer proliferativer Entzündungen zugerechnet wurden. Letztlich entfielen vier Fälle der eigenen Studie auf Wachsstabfragmente als Fremdkörper. Diese Art Zitzenstifte finden erst in neuester Zeit als Strichkanaltherapeutikum Verbreitung. Ihre Brüchigkeit führt jedoch häufig zur Fremdkörperbildung im Zitzenlumen (Jung et al., 2002).

Die Diagnose einer Mißbildung der Zitze wurde in 24 Fällen gestellt. Auch hier erscheint der prozentuale Anteil (10,6%) an der Gesamtgruppe der Tiere mit Milchabflußstörung (n=226) verhältnismäßig hoch. In der angesprochenen Vergleichsstudie diagnostizierten Seeh et al. (1998) lediglich bei 1,34% der untersuchten Patienten Mißbildungen, die den Milchfluß behinderten oder völlig sistieren ließen. Die klinisch eindeutige

Diagnosestellung einer Mißbildung fällt grundsätzlich schwer, da die Ausbildung einer schleimhautüberzogenen Bindegewebsplatte oder der gewebige Verschuß von Zitzen- oder Drüsenzisterne mit klassisch-klinischen Verfahren und auch bildgebender Diagnostik nicht von Residualzuständen länger zurückliegender Entzündungsvorgänge unterscheidbar ist. Es ist anzunehmen, daß ein hoher Prozentsatz unmittelbar nach der ersten Abkalbung detektierter Verschlüsse der milchableitenden Wege zwar als Mißbildung interpretiert wird, seine eigentliche Ursache jedoch in nicht erkannten und bereits vollständig abgeheilten, lokalen Entzündungsvorgängen besteht. Im eigenen Untersuchungsgut liegt zumindest in vier Fällen dieser Verdacht nahe. Die Tiere stammten aus einem Betrieb, in dem sie als Jungrinder in einer Gruppe gehalten wurden. Der Tierbetreuer gab nach intensivem Nachfragen an, daß ein Tier in der Gruppe die anderen angesaugt hatte. Hieraus ist zu vermuten, daß durch das Besaugen Keime in die betroffenen Euterviertel gelangt sind und unentdeckt die resultierende Entzündung der Schleimhäute eine Bridenbildung und letztlich einen chronisch-proliferativen Prozess verursacht haben, wodurch es zu einem völligen Verschuß des Hohlraumsystems kam.

Bei 64 Tieren wurden chronische Zisternitiden festgestellt, die in der Regel bereits seit längerer Zeit bestanden und deren eigentliche Ursache nicht mehr aufklärbar war. Drei Tiere wiesen Verletzungen auf, die im Hinblick auf eine stattgefundene gedeckte Zitzenverletzung mit Strichkanaleversion zu interpretieren waren. Bei weiteren zwei Zitzen fanden sich Anzeichen einer akuten Thelitis. Diese Teilgruppe der von Milchabflußstörungen betroffenen Tiere entspricht mit 28,3% dem Anteil an verschleppten chronischen Fällen, den Breitkopf (1998) in ihrer Untersuchung an 74 stenosierte Zitzen mit 24,3% angab. In der Untersuchung von Seeh et al. (1998) entfielen dagegen lediglich 3,6% auf chronisch-proliferative Zisternitiden. Als wesentlicher Unterschied der Untersuchungskonzeption muß jedoch angeführt werden, daß in dieser Studie ein wesentlicher Anteil der Patienten einer Feldstudie in einem gut geführten Praxisgebiet entstammte und somit unvorbehandelt und

in frischem Zustand vorgestellt wurde. Die vorliegende Untersuchung, ebenso wie diejenige von Breitkopf (1998), wurde ausschließlich an Patienten durchgeführt, die tierärztlich an die Klinik überwiesen oder aber direkt vom Landwirt eingestellt worden waren. Dies bedeutet, daß ein erhöhter Anteil verschleppter und vorbehandelter Fälle bestand, da es vielfach erst dann zur Vorstellung des Patienten kam, wenn die Versorgung vor Ort oder aber Eigenbehandlungsversuche des Tierbesitzers nicht zum gewünschten Erfolg geführt haben.

Von besonderem Interesse war die Auswertung der 122 Fälle gedeckter Zitzenverletzungen, die zur Wiederherstellung der Melkbarkeit einer chirurgischen Intervention unterzogen werden mußten. Der Anteil dieser Patientengruppe an der Gesamtauswertung betrug 38,1%. Wurden nur die Tiere mit Milchabflußstörungen berücksichtigt, machten sie jedoch 54% aus. Die Verteilung der Lokalisation der durch das vorangegangene Trauma gelöster Schleimhautbezirke illustriert das an der Zitze abschnittsweise unterschiedliche Risiko zur Verletzung. Bei lediglich 4,8% der Patienten konnte eine Läsion im mittleren Zitzenbereich festgestellt werden, 95,2% entfielen auf in der Zitzenspitze gelegene Strukturen, die Fürstenberg-Rosette und den Strichkanal. Einen mit 94,7% annähernd identischen Anteil apikal lokalisierter Schleimhautläsionen nach gedeckten Zitzenverletzungen konnten Seeh et al. (1998) in einer früheren Studie zur systematischen Einteilung der Milchabflußstörungen des Rindes diagnostizieren. Diese Autorengruppe differenzierte zwischen verengten Strichkanälen (2,2%), Strichkanalhämatomen (0,9%), Abrissen der Strichkanalschleimhaut mit Vorfall (5,4%) und Schleimhautläsionen im Bereich der Fürstenberg-Rosette sowie des Strichkanals in unterschiedlichen Graden des Ausmaßes und des morphologischen Erscheinungsbildes (86,2%). Diese Unterteilung hat in einer Patientenstudie an frischen Fällen mit dem Ziel der Erstellung einer möglichst detaillierten Systematik ihre Berechtigung, in der vorliegenden Untersuchung jedoch wurde eine vornehmlich klinisch orientierte Untergliederung gewählt. Unterschieden wurden Schleimhautabrisse (2,4%),

-polypen (1,6%) und -briden (0,8%) in der Zitzenzisterne, Strichkanalhämatoeme (2,4%) und Schleimhautabrisse an der Fürstenberg-Rosette und im Strichkanal (92,8%). Eine vergleichbare Einteilung der Lokalisation der Ursachen für Milchabflußstörungen, hier mit dem Begriff der "Stenose" belegt, wählte Kiossis (2000): Er unterschied Drüsenzisternenstenosen (hohe Stenosen), Zitzenzisternenstenosen (mittlere Stenosen), Stenosen der Fürstenberg-Rosette und Zitzenkanalstenosen. Die von ihm ermittelten prozentualen Anteile unterstreichen das erhöhte Risiko der Trittverletzung im Bereich der Zitzen Spitze: Hier waren 82,6% der Läsionen lokalisiert, lediglich 11,1% der Milchabflußstörungen stellten sich als durch "mittlere Stenosen" verursacht heraus. Der Anteil von 6,3% "hoher Stenosen" ist weniger als traumatisch bedingt zu interpretieren. Eine Gleichsetzung mit den in der eigenen Studie unter der Rubrik "Mißbildungen" geführten Veränderungen (10,6%) ist naheliegend.

Wenn auch zwischen in Teilergebnissen der unterschiedlichen Studien gewisse Differenzen erkennbar sind, so kann zusammenfassend als gemeinsames Ergebnis festgehalten werden, daß sich das im Bereich der Zitzenkuppe erwartungsgemäß erhöhte Risiko der Läsion in einer tatsächlichen Verletzungsinzidenz von etwa 90% widerspiegelt. Andere Lokalisationen von infolge Traumatisierung der Zitze geschädigten und somit Milchabflußbehinderungen bedingenden Strukturen treten demgegenüber deutlich in den Hintergrund.

Der direkte Vergleich der Ergebnisse der artverwandten und somit thematisch vergleichbaren Studien zu Milchabflußstörungen unterliegt mehreren Problemen.

Vordergründig sind die angewandten Untersuchungsmethoden der Sonographie (Breitkopf, 1998; Kiossis, 2000) und Endoskopie (Seeh et al., 1998; Kiossis, 2000) hinsichtlich ihrer diagnostischen Aussagekraft zwar

ähnlich präzise bezüglich der Veränderungen im proximalen und mittleren Abschnitt der Zitze. In der, wie dargestellt, wesentlichen Lokalisation der Zitzenkuppe ist die Sonographie jedoch deutlich unterlegen (Hospes et al., 2000; Kiossis, 2000). Eine Studie, die sich ausschließlich auf die klinische und sonographische Untersuchung abstützt, kann somit *per se* nur einen geringeren Differenzierungsgrad aufweisen.

Auch die unterschiedlichen Konzeptionen der Studien, und hier im besonderen Maße die Auswahl und Verfügbarkeit des Patientenmaterials, machen einen unmittelbaren Vergleich der Ergebnisse schwierig. Breitkopf (1998) und Kiossis (2000) führten ihre Untersuchungen an Patienten klinischer Einrichtungen durch und mußten somit einen hohen Anteil verschleppter oder vorbehandelter Patienten in Kauf nehmen. Die diagnostizierten Veränderungen in der Zitze waren deshalb häufig bereits in einem Zustand sekundärer Alteration und spiegelten nicht zwingend den Zustand der frischen Verletzung wider. Unter den gleichen Prämissen erfolgte die eigene Untersuchung, im Gegensatz zu der vorangegangenen klinischen Studie (Seeh und Hospes, 1998), in der auf einen hohen Anteil frischer Läsionen im Patientengut zurückgegriffen werden konnte.

Letztlich stellt die unterschiedliche Nomenklatur und Einteilung der Ursachen für Milchabflußstörungen eine erhebliche Schwierigkeit in der vergleichenden Interpretation der Ergebnisse dar. Während Breitkopf (1998) und Kiossis (2000) den traditionellen, aber pauschalisierenden Überbegriff der "Stenose" benutzen und ihn lediglich hinsichtlich der Lokalisation differenzierend ergänzen, strukturieren Seeh et al. (1998) ihre Systematik der Milchabflußstörungen des Rindes wesentlich detaillierter und, nach einer grundsätzlichen ätiologischen Einteilung, die traumatisch bedingten Ursachen vornehmlich nach Lokalisationszuordnung in Verbindung mit den jeweilig beobachteten morphologischen Veränderungen.

Diese Unschärfe in den Bezeichnungen resultiert in einer Inkongruenz der Gruppenzuordnung identischer morphologischer Veränderungen, die eine

direkte Vergleichbarkeit erschwert. Am fiktiven Beispiel einer Erstkalbin, die unmittelbar postpartal aufgrund einer nicht melkbaren Zitze zur Vorstellung käme, sei dies verdeutlicht: In der Einteilung von Breitkopf (1998) könnte dieser Fall als "Stenose der ganzen Zitze" mit "allgemeiner Proliferation" eingeordnet werden, nach der Systematik der Milchabflußstörungen von Seeh et al. (1998) wäre der Fall entweder den "Angeborenen Milchabflußstörungen" im Sinne einer "Mißbildung" oder aber den Folgen einer "chronisch-proliferativen Entzündung" zuzuordnen, Kiossis (2000) käme zur Diagnose einer "Hohen Stenose" oder "Drüsenzisternenstenose".

6.2.2. Einfluß der *Mastitis ante operationem* und der Vorbehandlung auf Operationsfähigkeit und -resultat

Neben der tatsächlichen Ursache der Milchabflußstörung, des Ausmaßes der Gewebsalteration und ihrer Lokalisation ist die eventuell vorhandene funktionelle Beeinträchtigung des *Ductus papillaris* als potentieller Faktor der Beeinflussung der prognostischen Einschätzung und auch des Operationsergebnisses in die Betrachtung einzubeziehen.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, daß eine Zitze, die eine gedeckte Verletzung aufweist, in ihrer Abwehrlage geschwächt und eine galaktogen-aszendierende Infektion durch über den Strichkanal eingedrungene Mastitiserreger leicht möglich ist. Die natürliche Barrierefunktion wird durch die Traumatisierung der Zitzenkuppe empfindlich gestört, was in einer erhöhten Mastitisprävalenz resultiert (Kubicek, 1975; Sieber und Farnsworth, 1981; Breitkopf, 1998; Zähler, 1989). Diese, in der Literatur übereinstimmend beschriebene Beobachtung kann mit der Irritation der Strichkanalschleimhaut, hier insbesondere der antibakteriell wirksamen Keratinschicht, erklärt werden. Bereits Murphy (1959) zeigte in einer experimentellen Studie, daß die Entfernung des weichen Keratins der Strichkanalauskleidung eine vorübergehende Herabsetzung der Wirksamkeit lokaler Infektionsabwehrmechanismen bedingt und so das Risiko einer

Keimaszension erhöht. Weiterhin beobachtete Forbes (1970), daß mechanische Irritationen und Manipulationen am Strichkanal ein Einwandern von ubiquitären Keimen von der äußeren Haut in die Keratinschicht hinein begünstigen, die hier lokale Entzündungserscheinungen im Sinne einer Strichkanalinfektion und nachfolgend Mastitiden der betroffenen Euterviertel bedingen. Bestätigung fanden diese Arbeiten durch neuere experimentelle Studien, in denen die Hemmfunktion des Strichkanalkeratins gegenüber der Aszension von *Streptococcus agalactiae* (Schultze et al., 1985) und der Penetration von *Escherichia coli*-Endotoxin (Schultze und Bramley, 1985) näher untersucht wurde. Sie wiesen nach, daß ein Herauslösen der Keratinschicht das Risiko der Infektion mit *Streptococcus agalactiae* verdreifacht und die Durchlässigkeit des *Ductus papillaris* für *Escherichia coli*-Endotoxin annähernd verdoppelt.

Das Auftreten von Mastitiden in Eutervierteln, deren zugehörige Zitzen gedeckte Verletzungen aufweisen, ist somit weniger als schicksalhafte Verkomplizierung des Einzelfalles anzusehen als vielmehr die konsequente Fortentwicklung eines mit dem Zitzen trauma beginnenden Gesamterkrankungskomplexes. Für die Zugrundelegung dieser Sichtweise spricht, daß, entsprechend den Regeln der allgemeinen Infektionslehre wesentliche Grundkonditionen für die Entstehung einer Entzündung gegeben sind:

1. Keime, die eine Infektion verursachen können, sind ubiquitär vorhanden
2. Lokale Abwehrmechanismen sind gestört
3. Eine Keimaszension ist *per se* möglich oder wird durch Manipulationen an der Zitze provoziert
4. Die Keimadhäsion ist im Bereich traumatisierten Gewebes erleichtert
5. Die Ausschwemmung von Bakterien ist durch die eingeschränkte Melkbarkeit minimiert (fehlender Verdünnungseffekt)

Untermauert wird diese These durch die Beobachtung der hohen Mastitisprävalenz bei Tieren mit gedeckten Zitzenverletzungen, die in der vorliegenden Untersuchung zur Operation vorgestellt wurden (n=122). Bei mehr als 76% der Tiere waren zum Zeitpunkt der Einlieferung eine Veränderung des Milchsekretes oder palpatorisch erfaßbare Entzündungsanzeichen am betroffenen Euterviertel festzustellen. Das Spektrum der grobsinnlich nachweisbaren Veränderungen der Milch reichte von Farb- und Konsistenzabweichungen im Vergleich zu den gewonnenen Sekretproben der übrigen Euterviertel über Erhöhung der Zellzahlen mit deutlicher Schlieren- oder Gelbildung im California-Mastitis-Test (CMT) bis hin zu völligem Verlust des Milchcharakters. Kleinflockige Beimengungen oder aber fädige und solide Fibrin- oder Blutkoagula waren frequent zu beobachten. Palpatorisch stellten sich betroffene Euterviertel häufig phlegmonös verändert dar.

