

# Milchwissenschaftliche Forschung Weihenstephan

Jahresbericht 2003  
über die Tätigkeit der  
milchwissenschaftlichen Forschungseinheiten  
am Wissenschaftszentrum Weihenstephan  
der Technischen Universität München  
in der Zeit vom  
1. Januar 2003 bis 31. Dezember 2003

46. Band 2003  
Weihenstephan, April 2004

**Herausgeber und verantwortlich für den Inhalt:**

*Univ.-Prof. Dr. Dr. Heinrich H.D. Meyer, Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Kulozik, Univ.-Prof. Dr. S. Scherer und Univ.-Prof. Dr. H. Weindlmaier sowie die Vereinigung der Förderer der Milchwissenschaftlichen Forschung an der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan e.V.*

**Der „Jahresbericht über die Milchwissenschaftliche Forschung Weihenstephan“ erscheint jährlich im Selbstverlag. Dieser steht den einschlägigen Instituten und Bibliotheken des In- und Auslandes - besonders aber im Austausch gegen andere Veröffentlichungen - zur Verfügung.**

**Bestellungen und Tauschsendungen  
werden ausschließlich an folgende Adresse erbeten:**

*Univ.-Prof. Dr. H. Weindlmaier  
D-85350 Freising  
Deutschland ISSN 1613-7167*

**The Report "Dairy Research at the Life Science Centre Weihenstephan" is published annually and is available to libraries and institutions especially on exchange basis. Please, forward to the following address:**

*Univ.-Prof. Dr. H. Weindlmaier  
D-85350 Freising  
Deutschland ISSN 1613-7167*

Alle Rechte des Nachdrucks, auch das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten.

# Inhaltsverzeichnis

Seite

|  |    |
|--|----|
| <b>Vorwort</b> .....   | 1  |
| <b>ZIEL - Abteilung Physiologie</b>  |    |
| <b>Lehrstuhl für Physiologie</b> .....   | 3  |
| Personal.....  | 3  |
| Forschung.....   | 5  |
| I. Laktationsphysiologie.....  | 5  |
| II. Lebensmittelsicherheit, Ernährung und Umwelt.....                                  | 9  |
| III. Reproduktionsbiologie .....   | 12 |
| 1) Ovidukt.....  | 12 |
| 2) Plazenta .....  | 13 |
| 3) Ovarphysiologie .....   | 14 |
| a) Follikulogenese.....  | 14 |
| b) Gelbkörperfunktion und induzierte Luteolyse .....                                   | 15 |
| Habilitationen, Dissertationen, Diplomarbeiten, Bachelorarbeiten .....                 | 16 |
| Lehre, Vorträge.....   | 17 |
| Vorträge .....   | 18 |
| Ehrungen, Ernennungen.....   | 22 |
| Veröffentlichungen .....   | 22 |
| <b>Versuchsstation Veitshof</b> .....  | 28 |
| <b>Professur für Betriebswirtschaftslehre der Milch- und Ernährungsindustrie</b> ..... | 30 |
| Personal.....  | 30 |
| Forschung.....   | 30 |
| I. Forschungsprojekte zur Milch- und Molkereiwirtschaft.....                           | 30 |
| II. Forschungsprojekte zur Fleischwirtschaft.....                                      | 52 |
| III. Forschungsprojekte zur Brauwirtschaft.....  | 62 |
| Dissertationen, Diplomarbeiten, Semesterarbeiten.....                                  | 66 |
| Lehre, Vorträge.....   | 67 |
| Posterpräsentation .....   | 69 |
| Beratung, Workshops, Exkursionen, Medienarbeit .....                                   | 69 |
| Beratung / Wissenschaftliche Gutachten.....  | 69 |
| Workshops zur Wertschöpfungskette Fleisch .....  | 71 |
| Exkursionen, Medienarbeit.....   | 72 |
| Wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Organisationen.....                               | 72 |
| Besucher der Professur .....   | 73 |
| Veröffentlichungen .....   | 73 |

|  | Seite |
|--|-------|
| <b>ZIEL - Abteilung Mikrobiologie</b> .....  | 75    |
| Adresse, Einführung .....  | 75    |
| Forschung .....  | 76    |
| Arbeitsgruppe: Identifizierung lebensmittelrelevanter Mikroorganismen .....  | 76    |
| Arbeitsgruppe: Toxinbildung und Identifizierung von <i>Bacillus cereus</i> .....   | 82    |
| Arbeitsgruppe: Genomische Studien an Salmonellen .....   | 86    |
| Arbeitsgruppe: Gastrointestinale Krankheitserreger <i>Yersinia enterocolitica</i> und<br><i>Escherichia coli</i> O157:H7 (EHEC)..... | 90    |
| Arbeitsgruppe: Stabilität des BSE-Erregers in Lebensmitteln .....  | 95    |
| Arbeitsgruppe: Mikrobielle Ökologie von Käse-Reifungskulturen .....  | 97    |
| Dissertationen, Diplom-, Master- und Bachelorarbeiten .....  | 102   |
| Vorträge und Posterpräsentationen .....  | 103   |
| Wissenschaftliche Vorträge .....   | 103   |
| Posterpräsentationen .....   | 105   |
| Veröffentlichungen .....   | 106   |
| <br><b>ZIEL - Arbeitsgruppe Rohmilchqualität</b> .....   | 108   |
| Personal .....   | 108   |
| Forschung .....  | 108   |
| Lehre, Vorträge .....  | 111   |
| Beratung, Wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Organisationen .....  | 112   |
| Veröffentlichungen .....   | 112   |
| <br><b>ZIEL - Arbeitsgruppe Proteinanalytik</b> .....  | 114   |
| Personal .....   | 114   |
| Forschung .....  | 114   |
| Beratung, Wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Organisationen .....  | 115   |
| <br><b>ZIEL - Abteilung Technologie</b>  |       |
| <b>Lehrstuhl für Lebensmittelverfahrenstechnik und Molkereitechnologie</b> .....   | 116   |
| Personal .....   | 116   |
| Vorwort .....  | 118   |
| Ehrungen .....   | 119   |
| Forschung .....  | 120   |
| Arbeitsgruppe: Bioprozesstechnik / Aseptik .....   | 120   |
| Arbeitsgruppe: Proteintechnologie .....  | 125   |
| Arbeitsgruppe: Rheologie und Mikrostruktur .....   | 138   |
| Diplomarbeiten, Masterarbeiten, Semesterarbeiten, Bachelorarbeiten.....  | 158   |
| Vorträge, Posterpräsentationen, Messepräsentation .....  | 159   |
| I. Internationale Kongresse, Tagungen, Seminare.....   | 159   |
| II. Nationale Kongresse, Tagungen, Seminare.....   | 160   |
| III. Internationale und nationale Posterpräsentationen .....   | 163   |
| Messepräsentation .....  | 164   |

---

|   | Seite      |
|---|------------|
| Technologietransfer .....   | 165        |
| Seminare, Kongresse .....   | 165        |
| Workshops .....   | 165        |
| Typprüfung .....  | 165        |
| Exkursionen .....   | 166        |
| Medienarbeit .....  | 166        |
| Partnerschaft Technische Universität München in den bayerischen Gymnasien .....   | 167        |
| Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Expertengremien und Organisationen .....  | 167        |
| Besucher / Besuche .....  | 168        |
| Veröffentlichungen .....  | 168        |
| <b>Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler und Lebensmitteltechnologe n e.V. ....</b>                                  | <b>170</b> |
| <b>Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftlichen Forschung<br/>an der TUM in Freising-Weihenstephan e.V. ....</b> | <b>174</b> |
| <b>Technischer Teil .....</b>   | <b>176</b> |



## Vorwort

Der wissenschaftliche Jahresbericht erscheint in diesem Jahr in einer neuen Form als Zusammenfassung und Detailbericht über Projekte der im Schwerpunkt milchwissenschaftlich arbeitenden Einrichtungen in Weihenstephan. Hintergrund dafür sind organisatorische Änderungen an der Technischen Universität München, die das Ziel verfolgen, den zukünftigen Herausforderungen an die moderne Lebensmittelforschung noch besser gerecht zu werden. Im Zuge dieser Veränderungen wurde das "Forschungszentrum für Milch und Lebensmittel Weihenstephan (FML)" als zentrale Betriebseinheit der Technischen Universität München Mitte des Jahres 2003 aufgelöst. Zugleich wurde das Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung (ZIEL) als zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Technischen Universität München errichtet. Von den bisher dem FML zugehörigen Instituten wurden die Institute für Lebensmittelverfahrenstechnik (Prof. Dr. Kulozik), Mikrobiologie (Prof. Dr. Scherer) und Physiologie (Prof. Dr. Meyer) dem ZIEL zugeordnet. Nachfolgeeinheit des bisherigen FML-Instituts für Chemie und Physik ist der Lehrstuhl für Chemie der Biopolymere (Prof. Dr. Langosch), welcher der Fakultät Wissenschaftszentrum für Ernährung, Landnutzung und Umwelt Weihenstephan zugeordnet ist. Nachfolgeeinheit für das FML-Institut für Betriebswirtschaftslehre (Prof. Dr. Weindlmaier) ist die Professur für Betriebswirtschaftslehre der Milch- und Ernährungsindustrie, welche in die neue Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität München eingegliedert wurde.

Mit dem Jahresbericht der milchwissenschaftlichen Forschungseinheiten am Wissenschaftszentrum Weihenstephan wird ein Fokus auf diesen für die gesamte Lebensmittelwirtschaft so gewichtigen Industriezweig gesetzt. Der Bericht schließt aber Themen aus anderen Bereichen der Lebensmittelforschung mit ein. Die milchwissenschaftlichen Forschungseinheiten in Weihenstephan wollen mit dieser Publikation gegenüber der Öffentlichkeit Rechenschaft über die Aktivitäten der einzelnen Forschungseinrichtungen geben und vor allem der Milch- und Molkereiwirtschaft einen Überblick über abgeschlossene und laufende Forschungsarbeiten bieten.

