

# Zur Histologie und Histochemie des Epithels der grossen Milchgänge und Milchzisterne unter besonderer Beachtung ihrer Funktion im System der lokalen Abwehrmechanismen des Rindereuters

Autor(en): **Michel, G. / Schulz, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires**

Band (Jahr): **129 (1987)**

PDF erstellt am: **25.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-591818>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Schweiz. Arch. Tierheilk. 129, 319–326, 1987

Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Karl-Marx-Universität Leipzig  
 Wissenschaftsbereich Anatomie, Histologie und Embryologie  
 (Leiter: VR Prof. Dr. sc. med. vet. G. Michel)  
 Wissenschaftsbereich Fortpflanzung landwirtschaftlicher Nutztiere  
 (Leiter: OVR Prof. Dr. J. Schulz)

## Zur Histologie und Histochemie des Epithels der grossen Milchgänge und Milchzisterne unter besonderer Beachtung ihrer Funktion im System der lokalen Abwehrmechanismen des Rindereuters<sup>1</sup>

von G. Michel und J. Schulz<sup>2</sup>

Die Milchgänge des Rindereuters wurden unter verschiedenen Fragestellungen wiederholt beschrieben. Dazu gehören insbesondere die grundlegenden Darstellungen von *Mosimann* (1949) sowie *Ziegler und Mosimann* (1960) zur Ausbildung und Anordnung der Milchgänge. Sie bilden die Basis für die Funktion der Milchgänge bei der Milchspeicherung und -abgabe. In zahlreichen Arbeiten wurde der Bau der Milchgänge dargestellt (u. a. *Riederer*, 1903, *Christ*, 1905, *Wirz*, 1913, *Mainzer*, 1939, *Ziegler*, 1941). Dabei standen neben dem allgemeinen Aufbau (Epithel, kollagene und elastische Fasersysteme sowie glatte Muskulatur in der Propria) zum Teil auch Fragen der Sekretionsfähigkeit (*Mainzer*, 1939) im Vordergrund.

In den letzten Jahrzehnten wurde auch den Fragen der Permeabilität der Milchgänge verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt (*Zaks et al.*, 1965, *Mackenzie und Lascelles*, 1965, *Lincell und Peaker*, 1971).

*Mielke* (1965 und 1975) weist aufgrund des Verhaltens von Milchinhaltsstoffen in fraktioniert gewonnenen Zisternen- und Alveolarmilchproben gesunder und kranker Euterviertel darauf hin, dass entzündliche Euteraffektionen über die Schädigung der Zisternenwandung zu Konzentrationsveränderung von Laktose sowie von Natrium- und Kaliumchloriden besonders in der Zisternenmilch führen. Von den osmotisch aktiven Substanzen ist es vor allem der diagnostisch gut verwertbare Laktosegehalt, der in diesem Zusammenhang eingehender untersucht wurde. Es kann nach intrazisternaler Applikation von <sup>14</sup>C-Laktose in gesunde und kranke Euterviertel nachgewiesen werden (*Mielke et al.*, 1985), dass nicht nur bei euterkranken sondern auch bei eutergesunden Kühen spezifische Radioaktivitäten im Blut und Harn in unterschiedlichem Ausmass auftreten und damit eine Laktoseresorption im Gangbereich stattfindet. Die berechneten Laktoseverluste betragen bei gesunden Kühen 7,5–10% und bei Kühen mit subklinischer Mastitis 32–45% je Euterviertel. Bei Untersuchungen mit <sup>15</sup>N-Harnstoff wurde

<sup>1</sup> Herrn Prof. Dr. W. Mosimann anlässlich seines 65. Geburtstages gewidmet.

<sup>2</sup> Adresse: Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin KMU, Semmelweisstrasse 4, DDR-701 Leipzig.

festgestellt, dass bei laktierenden Kühen Harnstoff im Zisternenteilbereich des Euters direkt in die Milch übertritt (Mielke, 1966). Während der Speicherung im entzündlich affizierten Zisternenteil der Milchdrüse kann die potentielle Azidität der Milch abfallen (Schulz *et al.*, 1984).