Die ermittelte Mastitisprävalenz nimmt im Vergleich mit anderen Studien ähnlicher Thematik eine Mittelstellung ein. In einer älteren Untersuchung (Radmacher, 1980) war bei der retrospektiven Auswertung der Klinikpatientenkartei eine Mastitisinzidenz von 46,7% bei Kühen mit Zitzenstenosen (n=433) errechnet worden. Rüschi (1988) konnte bei 88,7 % der mit gedeckten Zitzenverletzungen in das Tierspital eingewiesenen Milchrinder (n=213) eine Erhöhung des Gehaltes an somatischen Zellen von mehr als 500.000/ml Milchsekret nachweisen, bei 43 der insgesamt 304 Fälle akute Mastitiden. Breitkopf (1998) fand in ihrer klinischen Studie zu Zitzenstenosen des Rindes, die an Patientenmaterial des gleichen Einzugsgebietes wie die vorliegende Untersuchung ausgeführt wurde, eine gestörte Eutergesundheit bei 83,3% der einbezogenen 66 Euterviertel. Hirsbrunner und Steiner (1999) diagnostizierten erhöhte Zellzahlen, die sich in einer Gelbildung im CMT äußerten, bei 58% der untersuchten Zitzen mit gedeckten Verletzungen (n=12). Kioussis (2000) stellte in seinem Patientengut (n=53) eine Mastitishäufigkeit von 56,6% fest. In einer kumulativen Arbeit unter Zusammenfassung der unter Klinikbedingungen gewonnenen Ergebnisse mehrerer Autoren errechneten Querengässer et al. (2001) einen

Anteil erhöhter Zellzahl von 90% bei von Milchabflußstörungen betroffenen Zitzen (n=244). Der Grenzwert wurde hier jedoch bei 100.000 somatischen Zellen pro ml Milchsekret festgelegt, so daß eine direkte Vergleichbarkeit mit den Studien anderer Autoren nicht gegeben ist.

Querengässer et al. (2002) konnten bei 67% von Milchabflußstörungen betroffener Zitzen (n=100) pathogene Keime im Milchsekret nachweisen, bei einem mittleren somatischen Zellgehalt von annähernd 3.000.000/ml.

Allen genannten Auswertungen ist gemeinsam, daß sie an klinischen Einrichtungen, die ihre Patienten hauptsächlich oder ausschließlich aus tierärztlichen Überweisungen rekrutieren, durchgeführt wurden. Daraus ergibt sich zwangsläufig, daß mit einer Verzögerungszeit zwischen Auftreten der Verletzung und Einlieferung in die klinischen Einrichtungen gerechnet werden muß.

Der Zeitverzug nimmt hinsichtlich des Risikos der Entstehung einer Mastitis auf Fälle gedeckter Zitzenverletzungen zwingend Einfluß, was in der vorliegenden Studie belegt werden konnte. Bei differenzierter Auswertung des Patientengutes bezüglich der Verzögerungszeit (Zeitraum zwischen Trauma und Vorstellung) und Einteilung in "akute Fälle" (Gruppe I; ≤ 2 d), "subakute Fälle" (Gruppe II; 3-7 d) und "chronische Fälle" (Gruppe III; ≥ 8 d) ist festzustellen, daß sich mit steigender Zahl der Tage des Zuwartens die Mastitisprävalenz kontinuierlich und sehr signifikant erhöht. Während frische, akute Fälle (Gruppe I) lediglich zu etwa einem Drittel durch Mastitiden verkompliziert waren, ist dieser Anteil in der Gruppe II (63,2%) beinahe verdoppelt. Tiere, die an chronischen Milchabflußstörungen litten (Gruppe III), zeigten annähernd regelmäßig (86,2%) Veränderungen des Milchsekretes und palpatorisch erfaßbare Abweichungen des Euterviertelparenchyms. Die ermittelten Prozentsätze entsprechen denen vorangegangener Studien weitgehend. Breitkopf (1998) fand in ihrem Patientengut traumatisierter Zitzen (n=74) eine ähnliche Verteilung: Bei Einlieferung der Patienten innerhalb des ersten Tages nach Verletzungseintritt wiesen 30,8% der untersuchten Euterviertel noch keine

Mastitisanzeichen auf, zwischen dem 1. und 7. Tag nach Feststellung der Schwermelkbarkeit eingelieferte Tiere zeigten zu 77,3% eine gestörte Eutergesundheit, Tiere mit einer Verzögerungszeit von länger als einer Woche zu 92,3%.

Gerade im Zusammenhang mit tierärztlicher, vor allem aber auch laienhafter Vorbehandlung durch den Besitzer selbst ist die Verkomplizierung von Fällen der Milchabflußstörung beim Rind häufig. Schon Eggmann (1902) beklagte: "...das dumme Probieren und Durchstossen des Milchganges von Seiten des Kühers mit den bekannten Federkielen, Nadeln, etc., was eben regelmäßig zu Infektionen Veranlassung gibt." Heutige Strichkanaltherapeutika wie Wollzitzenstifte, Dilatatoren, Melkröhrchen oder Verweilröhrchen haben in der Landwirtschaft weite Verbreitung gefunden und die laienhafte Anwendung stellt nach wie vor häufig die initiale Maßnahme dar, in der Hoffnung, eine schnelle Wiederherstellung der Melkbarkeit ohne die Inanspruchnahme tierärztlicher Hilfe zu erzielen. Wie diverse Praxisbeobachtungen und klinische Studien belegen, ist das Resultat häufig eine Verschlimmerung des initialen Befundes mit der Folge langwieriger Therapieversuche.

Bereits Radmacher (1980) wies nach, daß die vornehmlich von Laien durchgeführte Behandlung von Zitzenstenosen mittels Melkröhrchen oder Zitzenstiften eine erhöhte Mastitizinidenz bedingt. Sie fand bei nicht vorbehandelten Zitzen mit Milchabflußstörung (n=228) lediglich in 37,2% der Fälle Mastitiden, bei vorbehandelten (n=205) jedoch betrug der Anteil 54,6%.

Auch Rüsç (1988) beschreibt etwas später die negativen Auswirkungen inadäquater Vorbehandlungsversuche. Wenn auch der von ihm angegebene Anteil von Mastitiden in von Milchabflußstörungen betroffenen Eutervierteln mit 14,1% vergleichsweise gering erscheint, so muß angemerkt werden, daß bei 76,7% dieser Fälle eine Vorbehandlung stattgefunden hatte. Durch Therapieversuche zusätzlich traumatisierte Zitzen fand er in 18,1% der Fälle,

91% dieser Tiere befanden sich bereits seit mehr als 4 Wochen in Behandlung. Diese Zahlen, vor dem Hintergrund der Tatsache, daß es sich in seinem Patientengut ausnahmslos um tierärztliche Überweisungen handelt, illustrieren einerseits eine bedenkliche diagnostische und therapeutische Unsicherheit auch seitens der behandelnden Tierärzte und die Notwendigkeit rasch einsetzender und zielgerichteter Therapieverfahren andererseits.

Breitkopf (1998) ermittelte eine Vorbehandlungsrate von 31,1% bei 74 untersuchten Zitzen mit Milchabflußstörungen. Vor allem bei traumatisch bedingten Milchabflußstörungen hatten Therapiemaßnahmen stattgefunden (44,4%), wobei sowohl Laien, als auch Tierärzte beteiligt waren. In etwa der Hälfte der Fälle kamen chirurgische Instrumente zum "Blindspalten" (Zitzenglocke nach Hug, Dänisches Kanülendoppelmesser) zum Einsatz, bei den übrigen erfolgte eine konservative Therapie mit Einlage einer Ablaßkanüle. Diese Vorbehandlungsmaßnahmen hatten dramatische Effekte: bei allen Tieren war eine gestörte Eutergesundheit des betroffenen Euterviertels festzustellen, die sich in der Hälfte der Fälle als klinische Mastitis darstellte.

In der klinischen Studie von Kiossis (2000) lag bei 50,8% der 63 untersuchten Tiere eine Mastitis des von einer Zitzenstenose betroffenen Euterviertels vor, 68,3% der Tiere waren vorbehandelt.

In der vorliegenden Patientenauswertung war bei 65,6% der Zitzen mit gedeckten Läsionen, die zum operativen Eingriff anstanden (n=122), anamnestisch eine Vorbehandlung durch den Besitzer oder den überweisenden Haustierarzt zu erheben. Wenig überraschend war die Feststellung, daß sich der Anteil der antherapierten Zitzen mit steigender Zahl der zwischen Trauma und Vorstellung verstrichenen Tage ebenfalls erhöhte. Während akute Traumatisierungen nur zu 24,4% eine Vorbehandlung erfahren hatten, stieg der Prozentsatz bei subakuten (78,9%)

und chronischen Fällen (93,1%) deutlich an. Die Gründe hierfür stellen gleichzeitig die besondere Problematik gedeckter Zitzenverletzungen dar. Rüschi (1988) charakterisiert in diesem Zusammenhang die gedeckten Zitzenverletzungen als in ihrem tatsächlichen Schaden nicht offensichtlich und darum häufig unterschätzt. Unter der gegebenen Voraussetzung, daß der Landwirt unbedingt melken will, bedient er sich verschiedenster Hilfsmittel, um den Milchfluß wieder herzustellen oder die Milch passiv zu entziehen oder drängt den Tierarzt zu voreiligem und undifferenziertem Handeln. Die vorberichtlichen Angaben in der eigenen Untersuchung spiegeln diese Sicht der Zusammenhänge wider: Die Therapieversuche vor Einlieferung in die Klinik bestanden hauptsächlich in besitzerseitigen Rekanalisierungsversuchen mit Hilfe von Wollzitzenstiften, der Einlage von Wachsstäben oder lokalen Antibiotikaapplikationen. Ziel dieser Vorbehandlungen war es in jedem Fall, einen Milchentzug zu gewährleisten. Insbesondere die Anwendung von Wollzitzenstiften jedoch ist als im höchsten Maß problematisch anzusehen. Klinische, endoskopische und histologische Studien zu den Auswirkungen der Anwendung von Wollzitzenstiften und Verweilkanülen an der Zitze des Rindes (Seeh et al., 1997) konnten eindrucksvoll belegen, daß die Irritation der Zitzenzysternen- und Strichkanalschleimhaut bei längerem Verbleib dieser Hilfsmittel im Zitzenlumen dramatische Ausmaße annehmen und in kürzester Zeit irreversible Schäden induzieren. Eingeräumt werden muß, daß, zumindest im Fall der überprüften Wollzitzenstifte, der Anwendungsmodus nicht den Herstellerempfehlungen entsprach, sondern der in der Landwirtschaft geübten Praxis angepaßt wurde. Eine Folgestudie in annähernd identischer Konzeption, nunmehr jedoch in exakter Einhaltung der Herstellerangaben, erbrachte das gleiche niederschmetternde Ergebnis (Bleul et al., 2000), das bei den vorbehandelten Zitzen in der vorliegenden Untersuchung regelmäßig zu diagnostizieren war.

Zusammenfassend kann auf Basis der Literaturangaben und der eigenen Ergebnisse festgehalten werden, daß wenig differenzierte und nicht

zielgerichtet durchgeführte Therapiemaßnahmen das Auftreten von Mastitiden begünstigen und die patho-morphologischen Lokalbefunde an traumatisierten Zitzen häufig sogar verschlimmern. Dies hat zur Folge, daß eine sofortige chirurgische Intervention nicht möglich, sondern eine vorgeschaltete konservative Therapie zur Erreichung eines operationsfähigen Zustandes notwendig ist. Der Zeitraum des Nutzungsausfalles eines betroffenen Tieres bezüglich der Milchgewinnung wird demnach nicht nur durch wenig hilfreiche, wenn nicht gar kontraproduktive Eigenbehandlungsversuche verlängert, sondern es addiert sich der Intervall der benötigten Behandlungstage bis zur Operation hinzu. Dieser Zeitabschnitt ist umso länger, je später das verletzte Tier zur Therapie in der Klinik vorgestellt wird.

Im akuten Zustand eingelieferte Tiere konnten durchschnittlich nach 2,7 Tagen, subakute Fälle nach 4 Tagen theloresektoskopiert werden. Bei längerem Zuwarten des Besitzers oder später tierärztlicher Überweisung, die erst nach dem 8. auf die Verletzung folgenden Tag geschah, erhöhte sich die durchschnittliche Dauer der innerklinischen Vorbereitungstherapie auf 19 Tage. Die hohen Standardabweichungen der Mittelwerte als Ausdruck einer breiten Variabilität der Extremwerte innerhalb der Gruppen machten eine Unterteilung in Bereichsgruppen notwendig. Bei der Auswertung zeigte sich, daß Tiere mit kurzer Verzugszeit zwischen Trauma und Vorstellung zu annähernd zwei Dritteln (Gruppe I; n=45) und somit signifikant häufiger am Tage der Einlieferung – maximal am 2. Tag nach Verletzung der Zitze - operiert werden konnten als die Patienten mit längerer Verzögerungszeit. Das andere Extrem machte sich bei Betrachtung der Fälle der Gruppe III (n=58) bemerkbar: Mehr als ein Drittel der Zitzen war erst innerhalb der zweiten Woche des Klinikaufenthaltes, demnach mindestens in der dritten Woche nach Schadenseintritt, in einem operationsfähigen Zustand. Der Zeitraum von etwa 10 Tagen deckt sich mit demjenigen, der in der täglichen Routine und nach klinischer Erfahrung in Fällen subakuter bis chronischer Mastitiden zur Bestimmung des verursachenden Keimes inklusive des

benötigten Resistenztestes und zur zielgerichteten antibiotischen und begleitenden antiinflammatorischen Therapie benötigt wird, was die Häufung der beschriebenen Fälle in dieser Bereichsgruppe erklären könnte.

Eine verlängerte Phase des Abwartens durch den Besitzer erhöhte somit nicht nur das Risiko der Entstehung einer Mastitis, sondern verlängerte auch die Aufenthaltsdauer in der Klinik insgesamt. Zu ähnlichen Ergebnissen kam Kiossis (2000): Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer seiner Patienten (n=63) in der Klinik betrug 17 ± 8 Tage, wobei vorbehandelte Tiere (n=37) mit 19 ± 9 Tagen um vier Tage länger in der Klinik verweilen mußten als solche ohne Vorbehandlung (n=16; 15 ± 8). Tiere mit Mastitiden (n=30) konnten im Durchschnitt erst nach 21 ± 8 Tagen entlassen werden, Patienten ohne Entzündung des von einer Zitzenverletzung betroffenen Euterviertels (n=23) hingegen nach 14 ± 9 Tagen.

6.2.3. Einfluß der Verzögerungszeit zwischen Vorstellung des Patienten und Erlangung eines operationsfähigen Zustandes auf das Operationsresultat

Der Einfluß des Zeitfaktors auf die Resultate der theloresektoskopischen Eingriffe im Sinne der Wiederherstellung der Maschinenmelkbarkeit am 10. Tag post operationem war von besonderem Interesse. Vordergründig wäre eine Verminderung der Erfolgsrate bei Verlängerung der Verzögerungszeit vom Traumazeitpunkt bis zur Vorstellung in der Klinik aufgrund der beschriebenen erhöhten Mastitis- und Vorbehandlungsinzidenzen zu erwarten gewesen. Auch wenn die prozentualen Anteile nicht zufriedenstellend maschinenmelkbarer Zitzen am 10. Tag post operationem einen tendenziellen Anstieg, parallel zur Verlängerung der Verzögerungszeit, aufweist (Gruppe I: 13,3%; Gruppe II: 21%; Gruppe III: 32,8%) so ergeben sich doch keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen.