Insgesamt sollen mit dem Jahresbericht neue Zeichen gesetzt und Wege erschlossen werden, die Zusammenarbeit mit den Unternehmen der Milchindustrie weiter zu verbessern. Dadurch soll die Forschung mit Schwerpunkt Milchwissenschaft an der TU München in Freising-Weihenstephan im Sinne der milchwirtschaftlichen Praxis intensiviert werden. Die milchwissenschaftliche Arbeit an den Instituten wurde von der „Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaft an der TU München“ bereits in der Vergangenheit sehr engagiert unterstützt. Eine Reihe von Forschungsideen und -möglichkeiten blieben dennoch wegen begrenzter Mittel unrealisiert. Aus diesem Grund hat die Vereinigung mit ihren Mitgliedsunternehmen aus der Industrie in zukunftsweisender Art beschlossen, die Förderung der milchwissenschaftlichen Forschung in Weihenstephan weiter zu verstärken. Damit soll eine für die Milchwirtschaft essentielle, praxisrelevante Forschung am und um das Substrat Milch nicht nur erhalten, sondern über alle beteiligten Disziplinen hinweg ausgebaut werden.

Vor diesem Hintergrund soll die enge Zusammenarbeit mit den Mitgliedsunternehmen sowie potenziellen Mitgliedern deutlich intensiviert werden. Es ist das Ziel, innovative Lösungen für neue Produkte und Verfahren, Produktsicherheit, Kosten- und Qualitätsoptimierung sowie für das Marketing zu erarbeiten. Diese sollen aus möglichst interdisziplinären Ansätzen der Weihenstephaner Milchforschung hervorgehen. Deshalb sind ein möglichst hoher Informationsstand über die aktuellen Forschungsansätze und die vorhandene Infrastruktur sowie ein enger Kontakt zwischen den Produktions- sowie Forschungs- und Entwicklungsabteilungen der Unternehmen und den milchwissenschaftlich forschenden Einrichtungen überaus wichtig. Der Jahresbericht über die milchwissenschaftliche Forschung Weihenstephan soll dazu einen Beitrag leisten.



---

# ZIEL - Abteilung Physiologie

## Lehrstuhl für Physiologie

---

### Adresse

Weihenstephaner Berg 3  
D- 85354 Freising-Weihenstephan

Telefon: 08161-71-3508

Telefax: 08161-71-4204

Internet: <http://www.weihenstephan.de/fml/physio>

E-mail: [physio@wzw.tum.de](mailto:physio@wzw.tum.de)

### Personal

|   |   |         |
|---|---|---------|
| Institutsleitung:   | o. Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Heinrich H.D. Meyer*         | 71-3508 |
| Sekretariat:  | Gertraud Mayer  | -3508   |
|   | Renate Schöpf   | -5549   |
| Mitarbeiter:  | Dr. Christiane Albrecht (ab 01.08.2003)                   | -3994   |
|   | Elisabeth Aberl, TA                                       | -5549   |
|   | Dr. Bajram Berisha  | -5550   |
|   | apl. Prof. Dr. agr. Rupert M. Bruckmaier                  | -4429   |
|   | Inge Celler, TA (ab 18.02.2003)                           | -4422   |
|   | Tamara Dicker, TA   | -5552   |
|   | Dr. med. vet. Andrea Didier (bis 31.12.2003)              | -4202   |
|   | Brigitte Dötterböck, TA                                   | -4422   |
|   | apl. Prof. Dr. rer. nat. Ralf Einspanier (bis 30.04.2003) | -3510   |
|   | Christine Fochtmann, Veterinärtechnikerin                 | -4422   |
|   | Gossmann Robert, Auszubildender                           | 5559    |
|   | Dr. rer. nat. Iris Lange (bis 31.01.2003)                 | -4422   |
|   | Monika Partsch, TA  | -5545   |
|   | PD Dr. agr. Michael W. Pfaffl                             | -3511   |
|   | Angela Sachsenhauser, TA                                  | -4422   |
|   | apl. Professor Dr. med. vet. Dieter Schams                | -3509   |
| Waltraud Schmid, TA   | -4422   |         |
| Gabriele Schwentker, LTA                                      | -5544   |         |
| Tamara Stelzl, TA   | -5559   |         |
| Doreen Tetzlaff, TA   | -5545   |         |
| Dr.agr.Dr.agr.habil.Hermann Worstorff (verstorben 05.01.2003) | -3994   |         |

---

\* In Personalunion mit dem Lehrstuhl für Physiologie an der Technischen Universität München in Weihenstephan. Die beim Lehrstuhl sowie im Rahmen von Forschungsaufträgen beschäftigten Wissenschaftler sind mit aufgeführt.

Gäste: Alessandra Denik del Valle (01.10.2002-31.03.2003): Campinas, Brasilien  
Anita Gopaldsresg (07.06.-17.07.2003): Nigeria  
Dr. Fatmira Leka (01.07.-31.08.2003): Albanien  
Dr. B.S. Prakash (17.01.-16.02.2003): Deemed University, National Dairy Research Institute, Indian Council of Agricultural Research, Karnal - 132001 (Haryana), Indien  
Alene Rabot (18.07.-18.12.2003): Frankreich  
Maristela Rovai, PhD (01.05.-31.10.2003): Sao Paulo, Brasilien  
MSc. Anders Stalberg (17.03.-17.04.2003): Chalmers University of Technology, Göteborg, Schweden  
Kosuke Takeuchi (06.05.-14.07.2003): Okayama University, Lab. of Reproductive Endocrinology; Faculty of Agriculture, Okayama University, Japan

**Im Berichtsjahr waren folgende Doktoranden am Institut tätig:**

Lebensmittel- Anita Hartel (seit 01.03.2001); Hande Sarikaya (seit 01.02.2002).  
Chemiker:

Diplom-Agrar- Alen Dzidic (bis 31.07.2003); Anamarija Dzidic (bis 31.07.2003);  
Ingenieure: Simone Helmreich (ab 01.03.2003); Julia Herzig (seit 01.11.2002);  
Juliana Macuhova (seit 01.11.1998); Christian Prgomet (seit 01.06.2001); Ekaterina Shedova (seit 13.11.2003); Susanne E. Ulbrich (seit 01.10.2001); Daniel Weiß (seit 01.10.2000).

Tierärzte: Dr. med. Tanja Neuvians (bis 31.01.2003); Simone Keßel (seit 01.09.2002); Claudia Werner-Misof (seit 01.09.2002), Steffie Wiedemann (seit 01.07.2003).

Diplom-Biologen: Bodo Lutz (seit 01.01.2003); Martin Fritz Schönfelder (bis 31.01.2003); Ales Tichopad (bis 30.06.2003); Harald Welter (seit 15.02.2000).

**Im Berichtsjahr waren folgende Diplomanden am Institut tätig:**

Melanie Atzkern, Dipl. Ing. agr.

Gholam Reza Ghasemili, Dipl. Ing. agr.

Matthias Klasten, Diplombiologe

Kollmann Maria, Dipl. Ing. agr

Mathias Lamparter, Diplombiologe

Gilbert Ryssek, Dipl. Ing. agr.

# Forschung

## I. Laktationsphysiologie

### **Expression und Lokalisation von Östrogen und Progesteron Rezeptoren in der Rindermilchdrüse während der Entwicklung, Laktation und Rückbildung**

*Expression and localisation of oestrogen and progesterone receptors in the bovine mammary gland during development, function and involution*

Schams, D.; Kohlenberg, S.; Amselgruber, W.<sup>1</sup>; Berisha, B.; Pfaffl, M.W.; Sinowatz, F.<sup>2</sup>; Journal of Endocrinology 177 (2003) S. 305-317

Die Bedeutung von Östradiol-17 $\beta$  und Progesteron für die Entwicklung der Milchdrüse (Mammogenese) ist für viele Spezies gesichert. Beim Rind ist besonders Östradiol-17 $\beta$  ein essentieller Kompetenzfaktor für die Mammogenese durch Aufregulierung des Prolaktinrezeptors. Beide Hormone zusammen induzieren die Entwicklung des Drüsengewebes. Ziel der vorliegenden Publikation war es, die mRNA Expression für den Östradiolrezeptor  $\alpha$  und  $\beta$  sowie für den Progesteronrezeptor während verschiedener Phasen der Milchdrüsenentwicklung, Funktion und Rückbildung an definiertem Gewebematerial zu erfassen. Zusätzlich wurden die Rezeptoren im Gewebe mittels Immunhistochemie lokalisiert und das Protein mit Westernblot erfasst. Die Ergebnisse erbrachten klare regulatorische Veränderungen für die mRNA Expression und Proteindaten. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass diese Rezeptoren eine wichtige Rolle bei der Mammogenese und Involution spielen.

### **Die Wirkung von Morphin und Naloxon auf die Freisetzung von Prolaktin während des Maschinenmelkens bei Milchkühen**

*The effect of morphin and naloxone on the release of prolactin during machine milking in dairy cows*

Tancin, V.<sup>3</sup>; Schams, D.; Kraetzl, W.-D.: Journal of Dairy Research 70 (2003) S. 277-282

Der Melk- bzw. Saugreiz führt zur Freisetzung von Ocytocin, Cortisol und Prolaktin. Opiode haben eine modulierende Rolle auf die Freisetzung von Ocytocin und Cortisol. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Einfluss von Opioiden am Modell Morphinapplikation sowie die Blockierung mit Naloxon (Opioidantagonist) auf die Prolaktinfreisetzung während des Melkens zu untersuchen. Die Versuche zeigten, dass im Gegensatz zu Ocytocin und Cortisol die Prolaktinfreisetzung während des Melkens durch Opiode nicht beeinflusst wird.

### **Die Wirkung von $\alpha$ 2-Adrenozeptor Agonisten und Antagonisten auf die Ocytocin-freisetzung und Milchabgabe bei Milchkühen**

*The effect of  $\alpha$ 2-adrenoceptor agonists and antagonist on oxytocinrelease and milk removal in cows*

Tancin, V.<sup>3</sup>; Kraetzl, W.-D.; Schams, D.: Milk Science International 58 (2003) S. 351-355

In zwei Versuchen wurde die Wirkung der  $\alpha$ 2-Rezeptor Agonisten Xylazin und Detomidin sowie des  $\alpha$ 2-Rezeptor Antagonisten Yohimbin auf die Milchabgabe und Ocytocinfreisetzung

<sup>1</sup> Institut für Anatomie und Physiologie, Universität Hohenheim, Stuttgart

<sup>2</sup> Lehrstuhl für Tieranatomie II, LMU München

<sup>3</sup> Research Institute of Animal Production, Nitra, Slowakische Republik

bei Milchkühen untersucht. Beide Agonisten werden in der tierärztlichen Praxis als Sedativa eingesetzt. Xylazin hemmte die Oxytocinfreisetzung dosisabhängig und auch den Milchfluss. Yohimbin konnte die durch Xylazin hervorgerufene Oxytocinfreisetzungshemmung sowie den gehemmten Milchfluss teilweise aufheben. Detomidin dagegen erhöht die Oxytocinfreisetzung, die Milchabgabe blieb aber gehemmt. Schlussfolgernd kann gesagt werden, dass die  $\alpha$ 2-Agonisten Xylazin und Detomidin die Oxytocinfreisetzung und Milchabgabe unterschiedlich beeinflussen. Eine Sedierung von Kühen mit diesen Agonisten um den Melkzeitpunkt sollte vermieden werden.