Kaum finden sich elektronenmikroskopische Untersuchungen des Epithels der Milchgänge. Angeführt werden sollen nur die Untersuchungen von Comuri (1972) am Epithel der Milchzisterne zur Abhängigkeit der Struktur vom Sexualzyklus oder die von Brooker (1983) und Sterba (1986) zum Nachweis phagozytärer Prozesse des Milchgangepithels.

Wir befassten uns in den letzten Jahren gleichfalls mit dem Bau der Milchgänge. Dabei werden von uns kleine Milchgänge, welche noch ein sekretorisches Epithel, ähnlich dem der Alveolen, aufweisen, mittelgrosse und grosse Milchgänge mit einem zweischichtigen Epithel und einer charakteristischen Anordnung der Bindegewebsfasersysteme und glatten Muskelzellen in der Membrana propria unterschieden (Michel, 1979). Im Vordergrund der eigenen, vor allem auch elektronenmikroskopischen Untersuchungen, standen das zweischichtige Epithel der grossen Milchgänge sowie der Milchzisterne (Michel, 1979, Michel und Sterba, 1985) im Hinblick auf seine Permeabilität und vor allem seine Bedeutung als Abwehrbarriere im Rahmen der lokalen Abwehrmechanismen der Milchdrüse. Unter diesem Blickpunkt sollen einige Ergebnisse unserer Untersuchungen zusammenfassend dargelegt und erörtert werden.

Die Untersuchungen wurden jeweils an Proben von mehreren Eutern des Rindes nach licht- und elektronenmikroskopischen sowie histochemischen Methoden durchgeführt (Michel, 1979, Michel und Sterba, 1985).

### Ergebnisse und Diskussion

Die grossen Milchgänge des Rindereuters werden von einem zweischichtigen Epithel ausgekleidet (Abb. 1). Es entspricht in seiner Ausbildung dem Epithel der Milchzisterne und besteht aus einer apikalen Schicht von hochprismatischen, zum Teil auch isoprismatischen Zellen sowie einer basalen Schicht kleiner polymorpher Zellen (Abb. 2). Letztere kann bei den mittelgrossen Milchgängen, wo die apikale Zellschicht häufiger isoprismatisch ist, fehlen bzw. nur stellenweise ausgebildet sein.

Die Zellen der apikalen Schicht zeichnen sich durch ihre regelmässige Anordnung im Zellverband aus. Elektronenmikroskopisch sind die Zellen der apikalen Schicht u.a. gekennzeichnet durch

- mikrovilliartige Zytoplasmafortsätze an der Oberfläche, deren Anordnung, Form und Grösse deutlich schwankt,
- feste seitliche Verbindungen der Zellen über einen Haftkomplex, wobei apikal die feste Verbindung über die Zonula occludens besonders auffallend ist und nach basal Desmosomen folgen (Abb. 3), von denen aus Tonofilamente in das Zytoplasma der Zellen ziehen,
- fingerförmige Faltungen des Plasmalemmes in den Interzellularräumen,
- basal liegende, meist relativ kompakte Zellkerne, welche mehr oder weniger tiefe Incisuren aufweisen,



Abb. 1: Zweisichtiges Epithel des Drüsenteiles der Milchzisterne des Rindereuters. Hämatoxylin-Eosin-Färbung. 400:1.



Abb. 2: Zweisichtiges Epithel des Drüsenteiles der Milchzisterne des Rindereuters. ELMI-Aufnahme (elektronen-mikroskopisches Zentrum der Karl-Marx-Universität Leipzig). 8000:1.