Dieser Tatsache können theoretisch mehrere Ursachen, einzeln oder kombiniert, zugrundeliegen, die sich einer letztendlichen Aufklärung entziehen.

Einerseits könnte der Grund in der intensiven und zielgerichteten Behandlung, die antibiotisch nach Erregeridentifikation und Feststellung der wirksamen Antiinfektiva erfolgte, zu suchen sein.

Andererseits erfolgte der notwendige Milchentzug aus den betroffenen Eutervierteln stets auf die für den Einzelfall schonendste Art, um keine zusätzliche Traumatisierung zu induzieren, und betont gründlich, um das Mastitisrisiko durch verbleibende Residualmilch oder aber die Erregerkonzentration bei klinisch manifester Mastitis zu senken. Hier reichte das Spektrum von passivem Milchentzug mittels steriler Fürstenberg-Katheter über Spülungen mit steriler physiologischer Kochsalz-Lösung bis hin zu mehrmals täglich ausgeführtem Handmelken durch einen erfahrenen Tierpfleger im Beisein des behandelnden Tierarztes.

Weiterhin kann bei allen Zitzen, die einer Theloresektoskopie unterzogen worden sind, unabhängig von der Länge der Verzögerungszeit bis zur Einlieferung und von der Vorbereitungszeit bis zum Erreichen eines operationsfähigen Zustandes, von annähernd identischen Grundkonditionen ausgegangen werden: Die Theloresektoskopie wurde erst dann durchgeführt, wenn das betroffene Euterviertel frei von klinischen Anzeichen einer Mastitis war, das Milchsekret im CMT höchstens mittelgradige Zellgehalte aufwies und an der Zitze keine ausgeprägten Anzeichen einer Zisternitis oder Thelitis zu diagnostizieren waren.

Im Zusammenspiel dieser Faktoren ergibt sich die Folgerung, daß der Zustand der von Milchabflußstörungen betroffenen Zitzen zum Operationszeitpunkt als weitestgehend standardisiert, frei von möglicherweise die Operationsresultate beeinflussenden Nebenbefunden

und auf die eigentliche organische Ursache der Milchabflußstörung reduziert zu bezeichnen ist. Unter dieser Annahme relativiert sich die geschilderte Erwartungshaltung der eingeschränkten Operationserfolge bei Patienten mit längerer Zeit des Zuwartens bis zur Vorstellung in der Klinik und die nur tendenziell ablesbaren Unterschiede zwischen den drei Gruppen unterschiedlicher Verzögerungszeit werden erklärlich.

6.2.4. Einfluß des Operationsverfahrens auf die Wiederherstellung der Maschinenmelkbarkeit

Hinsichtlich der Resultate minimalinvasiver Eingriffe an Zitzen mit Milchabflußstörungen im Sinne der Wiederherstellung der Maschinenmelkbarkeit differieren die Angaben in der Literatur erheblich und sind nur schwer miteinander vergleichbar. Dies ist einerseits mit der bereits angesprochenen uneinheitlichen Nomenklatur der Ursachen für Milchabflußstörungen zu begründen, andererseits mit unterschiedlichen Zeitpunkten der Überprüfung der Melkbarkeit, differierenden Nachbehandlungsregimen und Patientenzahlen. Eine weitere Schwierigkeit der Beurteilung liegt in der Definition einer Heilung: Während einige Autoren lediglich auch nach chirurgischem Eingriff nicht melkbare Zitzen als Therapieversager einstufen, bezeichnen andere bereits die nicht vollständig wiederhergestellte Maschinenmelkbarkeit als Kriterium des Mißerfolges. Weiterhin besteht in der Literatur Uneinigkeit über die Einordnung von Nachoperationen die in manchen Fällen als integraler Bestandteil der Gesamtmaßnahme, in anderen hingegen als erneuter Eingriff aufgrund eines vorhandenen Rezidives gewertet werden.

Bereits Hug (1903) beschrieb die Erfolgsaussichten einer blind, also ohne Sichtkontrolle, durchgeführten Gewebsresektion im Bereich des Strichkanals oder der Fürstenberg-Rosette als weitgehend unbefriedigend hinsichtlich der Erfolgsrate. Nach seinen Erfahrungen waren, trotz Beachtung der damaligen Vorschriften strenger Desinfektion und bei sachgemäßer Anwendung der

hauptsächlich aus schneidenden Lanzetten und Zitzenräumern bestehenden Instrumente, lediglich Erfolgsraten von 30-50% zu erwarten. Diese Zahlen müssen vor dem Hintergrund, daß der damalige Milchentzug manuell und nicht maschinell erfolgte, beim Vergleich mit heutigen Resultaten des "Blindräumens" kritisch bewertet werden.

In der Studie von Frerking et al. (1974) stellen sich die Ergebnisse von Blindresektionen und -inzisionen mittels der Lanzette nach Hug und des Dänischen Kanülen-Doppelmessers günstiger dar. Wenn auch hier das strengere Kriterium der ungestörten Maschinenmelkbarkeit als Erfolg einer Operation zugrunde gelegt wurde, so sind die positiven Resultate in ihrer Untersuchung wohl auf die verbesserten Nachbehandlungsmöglichkeiten, insbesondere die Verfügbarkeit von Antibiotika, zurückzuführen. Der Einsatz der Lanzette nach Hug (n=104) und des Dänischen Kanülen-Doppelmessers (n=170) führte in jeweils 79% der Fälle zum Erfolg.

Zu ähnlichen Resultaten gelangte Radmacher (1980). Sie gibt eine Abheilungsrate von 68,5% für Operationen mit Zitzenmessern im Bereich des Strichkanals und der Fürstenberg-Rosette (n=186) an. Bei 20,5% der Fälle war immerhin eine Verbesserung der Melkbarkeit zu erreichen, die restlichen 11% entfielen auf Therapieversager.

Unter endoskopischer Sichtkontrolle mit schneidenden oder stanzenden Instrumenten vorgenommene Geweberesektionen im Bereich von Strichkanal und Fürstenberg-Rosette führen zu ähnlichen Ergebnissen. In einer klinischen Studie (Seeh und Hospes, 1998), in der unter anderem die endoskopiegestützte Zitzenoperation (Medl et al., 1994) zur Anwendung kam, waren am 8. Tag *post operationem* 86,6% der endoskopiegestützt operierten Zitzen ungestört melkbar. Auch bei einer telephonischen Nachfrage bei den Besitzern 6 Wochen nach den erfolgten Eingriffen hatte sich das Bild kaum verschoben. Die Untersuchung wurde jedoch an einem

kleinen Patientenkollektiv von lediglich 15 Tieren durchgeführt, was bei der Interpretation des Resultates zu berücksichtigen ist.

An einer größeren Patientengruppe von 92 Tieren verfolgte Melle (1998) die Ergebnisse endoskopiegestützter Zitzenoperationen nach Milchabflußstörungen. In 69 Fällen setzte er eine Stenosenstanze, in 10 Zitzen ein Zitzenmesser und bei 13 "tiefen Stenosen" beide Instrumente in Kombination ein. Ein initialer Behandlungserfolg, der keine weitere chirurgische Intervention notwendig machte, stellte sich bei lediglich 54% der operierten Zitzen ein. 42 Zitzen (46%) mußten mindestens einmal nachoperiert werden, um die Melkbarkeit herzustellen, in 13 Fällen war eine dritte Operation notwendig. Alle chirurgischen Nachbehandlungen erfolgten im "Blindspalt"-Verfahren, also ohne visuelle Kontrolle. 30 Tage nach erfolgter Erstoperation stellten sich mehr als 60% der Zitzen als ungestört melkbar heraus, in einem Zeitraum von 3 Monaten stieg dieser Anteil auf 75% an.

Auch Querengässer (1998) überprüfte den Therapieerfolg im Sinne der Wiederherstellung der Melkbarkeit nach endoskopiegestützten Zitzenoperationen. In seinem Patientengut (n=27) stellte sich die Maschinenmelkbarkeit fünf Tage nach erfolgtem Eingriff durchweg als ungestört heraus. Bereits eine Woche später, am 12. Tag post operationem, hatte sich der Anteil problemlos melkbarer Zitzen jedoch auf 52% reduziert. Die übrigen Zitzen waren als "hartmelkig" zu bezeichnen und wurden mittels des Zitzenmessers nach Hug im Blindspaltverfahren ohne Sichtkontrolle nachoperiert. Sechs Monate nach der Operation konnte die Melkbarkeit bei etwa 90% der Tiere als ungestört beurteilt werden.

Zu ähnlichen Resultaten bezüglich der endoskopiegestützten Zitzenoperation gelangte Kiossis (2000): Von 53 endoskopisch therapierten Tieren mit Milchabflußstörungen waren innerhalb des Zeitraumes von einer Woche nach erfolgtem Eingriff 15 Patienten (28%) nicht zufriedenstellend melkbar,

wobei sich bei 4 Tieren (7%) eine infauste Prognose herausstellte und die restlichen 11 Zitzen erneut operiert wurden. Eine Nachfrage bei den Patientenbesitzern gegen Ende der jeweiligen Laktation ergab, daß 72% der behandelten Tiere weiterhin im Bestand existierten und eine unproblematische Melkbarkeit aufwiesen.

Querengässer et al. (2002) kontrollierten den Erfolg der Behandlung von Milchabflußstörungen bei 100 betroffenen Eutervierteln an 97 Kühen. Bei 96% der Fälle waren Zerreißungen der Schleimhaut am Strichkanal oder der Fürstenberg-Rosette zu diagnostizieren, die endoskopiegestützt chirurgisch therapiert wurden. Einen Monat nach erfolgter Operation waren 95% der nachkontrollierten Zitzen (n=98) maschinenmelkbar, nach 6 Monaten gar 99% (n=78). Diese Erfolgsraten müssen jedoch kritisch vor dem Hintergrund bewertet werden, daß der computergestützt erfasste Spitzenmilchfluß der betroffenen Zitzen um durchschnittlich 30%, der mittlere Milchfluß um 36% und die durchschnittliche Milchmenge um 33% gegenüber den gesunden korrespondierenden Zitzen gesenkt war. Weiterhin waren 22 der ursprünglich 100 Patienten bereits nach Halbjahresfrist aus der Studie ausgeschieden. Diese Fakten relativieren die optimistischen Angaben hinsichtlich ihrer tatsächlichen Aussagekraft.

Beim Vergleich der Operationsresultate, die mit schneidenden oder stanzenden Instrumenten, mit oder ohne endoskopische Sichtkontrolle, erzielt wurden mit denen der eigenen Untersuchung und anderer klinischer Studien zur Gewebsresektion im Inneren der Zitze unter Verwendung von Hochfrequenzstrom ergibt sich ein differenziertes Bild.

Bereits bei einer eigenen Voruntersuchung (Seeh und Hospes, 1998) an einer geringen Patientenzahl (n=15) konnte durch theloresektoskopische Eingriffe bei 93,3% der von Milchabflußstörungen infolge gedeckter Zitzenverletzungen betroffenen Tiere am 8. Tag *post operationem* eine ungestörte Maschinenmelkbarkeit wieder hergestellt werden, ein Patient

wurde aufgrund eines nicht vollständig zufriedenstellenden Resultates erneut theloresektoskopiert. Jeweils 6 Wochen nach erfolgtem Eingriff wurde der Zustand der Melkbarkeit telephonisch nachgefragt. Bei 86,7% der Tiere stellte er sich als ungestört, bei 13,3% als für den Tierbesitzer akzeptabel heraus.

Diese Ergebnisse fanden in der Untersuchung von Zulauf und Steiner (2001) weitgehend Bestätigung: In ihrer klinischen Follow-up-Studie waren 15 Milchkühe die an traumatisch bedingten Milchabflußstörungen litten einer Theloresektoskopie unterzogen worden. Bereits ab dem 4. Tag *post operationem* wurde die Maschinenmelkbarkeit überprüft, bei drei Tieren wurde während des Klinikaufenthaltes der Strichkanal mit der Zitzenlanzette nach Hug erweitert. Die Entlassung der Patienten erfolgte nach durchschnittlich 6,5 Tagen, jeweils nach dreimalig aufeinanderfolgend ungestörtem Ausmelken. Das Schicksal der operierten Tiere wurde in der laufenden Laktation nachverfolgt. Bei 13 Tieren (86,7%) stellte sich die Maschinenmelkbarkeit als ungestört heraus, bei den übrigen zwei Milchkühen war die Melkzeit verlängert. Hinsichtlich der Melkbarkeit äußerten sich die betreffenden Besitzer trotzdem als zufrieden, die übrigen Tierhalter als hochzufrieden. In der auf die Operation folgenden Laktation verbesserte sich das Bild geringfügig: Nunmehr waren 14 Tiere (93,3%) ungestört, eine Kuh mit Einschränkungen maschinenmelkbar. Alle Besitzer äußerten sich zufrieden mit dem Operationsergebnis und hätten eine derartige Operation jederzeit wieder durchführen lassen.

In der vorliegenden Studie erwiesen sich am 10. Tag *post operationem*, nach Aufhebung der temporären, partiellen Trockenstellung, alle Zitzen (n=122) als maschinenmelkbar. Bei 76,2% der theloresektoskopierten Zitzen konnte die maschinelle Melkbarkeit als ungestört bezeichnet werden. Der Milchfluß der operierten Zitzen zeigte gegenüber demjenigen der Vergleichsviertel keine Einschränkung. Eine vermehrte Schmerzhaftigkeit der theloresektoskopierten Zitzen war nicht feststellbar. Bei 23,8% der Tiere

stellte sich der maschinelle Milchentzug bei kritischer Betrachtung als noch nicht vollständig befriedigend heraus. Der Milchstrahl erschien bereits beim Anrüsten und manuellen Probemelken im Vergleich zum korrespondierenden gesunden Euterviertel dünner. Der Vorgang des Maschinenmelkens führte zwar zur vollständigen Entleerung der betroffenen Euterviertel, die Melkzeit war jedoch gegenüber operierten Zitzen mit vollem Milchstrahl bei Kühen vergleichbarer Milchleistung verlängert. Ein intraindividueller Vergleich der Ausmelkzeit korrespondierender Euterviertel konnte nicht zur Beurteilung herangezogen werden, da die Milchmenge operierter und temporär trockengestellter Euterviertel zunächst regelmäßig erniedrigt ist, wie Burkhardt (1985) und Weichselbaum et al. (1995) bei ihren Untersuchungen an gesunden Tieren und Querengässer et al. (2002) an von Milchabflußstörungen betroffenen Kühen feststellen konnten.

Im Vergleich zu einer vorangegangenen eigenen Arbeit (Seeh und Hospes, 1998) und aktuellen Untersuchungen von Zulauf und Steiner (2001), in denen die Theloresektoskopie bei Patienten mit Milchabflußstörungen zum Einsatz kam, fallen die Ergebnisse der vorliegenden klinischen Studie geringfügig schlechter aus. Dies ist einerseits mit der hohen Anzahl verschleppter und vorbehandelter Fälle im Patientengut zu erklären. Eine frühzeitige und unvorbehandelte tierärztliche Überweisung eines Patienten mit Milchabflußstörungen, wie es in der Schweiz die Regel darstellt (Zulauf und Steiner, 2001), kann, im Hinblick auf die Wiederherstellbarkeit einer ungestörten Melkbarkeit, grundsätzlich als prognostisch günstiger eingeschätzt werden. Eine weitere Begründung könnte in der postoperativ kurzfristigen Erhebung der Melkbarkeit bereits am 10. Tag *post operationem* zu finden sein. Weiterhin ist anzumerken, daß die Beurteilung des Milchflusses in allen genannten Untersuchungen subjektiv erfolgte und somit einer gewissen Unschärfe in der Vergleichbarkeit unterliegt.