### **Energiequellen aus Glucose**

Weiss, D.: Bauernzeitung, 49. Woche (2003) S. 42-44

### **Silomaissorten in der Futtermittellage**

Weiss, D.: Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt 48 (2003) S. 45-46

In vielen Milchviehrationen ist die Maissilage der wichtigste Energielieferant. Hochleistungskühe weisen zu Beginn der Laktation typischerweise eine negative Energiebilanz und in der Folge extrem niedrige Blutglucosewerten auf. Die Maisstärke wird durch ihre besondere Struktur nicht vollständig im Pansen abgebaut, passiert daher teilweise den Pansen und kann im Dünndarm direkt als Glucose resorbiert werden. Pro Tag können im Dünndarm etwa 1,5 kg pansenstabile Stärke verdaut werden und damit Stoffwechsellverluste durch die Pansenmikroben vermieden werden. Die angebotenen Silomaissorten variieren bezüglich ihrer Stärkegehalte, daher ist eine Abstimmung der Sortenwahl auf die tatsächlich verfütterte Ration zu empfehlen. Die Energieversorgung der Milchkuh kann verbessert werden, wenn der Anteil an pansenstabiler Stärke optimiert wird.

### **Der chronische Einsatz von Oxytocin führt zu Störungen der Milchejektion**

*Chronic oxytocin treatment causes reduced milk ejection in dairy cows*

Bruckmaier, R.M.: Journal of Dairy Research 70 (2003) S. 123-126

Der Einsatz von Oxytocin vor dem Melken über längere Zeiträume ist in der Praxis aus verschiedenen Gründen verbreitet. Ziel der Studie war die Prüfung der Hypothese, dass der chronische Einsatz von größeren Mengen Oxytocin nach dem Absetzen der Behandlung zu Störungen der Milchejektion führt. Es konnte gezeigt werden, dass bereits nach einer Woche die Oxytocin-Behandlung zu einer tierindividuell variierenden Hemmung der spontanen Milchejektion (ohne Oxytocin-Einsatz) führte. Zum Teil konnten nach dem Absetzen der Oxytocin-Behandlung vorübergehend nur noch 40 % der im Euter gespeicherten Milch gewonnen werden. In der Studie konnte klar ausgeschlossen werden, dass eventuelle Stressreaktionen gegenüber der wiederholten Injektion zu den Milchejektionsstörungen führten. Oxytocin sollte demnach in der Praxis nur über einen möglichst kurzen Zeitraum und nur, wenn alternative Behandlungen nicht zur Verfügung stehen, eingesetzt werden.

### **Oxytocinfreisetzung, Milchejektion und Milchabgabe in einem Mehr-Boxen automatischen Melksystem (AMS)**

*Oxytocin release, milk ejection and milk removal in a multi-box automatic milking system*

Macuhova, J.; Tancin, V.<sup>3</sup>; Bruckmaier, R.M.: *Livestock Production Science* 81 (2003) S. 139-147

Die Wirkung der Euterreinigung und des gesamten Melkvorgangs auf die Auslösung der Milchejektion und die Milchabgabe wurden in einem Mehr-Boxen AMS untersucht. Die Euterreinigung führte zu einer Freisetzung von Oxytocin und zur Auslösung der Milchejektion. Während des Wechsels von der Reinigungs- zur Melkbox fielen die Oxytocinkonzentrationen vorübergehend ab. Da das eigentliche Melken erst nach dem Ansetzen aller Zitzenbecher begann, waren aufgrund der stimulierenden Wirkung während des Ansetzvorgangs die Oxytocinwerte auf dem zu Melkbeginn notwendigen erhöhten Niveau. Während des weiteren Melkvorgangs blieben die Oxytocinwerte vergleichbar zum konventionellen Melken erhöht. Die Ergebnisse der Studie zeigten eindeutig einen normalen Verlauf der Milchabgabe und eine gute Euterentleerung in dem untersuchten AMS.

### **Viertelspezifische Melkroutinen und ihre Wirkung auf die Milchabgabe bei Kühen**

*Quarter specific milking routines and their effect on milk removal in cows*

Weiss, D.; Dzidic, A.; Bruckmaier, R.M.: *Milk Science International* 58 (2003) S. 238-242

Milchmenge und Melkzeiten unterscheiden sich erheblich von Viertel zu Viertel innerhalb einer Kuh. In der Regel werden jedoch die Zitzenbecher erst nach Beendigung des Milchflusses des letzten Viertels gemeinsam abgenommen, was mit teilweise erheblichen Blindmelkzeiten verbunden ist. Ziel der Arbeit war die Untersuchung der Auswirkungen von viertelspezifischen Melkroutinen auf die Euterentleerung. Die Auswertung basierte auf Einzelviertel-Milchflusskurven. Der Grad der Euterentleerung wurde anhand der Residualmilchmenge überprüft. Die Maschinenhaftzeit konnte durch viertelspezifische Melkroutinen um etwa 20% verkürzt werden. Melkroutinen mit Nachmelken hatten gegenüber Routinen ohne Nachmelken keinen positiven Einfluss auf die Euterentleerung oder die Maschinenhaftzeit. Die Milchejektion war nach Versiegen des Milchflusses einzelner Viertel beendet. Viertelspezifische Melkroutinen können daher uneingeschränkt als positiv eingestuft werden. Ihre Realisierung ist in automatischen Melksystemen Standard, im konventionellen Bereich aber bis jetzt nicht vorhanden.

### **Freisetzung von Oxytocin in Abhängigkeit von der Stimulationsintensität vor, während und nach dem Melken**

*Effect of stimulation intensity on oxytocin release before, during and after machine milking*

Weiss, D.; Dzidic, A.; Bruckmaier, R.M.: *Journal of Dairy Research* 70 (2003) S. 349-354

Die Freisetzung von Oxytocin ist notwendig, um die Alveolarmilch gewinnen zu können. Oxytocin wird infolge taktiler Reize an der Zitze freigesetzt. Ziel der Studie war die Prüfung der Hypothese, dass der Umfang der Oxytocinfreisetzung von der Stärke und vom Zeitpunkt des Stimulationsreizes abhängt. Eine schwache Zitzenstimulation, d.h. das Hängen des Melkzeuges ohne Pulsation, führte nur zu leicht erhöhten Oxytocinkonzentrationen. Diese reichten jedoch aus, um die Alveolarmilchejektion auszulösen. Derselbe Reiz am Melkende hatte jedoch keinen Effekt. Ebenso wurde durch eine zusätzliche Stimulation während des Melkvor-

gangs keine zusätzliche Ocytocinfreisetzung beobachtet. Um Ocytocinfreisetzung und damit die Milchejektion vor Beginn des Melkvorgangs auszulösen, sind offensichtlich nur minimale mechanische Reize notwendig. Eine Vorstimulation kann daher gezielt als sanfte Stimulation ausgeführt werden, um die mechanische Belastung der Zitze zu minimieren.

### **Genexpression immunologisch bedeutender Faktoren in Blut- und Milchezellen und im Drüsengewebe des Euters**

*Gene expression of immunologically important factors in blood cells, milk cells and mammary tissue of cows*  
Pfaffl, M.W.; Wittmann, S.L.; Meyer, H.H.D.; Bruckmaier, R.M.: Journal of Dairy Science 86 (2003) S. 538-545

Zytokine, Eicosanoide und Lactoferrin sind bedeutende Faktoren der Immunantwort gegenüber Microorganismen. Ziel der Studie war der quantitative Nachweis der mRNA verschiedener immunologisch relevanter Faktoren in somatischen Milchezellen, Blutzellen und Milchdrüsengewebe von Eutervierteln mit normaler und leicht erhöhter somatischer Zellzahl. Die Expression aller untersuchten Faktoren unterschied sich nicht signifikant zwischen den Gruppen in den Blutzellen und im Eutergewebe. Die mRNA Expression von TNF $\alpha$  und Schlüsselenzymen der Eicosanoid-Biosynthese war aber in den Milchezellen von Vierteln mit erhöhter Zellzahl deutlich erhöht. Im Gegensatz dazu war die Expression von Lactoferrin im Drüsengewebe deutlich höher als in den somatischen Milchezellen. Aus der Studie geht klar hervor, dass neben dem Drüsengewebe den somatischen Zellen der Milch eine entscheidende Rolle bei der Inangsetzung und Aufrechterhaltung der Immunreaktion der Milchdrüse zukommt.

### **Untersuchungen zur Bedeutung des adrenergen Systems für die Milchabgabe beim Rind**

*Detection of quantification of mRNA expression of  $\alpha$ - and  $\beta$ -adrenergic receptor subtypes in the mammary gland of dairy cows*

Inderwies, T.; Pfaffl, M.W.; Meyer, H.H.D.; Blum, J.W.<sup>4</sup>; Bruckmaier, R.M.: Domestic Animal Endocrinology 24 (2003) S. 123-135

*Milking characteristics and their relation to adrenergic receptor mRNA expression and ligand binding in the mammary gland of dairy cows*

Inderwies, T.; Pfaffl, M.W.; Bruckmaier, R.M.: Domestic Animal Endocrinology 25 (2003) S. 275-286

*Effects of  $\alpha$ - and  $\beta$ -adrenergic receptor stimulation and oxytocin receptor blockade on milking characteristics in dairy cows before and after removal of the teat sphincter*

Inderwies, T.; Riedl, J.<sup>5</sup>; Kiossis, E.<sup>5</sup>; Bruckmaier, R.M.: Journal of Dairy Research 70 (2003) S. 289-292

Ziel der Studien war die Untersuchung des Einflusses des adrenergen Systems der Milchdrüse auf die Melkbarkeit. Hierzu wurde die mRNA-Expression der bekannten alpha- und beta-adrenergen Rezeptortypen und -subtypen im Milchgangsystem durch quantitative RT-PCR, die Ligandenbindung an alpha- und beta-adrenerge Rezeptoren sowie deren Interaktion mit Parametern der Melkbarkeit untersucht. Von den 9 in der Literatur bisher beschriebenen Re-

<sup>4</sup> Institut für Tierzucht, Abt. für Ernährungspathologie, Universität Bern, Schweiz

<sup>5</sup> Gynäkologische und Ambulatorische Tierklinik, LMU München

zeptortypen und –subtypen wurden auf mRNA-Ebene alle mit Ausnahme des alpha 1D Rezeptors in der bovinen Milchdrüse nachgewiesen. Einige dieser Subtypen wurden beim Rind erstmalig beschrieben. Dabei zeigte sich, dass vor allem Korrelationen zwischen Melkbarkeitskriterien und der Expression der alpha-2 Rezeptoren sowohl auf mRNA- wie auch auf Ebene der Rezeptorbindung bestanden. Auf Grundlage der Ergebnisse vorangegangener Versuchen galt die Bedeutung des Milchgangsystems als Wirkort für die Modifikation der Melkbarkeit durch das adrenerge System als wahrscheinlich. Daher wurde der Einfluss einer alpha- und beta-adrenergen Rezeptorstimulation auf die Melkbarkeit unter Ausschluss des Zitzen-schliessmuskels durch dessen operative Entfernung untersucht. Es konnte klar gezeigt werden, dass der primäre Wirkort der adrenergen Stimulation im Milchgangsystem liegen muss, da auch nach Entfernung der Zitzenkuppen die Effekte der adrenergen Agonisten erhalten blieben.