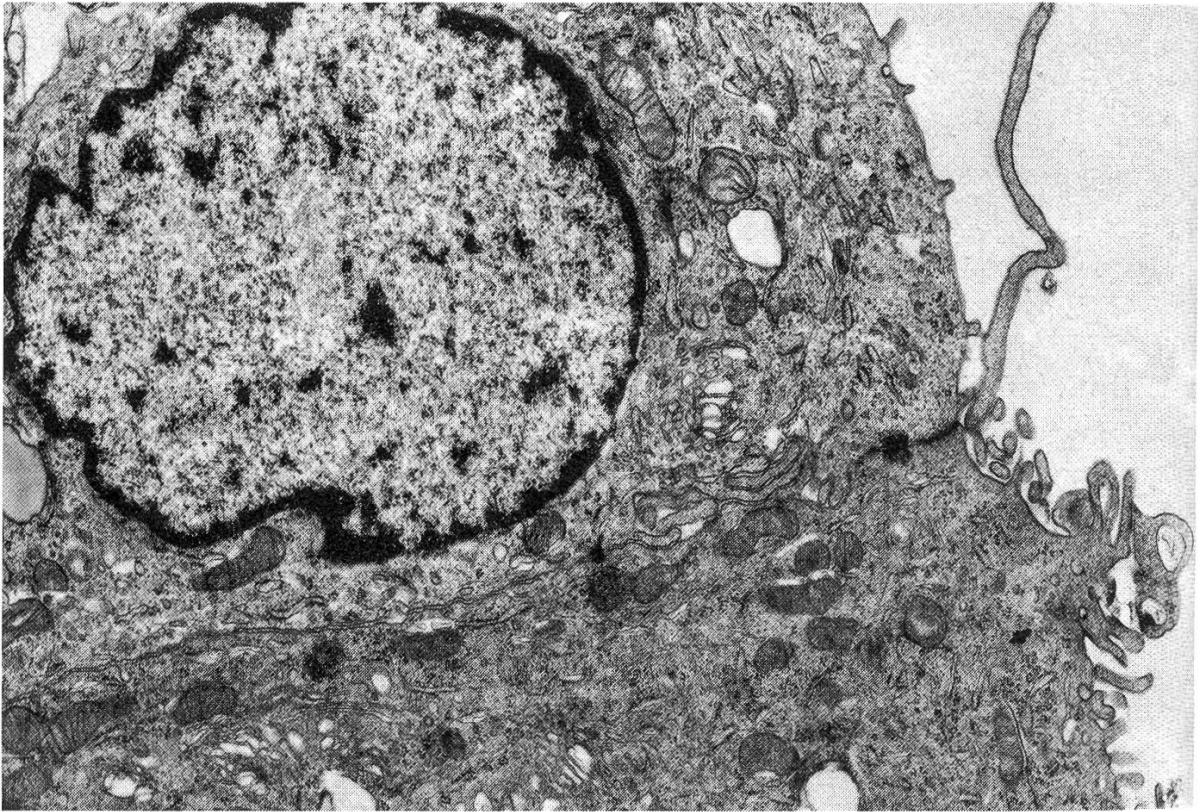


Abb. 3: Zellen der apikalen Zellschicht des Epithels des Drüsenteiles der Milchzisterne des Rindereuters (mit deutlichen Zellverbindungen in Form des apikalen Haftkomplexes und von Desmosomen). ELMI-Aufnahme (elektronen-mikroskopisches Zentrum der Karl-Marx-Universität Leipzig). 19000:1.

- die reiche Ausbildung von Zellorganellen im Zytoplasma; die Mitochondrien sind vom Cristae-Typ und über das gesamte Zytoplasma verteilt, in Kernnähe liegen die reich ausgebildeten Anteile des endoplasmatischen Retikulums und in der Nähe des apikalen Kernpoles die Strukturen des Golgi-Apparates,
- im Zytoplasma anzutreffende Granula und Mikrotubuli sowie Lysosomen in unterschiedlicher Form und Ultrastruktur; dagegen lassen sich mit Sicherheit keine Transportvesikel und Sekretgranula nachweisen.

Die Basalzellen sind von unregelmässiger Form. Durch ihre lockere Verteilung können zwischen ihnen weite Interzellularräume auftreten. Ultrastrukturell fällt eine geringe Ausprägung der Zellorganellen auf. Charakteristisch sind deutliche Halbdesmosomen zur Verbindung mit der Basalmembran sowie Desmosomen zu benachbarten Basalzellen und den Zellen der apikalen Zellschicht.

- Histochemisch zeichnen sich die Zellen der apikalen Schicht aus
- durch eine auffallende Aktivität der Laktatdehydrogenase und (in geringem Masse) der Sukzinatdehydrogenase sowie der Aminopeptidase und sauren Phosphatase,
  - durch einen reichen Gehalt des Zytoplasmas an Ribonukleinsäure.