Hinzu kommt, daß in beiden vorangegangenen Studien jeweils eine vergleichsweise geringe Anzahl von Patienten zur Auswertung kamen und

somit die Aussagen zum Operationserfolg auf einer relativ schmalen statistischen Basis getroffen wurden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Resultate der mittels Hochfrequenzstrom durchgeführten Gewebsresektionen im Zitzenlumen insgesamt günstiger ausfallen als bei Anwendung stanzender oder schneidender Instrumente (Tab. 19).

Tab. 19: Initiale Operationserfolge im Kurzzeitraum bis zu 10 Tage *post operationem* nach minimalinvasiven Zitzenoperationen

Autoren	Verfahren / Instrument	Operationserfolg (%)
Hug, 1903	“Blindräumen”	30-50
Radmacher, 1980	“Blindräumen”	68,5
Seeh und Hospes, 1998	Endoskopiegestützte Zitzenoperation	86,6*
Melle, 1998	Endoskopiegestützte Zitzenoperation	54
Querengässer, 1998	Endoskopiegestützte Zitzenoperation	52
Kiossis, 2000	Endoskopiegestützte Zitzenoperation	72**
Seeh und Hospes, 1998	Theloresektoskopie	93,3*
Zulauf und Steiner, 2001	Theloresektoskopie	86,7*
Eigene Untersuchung	Theloresektoskopie	76,2**

* = Patientenanzahl ≤ 15 ; ** = hoher Anteil vorbehandelter Fälle

Bei Berücksichtigung der Tatsache, daß die Visualisierung des Operationsfeldes bei allen endoskopischen Operationsverfahren vergleichbar ist, kann davon ausgegangen werden, daß eine unzweifelhafte Identifikation und somit komplette optisch kontrollierte Resektion den Milchfluß behindernden Gewebes erfolgen konnte. Auch Art und Dauer der Nachbehandlungen der endoskopisch kontrollierten oder theloresektoskopischen Eingriffe unterscheiden sich zwischen den einzelnen genannten klinischen Studien nicht wesentlich. Es ist somit naheliegend, daß

die Ursache der unterschiedlichen Ergebnisse in der Natur der Resektionsverfahren selbst zu suchen ist.

Die endoskopiegestützte Zitzenoperation bedient sich bei der Resektion von Gewebe angeschliffener, scharfer Instrumente, was zwangsläufig in Durchtrennungen kleinster Blutgefäße resultiert. Die regelmäßig zu beobachtenden, unvermeidlichen Sickerblutungen können nicht gestillt oder unterbunden werden und stellen im Verlauf der Wundheilung ein potentiell Risiko der Verklebung der Wundflächen infolge von Fibrinausschwitzungen dar.

Die Resektion von Gewebe mittels Hochfrequenzstrom hingegen basiert auf einem völlig anderen Prinzip und macht sich den thermischen Effekt als gewünschte Wirkung des Stromflusses zunutze. Der gegenüber der Schneidelektrode hohe Widerstand des kontaktierten Gewebes induziert eine Erwärmung, die durch die Ausbildung eines Lichtbogens gekennzeichnet ist. Durch die schnelle Hitzeentwicklung im Bereich dieses Lichtbogens werden intra- und extrazelluläre Flüssigkeiten erwärmt, was infolge der plötzlichen Erhöhung des intrazellulären Dampfdruckes zu einem Zerplatzen der Zellmembranen führt. Kapillaren und kleinere Gefäße werden so im Vorgang der Gewebetrennung koaguliert und verschlossen. Dies hat zur Folge, daß ein Blutaustritt nicht zu beobachten ist und das Risiko unerwünschter, blutungsbedingter Nebeneffekte auf die Wundheilung ausgeschlossen wird.

6.2.5. Retrospektive Beurteilung der formulierten These zur Praxisrelevanz des neu entwickelten Operationsverfahrens (Theloresektoskopie)

Die Ergebnisse der vorliegenden Felduntersuchung zur Entwicklung eines neuen minimalinvasiven Operationsverfahrens (Theloresektoskopie) zeigen, daß die Methode im Vergleich zu bisherigen Techniken deutliche Vorzüge aufweist.

Wenn auch der instrumentelle Aufwand durch den Einsatz der HF-Chirurgie hinsichtlich des Technisierungsgrades die Verwendung eines zusätzlichen Stromgenerators notwendig macht, wird dieser vordergründige Nachteil durch die Tatsache, daß Endoskop und Resektionsinstrument im Theloresektoskop zu einer Einheit verschmelzen, mehr als kompensiert. Durch die einhändige Bedienbarkeit des Instrumentes und die Sondierungsmöglichkeit mittels der über den Handgriff in Längsrichtung beweglichen Schneidelektrode ergibt sich ein arbeitstechnischer Fortschritt gegenüber alternativen Operationsverfahren, der eine Operationsassistenz verzichtbar macht. Die Möglichkeit einer unassistierten Operation stellt gerade vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen in Landwirtschaft und Großtierpraxis, die von einem zunehmenden Personalabbau und fortschreitenden Technisierungsprozeß gekennzeichnet sind, eine Grundkondition effizienter Arbeits- und Betriebsabläufe dar.

Weiterhin bietet die Theloresektoskopie die bislang einzigartige Option, minimalinvasive Eingriffe in der Zitze des Rindes ohne zusätzlichen operativen Zugang zur Zitzenzisterne durchzuführen. Beispielsweise bei Vorliegen von Septen oder Schleimhautabrissen im Bereich der Zitzenzisterne kann das Theloresektoskop über den natürlichen Zugang zum Zitzenlumen, den *Ductus papillaris*, eingeführt werden um hier Gewebsresektionen vorzunehmen. Die Grundforderung der Minimalinvasivität wird so in idealer Weise erfüllt.

Nicht zuletzt die Resultate bezüglich der Wiederherstellung einer zufriedenstellenden Maschinenmelkbarkeit weisen die Methode der Theloresektoskopie als eine im Vergleich zu anderen minimalinvasiven Operationsverfahren ebenbürtige, wenn nicht sogar überlegene Operationstechnik aus.

Es konnte gezeigt werden, daß mit der Theloresektoskopie ein minimalinvasives Verfahren zur Gewebsresektion in der Zitze des Rindes zur Verfügung steht, das hinsichtlich Bedienungsfreundlichkeit sowie Wirtschaftlichkeit und letztlich resultatbezogen einen Fortschritt auf dem Sektor der *in praxi* durchführbaren minimalinvasiven Zitzenoperationstechniken darstellt.

6.3. Funktionelle Beeinflussung der Maschinenmelkbarkeit durch Resektion von Anteilen der Fürstenberg-Rosette in unterschiedlichen minimalinvasiv-chirurgischen Verfahren

Ausgehend von den klinisch-empirischen Beobachtungen im Rahmen der Anwendung des Instrumentariums der Theloresektoskopie und der schneidend-stanzenden Instrumente der endoskopiegestützten Zitzenoperationen und basierend auf der Hypothese einer Beeinflussung des Operationserfolges durch die Art der Geweberesektion wurden die Effekte unterschiedlicher minimalinvasiver Operationsverfahren in einer vergleichenden klinischen Studie an zitzengesunden Milchkühen überprüft.

6.3.1. Homogenität der Stichprobe

Um die einzelnen Zitzen direkt miteinander vergleichen und in der weiteren Auswertung als unabhängige "Gruppen" bezeichnen zu können, war die Überprüfung der Homogenität der Stichprobe von ausschlaggebender Bedeutung. Insbesondere vor dem Hintergrund, daß eine Randomisierung

auf Zitzenebene für die einzelnen Operationsmethoden in den Gruppen 2a und 2b aufgrund praktischer Erwägungen nicht erfolgt, sondern lediglich auf Euterhälftenbasis durchgeführt worden war, mußte die Annahme der Unabhängigkeit der Zitzen innerhalb und zwischen den Gruppen statistisch abgesichert werden.

Da zwischen den einzelnen Zitzen für den Zeitpunkt *ante operationem* keine statistisch signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die überprüften Meßparameter (MGG, HMF, DMHG) detektiert wurden, mußte nicht von Korrelationen einzelner Zitzen ausgegangen werden. Jede Zitze konnte somit unabhängig und individuell betrachtet werden.

Diese Tatsache bestätigt die Hypothese, daß eine gegenseitige Beeinflussung der Melkbarkeit einzelner Zitzen im intraindividuellen Vergleich nicht existent und die morphologische Trennung einzelner Euterviertel und der zugehörigen milchableitenden Wege konsistent ist.

Weiterhin fand die pragmatische Randomisierung auf Euterhälftenbasis so ihre retrospektive Bestätigung.

6.3.2. Einfluß der Operationsmethode auf das Gesamtgemelk (MGG)

Zur Beurteilung der möglichen Ursache einer Reduktion der Gesamtmilchmenge müssen unterschiedliche Faktoren in die Betrachtung einbezogen werden. Einerseits liegt dies in der Tatsache begründet, daß die Euterviertel in Rahmen der Nachbehandlung *post operationem* trockengestellt worden sind, andererseits wurde eine Beeinflussung des Gesamtgemelkes durch die Operationsmethode selbst nachgewiesen.

Der generelle Effekt einer Milchmengenreduktion nach mehrtägigem Trockenstellen eines Euterviertels ist in der Literatur bereits in der Mitte des letzten Jahrhunderts beschrieben worden (Heidrich und Gehring, 1958). Die

Autoren beschrieben anhand der Untersuchungen an einer relativ kleinen Probandenzahl (n=9), daß eine Melkpause von 10 Tagen die Milchmenge des temporär trockengestellten Euterviertels beim Wiederanmelken regelmäßig um durchschnittlich mindestens 50% reduziert. Die Reaktion des Drüsenparenchyms stand in Beziehung zur Laktationsdauer: Je weiter die Laktation fortgeschritten war, desto höher fiel die prozentuale Reduktion der Milchmenge aus und umso geringer waren die Aussichten, die Ausgangswerte vor der Trockenstellung wieder zu erreichen. Während Tiere, die sich in einer frühen Phase der Laktation befanden, innerhalb eines Zeitraumes von 10 bis 14 Tagen wieder die initialen Werte erreichten, konnten die trockengestellten Euterviertel bei Kühen mit einer Laktationsdauer von mehr als drei Monaten die Ausgangswerte nicht mehr erreichen. Als Schlußfolgerung geben die Autoren an, daß der fortdauernde Melkreiz der übrigen, weitergemolkenen Viertel die Involution des trockengestellten Euterviertels zumindest in den Fällen verhindern kann, in denen die gegen Mitte und Ende der Laktation physiologischen Rückbildungsvorgänge noch nicht eingesetzt haben. Ist dieser Zeitpunkt überschritten, dann ist für die laufende Laktation ein nachhaltiger Milchverlust des trockengestellten Euterviertels unabdingbar.

Eine ähnliche Studie bezüglich der Auswirkungen des partiellen Trockenstellens eines Euterviertels auf Milchmenge und Milchqualität (Burkhardt, 1985) kam zu einem vergleichbaren Ergebnis. Das wiederholte dreitägige Trockenstellen führte im Vergleich zu einer einmaligen dreitägigen Melkunterbrechung zu einer Reduktion der Milchleistung um einen Wert zwischen 20 und 41%. Auch in dieser Untersuchung bestätigte sich die Beobachtung von Heidrich und Gehring (1958), daß ein temporäres Trockenstellen in den ersten Laktationswochen eine weniger dramatische Wirkung zeigt als zu einem späteren Laktationszeitpunkt.

In der vorliegenden Studie wurden alle vier Euterviertel *post operationem* temporär trockengestellt, so daß nicht alle Thesen der vorgenannten Autoren

bestätigt oder widerlegt werden können. Der Einfluß des fortbestehenden Melkreizes entzieht sich aufgrund des Untersuchungsdesigns der Beurteilung, ebenso die Überprüfung des Zeitraumes in dem die initialen Milchmengen wieder erreicht werden. Bezüglich der Milchmengenreduktion nach temporärer Trockenstellung hingegen können die Beobachtungen von Heidrich und Gehring (1958) bestätigt werden. Auch in der eigenen Studie reduzierten sich die gemessenen Milchmengen auf Viertelebene grundsätzlich um durchschnittlich 1,16 kg. Dies entspricht einer mittleren prozentualen Reduktion um 26,2%.

Die deutliche Differenz zu den von Heidrich und Gehring (1958) ermittelten Werten ist auf Basis der erhobenen Daten nicht erklärlich. Als potenzielle Ursachen für die annähernde Halbierung der Milchmengenreduktion nach 10-tägigem Trockenstellen kommt beispielsweise die Verbesserung der genetischen Grundlage in der der Milchproduktion in Frage. Die züchterische Selektion der letzten Jahrzehnte führte gerade auf dem Gebiet der Milchmenge zu einer Situation, die mit den Verhältnissen zur Mitte des letzten Jahrhunderts nicht mehr vergleichbar ist: Eine frischlaktierende Milchkuh, die in der Untersuchung von Heidrich und Gehring (1958) mit etwa 26 Litern Gesamtgemelk pro Melkzeit das Spitzentier darstellte, wäre unter heutigen Bedingungen kaum noch denkbar.

Hinzu kommt die ebenfalls durch konsequente Zuchtauslese verbesserte Form und, im direkten Zusammenhang damit, Funktion der Zitzen. Eine Anpassung an moderne Melksysteme, die einen weiteren zu berücksichtigenden Einflußfaktor darstellt, hat eine höhere Durchflußgeschwindigkeit der Milch bei verbessertem Ausmelkungsgrad zur Folge. Auch hierin kann die ermittelte Differenz zwischen den eigenen Daten und denen von Heidrich und Gehring (1958) begründet liegen.

Die in der eigenen Untersuchung ermittelten Reduktionen des Gesamtgemelkes der trockengestellten Euterviertel sind in ihren Werten den

von Burkhardt (1985) beschriebenen vergleichbar. Tendenziell ermittelte der Autor etwas höhere Milcheinbußen bei wiederholtem dreitägigem Trockenstellen, er führte seine Untersuchungen jedoch an Kühen der Rasse Braunvieh durch, die insgesamt in ihren Leistungsparametern geringere Milchbetonung aufweisen als die Milchrinder klassischer Niederungsrassen, die das Probandengut der vorliegenden Studie bildeten.

Sowohl Burkhardt (1985), Gronewold (1967) als auch Schoder (1991) stellten fest, daß ein dreitägiges Trockenstellen nicht zu einer langfristigen Reduktion der Milchmenge führt. Alle dergestalt behandelten Euterviertel erreichten im Verlauf der Laktation nahezu ihre ursprüngliche Milchmenge. Rüschi et al. (1990) machten die gleiche Beobachtung für eine wiederholte dreitägige Trockenstellung, nach der binnen Monatsfrist die initialen Milchmengen wieder erreicht wurden. Das zehntägige Trockenstellen hingegen, wie bereits von Burkhardt (1985) beschrieben, wurde in einer weiteren klinischen Studie einer erneuten Überprüfung unterzogen (Weichselbaum et al., 1995). Es zeigte sich, daß die Reduktion der Milchmenge auch über einen Zeitraum von drei Wochen konsistent bleibt und bis zu 48% der Ausgangsleistung betragen kann.