## II. Lebensmittelsicherheit, Ernährung und Umwelt

### **Charakterisierung der Genexpressionsmuster in 22RV1 Zellen zur Bestimmung umweltrelevanter Verbindungen mit androgener/antiandrogener Aktivität**

*Characterisation of gene expression patterns in 22RV1 cells for determination of environmental androgenic/antiandrogenic compounds*

Hartel, A.; Didier, A.; Pfaffl, M.W.; Meyer, H.H.D.: The Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology 84 (2003) S. 231-238

Androgenwirksame Verbindungen in der Umwelt sind möglicherweise verantwortlich für die Beeinträchtigung der Fortpflanzungsfunktionen von Tieren im aquatischen Lebensraum. Basierend auf der humanen Prostatakarzinomzelllinie 22RV1 wurde ein Expressionssystem erarbeitet, um androgenwirksame Verbindungen zu charakterisieren. 22RV1 Zellen produzieren ausschließlich Androgenrezeptor aber nicht Gestagen- und Östrogenrezeptoren, wodurch eine selektive Erfassung von Androgenen ermöglicht wird. Für sechs androgenregulierte Östrogene wurde ein sensitives real-time RT-PCR-System erarbeitet. Die Ergebnisse zeigen eine konzentrationsabhängige Expression durch das natürliche Dihydrotestosteron, das synthetische Androgen R1881, sowie durch hohe Konzentrationen der Pflanzenschutzmittel Defenoconazole, Fentinacetate und Tetramethrin. Der Verdacht der androgenen Wirksamkeit dieser Pflanzenschutzmittel – insbesondere von Fentinacetat – ist die Grundlage für weitere laufende Untersuchungen.

### **Nicht-invasives Screening der Behandlung von Rindern mit dem anabolen Steroid Melengestrolacetat mittels Kotanalysen**

*Non-invasive screening for treatment in heifers with anabolic steroid melengestrol acetate by feces analysis*

Lange, I.; Daxenberger, A.; Hageleit, M.; Pfaffl, M.W.; Meyer, H.H.D.: Journal of Immunoassay & Immunochemistry 24 (2003) S. 265-272

Dosierungen von 0, 0.5, 1.5 oder 5 mg Melengestrolacetat täglich wurden an insgesamt 10 Rindern während 8 Wochen mittels eines Prämix verfüttert. Während dieses Zeitraumes wurden regelmäßig Kotproben genommen. Das entwickelte schnelle Screeningverfahren für Melengestrolacetat basierte auf einer Extraktion, einer Solidphase-Vorreinigung und einer Quantifizierung mittels Enzymimmunoassay. Die Rückstände im Kot waren dosisabhängig mit

Mittelwerten <0.25, 2.0, 4.4 und 15.4 µg/g Faeces für die jeweiligen Dosierungen von 0, 0.5, 1.5 und 5 mg täglich. Im Gegensatz zu Urin – über den nur Metaboliten ausgeschieden werden – ist Kot geeignet ein effizientes Rückstandsprogramm für die relevanten Dosierungen aufzubauen.

### **Einfluss von Zinkmangel auf die mRNA Expression von Zinktransportern bei adulten Ratten**

*Influence of zinc deficiency on the mRNA expression of zinc transporters in adults rats*

Pfaffl, M.W.; Windisch, W.<sup>6</sup>: Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 17 (2003) S. 97-106

Zink ( $Zn^{2+}$ ) ist ein essentielles Spurenelement und an der Funktion vieler Enzymen beteiligt. Es spielt eine zentrale Rolle für das Immunsystem, die Apoptose, die Zellteilung und Differenzierung sowie bei der Gentranskription und Proteinexpression. Das kleine, freie, hydrophile Kation kann die Zellmembranen nicht über Diffusion passieren und ist deswegen auf spezialisierte Transportsysteme für die Absorption, den inter- und trans-zellulären Transport als auch für die Sekretion angewiesen. Der Zinktransport aus dem Jejunum bis in die Zielzellen ist ein komplexes Zusammenspiel vieler Influx- und Efflux-Prozesse. Heute sind einige Zinktransportproteine bekannt, die alle mehrfach membrangängig sind und histidinreiche intrazelluläre Loops aufweisen. Die Zinktransporter ZnT3 und divalenten Kationen Transporter-1 (DCT1) sind für den Zink-Import in die Zelle und ZnT1, ZnT2 und ZnT4 für den Zink-Export verantwortlich. Intrazellulär transportieren ZnT2 und ZnT3 Zink in Vesikel, vor allem im Nervengewebe. Metallothionein (MT) stellt einen universellen intrazellulären Zink-Speicher dar.

Ziel dieser Arbeit war es den Einfluss von Zinkmangel auf die mRNA Expression der Zinktransporter 1-4, DCT1 sowie MT1 und MT2 zu untersuchen. Dazu wurden 31 weibliche adulte Ratten im Erhaltungsstoffwechsel selektiv über 29 Tage in einen Zinkmangel versetzt (I). Nach der Tötung wurden einzelne Gewebe entnommen (Jejunum, Colon, Leber, Muskel und Niere), die total RNA extrahiert und quantitative real-time RT-PCR Studien mit dem Light-Cycler durchgeführt. Die Tabelle zeigt die Expressionen der Transkripte nach 29 Tagen Zn-Mangel (n=3) im Vergleich zur normalen Zn-Versorgung (Kontrolle, n=3) bei Verwendung von Glycerinaldehyd-3-Phosphat-Dehydrogenase als Referenzgen. Die Werte stellen jeweils das n-fache des Kontrollwertes dar, ↓ und ↑ bedeuten Ab- bzw. Aufregulation, \* und \*\*\* das Signifikanzniveau  $p < 0,05$  bzw.  $p < 0,001$ .

Diese in vivo Ergebnisse zeigen neue Aspekte in der Regulation des Zinktransportes bei adulten Ratten und unterscheiden sich zum Teil zu bereits publizierten in vitro Ergebnissen aus Zellkultur. MT ist in allen Geweben auf einem niedrigeren Niveau exprimiert, was auf einen massiven Einfluss von zinkabhängigen Transkriptionsfaktoren zurückzuführen ist (III). ZnT 1-4 und DCT1 zeigen gewebespezifische Regulationen. Signifikante Regulationen ergeben sich im Jejunum (Abregulation von ZnT2), als auch in Colon und Niere (Aufregulation von ZnT3 und ZnT4).

---

<sup>6</sup> Institut für Nutztierforschung, Bodenkultur Universität Wien, Österreich



|                | <i>MT1 und 2</i> | <i>DCT1</i> | <i>ZnT1</i> | <i>ZnT2</i> | <i>ZnT3</i> | <i>ZnT4</i> |
|----------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>Jejunum</i> | ↓1,39            | ↑1,27       | ↓3,79       | ↓5,56 ***   | ↑8,04       | ↑1,24       |
| <i>Colon</i>   | ↓6,74 ***        | ↓5,53       | ↑10,06      | ↑1,39       | ↑9,29 ***   | ↑2,09 *     |
| <i>Leber</i>   | ↓154,7 ***       | ↓1,88       | ↑1,04       | ↓1,71       | ↓1,03       | ↑1,13       |
| <i>Muskel</i>  | ↓1,28            | ↓1,26       | ↓1,55       | ↓3,04       | ↓9,98       | ↓1,20       |
| <i>Niere</i>   | ↓1,27            | ↑2,56       | ↓4,57       | ↑1,07       | ↑4,49 *     | ↓1,18       |

### **Einfluss einer Zinkmangelernährung in ausgewachsenen Ratten auf das mRNA Expressionsmuster in Leber und Jejunum: Messung der Genexpression mittels cDNA Mikroarray in Kombination mit real-time RT-PCR**

*Effect of zinc deficiency on the mRNA expression pattern in liver and jejunum of adult rats: Monitoring gene expression using cDNA microarrays combined with real-time RT-PCR*

Pfaffl, M.W.; Gerstmayer, B.<sup>7</sup>; Bosio, A.<sup>7</sup>; Windisch, W.<sup>6</sup>: Journal of Nutritional Biochemistry 24 (2003) S. 691-702

Diese zweite Studie in Zinkmangelratten bietet einen breiteren Einblick in die Genexpression der Leber sowie des Dünndarms bei ausgewachsenen Ratten. Um möglichst viele Markergene zu identifizieren wurden zwei schlagkräftige Methoden kombiniert: die RT-PCR (reverse Transkription – Polymerase Kettenreaktion) und der cDNA Microarray. Beide Methoden werden heute in einer Vielzahl von Möglichkeiten angeboten, wobei bei den RT-PCR Methoden (klassische RT-PCR, kompetitiver RT-PCR & real-time RT-PCR) die Vorteile eindeutig bei der Sensitivität als auch im Quantifizierungsbereich liegen und beim cDNA-Array der sehr hohe Durchsatz im Vordergrund steht. Die Kombination beider Methoden, der cDNA Microarray zum Screening vieler Gene und die sensitive, zuverlässige Bestätigung der gefundenen Zielgene mittels real-time RT-PCR, ergänzen sich optimal.