In den Zellen der basalen Zellschicht fehlen diese verstärkten Enzymreaktionen und das reiche Vorkommen von Ribonukleinsäure.

Gelegentlich sind zwischen den Epithelzellen durchtretende Zellen vor allem in Form von Lymphozyten anzutreffen. Relativ häufig sind in der apikalen Zellschicht degenerierende Zellen zu sehen. Im rasterelektronenmikroskopischen Bild zeigt sich, dass diese Zellen an der Oberfläche des Epithels aus dem Zellverband ausgestossen werden. Sie sind anscheinend Ausdruck einer normalen Zellmauserung, wobei offen bleibt, ob die degenerierenden Zellen unter bestimmten Situationen verstärkt auftreten.

Nach den vor allem durch die elektronenmikroskopischen und histochemischen Untersuchungen gewonnenen Befunden zeigen die Zellen des zweischichtigen Epithels Merkmale, die auf spezielle Funktionen hindeuten. So bilden die Zellen der apikalen Schicht über die Zonula occludens und die Desmosomen einen festen Zellverband. Dazu trägt auch die Verbindung über Desmosomen mit den Basalzellen und deren Verankerung durch Halbdesmosomen an der Basalmembran bei. Der Zellverband des Epithels der Milchgänge und Milchzisterne weist somit durch seine Struktur alle Voraussetzungen für eine Barrierefunktion auf.

Die Mikrovilli und der reiche Besatz mit Zellorganellen sowie die Enzymaktivitäten und das Vorkommen der Ribonukleinsäure deuten auf Permeationsprozesse hin. Diese dürften vor allem in Reabsorptionsprozessen bestehen, dabei scheinen sie im laktierenden Euter nur in geringem Masse nach dem Prinzip der Phagozytose abzulaufen, wie es *Brooker* (1983) bei trockenstehenden Tieren nachgewiesen hat. Ausgeschlossen werden können nach den gewonnenen Befunden zur Ultrastruktur weitgehend Sekretionsprozesse. Das Epithel der grossen Milchgänge und Milchzisterne scheint somit eine aktive Barrierefunktion aufzuweisen.

Die Barrierefunktion des Epithels der grossen Milchgänge und Milchzisterne ist ein Bestandteil der lokalen Abwehrmechanismen der Milchdrüse des Rindes. Diese bilden ein für die Milchdrüse spezifisches lokales Abwehrsystem, welches über die Blut- und Lymphgefässe mit dem Abwehrsystem des Körpers in Verbindung steht (*Mielke und Michel*, 1986).

Zu den lokalen Abwehrmechanismen des Rindereuters gehören

- die Mechanismen der Zitzenbarriere,
- die Barrierefunktion des Epithels der Milchzisterne, der Milchgänge sowie der Alveolen,
- die Abwehrzellen und Abwehrfaktoren im Bindegewebe der Wand der Milchgänge, der Milchzisterne und des Euterparenchyms,
- die zellulären und humoralen Abwehrfaktoren der Milch.

Die Mechanismen der Zitzenbarriere basieren auf den Strukturen der Zitze (*Schulz et al.*, 1974, *Michel und Seffner*, 1975, *Michel*, 1986). Zu ihnen zählen

- der durch den Schliessmuskel bewirkte Verschluss des Zitzenkanals,
- die Weite des Zitzenkanals,
- das nach aussen gerichtete Wachstum des Zitzenkanalepithels im Bereich der Mündung,
- der nach aussen gerichtete Sekretstrom,
- die intensive Verhornung des Zitzenkanalepithels in Verbindung mit der bakteriziden Wirkung des Laktosebum,

- die Funktion der Fürstenbergschen Rosette in Form ihrer mechanischen Wirkung und den in den Blättern ablaufenden zellulären Reaktionen.