Zusammenfassend kann also davon ausgegangen werden, daß unter aktuellen Bedingungen eine grundsätzliche Reduktion des Gemelkes um etwa ein Viertel der Ausgangsleistung bei zehntägigem temporärem Trockenstellen eines Euterviertels typischer Niederungsrassen zu erwarten ist. Im Hinblick auf die weitere Nutzung der andauernden Laktation wäre ein möglichst kurzer Zeitraum der Trockenstellung günstig, um die Gesamtreduktion der Leistung des temporär trockengestellten Euterviertels zu minimieren. Dies ist jedoch vor dem Hintergrund der Notwendigkeit einer Ruhigstellung der Zitze nach operativen Eingriffen zu diskutieren. Ein zu frühzeitiges Anmelken der operierten Zitze führt unweigerlich zu Irritationen im Wundbereich und kann in der Folge eine unerwünschte Reaktion des frischen Granulationsgewebes im Sinne einer übermäßigen Proliferation

bedeuten. Dies wiederum würde den Gesamterfolg des chirurgischen Eingriffes gefährden. Die Reduktion der Trockenstellungszeit nach minimalinvasiv-chirurgischen Eingriffen an der Zitze des Rindes in Kombination mit der Anwendung neuartiger Strichkanaltherapeutika ist zur Zeit Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen.

Der Vergleich der einzelnen Operationsmethoden hinsichtlich eventueller Unterschiede in der Reduktion des postoperativen Viertelgemelkes im Verhältnis zu den Werten *ante operationem* war von besonderem Interesse. Beide minimalinvasiven Operationsmethoden die sich bei der Geweberesektion schneidender Instrumente bedienen (Gruppe 1: Endoskopiegestützte Operation; Gruppe 2a: "Blindräumen") führten zu höheren Differenzwerten als die auf HF-Chirurgie basierende Theloresektoskopie (Gruppe 2b). Es kann also vermutet werden, daß die gemessene Milchmengenreduktion in direktem Zusammenhang mit der Art der Entfernung von Schleimhautanteilen der Fürstenberg-Rosette steht (vgl. 6.5.).

6.3.3. Einfluß der Operationsmethode auf den höchsten Milchfluß (HMF)

Die Überprüfung des höchsten Milchflusses (HMF; kg/min) stellt eine neue Verfahrensweise zur Erfassung des Melkverhaltens von Milchkühen dar und dient weiterhin der Beurteilung von melktechnischen Einrichtungen und Verfahren. Die Datenerfassung erfolgt computergestützt und ist an spezielle Geräte gebunden, die erst seit kürzerer Zeit zur Verfügung stehen. Somit kann es nicht verwundern, daß bislang nur wenige Studien existieren, die sich dieser Technik zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen im Zusammenhang mit Milchabflußstörungen des Rindes bedienen.

In einer klinischen Untersuchung an 100 schwermelkbaren Zitzen setzten Querengässer et al. (2002) LactoCorder® in Verbindung mit einer

Viertelgemelks-Melkmaschine zur Bestimmung des ante- und postoperativen Milchflusses ein. Sie ermittelten, daß der Spitzenmilchfluß (HMF) bei Zitzen mit Milchabflußstörungen unterschiedlicher Genese durchschnittlich um 0,49 kg/min gegenüber gesunden Kontrollzitzen reduziert war. Einen Monat *post operationem* (Endoskopiegestützte Operation) betrug die Reduktion durchschnittlich 0,19 kg/min, nach sechs Monaten hatte sich die Differenz auf einen Mittelwert von 0,14 kg/min reduziert.

In der eigenen Studie konnten für die Methode der endoskopiegestützten Zitzenoperation geringfügig höhere Mittelwerte der Reduktion des höchsten Milchflusses festgestellt werden (0,32 kg/min). Die direkte Vergleichbarkeit der Daten ist jedoch nicht gegeben, da in der Untersuchung von Querengässer et al. (2002) einerseits Tiere der weniger milchleistungsbetonten Rinderrasse "Brown Swiss" mit zudem vorgeschädigten Zitzen verwendet wurden und andererseits die Kontrolluntersuchung zu einem weitaus späteren Zeitpunkt (31 Tage) erfolgte.

Unter Berücksichtigung der zu erwartenden allgemeinen Verbesserung der Melkbarkeitsparameter mit fortschreitendem Heilungsprozeß und zunehmendem Abstand vom Zeitpunkt der Operation (Querengässer et al., 2002) und der temporären Trockenstellung (Gronewold, 1967; Burkhardt, 1985; Rüschi et al., 1990; Schoder, 1991) erscheinen die eigenen Daten jedoch nachvollziehbar und können als Ausgangspunkt der geschilderten Entwicklung interpretiert werden.

Die Gruppe 2a ("Blindräumen"), bei der bezüglich der Technik der Resektion von Gewebsteilen der Fürstenberg-Rosette das gleiche schneidend-stanzende Instrument wie in Gruppe 1 benutzt wurde, weist einen annähernd identischen Mittelwert der postoperativen Milchflußreduktion auf (0,36 kg/min). Auch diese Tatsache stützt die Hypothese, daß die gemessenen Durchschnittswerte die morphologisch-funktionellen Verhältnisse im Inneren der Zitzenkuppe widerspiegeln.

Eine Methodik der Gewebsentfernung im Bereich der Fürstenberg-Rosette, die sich, auf der HF-Chirurgie basierend, unterschied, stellte die Theloresektoskopie (Gruppe 2b) dar. Zitzen in dieser Gruppe wiesen mit durchschnittlich 0,2 kg/min nicht nur die absolut geringsten Abweichungen von den Spitzenmilchfluß-Werten vor dem Eingriff auf, sondern unterschieden sich zudem schwach signifikant ($p \leq 0,05$) von den Differenzwerten, die in Gruppe 2a ermittelt wurden.

Diese Beobachtungen können als Hinweis dafür gewertet werden, daß die grundsätzliche Methodik der Gewebsresektion (schneidend-stanzend vs. HF-chirurgisch) den Melkbarkeitsparameter HMF unmittelbar beeinflusst (vgl. 6.5.).

6.3.4. Einfluß der Operationsmethode auf das durchschnittliche Minutenhauptgemelk (DMHG)

Als dritter die Melkbarkeit charakterisierender Parameter wurde das durchschnittliche Minutenhauptgemelk (DMHG) bestimmt. Diese Kenngröße ist ebenfalls ausschließlich mit elektronischen Meßsystemen präzise erfaßbar, so daß auch nur wenige wissenschaftliche Daten im Zusammenhang mit bovinen Milchabflußstörungen existieren.

In der Untersuchung von Querengässer und Mitarbeitern (2002) wurde das durchschnittliche Minutenhauptgemelk als Kriterium zur Beurteilung der Milchflußbehinderung *ante operationem* und des Effektes endoskopiegestützter Operationen bei betroffenen Zitzen herangezogen. Es zeigte sich, daß DMHG bei Zitzen mit Milchabflußstörungen um durchschnittlich 0,34 kg/min gegenüber gesunden Kontrollzitzen reduziert war. Einen Monat nach erfolgtem Eingriff hatte sich das Minutenhauptgemelk auf einen Wert von 0,29 kg/min gegenüber 0,45 kg/min (Kontrolltiere) verbessert. Die Differenz betrug nach sechs Monaten durchschnittlich noch lediglich 0,11 kg/min.

Gesunde Zitzen die in der eigenen Studie endoskopiegestützten Operationen im gleichen Verfahren unterzogen wurden wiesen nach einem Zeitraum von 10 Tagen ein um 0,17 kg/min reduziertes durchschnittliches Minutenhauptgemelk auf. Im Vergleich zu den Ergebnissen von Querengässer und Mitarbeitern (2002) ist dieser Wert deutlich niedriger, was in der Tatsache begründet sein könnte, daß eine gesunde Zitze in ihrer Reaktion auf die mechanischen Vorgänge der Saugphase der Melkmaschine anders reagiert als eine vorgeschädigte Zitze mit Milchabflußstörung. Nicht nur die Funktionalität und Integrität des *Ductus papillaris* und der Fürstenberg-Rosette, sondern insbesondere die Elastizität der gesamten Wand der Zitzenzisterne stellt hier einen wesentlichen Faktor zur Erreichung eines hohen Milchflusses in einem definierten Zeitraum dar. Zitzen, die eine Schwermelkbarkeit aufweisen, zeigen häufig nicht nur Veränderungen im Bereich der Zitzenspitze, sondern weisen nicht selten begleitende Indurationen der gesamten Zitzenzisternenwand in Form von Zisternitiden oder Thelitiden auf (Kubicek, 1975; Breitkopf, 1998; Seeh et al., 1998; Kiossis, 2000). Die Rigidität der Zitzenwand resultiert in einer Verminderung der Dehnungsfähigkeit und somit einer Reduktion der Milchmenge, die während des Melkaktes in die Zitzenzisterne fließt. Diese Minderbefüllung führt letztlich zu einer Reduzierung des in einem Zeitraum von einer Minute ermelkbaren Milchsekretes.

Der Vergleich der für die einzelnen Operationsverfahren ermittelten Durchschnittswerte an den durchweg gesunden Zitzen der vorliegenden Untersuchung stellt somit einen unmittelbaren, nicht quantifizierbaren Einflußfaktor ausschließenden, Weg zur Einschätzung unmittelbar operationsbedingter Effekte dar.

Die Gruppe 2b (Theloresektoskopie) erzielte hinsichtlich des DMHG die durchschnittlich höchsten postoperativen Werte und unterschied sich signifikant ($p \leq 0,01$) von der Gruppe 2a ("Blindräumen"). Die Tatsache, daß die Reduktion des durchschnittlichen Minutenhauptgemelkes keine Signifikanz zur Gruppe 1 (endoskopiegestützte Operation) aufwies und der

Vergleich der Gruppen 1 und 2a die festgelegte Signifikanzgrenze von $p \leq 0,05$ nur knapp verfehlte (Gruppe 1 zu Gruppe 2a: $p = 0,061$) deutet darauf hin, daß eine mögliche Einschränkung der Wandelastizität durch die in den Gruppen 1 und 2b operationsbedingt notwendige Perforation der Zitzenwand keine Auswirkung auf den Melkparameter DMHG hat.

Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, die direkte Rückschlüsse auf durch die Art der Resektion (schneidend-stanzend vs. HF-chirurgisch) bedingte Effekte zulassen, sind für das Melkbarkeitskriterium DMHG nicht festzustellen (vgl. 6.5.). Die insgesamt geringsten Einbußen im postoperativen durchschnittlichen Minutenhauptgemelk nach Theloresektoskopie (Gruppe 2b) können jedoch als vorteilhaft gewertet werden.

6.4. Histologische Untersuchungen an Zitzenspitzen nach Resektion von Anteilen der Fürstenberg-Rosette in unterschiedlichen minimalinvasiv-chirurgischen Verfahren

Insgesamt lagen seltener histopathologische Veränderungen im Bereich der Fürstenberg-Rosette und des Strichkanals vor als erwartet. Lediglich 21 der 40 Zitzen des Untersuchungsgutes (52,5%) wiesen strukturelle Alterationen im Bereich der operativen Gewebsresektionstellen auf, die zudem in einem nicht unerheblichen Anteil der klassifizierten Zitzen (40,9%) lediglich geringgradig ausgeprägt waren.

Eine Erklärung liegt in der Durchführung der Nachbehandlung der operativen Eingriffe begründet. Eine konsequente Ruhig- und Weitstellung des Strichkanals mit Hilfe von Wachsstäben hat sich in der Nachsorge von minimalinvasiven Zitzenoperationen als schonendes Verfahren herausgestellt und somit bewährt (Hospes und Seeh, 1998a; Querengässer et al., 2001; Jung et al., 2002). Die Ergebnisse der in der vorliegenden Untersuchung gewählten zehntägigen temporären Trockenstellung operierter, *ante operationem* unveränderter Zitzen mittels eingeführter

Wachsstäbe bestätigt die Beobachtungen, die an vorgeschädigten Strichkanalschleimhäuten und Fürstenberg-Rosetten gemacht wurden.

Die Regenerationsfähigkeit der Schleimhäute der Ausführungsgänge boviner Milchdrüsen, insbesondere in Hinsicht auf die Auskleidung der Zitzen spitze, ist demnach in den meisten Fällen in der Lage, zumindest iatrogene Epitheldefekte innerhalb einer kurzen Frist von 10 Tagen soweit zur Abheilung zu bringen, daß dramatische histomorphologische Veränderungen nicht mehr nachweisbar sind.

Diese Feststellung hat Konsequenzen in der Bewertung der notwendigen Frist der temporären Trockenstellung: Wie von diversen Autoren gezeigt und in dieser Arbeit bestätigt werden konnte, hat die Zeitdauer einer temporären Trockenstellung direkten Einfluß auf die Milchmengenleistung betroffener Viertel in der laufenden Laktation (Gronewold, 1967; Burkhardt, 1985; Rüscher et al., 1990; Schoder, 1991; Weichselbaum et al., 1995). Eine möglichst kurze Phase der Melkunterbrechung ist im Sinne einer geringfügigen und regenerierbaren Milchleistungseinbuße erstrebenswert. Demgegenüber steht jedoch die Notwendigkeit der Ruhigstellung der Zitze zur weitgehenden Ausheilung des Defektes. In diesem Spannungsfeld kann die Beantwortung der Frage nach der minimal notwendigen Dauer der Trockenstellung entweder empirisch oder auf Basis der Ergebnisse wissenschaftlicher Studien erfolgen. Die Resultate der vorliegenden Untersuchung bezüglich der histologischen Gewebseffekte können dahingehend interpretiert werden, daß, unter Zugrundelegung der insgesamt geringen Anzahl nachweisbarer hochgradiger Gewebsalterationen nach einer zehntägigen Trockenstellung und der weitgehenden Abheilung der iatrogenen Gewebsdefekte, die Phase der Trockenstellung unter Verwendung von Wachstäben verkürzt werden kann.

Jedoch beeinflußt nicht nur die Dauer der Melkunterbrechung die Abheilungsvorgänge von Verletzungen der Integrität der Schleimhäute im Strichkanal und an der Fürstenberg-Rosette, sondern die in der

histologischen Überprüfung gewonnenen Erkenntnisse belegen, daß gleichfalls eine Abhängigkeit von der Art der Gewebsresektion besteht.

Unter gleichen Grundvoraussetzungen hinsichtlich des Probandenpools, der Operationshygiene, der Größe und Lokalisation des Resektates und der operativen Nachsorge in zwei unterschiedlichen Prinzipien der Gewebsresektion durchgeführte Eingriffe führten zu signifikanten Unterschieden in der Häufigkeit sowie in der Art und dem Ausmaß histopathologischer Veränderungen an der Resektionsstelle.

In der Gruppe A (Theloresektoskopie) wurden Gewebsanteile der Fürstenberg-Rosette und des proximalen Strichkanales HF-chirurgisch entfernt, in der Gruppe B (endoskopiegestützte Zitzenoperation) kam hierzu ein schneidend-stanzendes Instrument (Stenosiscutter nach Eisenhut; Eisenhut-Vet; Allschwil, CH) zum Einsatz.