Von den 1001 Genen die auf dem Array fixiert sind, meist Gene die direkt und indirekt mit Entzündungsreaktionen in Verbindung stehen, konnten 457 in der Leber und 566 im Jejunum detektiert werden. Beide Organe zeigten ein gewebespezifisches Expressionsmuster. Zusammen konnten 85 Markergene identifiziert werden, die beim Zinkmangel eine essentielle Rolle spielen. Die 35 Gene mit den höchsten Expressionsunterschieden wurden mittels real-time RT-PCR verifiziert. Am stärksten wurde in der Leber das Metallothionein Subtyp 1 und 2 reguliert, d.h. die mRNA Konzentrationen wurden unter Zinkmangel ca. 40 bis 60-fach schwächer exprimiert. Auffallend ist, dass im Jejunum 12 Kandidaten-Gene, die alle der Immunresponskaskade angehören (CD Oberflächenmarker, Chemokine und Interleukin Rezeptoren), sehr sensitiv gegenüber Zinkmangel reagierten. Damit liegen die Schlussfolgerungen nahe, dass die Leber und das Jejunum auf den Zinkmangel reagieren, und dass das Jejunum sich als sehr sensitiv für immunrelevante Gene erweist.

<sup>7</sup> Memorec Biotech GmbH, Köln

### **Herstellung eines Clenbuterol, Diethylstilbestrol und Trenbolone Massenstandards in lyophilisiertem Rinderurin**

*Production of clenbuterol, diethylstilbestrol and trenbolone mass standards in lyophilised bovine urine*

M.W. Pfaffl, M.W.; Reck, B.<sup>8</sup>; Dreher, R.<sup>8</sup>; Meyer, H.H.D.: *Analytica Chimica Acta* 483 (2003) S. 401-412

Clenbuterol (CLEN), Diethylstilbestrol (DES) und Trenbolone (TbOH) sind effiziente Anabolika, deren Einsatz in der Nutztierhaltung in der Europäischen Union (EU) verboten ist. Es ist wünschenswert, die Genauigkeit der Bestimmung sowie der Quantifizierung dieser Anabolika zu verbessern und gleichzeitig die Messergebnisse zwischen den unterschiedlichen Laboratorien in der EU vergleichbar und transparent zu machen. In einer Kooperation wurden „positive Massenstandards“ (CLEN  $\sim 3 \mu\text{g kg}^{-1}$ ; DES  $\sim 2 \mu\text{g kg}^{-1}$ , TbOH  $\sim 3 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) und „negative Massenstandards“ ( $0 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) der drei genannten Anabolika hergestellt und intern verifiziert. Dabei wurden die Standards bei unterschiedlichen Temperaturen ( $-20^\circ\text{C}$ ,  $+4^\circ\text{C}$ ,  $+20^\circ\text{C}$  und  $+37^\circ\text{C}$ ) gelagert und deren Stabilität bis zu drei Jahre getestet. Folgende Konzentrationen konnten über drei Jahre hinweg gemessen werden: Clenbuterol positiv ( $2.75 \pm 0.62 \mu\text{g kg}^{-1}$ ; n=133), Clenbuterol negativ ( $0.023 \mu\text{g kg}^{-1}$  Equivalent; n=130), Diethylstilbestrol positiv ( $1.75 \pm 0.52 \mu\text{g kg}^{-1}$ ; n=133), Diethylstilbestrol negativ ( $0.034 \mu\text{g kg}^{-1}$  Equivalent; n=133), Trenbolone positiv ( $2.78 \pm 0.47 \mu\text{g kg}^{-1}$ ; n=133), Trenbolone negativ ( $0.022 \mu\text{g kg}^{-1}$  Equivalent; n=133). Die dreijährige Stabilitäts- und Homogenitätsstudie zeigte, dass die Standards stabil und homogen sind, was durch zwei weitere unabhängige akkreditierte Labore via HPLC-ELISA, LC-MS sowie GC-MS bestätigt wurde.

## **III. Reproduktionsbiologie**

### **1) Ovidukt**

#### **Expression und Lokalisation von Östrogenrezeptor $\alpha$ , Östrogenrezeptor $\beta$ und Progesteronrezeptor im Rindereileiter *in vivo* und *in vitro***

*Expression and localization of estrogen receptor  $\alpha$ , estrogen receptor  $\beta$  and progesterone receptor in the bovine oviduct *in vivo* and *in vitro**

Ulbrich, S.; Kettler, A.; Einspanier, R.: *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology* 84 (2003) S. 279-289

#### **Hyaluronsäuresynthasen HAS2 und HAS3 werden im Rindereileiter exprimiert**

*Hyaluronan Synthases HAS2 and HAS3 are expressed in bovine oviducts*

Ulbrich, S.E.; Schönfelder, M.; Einspanier, R.: *Experimental and Clinical Endocrinology and Diabetes* 111 (2003) Abstr. No. V06

#### **Ein neuer endozytotischer Hyaluronsäurerezeptor wird im Rindereileiter exprimiert**

*A new cell surface receptor for hyaluronan (HARE) is expressed in the bovine oviduct*

Ulbrich, S.E.; Einspanier, R.: 2<sup>nd</sup> International Conference on the Female Reproductive Tract, Frauenchiemsee, May 30-June 2, 2003

---

<sup>8</sup> R-Biopharm AG, Darmstadt

## **Expression von Stickstoffmonoxidsynthasen (NOS) in verschiedenen Bereichen des Rindereleiters während des Zyklus**

*Region specific expression of nitric oxide synthases (NOS) in the bovine oviduct during the oestrus cycle*

Ulbrich, S.E.; Einspanier, R.: Abstractband der Gemeinsamen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Andrologie und der Deutschen Gesellschaft für Reproduktionsmedizin, Klinikum Großhadern, München, 11.-13.09.2003, S. 72-73, Abstr. Nr. P-46

Der Eileiter trägt im Rahmen der Reproduktion dazu bei, ein optimales Milieu für die finale Reifung der Gameten sowie die Befruchtung und die frühe Embryonalentwicklung bereitzustellen. Vielfach sind die Faktoren, die zur Unterstützung dieser Prozesse beitragen, noch unbekannt. Daher stehen die Erfassung unterschiedlicher Syntheseleistungen des Rindereleiters im Mittelpunkt dieses Projektes. Untersuchungen am bovinen Eileiter zeigten eine distinkte zyklusabhängige Modulation von Steroidhormonrezeptoren (Östrogenrezeptor  $\alpha$  und  $\beta$  sowie Progesteronrezeptor), was auf Ebene der mRNA (real-time PCR) sowie auf Proteinebene (Western Blot) nachgewiesen wurde. Immunhistochemisch konnte eine Lokalisation dieser Faktoren in Eileiterepithel, -stroma und -muskulatur festgestellt werden. Die direkte Abhängigkeit von peripheren Steroiden konnte in Kulturexperimenten von Primärzellen bestätigt werden. Weiterhin konnte das Mukopolysaccharid Hyaluronsäure (HA), dessen Rezeptoren (CD44, RHAMM) und die HA-synthetisierenden Enzyme (HAS2, HAS3) mittels real-time RT-PCR und Immunhistochemie beschrieben werden. Dabei wurde der bovine endozytotische HA-Rezeptor (HARE) erstmals identifiziert. Die spezifische Bedeutung der verschiedenen Kompartimente des Eleiters (Ampulle und Isthmus) wurde durch den Nachweis unterschiedlicher Konzentration an mRNA von Stickstoffmonoxidsynthasen (NOS) bestätigt, die vermutlich die Kontraktilität sowie den Zillien Schlag des inneren Epithel beeinflussen.

## **2) Plazenta**

### **mRNA Expression und Lokalisation von FGF und FGF-Rezeptoren in der bovinen Plazenta während der Gravidität**

*Expression and localisation of mRNA for fibroblast growth factor (FGF) family members and FGF-receptor (FGFR) mRNAs in bovine placentomes from early gestation until term*

Pfarrer, C.<sup>9</sup>; Berisha, B.; Schuler, G.<sup>10</sup>; Schams, D.; Hoffmann, B.; Leiser, R.<sup>9</sup>: 9<sup>th</sup> Meeting of the International Federation of Placenta Associations (IFPA-Mainz-Giessen-2003). Placenta 24 (2003) Abstr. Nr. 81

### **Bovine Plazentale Angiogenese: Vasoendothelialer Wachstumsfaktoren (VEGF) protein und mRNA Expression während der Gravidität**

*Bovine placental angiogenesis: vascular endothelial growth factor (VEGF,) protein and mRNA from early placentalation until term*

Pfarrer, C.<sup>9</sup>; Berisha, B.; Neuvians, T.; Schams, D.; Leiser, R.<sup>9</sup>: 36<sup>th</sup> Annual Meeting on Physiology and Pathology of Reproduction (DVG-2003-Wien). Veterinary Medicine Austria Suppl 1, 90 (2003) S. 21

Die mRNA Expression und Lokalisation von Fibroblastenwachstumsfaktoren (FGF1, FGF2, FGF7) und die Rezeptoren FGFR, FGFR2IIIb und FGFR2IIIc) und von Vasoendotheliale Wachstumsfaktor (VEGF) und die Rezeptoren VEGFR-1 und VEGFR-2) wurde in Plazento-

<sup>9</sup> Institut für Veterinär Anatomie, Histologie und Embryologie, Justus-Liebig-Universität Giessen

<sup>10</sup> Veterinärklinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie, Justus-Liebig-Universität Giessen

men des Rindes während verschiedener Phasen der Gravidität (Tage 150, 220, 240 und 270) bestimmt. Zusätzlich wurden fötale Kotyledonen und maternale Karunkeln mit RT-PCR untersucht. Die unterschiedlich starke mRNA Expression und Proteinlokalisierung im Plazentagewebe deuten auf eine wichtige Rolle von Mitgliedern der FGF und VEGF-Familie für die Angiogenese und das Plazentawachstum hin.