Die Barrierefunktion des Epithels der Milchzisterne, Milchgänge und Alveolen gehört zur Blut-Milch-Barriere. Diese besteht aus dem Endothel der Gefäße, dem Bindegewebe und dem Epithel der Anteile des Hohlraumsystems. Dabei erscheint die Barrierefunktion des Epithels der Milchgänge und Milchzisterne aufgrund ihrer unmittelbaren Beziehungen zu der in den Anteilen des Hohlraumsystems gespeicherten Milch von besonderer Bedeutung. Das Epithel wird zu einem Schutzmechanismus, ermöglicht aber gleichzeitig den Durchtritt von Zellen.

Über die Funktionen der Abwehrzellen im Bindegewebe der Wand der Milchzisterne und Milchgänge sowie des Euterparenchyms erfolgt die Verbindung mit dem Gesamtabwehrsystem des Körpers. Dies geht u.a. aus der unterschiedlichen Anzahl der einzelnen Formen der Abwehrzellen (T- und B-Lymphozyten, Makrophagen, Mikrophenen) hervor.

Zu den zellulären und humoralen Abwehrfaktoren der Milch gehören die verschiedenen Milchzellen sowie die Immunglobuline, das Laktoperoxidase-Thiocyanat-Wasserstoffperoxyd-System (LPS), das Lactoferrin und Lysozym.

Die lokalen Abwehrmechanismen des Rindereuters bilden in der Gesamtheit ein System von Prozessen, welche in Verbindung mit den systemischen Abwehrfaktoren wirken. Dabei erfolgt die Wirkung stufenweise, indem erst nach dem Durchbrechen der Zitzenbarriere die Barrierefunktion des Epithels der Milchzisterne, Milchgänge und Alveolen sowie die zellulären und humoralen Abwehrfaktoren der Milch und schliesslich die Abwehrzellen im Bindegewebe wirksam und aktiviert werden.

Daraus ergibt sich die besondere Stellung des Epithels der Milchzisterne und grossen Milchgänge als Barriere zwischen der Milch in den Anteilen des Hohlraumsystems und dem Eutergewebe. Erst nach ihrem Durchbrechen kommt es zum Eindringen der Keime in das Eutergewebe und damit zur Infektion. Es bedarf daher intensiver weiterer Untersuchungen, u.a. wie es zur Veränderung des Verbandes und damit dem Durchtritt der Zellen kommt und welche Rolle eventuelle Reabsorptionsprozesse spielen. Daraus ergibt sich die Frage der Beziehung zur Funktion der Abwehrfaktoren in der Milch. Phagozytäre Prozesse sollen, wie von *Brooker* (1983) nachgewiesen, in stärkerem Masse nur bei trockenstehenden Tieren ausgeprägt sein.

Ausgehend von den grundlegenden Untersuchungen von *Mosimann* (1949) und der Darstellung von *Ziegler und Mosimann* (1960) konnten durch unsere Untersuchungen die Kenntnisse zum Bau des Epithels der grossen Milchgänge sowie der Milchzisterne erweitert werden. Danach dienen die Milchgänge und die Milchzisterne des Rindereuters nicht nur der Milchspeicherung und -abgabe, sondern ihr Epithel ist ein wesentlicher Bestandteil der Blut-Milch-Barriere und damit der lokalen Abwehrmechanismen des Rindereuters.

Die weitere Aufklärung der Abwehrmechanismen im einzelnen und in ihrem Zusammenwirken sind die Grundlage für die Untersuchung folgender Fragen, deren Klärung zu Fortschritten bei der Mastitisbekämpfung führen würde:

- Wirkung von Melkmaschinenfunktionen auf das Zitzengewebe,

- Möglichkeiten der Stimulierung von Faktoren der körpereigenen Abwehr gegen Mastitiserreger und Entwicklung von Therapieverfahren, welche die Antibiotikatherapie unterstützen,
- Aufklärung der genetischen Bedingtheit der morphologischen und immunologischen Komponenten der Mastitisresistenz.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die zahlreichen Mastitiserregerarten voneinander erheblich in ihrer Virulenz unterscheiden, das heisst, sie sind durch sehr unterschiedliche Ausprägung des Eindringens-, Haft- und Vermehrungsvermögens im Euter und ihrer Pathogenität gekennzeichnet. Deshalb haben auch die beschriebenen Abwehrmechanismen im Euter generell und speziell die Barrierefunktionen im Bereich des Gangsystems bei der Auseinandersetzung mit Mastitiserregern ein unterschiedliches Gewicht.