In der Gruppe A waren insgesamt signifikant ($p \leq 0,01$) seltener Gewebsalterationen nachzuweisen als in der Gruppe B. Zudem konnten hier lediglich drei der insgesamt sieben qualitativ unterschiedlichen Gewebsveränderungen festgestellt werden, die in Gruppe A weiterhin seltener als hochgradig klassifiziert werden mußten.

Dies belegt, daß die Methode der Gewebsresektion, die in Gruppe A eingesetzt wurde, im Vergleich zur der in Gruppe B das schonendere Verfahren darstellt. Eine mögliche Ursache hierfür liegt im Prinzip der Gewebstrennung begründet: Die Theloresektoskopie (Gruppe A) basiert auf dem Prinzip der HF-Chirurgie und somit auf dem thermischen Effekt als gewünschte Wirkung des Hochfrequenz-Stroms (vgl. 6.2.4.). Unerwünschte Nebenwirkungen, wie faradische Effekte im Sinne einer Nerven- und Muskelzellreizung durch elektrischen Strom, sind bei Verwendung von hochfrequentem Wechselstrom mit einer Frequenz von mehr als 0,3 MHz nicht zu erwarten. Weiterhin werden elektrolytische Effekte, die zu eventuell gewebschädigenden Ionenverschiebungen führen, durch die Verwendung

hochfrequenten Wechselstroms bei der Theloresektoskopie vermieden (Hospes und Seeh, 1999).

Im Gegensatz zu Gewebsresektionen mit schneidenden oder stanzenden Instrumenten (Gruppe B) werden im Rahmen der Theloresektoskopie aufgrund der Koagulation kleinster Blutgefäße bei der Auslösung von Hochfrequenz-Strom Blutungen vollständig vermieden. Daraus resultierend bleibt ein Einbluten in die durch die Resektion entstehende Wundhöhle und das umgebende Gewebe aus und das Risiko einer eventuell nachfolgenden Verklebung wird minimiert.

Weiterhin entstehen bei der Entfernung von Gewebsanteilen mit den genannten scharfen Instrumenten stets Quetschungen des Gewebes, insbesondere im Wundrandgebiet. Diese gequetschten Areale können den Verlauf der Wundheilung erheblich beeinträchtigen, da nicht mehr voll funktionsfähiges Gewebe stets der erhöhten Gefahr der Nekrose ausgesetzt ist und im Rahmen von Demarkations- und Reparationsvorgängen eliminiert und ersetzt werden muß. Dies kann die in Gruppe B gegenüber der Gruppe A erhöhten Raten an Zitzen mit frischen Bindegewebszubildungen und gemischtzelligen Infiltrationen sowie die in beiden Gruppen gleichermaßen nachzuweisenden kapillären Einsprossungen erklären.

Bei bakterieller Infektion des durch Quetschung vorgeschädigten Gewebes an der Resektionsstelle, an der zudem Blutungen als günstige Nährböden für Bakterienwachstum existieren, können sich Entzündungen, die vollständige Epithelverluste und Exsudationen in das Zitzenlumen hinein zur Folge haben, bevorzugt entwickeln. Bei einer vorangegangenen Studie zu den Folgen mechanischer Irritationen der Zitzenzisternenschleimhaut durch Wollzitzenstifte hatten die entstandenen Gewebsalterationen ein ähnliches Aussehen (Bleul et al., 2000).

Diese Befunde waren ausschließlich an Zitzen der Gruppe B nachzuweisen, ebenso wie luminale Bindegewebszubildungen, die als Proliferationen des Epithels anzusprechen sind.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß histopathologische Befunde im Untersuchungsgut in der Gruppe B nicht nur häufiger nachzuweisen waren, sondern zudem ein dramatischeres Ausmaß und eine höhere Vielfalt aufwiesen. Aufgrund der histologischen Untersuchungen erscheint die HF-chirurgische Gewebsresektion (Gruppe A) gegenüber der Entfernung von Gewebsanteilen mittels angeschliffener Instrumente (Gruppe B) als vorteilhaft.

6.5. Retrospektive Beurteilung der formulierten These zu den funktionellen und histomorphologischen Unterschieden zwischen schneidend-stanzenden und HF-chirurgischen Gewebsresektionen

Als Ursprungsthese zur vergleichenden funktionellen und histologischen Untersuchung an Zitzen, in denen in unterschiedlichen Verfahren Gewebsresektionen an der Fürstenberg-Rosette vorgenommen wurden, wurde postuliert, daß die Verwendung angeschliffener Instrumente die postoperative Melkbarkeit im höheren Maß beeinträchtigt als es bei Anwendung einer HF-chirurgischen Resektionstechnik der Fall ist. Begründet wurde diese Vermutung, die auf empirischen Beobachtungen beruht, mit der potenziell höheren Rate histomorphologischer Veränderungen im Wundgebiet nach konventionellen, minimalinvasiven Eingriffen.

Basierend auf den Melkbarkeitsstudien, die vergleichend *ante* und *post operationem* mit Hilfe automatisierter und computergestützter Meßsysteme objektiviert in den Parametern Milchmenge (MGG), höchster Milchfluß (HMF) und durchschnittliches Minutenhauptgemelk (DMHG) durchgeführt wurden, bestätigt sich die fomulierte These in ihrem ersten Teil.

Das Design der vorliegenden Teilstudie, die an euter- und zitzengesunden Milchkühen unter standardisierten Bedingungen mit objektiven Meßgeräten durchgeführt wurde, gewährleistet den Ausschluß aller nicht operationsbedingten Einflußfaktoren hinsichtlich der postoperativen

funktionellen Beeinträchtigung. Die gemessenen Differenzen zwischen den Meßwerten *ante* und *post operationem* können somit unmittelbar auf die Art des Eingriffes zurückgeführt und die Untersuchungsgruppen direkt miteinander verglichen werden.

Es konnte demnach demonstriert werden, daß die Theloresektoskopie (Gruppe 2b), die auf dem Prinzip der HF-Chirurgie beruht, im Vergleich zu den beiden alternativ eingesetzten, schneidend-stanzenden Verfahren (Gruppen 1 und 2a) in allen genannten Parametern die signifikant niedrigsten Differenzwerte zwischen den ante- und postoperativen Messungen aufweist (vgl. 5.2.3.).

Diese Tatsache bestätigt die Erfahrungen, die in vorangegangenen Studien bei Zitzen mit traumatisch bedingten Milchabflußstörungen gemacht werden konnten (Hospes und Seeh, 1998a; Seeh und Hospes, 1998; Zulauf und Steiner, 2001) und belegt, daß mit der Theloresektoskopie ein neues Verfahren zur minimalinvasiven Gewebsresektion in der Zitze des Rindes zur Verfügung steht, das den anderen überprüften, konventionellen Techniken in Bezug auf die rein operationsbedingten und unvermeidlichen postoperativen Funktionseinschränkungen überlegen ist.

Der zweite Teil der These findet in den postoperativen und –mortalen histologischen Untersuchungen der Zitzenspitzen Bestätigung der ursprünglichen Mutmaßung geringerer Gewebsschädigung durch den Einsatz der HF-Chirurgie gegenüber schneidend-stanzenden Techniken.

Die histologisch nachweisbaren Veränderungen stellen sich hinsichtlich der Häufigkeit, der Vielfalt und des Schweregrades bei der Gewebsresektion mittels Theloresektoskopie jeweils geringer dar, was bereits bei isolierter Betrachtung die Ursprungsthese stützt.

Die Zitzenkuppe, und hier insbesondere die Innenauskleidung im Bereich der Fürstenberg-Rosette und des Strichkanals, weist gegenüber mechanischen Irritationen eine erhebliche Empfindlichkeit auf. Wie bereits erwähnt (vgl.

2.1.), können Melkfehler oder ein falsch eingestelltes Vakuum der Melkmaschine histologisch nachweisbare Veränderungen im Gewebe der Zitzenkuppe induzieren (Walser und Weiss, 1963; Peterson, 1964; Rittenbach und Grigat, 1973). Blutungen, Infiltrationen mit Entzündungszellen, Bindegewebszubildungen und Ablösungen der Schleimhäute von der bindegewebigen Unterlage sind als Alterationen in diesem Zusammenhang beschrieben worden und finden sich ebenfalls im eigenen Untersuchungsgut in der Gruppe B in verstärktem Maß. Anzeichen für Entzündungsvorgänge, die mit luminaler Exsudation und Verlust des Zylinderepithels einhergehen (Bleul et al., 2000) waren in der vorliegenden Studie ausschließlich in der Gruppe B nachzuweisen, was als weiterer Beleg für die dramatischeren Gewebseffekte der Manipulation an der Fürstenberg-Rosette mittels Blutungen verursachender Instrumente, im Vergleich zu HF-chirurgischen Eingriffen, gelten kann.

In der gemeinschaftlichen Bewertung der Befunde der Melkbarkeitsstudie und der histologischen Untersuchungen fällt auf, daß die Theloresektoskopie (Gruppe A) sowohl in funktioneller als auch pathohistologisch-morphologischer Hinsicht geringere postoperative Beeinträchtigungen induziert. Ein direkter Zusammenhang ist naheliegend: Die Gewebsveränderungen, die in der vorliegenden klinischen Studie nachzuweisen waren, entsprechen den von anderen Autoren (Walser und Weiss, 1963; Peterson, 1964; Rittenbach und Grigat, 1973) gefundenen. Die als Folge dieser Alterationen beschriebene Verminderung der Elastizität der Zitzenkuppe beeinflußt die Melkbarkeitseigenschaften somit negativ. Für die vornehmlich in Gruppe B festgestellten Gewebsblutungen, Zubildungen von Bindegewebe und mononukleären Infiltrationen kann diese Beobachtung auf Basis der eigenen Ergebnisse bestätigt werden. Hinzu kommt, daß das Vorliegen von Entzündungsprozessen mit Exsudation in das Zitzenlumen hinein und der Verlust der Integrität des Schleimhautepithels (Bleul et al., 2000), ebenso wie die Entstehung bindegewebiger Zubildungen als Ausdruck einer gestörten Wundheilung an der Resektionsstelle, Faktoren darstellen,

die bereits bei isoliertem Auftreten, umso mehr jedoch in Kombination mit anderen Veränderungen, das Zitzenlumen einengen und somit die Melkbarkeit zusätzlich reduzieren.

7. Zusammenfassung

Die Milchabflußstörungen des Rindes, insbesondere nach Verletzungen der Zitze, stellen nach wie vor ein erhebliches Problem in der modernen Milchkuhhaltung dar. Die Diagnostik der Ursachen von Milchabflußstörungen hat in den letzten Jahren mit Einführung der Zitzenendoskopie erhebliche Fortschritte gemacht. Parallel dazu wurden unterschiedliche minimalinvasive Operationsverfahren zur Gewebsresektion im Lumen der Zitze entwickelt.

Ein Ziel der vorliegenden Studie war es die aktuelle Situation hinsichtlich der Natur und des Auftretens von Zitzenverletzungen anhand der Auswertung des Patientenguts der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz der Justus-Liebig-Universität in Gießen aus den Jahren 1998 bis 2001 zu beschreiben.

Weiterhin war ein neues minimalinvasives Operationsverfahren, das sich im Gegensatz zu den verbreiteten schneidend-stanzenden Methoden dem Prinzip der HF-Chirurgie zur Gewebsresektion bedient (Theloresektoskopie), entwickelt worden und unterlag hinsichtlich der Anwendbarkeit und der Operationsresultate einer breit angelegten Bewertung.

Eine funktionelle und histologische Studie an euter- und zitzengesunden Milchkühen diente dem Vergleich der Operationseinflüsse konventionell-chirurgischer und thelorespektoskopischer Zitzeneingriffe in Bezug auf postoperative Melkbarkeitsparameter und Gewebsalterationen.

320 Milchkühe mit Zitzenverletzungen oder Milchabflußstörungen des angegebenen Untersuchungszeitraumes lagen dieser Untersuchung zugrunde. Die Altersverteilung wies Schwerpunkte junger Kühe in der ersten Laktation (Zitzenmißbildungen) und älterer Milchkühe (fünf Lebensjahre und mehr) auf. Annähernd die Hälfte der Patienten wurde innerhalb der ersten vier Wochen *post partum* vorgestellt. Während in der Viertelverteilung im

Gesamtpatientengut (n=320) keine signifikante Häufung einzelner Zitzen festzustellen war, konnten beim hinteren Zitzenpaar signifikant häufiger ($p \leq 0,001$) offene (n=94) oder gedeckte Zitzenverletzungen (n=122) diagnostiziert werden. 16 Tiere wurden wegen Fremdkörpern in der Zitze, 24 aufgrund von Mißbildungen und 64 Tiere mit Zisternitiden vorgestellt.

Von besonderem Interesse waren die 122 Tiere mit gedeckten Zitzenverletzungen: In 92,8% der Fälle hatte die Verletzung zu einem Schleimhautabriß an der Fürstenberg-Rosette oder im Strichkanal geführt, die übrigen Fälle verteilten sich auf Strichkanalhämatoome, Schleimhautbriden-, -abrisse oder -polypen in der Zitzenzisterne.

Tiere, die eine Verzögerungszeit von mehr als einer Woche zwischen Trauma und Vorstellung in der Klinik erfahren hatten, waren signifikant häufiger vom Besitzer vorbehandelt worden, litten an Mastitiden und benötigten eine längere präoperative Vorbereitungszeit ($p \leq 0,001$) als Patienten, die innerhalb einer Frist von zwei bis sieben Tagen oder bereits am Tag der Verletzung zur Vorstellung kamen.

Die 122 Patienten mit gedeckten Zitzenverletzungen wurden mittels der neu entwickelten Theloresektoskopie operiert. Es zeigte sich, daß die Eingriffe ausnahmslos ohne Operationsassistenz durchgeführt werden konnten, was gegenüber den übrigen minimalinvasiven Zitzenoperationsverfahren einen erheblichen Fortschritt im Sinne der Praktikabilität bedeutet. Minimalinvasive Eingriffe über den natürlichen Zugang zur Zitze, den *Ductus papillaris*, waren bei Vorliegen der entsprechenden Indikation möglich, was als weiterer wesentlicher Unterschied zu alternativen Methoden zu werten ist.

Die Operationsergebnisse bezüglich der subjektiv erfassten Maschinenmelkbarkeit nach einer zehntägigen, temporär-partiellen Trockenstellung unter Verwendung von Laktationsantibiotika und

Wachsstäben waren mit 76,2% ungestörten maschinellen Milchentzugs und 23,8% der Verbesserung gegenüber dem präoperativen Zustand auch im Vergleich zu Literaturangaben anderer Operationsmethoden als gut zu bezeichnen. Der hohe Anteil vorbehandelter und verschleppter Fälle im Patientengut und die bewußt strenge Beurteilung der postoperativen Melkbarkeit könnten den Prozentsatz der postoperativ als im Milchfluß eingeschränkt bezeichneten Zitzen überproportional beeinflußt haben.

Ausgehend von der klinisch-empirischen Beobachtung, daß der Einsatz der HF-Chirurgie zur Gewebsresektion in der Zitze des Rindes Vorteile gegenüber der Verwendung schneidend-stanzender Instrumente hat, wurden die funktionellen und histologischen Effekte unterschiedlicher Operationsmethoden an gesunden Milchkühen überprüft.