### 3) Ovarphysiologie

#### a) Follikulogenese

#### **Expression von Mitgliedern der FGF Familie (FGF1, FGF2, FGF7) im Eierstock des Rindes**

*Expression of FGF family members (FGF1, FGF2, FGF7) in the bovine ovary*

Schams, D.; Berisha, B.; Sinowatz, F.<sup>2</sup>; Amselgruber, W.<sup>1</sup>: 36<sup>th</sup> Annual Meeting Society for the Study of Reproduction, Sabin Cincinnati Convention Center, Cincinnati, Ohio, USA, 19-22.07.2003, Biology of Reproduction Suppl 1, 68 (2003) S. 240, Abstr. Nr. 310

#### **Expression von Mitglieder der FGF Familie während des Follikelendwachstums im Eierstock des Rindes**

*Expression of fibroblast growth factor (FGF) family members in bovine follicles during the final follicular growth*

Berisha, B.; Schams, D.: 36<sup>th</sup> Annual Meeting on Physiology and Pathology of Reproduction (DVG-2003-Wien). Veterinary Medicine Austria Suppl. 1, 90 (2003) S. 7

#### **Mögliche Bedeutung von Angiopoietin-Tie System während Follikelwachstum und Atresie im Eierstock des Rindes: mRNA Expression in der Theka interna und Effekte auf die Steroidsekretion**

*Involvement of angiopoietin-tie system in bovine follicular development and atresia: messenger RNA expression in theca interna and effect on steroid secretion*

Hayashi, K.G.<sup>11</sup>; Acosta, T.J.<sup>12</sup>; Tetsuka, M.<sup>11</sup>; Berisha, B.; Matsui, M.<sup>11</sup>; Schams, D.; Ohtani, M.<sup>13</sup>; Miyamoto, A.<sup>11</sup>: Biology of Reproduction 69 (2003) S. 2078-2084

#### **Stickstoffmonoxid Synthase während der *in vitro* Maturation von Cumulus Oozyten Komplexen im Vergleich zu kultivierten Granulosazellen unter Gonadotropineinfluss**

*Nitric oxide synthase during in vitro maturation of bovine cumulus oocyte complexes compared to cultured granulosa cell in response to gonadotropins*

Schönfelder, M.; Berisha, B.; Einspanier, R.: 36<sup>th</sup> Annual Meeting on Physiology and Pathology of Reproduction (DVG-2003-Wien). Veterinary Medicine Austria Suppl. 1, 90 (2003) S. 23

#### **Expression von Mitgliedern der Angiotensin und Endothelin Familie während des Follikelendwachstums im Eierstock des Rindes**

*The expression of angiotensin and endothelin family members in bovine ovarian follicles*

Berisha, B.; Schams, D.: Experimental and Clinical Endocrinology and Diabetes Suppl.1, 111 (2003) S. 30

Die Vorgänge, die die Selektion und das weitere Wachstum des dominanten Follikels regulieren, sind bis jetzt immer noch unklar. Diese Untersuchungen zeigen, dass die spezifischen

<sup>11</sup> Department of Agricultural, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Japan

<sup>12</sup> Departamento de Fisiologia, Universidad Nacional de Asuncion, San Lorenzo, Paraguay

<sup>13</sup> Field Center of Animal Science and Agriculture, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Japan

Wachstumsfaktoren und Zytokine (Fibroblasten Wachstumsfaktor Familie; Angiopoietin-Tie-System und NO-Synthasen), sowie vasoaktive Peptide (Angiotensin und Endothelin-Familienmitglieder) für das Endwachstum des dominanten Follikels eine Rolle spielen. Hierzu wurden Follikel aufgrund der Östradiolkonzentration in der Follikelflüssigkeit in 5 Klassen unterteilt und die mRNA Expression von Liganden und Rezeptoren getrennt in Theka- und Granulosazellen, die Gewebekonzentration sowie die Lokalisation mittels Immunhistochemie untersucht. Die Follikelklassen wurden zusätzlich durch die mRNA Expression von LH- und FSH-Rezeptoren sowie durch Aromatase charakterisiert. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung der untersuchten Wachstumsfaktoren (FGF, Angiopoietin und NOS) sowie vasoaktiver Peptide (Endothelin und Angiotensin) für das Follikelwachstum und die Proliferation von Kapillaren, die die Selektion und das Endwachstum des dominanten Follikels begleiten. Das Endwachstum des dominanten Follikels wird durch die verbesserte Gefäßversorgung und damit durch die bessere Versorgung mit Präkursoren, Nährstoffen und FSH gesichert.

### **b) Gelbkörperfunktion und induzierte Luteolyse**

#### **Real-time Änderungen von lokal produzierten vasoaktiven Peptiden (Angiotensin, Endothelin) im Gelbkörper des Rindes während induzierter Luteolyse**

*Real-time changes of the local vasoactive peptide systems (angiotensin, endothelin) in the bovine corpus luteum after induced luteolysis*

Schams, D.; Berisha, B.; Neuvians, T.; Amselgruber, W.<sup>1</sup>; Kraetzl, W.-D.: Molecular Reproduction and Development 65 (2003) S. 57-66

Experimente deuten darauf hin, dass die vasokonstriktiv wirkenden Peptide Angiotensin und Endothelin eine Schlüsselrolle für die Gelbkörperfunktion und während der Luteolyse spielen. Gelbkörper (CL) wurden nach dem makroskopisch bestimmten Zyklusstand in folgende Gruppen eingeteilt: Tag 1 - 2, 3 - 4, 5 - 7, 8 - 12, 13 - 18, >18 (Regression) und früh- bzw. spätgravid. Um die Frage der Luteolyse zu klären, wurden Gelbkörper (Tag 8 - 10 des Zyklus) unter exakt definierten Bedingungen gewonnen und zwar vor und 2, 4, 12, 24, 48 und 64 Stunden nach i.m. Applikation einer luteolytischen Dosis von 500 µg Cloprostenol. Im Gewebe wurde die mRNA Expression von Angiotensin Converting Enzyme (ACE), Angiotensin (Ang II), Ang II Rezeptoren (ATR1, ATR2), Endothelin-1 (ET-1), ET Rezeptoren (ETR-A, ETR-B) sowie die Proteinkonzentration von Ang II und ET-1 im Gewebe bestimmt. Die Ergebnisse unterstützen die Hypothese, dass PGF<sub>2</sub>α die lokale Produktion von vasokonstriktiven Peptiden stimuliert, die an der Hemmung der Progesteronproduktion (funktionelle Luteolyse) durch Konstriktion der Arteriolen und direkte Wirkung auf Lutealzellen (Apoptose) maßgeblich beteiligt sind.

### **mRNA Expression von Mitgliedern des IGF Systems im Gelbkörper des Rindes während induzierter Luteolyse**

*The mRNA expression of the members of the IGF-system in bovine corpus luteum during induced luteolysis*

Neuvians, T.P.; Pfaffl, M.W.; Berisha, B.; Schams, D.: Domestic Animal Endocrinology 25 (2003) S. 359-372

### **mRNA Expression von Insulin Rezeptor Isoformen (IR-A, IR-B) und IGFR-2 im Gelbkörper des Rindes während Zyklus, Gravidität und induzierter Luteolyse**

*The mRNA expression of insulin receptor isoforms (IR-A and IR-B) and IGFR-2 in the bovine corpus luteum during the estrous cycle, pregnancy, and induced luteolysis*

Neuvians, T.P.; Pfaffl, M.W.; Berisha, B.; Schams, D.: Endocrine 22 (2003) S. 92-99

Es konnte gezeigt werden, dass insulinähnliche Wachstumsfaktoren (IGF1, IGF2), ihre Rezeptoren (IGF1-R, IGF2-R, InsR, IR-A und IR-B) und die dazugehörigen Bindungsproteine (IGFBP1-6) wichtige Funktionen während der Gelbkörperfunktion ausüben. IGF1 stimuliert nach der Ovulation nicht nur Progesteron und Ocytocin sondern auch VEGF und ist damit an der Angiogenese des sich entwickelnden Gelbkörpers beteiligt. IGF2 scheint nur auf Gefäßzellen einzuwirken. Für die IGF-Bindungsproteine 1-6 lassen sich deutliche regulatorische Unterschiede für die verschiedenen Phasen während des Zyklus und PGF2 $\alpha$  induzierter Luteolyse nachweisen. Im bovinen CL konnte eine beim Rind bisher nicht bekannte Isoform des Insulin Rezeptors (Insulin Rezeptor Isoform A) identifiziert werden. Im bovinen CL wurde Isoform A stärker exprimiert als Isoform B.

## **Habilitationen, Dissertationen, Diplomarbeiten und Bachelorarbeiten**

### **Habilitationen**

**Dr. agr. Michael W. Pfaffl** habilitierte sich am 08. Juli 2003 am Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt mit einem Vortrag "Pheromone". Die Habilitationsschrift hat den Titel "Livestock Transcriptomics: Quantitative mRNA Analysis in Molecular Endocrinology and Physiology".

### **Dissertationen**

**Tyra Inderwies**, Dr. med. vet., Technische Universität Bern/Schweiz, 13.01.2003: "Alpha and beta-adrenergic receptors in the mammary gland and their influence on milking characteristics in dairy cows".

**Dr. med. Tanja Neuvians**, Dr. med. vet., Ludwig-Maximilians-Universität, 07.02.2003: „Weitere Untersuchungen zur Bedeutung von lokalen Faktoren im Ovar unter besonderer Berücksichtigung der periovulatorischen Phase und der Luteolyse“.

### **Diplomarbeiten**

**Melanie Atzkern**, Dipl. Ing. agr.: „Untersuchungen zur Milchzusammensetzung im Verlauf der Melkung beim Rind unter besonderer Berücksichtigung der somatischen Zellen“

**Gholam Reza Ghasemili**, Dipl. Ing. agr.: „Nachweis von Plasminogen in der Milch“

**Matthias Klaften**, Diplombiologe: „Establishment and application of polymerase chain reaction systems for the detection of plant derived DNA in animal tissue“

**Mathias Lamparter**, Diplombiologe: „Investigating of homing and activation of embryonic endothelial progenitor cells in tumor angiogenesis“

**Gilbert Ryseck**, Dipl. Ing. agr.: „Beta-Adrenergic Receptors in Bovine tissues“

## Bachelorarbeiten

**Silvia Thöne** (Biochemie): „Charakterisierung des bovinen endozytischen Hyaluronsäure-Rezeptors (HARE)“

**Anja Pertl** (Biochemie): „Einfluss von Trenbolon auf die Expression von Androgen-, Progesteron-,  $\alpha$ - und  $\beta$ -Östrogenrezeptor-mRNA im Gastrointestinal Trakt des Rindes“

**Cordula Pertl** (Biochemie): „*In-vitro* Titration von Fentinacetat und Erfassung von androgen-abhängigen Genexpressionsmustern im Rahmen einer Zeit- und Konzentrationskinetik in der humanen Prostata Karzinom Zelllinie 22RV1“

## Lehre, Vorträge

Im Grundstudium erfolgte die Ausbildung in der Physiologie für die Studierenden der Agrarwissenschaften, Biochemie, Molekulare Biotechnologie, Ernährungswissenschaft, Biologie und Medizintechnik. Im Hauptstudium umfasste die Ausbildung die Vertiefung in den Fächern Endokrinologie, Reproduktionsbiologie, Laktationsphysiologie und Wildtierbiologie sowie tier- und molekularbiologische Praktika.