### Zusammenfassung

Es werden die histologische (vor allem auch ultrastrukturelle) und histochemische Ausbildung des Epithels der grossen Milchgänge und Milchzisterne kurz dargelegt. Elektronenmikroskopisch fallen Mikrovilli, ausgeprägte Zellverbindungen (vor allem Zonula occludens und Desmosomen) sowie die zahlreichen Zellorganellen, histochemisch der Nachweis von Enzymaktivitäten und das reiche Vorkommen von Ribonukleinsäure im Zytoplasma der Zellen der apikalen Zellschicht besonders auf. Ausgehend davon werden die Barrierefunktion dieses Epithels aufgezeigt und deren besondere Stellung im System der lokalen Abwehrmechanismen des Rindereuters herausgestellt.

### Résumé

On présente brièvement la formation histologique (avant tout aussi ultrastructurale) et histo-chimique de l'épithélium des grands canaux lactifères et du bassin de la mamelle. Au microscope électronique sont particulièrement frappantes: des microvillosités, des jonctions cellulaires marquées, (surtout zonula occludens et desmosomes) ainsi que les nombreuses organelles cellulaires; à l'examen histo-chimique: la mise en évidence d'activités enzymatiques et l'abondance d'acide ribonucléique dans le cytoplasme des cellules de la couche apicale. Partant de là, on montre la fonction de barrière de cet épithélium et on établit sa place particulière dans le système des mécanismes locaux de défense dans la mamelle de la vache.

### Riassunto

Vengono brevemente presentate le strutture istologiche (principalmente anche quelle ultrastrutturali) ed istochimiche dell'epitelio dei grossi condotti galattofori e della cisterna del latte. All'esame con il microscopio elettronico si evidenziano microvilli, specifiche unioni cellulari (avantutto Zonula occludens e desmosomi), come pure numerosi organelli cellulari. All'esame istochimico si mette in evidenza l'attività enzimatica e l'abbondante presenza di acido ribonucleico nel citoplasma dello strato apicale cellulare. Da queste considerazioni si dimostra la funzione di barriera di questo epitelio e la sua propria posizione nel sistema della difesa meccanica locale della glandola mammaria dei bovini.

### Summary

A brief description is given of the histological (in particular the ultra-structural) and histo-chemical formations of the epithelium in the large milk ducts and the milk cistern. When examined under the electron microscope the particularly noticeable features are the microvilli, the pronounced cell connections (above all, zonula occludens and desmosomes) and the numerous cell organelles, while



histochemically there is proof of enzyme activity and an abundance of ribonucleic acid in the cytoplasm of the cells forming the apical layer. From these observations the barrier function of this epithelium is indicated and its special position in the local defense mechanism system in the udder is emphasized.