Insgesamt 26 euter- und zitzen gesunde Milchkühe (104 Zitzen) typischer Niederungsrassen stellten die Basis dieser Untersuchung dar. Die Melkparameter "Milchmenge" (MGG), "höchster Milchfluß" (HMF) und "durchschnittliches Minutenhauptgemelk" (DMHG) wurden über einen Zeitraum von sechs Melkzeiten bei allen Tieren, für die einzelnen Zitzen getrennt, mit Hilfe von vier LactoCordern[®] erfaßt. Anschließend erfolgte die Resektion von Gewebe der Fürstenberg-Rosette und des proximalen Strichkanals in zwei konventionellen Operationsverfahren (endoskopiegestützte Zitzenoperation, n=24, Gruppe 1; "Blindräumen", n=40, Gruppe 2a) und mittels der neu entwickelten Theloresektoskopie (n=40, Gruppe 2b). Nach einer Trockenstehphase von zehn Tagen wurden die genannten Melkparameter für vier Melkzeiten im gleichen System erhoben. Nach Abschluß der Melkbarkeitsstudie, Verwertung der Probanden und Asservierung von Untersuchungsmaterial erfolgten histologische Untersuchungen an jeweils 20 Zitzen nach schneidend-stanzenden Eingriffen (Gruppe A) und Theloresektoskopie (Gruppe B).

Die Überprüfung der Homogenität der Stichprobe ergab, daß hinsichtlich der anteoperativen Verhältnisse keine Unterschiede zwischen den Zitzen der Gruppen bestanden.

Dieser Vergleich der ante- und postoperativen Daten hatte zum Resultat, daß jede Methode eines minimalinvasiv-chirurgischen Eingriffes an der Zitze einen signifikanten Einfluß auf jeden der überprüften Melkbarkeitsparameter hat ($p \leq 0,001$). Die durchschnittlichen Reduktionen betragen 1,16 kg (MGG), 0,29 kg/min (HMF) und 0,21 kg/min (DMHG). Mittels statistischer Überprüfung der Differenzunterschiede zwischen den einzelnen Gruppen konnte herausgestellt werden, daß die Meßwertreduktion nach Theloresektoskopie (Gruppe 2b) in allen drei Melkbarkeitsparametern insgesamt am niedrigsten ist. Weiterhin unterscheidet sich die Gruppe 2b im Vergleich mit den anderen Gruppen als einzige statistisch zu sichernd.

Die postmortalen histologischen Untersuchungen hatten zum Ergebnis, daß insgesamt in mehr als 50% der Fälle Gewebsalterationen nach minimalinvasiven Eingriffen im Bereich der Resektionsstelle nachweisbar sind. Verschiedenartige Veränderungen (Bindegewebszubildungen, Gefäßsprossung, Gewebsblutungen, mononukleäre Infiltration, Entzündungsprozesse, Zylinderepithelverlust) konnten nachgewiesen werden, die in Gruppe B signifikant häufiger ($p \leq 0,01$) und in dramatischerem Ausmaß zu finden waren als in Gruppe A.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß mit der Entwicklung der Theloresektoskopie ein neues minimalinvasives Operationsverfahren zur Gewebsresektion im Lumen der Zitze des Rindes zur Verfügung steht, das gegenüber den bisherigen konventionellen Verfahren deutliche Vorteile in mehrerlei Hinsicht aufweist. Die Praxisreife der Methode äußert sich sowohl in der Verbesserung der Handhabbarkeit des Instrumentariums als auch in den Operationsresultaten bei Patienten mit gedeckten Zitzenverletzungen. Es konnte gezeigt werden, daß der Einsatz der HF-Chirurgie im Vergleich zu

schneidend-stanzenden Verfahren sowohl im Hinblick auf die operationsimmanenten funktionellen Einbußen als auch die histomorphologisch nachweisbaren Gewebsalterationen eine vergleichsweise geringe Beeinträchtigung der Zitze des Rindes induziert.

8. Summary

Milk flow disorders in the cow, particularly as a result of teat injuries, still represent a major problem in modern dairy farming. With the introduction of teat endoscopy, diagnostic procedures for detection of milk flow disorders have significantly improved within the past few years. In parallel, different minimally invasive surgical techniques for tissue resection in the lumen of the teat have been developed.

One aim of the present study was the description of the current situation regarding the nature and the frequency of teat injuries in cow based on the case reports of patients referred to the veterinary clinic for obstetrics, gynecology and andrology of the Justus-Liebig University in Gießen in the years from 1998 to 2001.

Furthermore, a newly developed minimally invasive surgical technique (theloresectoscopy) based on radiosurgery was extensively evaluated with regards to practicability and surgical results in comparison to conventional cutting methods.

A functional and histological study in cows with healthy udder and teats was performed to compare the influence of conventional surgery and theloresectoscopic interventions regarding postoperative milkability parameters and tissue alterations.

320 dairy cows with teat lesions or milk flow disorders were included in this study during the above mentioned period of time. Age distribution showed an emphasis on young cows in first lactation (malformation of teats) and older individuals (five years of age and older). Almost half of the patients were referred to the clinic within the first four weeks *post partum*. While there was no significant difference between the single quarters within the total number of patients (n=320), the frequency of open (n=94) and covered

(n=122) teat lesions in the hind pair of teats was significantly higher ($p \leq 0.001$). 16 animals were transferred due to foreign bodies in the teats, 24 due to malformations, and 64 animals due to chronic inflammations of the inner mucosal lining.

The 122 animals with covered teat lesions were of particular interest: in 92.8 % of the cases the lesion had led to an avulsion of the mucosa at the inner orifice of the papillary duct or the *ductus papillaris* itself; the other cases were papillary duct hematoma, mucous membrane adhesions, avulsions or polyps on the inner mucosa lining of the teats.

In those animals where the time span between injury and referral to the clinic was more than one week, significantly higher ratios of pretreatments by the owners, mastitis problems, and longer preparation times prior to surgical intervention ($p \leq 0.001$) could be detected compared to those patients which were referred to the clinic within a period of two to seven days after injury or already on the very day of the injury.

The 122 patients with covered teat lesions underwent surgery with the newly developed theloressectoscopy. All surgical interventions could be performed without requiring an assistant surgeon, which represents a major advantage compared to the common techniques of minimally invasive teat surgery concerning field practicability. Minimally invasive interventions via the natural access to the teat, the *ductus papillaris*, were possible when the respective indication was given, which has to be evaluated as another significant difference compared to alternative methods.

The results of the surgical interventions regarding the subjectively calculated milkability by machine after a temporary and partial cessation of milking of ten days under local administration of antibiotic drugs for lactation and wax teat inserts, with 76.2 % of undisturbed machine milking yield and 23.8 % of improvement towards the preoperative status, could be considered to be

favorable, also compared to literature data of other surgical methods. The high percentage of pretreated and protracted cases in the patient group and the deliberately strict evaluation of postoperative milkability could have had a disproportional influence on the teats recognized as being restricted in milk flow.

Based on the clinical-empiric observation that showed that radiosurgery in tissue resection of the bovine teat has advantages over the use of cutting instruments, as well as the functional and histological effects of the different surgical techniques were evaluated in a group of healthy dairy cows.

A total of 26 dairy cows with healthy udders and teats (104 teats) of typical dairy breeds served as probands for the clinical study. The milking parameters "milk yield" (MGG), "highest milk flow" (HMF) and "average milk flow per minute" (DMHG) were documented during six consecutive milking times in all animals, for each teat separately, using four LactoCordern® devices. Subsequently, tissue was resected from a defined area ("Fürstenberg rosette") and the proximal papillary duct with two conventional surgical techniques (endoscopic teat surgery, n=24, group 1;"blind resection", n=40, group 2a) as well as with the newly developed theloressectoscopy (n=40, group 2b). After a cessation of the milking phase of ten days, the above mentioned milking parameters were measured in the same system for four milking times. After the conclusion of the milkability study, slaughtering of the probands and the storage of the study material, histological examinations in 20 teats, each, were performed after interventions with sharpened instruments (group A) and after theloressectoscopy (group B).

The evaluation the homogeneity of the sample showed that there were no differences between the teats of the groups prior to surgical intervention. This comparison of preoperative and postoperative data showed that each method of minimally invasive surgery of the teat has a significant influence on each of the evaluated milkability parameters ($p \leq 0.001$). The average

reductions were 1.16 kg (MGG), 0.29 kg/min (HMF) and 0.21 kg/min (DMHG). Statistical analysis of the reduction of average values in all three parameters showed that the reduction was lowest after theloressectoscopy (group 2b). Furthermore the difference in group 2b compared to the other groups is the only one with statistical relevance.

The results of the histological examinations *post mortum* showed that tissue alterations at the location of resection could be detected in more than 50 % of all cases after minimally invasive intervention. Different alterations (connective tissue proliferation, pannus, bleeding, mononuclear infiltration, inflammatory processes, loss of epithelia) could be documented, showing a significantly higher frequency ($p \leq 0.01$) and a more severe extent in group B than in group A.

In summary, it can be concluded that the development of theloressectoscopy represents a new minimally invasive technique of tissue resection in the lumen of the bovine teat, characterized by several distinctive advantages over conventional procedures. Improvements in handling of instruments as well as in surgical results in patients suffering from covered teat lesions have demonstrated the practicability of the method. These clinical investigations could document that radiosurgery induces comparatively less harm to the bovine teat compared to procedures based on tissue resection with cutting instruments, regarding both negative functional side effects immanent to surgery as well as histomorphologically detectable tissue alterations.

9. Literaturverzeichnis

Aehnelt E, Rath G. Zur operativen Behandlung der Zitzenwunden und Zitzenfisteln beim Rind. Dtsch Tierärztl Wschr 1950; 39/40: 336-41.

Aehnelt E, Grunert E, Frerking H, Ahlers D. Ursachen und Verhütung von Zitzenverletzungen bei Leistungskühen. Dtsch Tierärztl Wschr 1969; 76: 681-704.

Aher VD, Bhokre AP, Usturge SM. Open teat surgery in bovine and caprine. Indian Vet J 1990; 67: 469-71.

Alacam DA, Dinc DA, Güler M, Elma E. Vorkommen und röntgenologische Untersuchungen verschiedener Zitzenveränderungen bei Milchkühen. Dtsch Tierärztl Wschr 1990; 97: 523-5.

Arnold JP, Weber AF. Teat surgery. University of Minnesota, Vet Med; 52: 417-25.

BGBI. I S. 1105, 1818; 25.05.1998

Bleul U, Seeh C, Teifke JP, Hospes R, Bostedt H. Resultate endoskopischer, sonographischer und histologischer Untersuchungen an der Zitzenzysternenschleimhaut des Rindes nach Behandlung mit Wollzitzenstiften. Prakt Tierarzt 2000; 81: 590-601.

Bostedt H. Blutserumuntersuchungen bei festliegenden Rindern in der frühpuerperalen Periode. 1. Mitteilung: Untersuchung über den Gehalt an Calcium, anorganischem Phosphor und Magnesium im Blutserum festliegender Rinder. Berl Münch Tierärztl Wschr 1973; 86: 344-9.

Bostedt H, Wendt V, Prinzen R. Zum Festliegen des Milchrindes im peripartalen Zeitraum – klinisch und biochemische Aspekte. *Prakt Tierarzt* 1979; 60: 18-34.

Bräker B. Über eine folgenschwere Komplikation des Zitzenschnittes. *Schweiz Arch Tierheilk* 1900; 42: 111-3.

Breitkopf M. Die akuten und chronischen Zitzenstenosen des Rindes – eine Studie zur Überprüfung der Diagnostik und prognostischen Beurteilungsmöglichkeit. *Diss med vet, Gießen* 1998.

Brightwell AH. Management of bovine teat problems. *Can Vet J* 1969, 10: 106-10.

Burkhardt H. Auswirkungen des partiellen Trockenstellens eines Euterviertels beim Rind auf Milchmenge und Milchqualität. *Diss med vet, Zürich* 1985.

Bürki F. Über Zitzenverwachsungen. *Schweiz Arch Tierheilk* 1902; 44: 29

Cartee RE, Ibrahim AK, McLeary D. B-mode ultrasonography of the bovine udder and teat. *Am Vet Med Assoc* 1986; 188: 1284-7

Caruolo EV, Mochrie RD. Ultrasonograms of lactating mammary glands. *J Dairy Sci* 1967; 50: 225-30.

Cazemier CH. Speenbetrappen bij rundvee. *Tijdschr Diergeneesk* 1062; 87: 1294-1305

Eggmann C. Zitzenstrikturen bei Kühen. *Schweiz Arch Tierheilk* 1902; 44: 29-32.

Ekesbo J. Disease incidence in tied and loose housed dairy cattle. Acta Agr Scand 1966; 15: 49-58.

Ekesbo J. Die Einwirkung von verschiedenen Stalltypen auf den Gesundheitszustand der Milchkühe. Wissenschaft und Fortschritt 1967; 5: 208-9.

Espersen G. Udder surgery. Bovine Pract 1976; 11: 86-88.

Farnsworth RJ, McKeever PJ, Johnson DW. Chronic fibrous teat end lesions of lactating dairy cows. Bovine Pract 1975; 10: 62-5.

Forbes D. Bovine teat canal infections and mastitis. Proceedings des 18th Int Dairy Congr, Sidney 1970; 617-8.

Foss Deutschland GmbH. System Lactocorder[®]. Bedienungsanleitung Ausgabe D 6 1998; 8-3.

Fox FH. Teat surgery. Iowa vet 1966; 37: 22-4.

Frerking H, Lokvanic H, Ahlers D. Operationstechniken und Operationsergebnisse bei Zitzenstenosen des Rindes. Prakt Tierarzt 1974; 55: 475-479.

Fürstenberg MHF. Milchdrüse der Kuh. Diss med vet, Leipzig 1868.

Giovanoli G. Über Euterkrankheiten. Schweiz Archiv Tierheilk 1900; 42: 169-75.

Giovanoli G. Hindernisse im Milchentzug. Schweiz Archiv Tierheilk 1904; 46: 20-2.

Gold TN. Some aspects of bovine teat surgery. Vet Rec 1943; 55: 363-6.

Götze R. Über Weidekrankheiten des Rindes. Dtsch Tierärztl Wschr 1942; 50: 281-6.

Grommers FJ. Veterinaire Aspecten van de Huisvesting van Melkvee. Diss med vet, Utrecht 1967.

Gronewold EA. Die Milchsekretion nach mehrtägigem Aussetzen des Melkens bei gleichzeitig ungünstigem Stallklima. Diss med vet, Hannover 1967.

Groote A von. Untersuchungen über Prognose und Wirtschaftlichkeit bei Zitzenoperationen am Rind. Diss med vet, Hannover 1979.

Grunert E, Frerking H. Beobachtungen über die Zunahme von hochgradigen Zitzenverletzungen in den letzten 15 Jahren beim Rind. Dtsch Tierärztl Wschr 1969; 76: 1-7.

Grunert E, Ahlers D. Versorgung von Euter- und Zitzenwunden sowie Behandlung von Zitzenstenosen. In: Grunert E. Buiatrik. (I). Hannover, Schaper 1996: 71-95.

Grunert E, Weigt U. Euterkrankheiten. In: Buiatrik. (3. Auflage). Hannover, Schaper 1979: 117-56.

Grunert E, Diez G. Untersuchungen zur Ätiologie von Zitzenverletzungen beim Rind. Prakt Tierarzt 1982; 63: 148-54.

Grunert E, Diez G. Zitzen- und Drüsenzisternenstenosen beim Rind. Tierärztl Prax 1983; 11: 11-20.

Habermehl KH. Milchdrüse des Rindes. In: Nickel R, Schummer A, Seiferle E. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. (III). Berlin, Hamburg: Parey 1984; 529-43.