### Seminar Tierwissenschaft, Endokrinologisch-molekularbiologisches Kolloquium

Folgende Vorträge wurden von Gastreferenten übernommen:

20.01.2003 „Molekulare Regulation der Angiogenese im weiblichen Reproduktionstrakt“  
Referentin: Dr. Christine Wulff, Universitätsfrauenklinik Ulm

27.01.2003 „Application of recombinant bovine interferon alpha (rbIFN-a) for corpus luteum maintenance in cycling buffaloes“  
Referent: Dr. B.S. Prakash, Deemed University, National Dairy Research Institute, Indian Council of Agricultural Research, Karnal, Indien

07.04.2003 „Advanced application in real-time PCR quantification“  
Referent: MSc. Anders Stalberg, Chalmers University of Technology, Institute of Chemistry and Bioscience, Göteborg, Schweden

16.04.2003 „Fertilität bei Pferden in der künstlichen Besamung“  
Referent: Dr. D. Rappold, Friedberg

- 05.05.2003 „Persistenz und Mobilität von Hormonen in landwirtschaftlich genutzten Böden“  
Referentin: Josefine Beck, Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, Freising-Weihenstephan
- 19.05.2003 „Das industrielle Monomer Bisphenol A: kurze Übersicht und Untersuchung der hormonellen Wirkung“  
Referent: Y. Nishino, Lehrstuhl für Sport und Gesundheitsförderung, Technische Universität München
- 02.06.2003 „Udder morphology and milk removal in dairy sheep“  
Referentin: Maristela Rovai, PhD, Sao Paulo, Brasilien
- 04.06.2003 „Das Akute-Phase-Protein Haptoglobin: mehr als ein Entzündungsmarker?“  
Referentin: Prof. Dr. Helga Sauerwein, Institut für Physiologie, Biochemie und Hygiene der Tiere, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
- 17.12.2003 „Fruchtbarkeit des Rindes - Störungen und Möglichkeiten der Steuerung“  
Referent: Dr. Heinrich Tenhumberg, Tiergesundheitsdienst Bayern e.V., Landshut

## Vorträge

### **Albrecht, Chr.:**

„Aktueller Stand der Forschung zum horizontalen Gentransfer im Gastrointestinaltrakt“  
Tagung BMBF-Bt-Mais-Verbund, Göttingen, 20.-21.10.2003

### **Berisha, B.:**

„Expression of fibroblast growth factor (FGF) family members in bovine follicles during the final follicular growth“

36. Jahrestagung Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung, Veterinärmedizinische Universität Wien, Österreich 19.-21.02.2003

„The expression of angiotensin and endothelin family members in bovine ovarian follicles during final maturation“

47. Symposium ‘Oocyte maturation and early molecular events of implantation’ der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie, Köln, 05.-08.03.2003

„Wissenschaftszentrum Weihenstephan – ‚Life Science Center‘ with tradition and future“  
University of Prishtina, Faculty of Agriculture, Prishtine, Kosovo, 13.10.2003

„Wachstumsfaktoren im Ovar – Bedeutung für die Gelbkörperentwicklung und -funktion beim Rind“

University of Prishtina, Faculty of Agriculture, Prishtine, Kosovo, 14.10.2003



**Bruckmaier, R.:**

„Neue Erkenntnisse zur Physiologie des Melkens“

29. Arbeitstagung der Erzeugerberater 2003 des Landesverbandes Bayerischer und Sächsischer Molkereifachleute und Milchwirtschaftler e.V., Lauben b. Kempten, 24.09.2003

„La regolazione fisiologica dell'estrazione del latte dalla mammella e la sua registrazione mediante le curve di flusso registrate con il lactocorder“

Società Italiana Veterinari per Animali da Reddito (SIVAR) 'Elementi di controllo delle patologie mammarie' Cremona, Italien, 23.10.2003

**Didier, A.:**

„Studien zur immunologischen Kommunikation zwischen Leukozyten und Euterepithelzellen in einem *in-vitro* Co-Kultursystem“

Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Dzidic, A.:**

„Milk ejection and milk removal in an automatic milking system“

11<sup>th</sup> International Symposium 'Animal Science Days', Porec, Kroatien, 23.-26.09.2003

**Einspanier, R.:**

„Zelluläre Mechanismen auf dem Weg zur reifen Säugetier-Eizelle *in vivo* und *in vitro*“

Gemeinsames Seminar Tierwissenschaft, Technische Universität München, Weihenstephan, 05.02.2003

„Mammalian Oocyte Maturation *in vivo* and *in vitro*“

47. Symposium 'Oocyte maturation and early molecular events of implantation' der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie, Köln, 06.03.2003

**Helmreich, S.**

„Stressreaktion von Milchkühen während der Angewöhnung an ein automatisches Melksystem“

Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Macuhová, J.:**

„Auswirkungen von exogenem Oxytocin auf die spontane Milchejektion“

Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Meyer, H.H.D.:**

„Aspekte des Dopings durch Antiastmatika“

Tagung 'Belastungs-Asthma im Spitzensport', Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Bonn, 13.06.2003

„Veränderungen der stofflichen Zusammensetzung der Milch in Abhängigkeit vom Eutergesundheitszustand“

Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, Freising, 09./10.10.2003

„Bioassays for Veterinary Drug Residues“

Joint FAO/IAEA of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Research Co-ordination Meeting of the Co-ordinated Research Project ‘Development of strategies for the effective monitoring of veterinary drug residues in livestock and livestock products’. Pretoria, South Africa, 03.-07.11.2003

„Das Besondere der Leistungsförderer beim Kalb: Wirkungsmechanismen, Potentiale, mögliche Verbrauchergefährdung, Überwachungsstrategien“

Verband Deutscher Kälbermäster, Ladbergen, 26.11.2003

**Pfaffl, M.:**

„Quantitation of Gene Expression by real-time RT-PCR. A seminar on the calculation and normalization of real time RT-PCR results“

Rikshospitalet Oslo, Norwegen 29.04.2003

„Allometrisches Muskelwachstum beim Nutztier: Auto- und parakrine Effekte vermittelt durch Zytokine“

Seminar für Tierwissenschaften, Universität Hohenheim, 02.06.2003

„Pheromone“

Akademischer Vortrag im Rahmen des Habilitationsverfahrens, WZW, TUM, Freising- Weihenstephan, 08.07.2003

„Isolation and characterisation of intact somatic cell subpopulations from raw milk“

IDF Symposium 2003, Brügge, Belgien, 10.-11.09.2003

„Livestock Transcriptomics: Quantitative mRNA Analytics in Molecular Endocrinology and Physiology“

DGfZ und GfT Tagung, Göttingen, 17.-18.09.2003

**Prgomet, C.:**

„Isolierung und Charakterisierung von lebenden somatischen Zellsubpopulationen aus Kuhmilch“

Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Sarikaya, H.:**

„Ein Blick in die Zellbiologie der Milch“

Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, Freising, 09./10.10.2003

**Schams, D.:**

„Laktation“

Seminar Tierische Produktion, Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Hohenheim, Stuttgart, 11.02.2003

„Day breaks in reproductive biology in domestic animals during the past 40 years: From bio-assay, radioimmunoassay, transcriptom and proteom to metabolism“

Hauptvortrag: Annual Meeting Japanese Society of Animal Reproduction, Obihiro, Japan, 12.09.2003

„Changes in mRNA, protein and protein localization for local regulators in bovine corpus luteum after PGF<sub>2α</sub> induced luteolysis”

Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Japan, 24.09.2003

„Ovarian Physiology”

21<sup>st</sup> Century Center of Excellence (COE) Program, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Japan, 30.09.2003

„Hormonal control of bovine mammary gland development, function and involution by endocrine and local factors”

Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Japan, 17.10.2003

### **Schönfelder, M.:**

„Nitric oxide synthase expression during *in vitro* maturation of bovine cumulus oocyte complexes compared to cultured granulosa cells in response to gonadotropins”

36. Jahrestagung Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung, Veterinärmedizinische Universität Wien, Österreich 19.-21.02.2003

### **Ulbrich, S. E.:**

„Hyaluronan synthases HAS2 and HAS3 are expressed in the bovine oviduct”

47. Symposium ‘Oocyte maturation and early molecular events of implantation’ der Deutschen Gesellschaft für Endokrinologie, Köln, 05.-08.03.2003

### **Weiß, D.:**

„Teat anatomy and teat sphincter closure – relationship with quarter milk flow”

IDF World Dairy Summit and Centenary Conference on 100 Years of Liners and Pulsators, Brügge, Belgien, 07.-12.09.2003

„Optimierung der Vorstimulation bei Milchkühen”

Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

„Dairy cow physiology and machine milking”

Universitat de San Paulo, Campus Pirassununga, Brasilien, 17.11.2003

### **Werner-Misof, C.**

„Einfluss einer Ocytocin-Behandlung auf dem Immunstatus der Milchdrüse”

Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

### **Welter, H.:**

„Effect of PGF<sub>2α</sub>-induced luteolysis on nitric oxide system in equine endometrium”

36. Jahrestagung Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung, Veterinärmedizinische Universität Wien, Österreich 19.-21.02.2003

## Ehrungen, Ernennungen

Die H. Wilhelm Schaumann Stiftung zu Hamburg hat Herrn Dr. Michael Pfaffl für seine hervorragende Habilitationsarbeit „Livestock Transcriptomics: Quantitative mRNA Analytics in Molecular Endocrinology and Physiology“ auf dem Gebiet der Nutztierwissenschaften am 17. September 2003 mit dem Förderpreis ausgezeichnet.

Prof. Dr. Ralf Einspanier hat zum 01. Mai 2003 den Lehrstuhl für Biochemie an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin übernommen.

PD Dr. Rupert Bruckmaier wurde am 11.11.2003 zum außerplanmäßigen Professor ernannt.

Im Rahmen der 11. AFEMA Tagung in Mosonmagyaróvár, Ungarn, wurde Herrn Dipl. agr. Ing. Markus Weinfurter für seine Diplomarbeit am 15. Mai 2003 der AFEMA-Förderpreis 2003 für Nachwuchswissenschaftler überreicht.