### Literaturverzeichnis

- Brooker B.E.*: Pseudopod formation and phagocytosis of milk components by epithelial cells of the bovine mammary gland. *Cell and Tissue Research* 229, 639–650 (1983). – *Christ F.*: Untersuchungen über die Muskulatur und das elastische Gewebe in der Milchdrüse der Haussäugetiere. Diss. med. vet. Giessen 1905. – *Comuri N.*: Untersuchungen über zyklusabhängige Strukturveränderungen am distalen Gangsystem der Milchdrüse des Rindes. Diss. med. vet. Giessen 1972. – *Lincell J.L. und Peaker M.*: The permeability of mammary ducts. *J. Physiol.* 216, 701–716 (1971). – *Mackenzie D.D.S. und Lascelles A.K.*: The movements of solutes across the epithelium of the ducts and cisterns in the mammary gland of the ewe. *Austral. J. Biol. Sci.* 18, 1035–1044 (1965). – *Mainzer G.*: Ein Beitrag zur Morphologie der Milchgänge im Euter der Kuh. *Z. mikr. anat. Forsch.* 45, 445–460 (1939). – *Michel G.*: Zum Bau der Milchgänge des Rindereuters. *Monatshefte Vet. Med.* 34, 133–137 (1979). – *Michel G.*: Das histochemische Verhalten der Sukzinatdehydrogenase und Laktatdehydrogenase sowie der Ribonukleinsäure im Epithel der Milchgänge und Alveolen des Rindereuters. *Arch. exp. Vet. Med.* 33, 745–751 (1979). – *Michel G.*: Gesichtspunkte der funktionellen Morphologie der Rinderzitze. *Monatshefte Vet. Med.* 41, 77–80 (1986). – *Michel G. und Seffner W.*: Morphologische Grundlagen der Keimabwehr in der Milchdrüse des Rindes. *Monatshefte Vet. Med.* 30, 900–903 (1975). – *Michel G. und Sterba Petra*: Zur Struktur des Epithels der grossen Milchgänge und der Milchcisternen des Rindereuters. *Gegenbaurs morph. Jahrb., Leipzig* 131, 241–251 (1985). – *Mielke H.*: Die Milchspeicherung in der Rindermilchdrüse. *Habil.-Schrift Vet. Med. Leipzig* 1965. – *Mielke H.*: Untersuchungen zum N-Stoffwechsel beim laktierenden Rind unter Verwendung von oral verabreichtem Harnstoff ( $^{15}\text{N}$ ). 7. Mitt.: Die Verwertung des Harnstoff-N zur Milchproteinsynthese und dessen Ausscheidung mit der Milch. *Arch. Tierernähr.* 16, 359–373 (1966). – *Mielke H.*: Das Verhalten der osmotisch-aktiven Substanzen in der Milch gesunder und kranker Euterviertel als biologische Grundlage automatisierbarer Eutergesundheits- und Milchqualitätskontrollsysteme bei industriemässiger Milchproduktion. *Monatshefte Vet. Med.* 30, 334–338 (1975). – *Mielke H., Pfüller K., Fürll Brigitta und Bier H.*: Untersuchungen über den Laktoseverlust der im Hohlraumssystem gesunder und subklinisch kranker Euterviertel gespeicherten Milch mit Hilfe von  $^{14}\text{C}$ -Laktose. *Arch. exp. Vet. Med.* 39, 457–478 (1985). – *Mielke H. und Michel G.*: Schutz- und Abwehrmechanismen des Rindereuters. In: *Wendt K., Mielke H. und Fuchs H.-W.*: Euterkrankheiten. VEB Gustav Fischer Verlag Jena 1986. – *Mosimann W.*: Zur Anatomie der Rindermilchdrüse und über die Morphologie ihrer sezernierenden Teile. Diss. med. vet. Bern 1949. – *Riederer T.*: Bau der Papilla mammae des Rindes. Diss. med. vet. Bern 1903. – *Schulz J., Michel G. und Seffner W.*: Zur Abwehrfunktion der Zitze des Rindes. *Monatshefte Vet. Med.* 29, 662–667 (1974). – *Schulz J., Elmardi A., Richter A. und Beck Karin*: Verhalten der Soxlet-Henkel-Zahl der Kuhmilch in unterschiedlichen Gemelkfraktionen gesunder und kranker Euterviertel. *Arch. exp. Vet. Med.* 38, 157–168 (1984). – *Sterba Petra*: Morphologische Veränderungen im Bereich der Milchzisterne und Milchgänge des Rindereuters bei der Pathogenese akuter Mastitiden. Diss. Med. Vet. Leipzig 1986. – *Wirz O.*: Das Hohlraumssystem der Milchdrüse beim Rind. Diss. med. vet. Bern 1913. – *Zaks M.G., Natochin Y.V., Sokolova M.M., Tanasitschuk O.F. und Tverskoi G.B.*: O transporte natrija i kalija pri obrazovanii moloka. *Sechenov fiziol. Žurnal USSR* 51, 513–519 (1965). – *Ziegler H.*: Zur baulichen Eigenart der Milchgänge. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 83, 47–52 (1941). – *Ziegler H. und Mosimann W.*: Anatomie und Physiologie der Rindermilchdrüse. Berlin, Hamburg, Paul Parey Verlag 1960.