Heidrich HJ, Gehring W. Untersuchungsergebnisse über die Beeinflussung der Involution eines einzelnen Euterviertels beim Rind durch zeitlich begrenztes Unterlassen des Melkens. Berl Münch Tierärztl Wschr 1958; 71: 86-9.

Heidrich HJ, Renk W. Krankheiten der Milchdrüse bei Haustieren. Berlin, Hamburg: Parey 1963.

Hirsbrunner G, Steiner A. Use of a theloscopic trioangulation technique for endoscopic treatment of teat obstructions in cows. JAVMA 1999; 214: 1668-71.

Hospes R, Seeh C, Bostedt H. Vergleich der diagnostischen Aussagekraft von Sonographie und Endoskopie bei gedeckten Zitzenverletzungen des Rindes. Proceedings der Tagung der "Der Wiederkäuer im Alpenraum – Mastitis", Alpbach 2000; 77.

Hospes R, Wehrend A, Bostedt H. "Downer Cow": Ätiologie, Diagnostik, Therapie und Prophylaxe – Differentialdiagnosen und neue therapeutische Konzepte. Proceedings des XXII World Buiatrics Congress, Hannover 2002;

Hospes R, Seeh C. Untersuchung zu den Operationsergebnissen nach theloresektoskopischen Eingriffen an der Zitze des Rindes. Tierärztl Umsch 1998a; 53: 420-29.

Hospes R, Seeh C. Behebung von Milchabflußstörungen unter endoskopischer Kontrolle. Tierärztl Umsch 1998b; 53: 674-8.

Hospes R, Seeh C. Sonographie und Endoskopie an der Zitze des Rindes – Atlas und Lehrbuch. Stuttgart, New York: Schattauer 1999.

Hug M. Zur operativen Behandlung der Zitzenanomalien. Schweiz Arch Tierheilk 1903; 45: 224-37.

Inderbitzin A. Zitzenkrankheiten beim Rind. Schweiz Arch Tierheilk 1949; 91: 739-45.

Jenninger S. Ultraschalluntersuchungen an der Milchdrüse des Rindes. Physiologische und pathologische Befunde. Diss med vet, München 1989.

John H, Sicher D, Berger J. Videoassistierte theloskopische Elektroinzision einer hohen Zitzenstenose. Schweiz Arch Tierheilk 1998; 140: 282-86.

Jung C, Hospes R, Bostedt H. Prüfung neuartiger Strichkanalstäbe auf Wachsbasis im Rahmen der Behandlung von Zitzenverletzungen des Rindes. Tierärztl Prax 2002; 30 (G): 277-85.

Karlsson U, Gustafsson B. Predisponerande faktorer för spentramp. Sven Veterinaertidn 1978; 30: 367-72.

Kiossis E. Diagnostische und therapeutische Möglichkeiten der Zitzenendoskopie und ihre Auswirkung auf die Eutergesundheit. Diss med vet, München 2000.

Kubicek J. Die röntgenologische Darstellung der Zitze des Rindes. Beitrag zur Klinik der Milchabflußstörungen. Tierärztl Umsch 1972; 27: 119-24.

Kubicek J. Die gedeckten Zitzenverletzungen beim Rind. Tierärztl Umsch 1975; 30: 59-65.

Kubicek J. Die Zitzenwunden beim Rind. Tierärztl Prax 1976; 4: 185-98.

Kubicek J, Meinecke B. Fremdkörper in der Zitze des Rindes. Tierärztl Umsch 1978; 33: 140-3.

Matzke P, Koller G. Haltungsbedingte Euterschäden beim Milchvieh. Tierzüchter 1971; 23: 558-60.

McDonald JS. Radiographic method for anatomic study of the teat canal: Observations on 22 lactating dairy cows. Am J Vet Res 1968; 29: 1315-9.

Medl M, Querengässer K, Wagner C, Paarmann P, Rüschi P. Zur Abklärung und Behandlung von Zitzenstenosen mittels Endoskopie. Tierärztl Prax 1994; 22: 532-7.

Melle T. Vergleichende Studie zu diagnostischen Möglichkeiten bei tiefen Zitzenstenosen mittels Ultraschall und Endoskopie. Diss med vet, Gießen 1998.

Michel G. Anatomie der Milchdrüse. In: Euter- und Gesäugekrankheiten. Wendt K, Bostedt H, Mielke H, Fuchs HW, Hrsg. Jena, Stuttgart: Fischer 1994; 17-63.

Mittelholzer A. Prognose und Behandlung von offenen Zitzenverletzungen. Diss med vet, Zürich 1987.

Murphy JM. The effect of certain mild stresses to the bovine teat canal on infection with *Streptococcus agalactiae*. Cornell Vet 1959; 49: 411-21.

Peterson KJ. Teat injury resulting from improperly used milking machines. Proceedings des 101. Ann Meet Am Vet Med Ass, Chicago 1964; 32-6.

Querengässer K. Diagnose und Therapie von Zitzenstenosen beim Rind mittels Endoskopie. Diss med vet, Zürich 1998.

Querengässer K, Geishauser T, Querengässer J, Nitschke M, Melle T, Bruckmaier R, Fehlings K. Milchabflußstörung beim Rind – Befunde von 244 Fällen. Prakt Tierarzt 2001; 16: 816-242.

Querengässer J, Geishauser T, Querengässer K, Bruckmaier R, Fehlings K. Investigations on milk flow and milk yield from teats with milk flow disorders. J Dairy Sci 2002; 85: 810-7.

Radmacher D. Untersuchungen über Ätiologie, Therapie und Prognose von Zitzenstenosen beim Rind. Diss med vet, Hannover 1980.

Reinhardt R. Die Krankheiten der Milchdrüse. In: Harm's Lehrbuch der tierärztlichen Geburtshilfe. Berlin: Schoetz 1912.

Renk W. Zur Pathologie der Milchsekretions- und Abflußstörungen. Berl Münch Tierärztl Wschr 1959; 27: 41-60.

Riedl J, Kiossis E, Daffner BL, Bruckmaier R, Stolla R. Milk yield and milk flow of single quarters after endoscopical treatment of teat stenosis in cows. Proceedings der 34. Jahrestagung Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung, Gießen 2001; 134.

Rittenbach P, Grigat E. Histologische Untersuchungen zum Auftreten von Zitzenschäden bei Milchkühen. Arch exp Vet.med 1973; 27: 715-21

Roine K. Observations on teat stenosis. Nord. Vet. med. 1975; 27: 107-111.

Rüsch P, Witzig P, Waxenberger M, Berchtold M. Zur operativen Behandlung von Zitzenkuppenverletzungen mit Durchtrennung des Strichkanals. Berl Münch Tierärztl Wschr 1983; 96: 381-7.

Rüsch P. Die gedeckten Zitzenverletzungen beim Rind. Habilitationsschrift, Zürich 1988

Rüsch P, Berchtold M, Burkhardt H, Mittelholzer A. Auswirkungen des partiellen Trockenstellens eines Euterviertels bei Kühen mit Zitzenverletzungen. Dtsch Tierärztl Wschr 1990; 97: 385-6.

Sachs L. Angewandte Statistik. Berlin: Springer 1999.

Saloniemi H, Roine K. Field observation on the incidence of bovine clinical mastitis and teat diseases. Nord. Vet. med. 1981; 33: 297-305.

Saratsis P, Grunert E. Ultraschalluntersuchung zur Abgrenzung der räumlichen Ausdehnung von Zitzenstenosen und anderen Zitzenveränderungen beim Rind. Dtsch Tierärztl Wschr 1993; 100: 159-63.

Schoder G. Der Einfluß auf Stressoren auf den Zellgehalt der Milch. Diss med vet, Wien 1991.

Schultze WD, Bright SA, Brasso WB. Establishment of Streptococcus agalactiae infection in mammary glands: effect of partial removal of ductal keratin; relation to endotoxin penetrability. J dairy Sci 1985; 68: 195.

Schultze WD, Bramley AJ. Effect of reaming the papillary duct of cow teats on keratin removal and penetrability of the duct to implanted Escherichia coli endotoxin. J Dairy Res 1985; 52: 361-8

Seeh C, Schlenstedt R, Stengel KH, Geishauser T, Failing K, Zschök M, Bostedt H. Prüfung eines neuartigen Strichkanalstabes zur Behandlung von Strichkanalwunden unter besonderer Berücksichtigung der Schleimhautverträglichkeit im Vergleich zu konventionellen Zitzenstiften und Verweilkanülen. Dtsch Tierärztl Wschr 1997; 104: 277-84.

Seeh C, Melle T, Medl M, Hospes R. Systematische Einteilung der Milchabflußstörungen des Rindes anhand endoskopischer Befunde unter besonderer Berücksichtigung der gedeckten Zitzenverletzungen. Tierärztl Prax 1998; 26 (G): 174-86

Seeh C, Hospes R. Erfahrungen mit einem Theloresektoskop im Vergleich zur konventionellen Zitzenendoskopie bei der Diagnose und Therapie gedeckter Zitzenverletzungen. Tierärztl Prax 1998; 26 (G): 110-18.

Sernetz M. Pers. Mitteilung, 1998.

Sieber RL, Farnsworth RJ. Prevalence of chronic teat-end lesions and their relationship to intramammary infection in 22 herds of dairy cattle. J Am Vet Med Ass 1981; 178: 1263-7.

Stocker J. Strukturanalyse der Ambulatorischen Klinik des Tierspitals Zürich. Diss med vet, Zürich 1985.

Stocker H, Bättig U, Druss M, Zähler M, Flückiger M, Eicher R, Rüschi P. Die Abklärung von Zitzenstenosen beim Rind mittels Ultraschall. Tierärztl Prax 1989; 17: 251-6.

Strebel M. Zu den Krankheiten des Zitzenkanales deren Behandlung bei der Kuh. Schweiz Arch Tierheilk 1893; 35: 241-52.

Strebel M. Unwegsamkeit des Strichkanals und deren Behandlung. Schweiz Arch Tierheilk 1901; 43: 12-7.

Tillmann H. Über blutige Eingriffe an der Zitze des Rindes. Mh Vet Med 1950; 5:325-30.

Tulleners E, Hamir A. Effects of teat cistern mural biopsy and teatoscopy stab versus longitudinal incision with or without tube implant on incisional healing in lactating dairy cattle. Am J vet Res 1990; 50: 1257-66.

Ullner W. Die Zitzenkürette, ein neues Instrument in der Euterbehandlung. Berl Münch Tierärztl Wschr 1956; 69: 359-360.

Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung wV. Pers. Mitteilung, 2002.

Walser K, Weiss E. Untersuchungen über pathologisch-anatomische und histologische Veränderungen im Kuheuter nach Blindmelkversuchen. Zbl Vet Med 1963; A 10: 475-84.

Weichselbaum H, Baumgartner W, Schoder G. Einfluß der Dauer des temporären Trockenstellens eines Euterviertels bei Kühen auf Milchmenge und Milchqualität. Dtsch Tierärztl Wschr 1995; 102: 353-8.

Wellnitz O, Bruckmaier R, Blum JW. Milk ejection and milk removal of single quarters in high yielding dairy cows. Milchwissenschaft 1999; 54: 303-6.

Wilhelm U, Schebitz J. Diagnose und Therapie proliferativer Wucherungen in der Zitzenzisterne unter Sichtkontrolle mit einem Miniaturresektoskop. Tierärztl Prax 1979; 7: 305-9.

Wilkens C. Untersuchungen über prädisponierende Faktoren für die Entstehung von Sekretionsstörungen des Euters in einer Milchviehherde. Diss med vet, Hannover 1968.

Will S, Würgau T, Fraunholz J, Bourarbid C, Leidl W. Sonographische Befunde an der Papilla mammae des Rindes. Dtsch Tierärztl Wschr 1990; 97: 403-406.

Witzig P. Systematische Untersuchung über Zitzenstenosen bei Schlachtkühen. Diss med vet, Zürich 1983.

Witzig P, Rüschi P, Berchtold M. Wesen, Diagnose und Behandlung von Schleimhautabrisse im Bereich des Strichkanals. Dtsch Tierärztl Wschr 1984; 91: 213-52.

Wollrab J. Veränderungen, die den Milchfluß aus der Euterzisterne behindern und ihre röntgenologische Darstellung. Mh Vet med 1963; 18: 28-32.

Worstorff H, Steib J, Prediger A, Schmidt W. Bewertung eines Ultraschall-Schnittbildverfahrens zur Messung von Zitzenveränderungen beim Melken von Kühen. Milchwissenschaft 1986; 41: 12-5.

Zähner M. Eutergesundheit nach Zitzenoperationen. Diss med vet, Zürich 1989.

Zipperlen W. Der illustrierte Hausthierarzt für Landwirthe und Hausthierbesitzer. Ulm: Ebner 1869.

Zulauf M, Steiner A. Kurz- und Langzeitresultate nach operativer Behandlung von Zitzenstenosen im Bereich der Fürstenberg'schen Rosette mittels Theloresektoskopie: 15 Fälle (1999-2000). Schweiz Arch Tierheilkd 2001;143: 593-600.

Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt meinem Lehrer Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. H. Bostedt für die Ermöglichung der Entwicklung der Theloresektoskopie und der Durchführung dieser Arbeit. Seine wertvollen Hinweise, wissenschaftlichen Anregungen und nicht zuletzt sein persönlicher Rat stellten Grundvoraussetzungen eines erfolgreichen Abschlusses der Habilitation dar.

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. R. Leiser (Institut für Veterinär-Anatomie, -Histologie und –Embryologie) und seinem Laborpersonal sowie Herrn Prof. Dr. E. Burkhardt (Institut für Veterinär-Pathologie) bin ich für ihre stets gewährte Beratung und unkomplizierte Unterstützung hinsichtlich der Anfertigung der histologischen Schnittpräparate und deren Interpretation sehr verbunden.

Herrn Prof. Dr. R. König gilt mein herzlicher Dank für seine freundschaftliche Beratung in der Durchforstung des Datendickichts und seine aktive Mithilfe in der statistischen Auswertung.

Das Kuratorium der Ewald-und-Hilde-Berge-Stiftung, das im Rahmen einer Habilitationsförderung die Mittel zur Anschaffung eines Teils der benötigten Meßeinrichtungen zur Verfügung stellte, machte die Umsetzung des Forschungsprojektes möglich, wofür ich ihm sehr zu Dank verpflichtet bin.

Bei Herrn Dr. med. vet. Christoph Seeh möchte ich mich für seine Freundschaft und unermüdliche Kooperationswilligkeit, auch unter zeitweise schwierigen Bedingungen, bedanken.

Der Firma Karl Storz AG, Tuttlingen, und hier ausdrücklich Frau Dr. med. vet. R. Hühn, sei für die unbürokratische Umsetzung der Ideen zur Entwicklung des Theloresektoskopes und die prompten Reaktionen auf die häufigen Änderungswünsche bezüglich des Instrumentariums gedankt.

Bei der Familie Peter Bernhardt, Thinghof in Rodheim-Bieber, möchte ich mich dafür bedanken, daß sie, trotz der schwierigen Situation, die die Aufgabe der Milchviehhaltung für Vollerwerbslandwirte bedeutet, ihre Tiere und ihre Arbeitskraft zur Durchführung einer wissenschaftlichen Fragestellung zur Verfügung gestellt hat.

An letzter Stelle, aber nicht zuletzt, gilt mein herzlichster Dank meiner Frau, die mich häufig entlastet und stets unterstützt hat. Ohne ihre rücksichtsvolle Bereitschaft, außergewöhnliche Belastungen mit zu tragen, wäre die Anfertigung dieser Arbeit in der vorgegebenen Zeit schwieriger gewesen.