## Veröffentlichungen

### 43 Experimentelle Originalarbeiten

**Aurich, C.; Heidler, B.; Sauerwein, H.; Bruckmaier, R.M.; Heintges, U.; Parvizi, N.:** Einfluss der Laktation auf Stoffwechsel und Ovarfunktion bei Stuten. – In: Pferdeheilkunde 19 (2003) S. 604-608

**Berisha, B.; Schams, D.; Miyamoto, A.:** The expression of angiotensin and endothelin system members in bovine corpus luteum during estrous cycle and pregnancy. – In: Endocrine 19 (2002) S. 305-312

**Bruckmaier, R.M.:** Chronic oxytocin treatment causes reduced milk ejection in dairy cows. – In: Journal of Dairy Research 70 (2003) S. 123-126

**Goergiev, I.P.; Georgieva, T.M.; Pfaffl, M.; Hammon, H.M.; Blum, J.W.:** Insulin-like growth factor and insulin receptors in intestinal mucosa of neonatal calves. – In: Journal of Endocrinology 176 (2003) S. 121-132

**Goergiev, T.M.; Georgieva, I.P.; Ontsouka, E.; Hammon, H.M.; Pfaffl, M.W.; Blum, J.W.:** Abundance of message for insulin-like growth factors-I and -II and for receptors for growth hormone, insulin-like growth factors-I and -II, and insulin in the intestine and liver of pre- and full-term calves. – In: Journal of Animal Science 81 (2003) 2294-2300

**Handler, J.; Königshofer, M.; Kindahl, H.; Schams, D.; Aurich, C.:** Secretion patterns of oxytocin and PGF<sub>2</sub>alpha-metabolite in response to cervical dilatation in cyclic mares. – In: Theriogenology 59 (2003) S. 1381-1391

**Hartel, A.; Didier, A.; Pfaffl, M.W.; Meyer, H.H.D.:** Characterisation of gene expression patterns in 22RV1 cells for determination of environmental androgenic/antiandrogenic compounds. – In: The Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology 84 (2003) S. 231-238

**Hayashi, K.; Acosta, T.J.; Berisha, B.; Kobayashi, S., Ohtani, M.; Schams, D.; Miyamoto A.:** Changes in prostaglandin secretion by the regressing bovine corpus luteum. – In: Prostaglandins & Other Lipid Mediators 70 (2003) S. 339-349

**Hayashi, K.; Acosta, T.J.; Tetsuka, M.; Berisha, B.; Matsui, M.; Schams, D.; Ohtani, M.; Miyamoto, A.:** Involvement of angiotensin-tie System in bovine follicular development and atresia: Messenger RNA expression in theca interna and effect on steroid secretion. – In: Biology of Reproduction 69 (2003) S. 2078-2084

- Heidler, B.; Parvizi, N.; Sauerwein, H.; Bruckmaier, R.M.; Heintges, U.; Aurich, J.E.; Aurich, C.:** Effects of lactation on metabolic and reproductive hormones in Lippizzaner mares. – In: *Domestic Animal Endocrinology* 25 (2003) S. 47-59
- Hopster, H.; Bruckmaier, R.M.; Van der Werf, J.T.N.; Korte, S.M.; Macuhova, J.; Korte-Bouws, G.; van Reenen, C.G.:** Stress responses during milking; comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows. – In: *Journal of Dairy Science* 85 (2003) S. 3206-3216
- Inderwies, T.; Pfaffl, M.W.; Bruckmaier, R.M.:** Milking characteristics and their relation to adrenergic receptor mRNA expression and ligand binding in the mammary gland of dairy cows. – In: *Domestic Animal Endocrinology* 25 (2003) S. 275-286
- Inderwies, T.; Pfaffl, M.W.; Meyer, H.H.D.; Blum, J.W.; Bruckmaier, R.M.:** Detection of quantification of mRNA expression of  $\alpha$ - and  $\beta$ -adrenergic receptor subtypes in the mammary gland of dairy cows. – In: *Domestic Animal Endocrinology* 24 (2003) S. 123-135
- Inderwies, T.; Riedl, J.; Kiossis, E.; Bruckmaier, R.M.:** Effects of  $\alpha$ - and  $\beta$ -adrenergic receptor stimulation and oxytocin receptor blockade on milking characteristics in dairy cows before and after removal of the teat sphincter. – In: *Journal of Dairy Research* 70 (2003) S. 289-292
- Klein, D.; Einspanier, R.; Bolder, U.; Jeschke, M.G.:** Differences in the hepatic signal transcription pathway and cytokine expression between thermal injury and sepsis. – In: *Shock* 20 (2003) S. 536-543
- Klein, R.; Schams, D.; Failing, K.; Hoffmann, B.:** Investigations on the re-establishment of the positive feedback of oestradiol during anoestrus in the Bitch. – In: *Reproduction of Domestic Animals* 38 (2003) S. 13-20
- Lange, I.; Daxenberger, A.; Hageleit, M.; Pfaffl, M.W.; Meyer, H.H.D.:** Non-invasive screening for treatment of heifers with anabolic steroid melengestrol acetate (MGA) by feces analysis. – In: *Journal of Immunoassay & Immunochemistry* 24 (2003) S. 265-272
- Langendijk, P.; Bouwman, E.G.; Schams, D.; Soede, N.M.; Kemp, B.:** Effects of different sexual stimuli on oxytocin release, uterine activity and receptive behavior in estrous sows. – In: *Theriogenology* 59 (2003) S. 849-861
- Macuhova, J.; Tancin, V.; Bruckmaier, R.M.:** Oxytocin release, milk ejection and milk removal in a multi-box automatic milking system. – In: *Livestock Production Science* 81 (2003) S. 139-147
- Mishra, D.P.; Meyer, H.H.D.; Prakash, B.S.:** Validation of a sensitive enzymeimmunoassay for 13,14-dihydro-15-keto-PGF $2\alpha$  in buffalo plasma and its application for reproductive health status monitoring. – In: *Animal Reproduction Science* 78 (2003) S. 33-46
- Neuvians, T.P.; Pfaffl, M.W.; Berisha, B.; Schams, D.:** The mRNA expression of insulin receptor isoforms (IR-A and IR-B) and IGFR-2 in the bovine corpus luteum during the estrous cycle, pregnancy, and induced luteolysis. – In: *Endocrine* 22 (2003) S. 93-99
- Neuvians, T.P.; Pfaffl, M.W.; Berisha, B.; Schams, D.:** The mRNA expression of the members of the IGF-system in bovine corpus luteum during induced luteolysis. – In: *Domestic Animal Endocrinology* 25 (2003) S. 359-372
- Ontsouka, C.E.; Bruckmaier, R.M.; Blum, J.W.:** Fractionized milk composition during removal of colostrum and mature milk. – In: *Journal of Dairy Science* 86 (2003) S. 2005-2011
- Pfaffl, M.W.; Gerstmayer, B.; Bosio, A.; Windisch, W.:** Effect of zinc deficiency on the mRNA expression pattern in liver and jejunum of adult rats: Monitoring gene expression using cDNA microarrays combined with real-time RT-PCR. – In: *Journal of Nutritional Biochemistry* 24 (2003) S. 691-702

**Pfaffl, M.W.; Lange, I.G.; Meyer, H.H.D.:** The gastrointestinal tract as target of steroid hormone action: Quantification of steroid receptor mRNA expression (AR, ER $\alpha$ , ER $\beta$  and PR) in 10 bovine gastrointestinal tract compartments by kinetic RT-PCR. – In: Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology 84 (2003) S. 159-166

**Pfaffl, M.W.; Reck, B.; Dreher, R.; Meyer, H.H.D.:** Production of clenbuterol, diethylstilbestrol and trenbolone mass standards in lyophilised bovine urine. – In: Analytica Chimica Acta 483 (2003) S. 401-412

**Pfaffl, M.W.; Windisch, W.:** Influence of zinc deficiency on the mRNA expression of zinc transporters in adult rats. – In: Journal of Trace Elements in Medicine and Biology 17 (2003) S. 97-106

**Pfaffl, M.W.; Wittmann, S.L.; Meyer, H.H.D.; Bruckmaier, R.M.:** Gene expression of immunologically important factors in blood cells, milk cells, and mammary tissue of cows. – In: Journal of Dairy Science 86 (2003) S. 538-545

**Riedl, J.; Kiossis, E.; Daffner, B.L.; Bruckmaier, R.M.; Stolla, R.:** Auswirkung der endoskopisch kontrollierten Therapie von Zitzenstenosen auf Milchmenge und Milchfluss betroffener Viertel. – In: Der Praktische Tierarzt 84 (2003) S. 302-312

**Sauter, S.N.; Ontsouka, E.; Roffler, B.; Zbinden, Y.; Philipona, C.; Pfaffl, M.; Breier, B.H.; Blum, J.W.; Hammon, H.M.:** Effects of dexamethasone and colostrum intake on the somatotrophic axis in neonatal calves. – In: American Journal of Physiology: Endocrinology and Metabolism 285 (2003) S. E252-E261

**Schams, D.; Berisha, B.; Neuvians, T.; Amselgruber, W.; Kraetzel, W.-D.:** Real-Time changes of the local vasoactive peptide systems (angiotensin, endothelin) in the bovine corpus luteum after induced luteal regression. – In: Molecular Reproduction and Development 65 (2003) S. 57-66

**Schams, D.; Kohlenberg, S.; Amselgruber, W.; Berisha, B.; Pfaffl, M.W.; Sinowatz, F.:** Expression and localisation of oestrogen and progesterone receptors in the bovine mammary gland during development, function and involution. – In: Journal of Endocrinology 177 (2003) S. 305-317

**Schönfelder, M.; Einspanier, R.:** Expression of hyaluronan synthases and corresponding hyaluronan receptors is differentially regulated during oocyte maturation in cattle. – In: Biology of Reproduction 69 (2003) S. 269-277

**Schoenfelder, M.; Schams, D.; Einspanier, R.:** Steroidogenesis during in vitro maturation of bovine cumulus oocyte complexes and possible effects of tri-butyltin on granulosa cells. – In: Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology 84 (2003) S. 291-300

**Tancin, V.; Kraetzel, W.-D.; Schams, D.:** The effect of  $\alpha$ 2-adrenoceptor agonists and antagonist on oxytocin release and milk removal in cows. – In: Milk Science International 58 (2003) S. 351-355

**Tancin, T.; Schams, D.; Kraetzel, W.-D.:** The effect of morphine and naloxone on the release of prolactin during machine milking in dairy cows: – In: Journal of Dairy Research 70 (2003) S. 277-282

**Tichopad, A.; Dilger, M.; Schwarz, G.; Pfaffl, M.W.:** Standardized determination of real-time PCR efficiency from a single reaction set-up. – In: Nucleic Acids Research 31 (2003) S. e122

**Tichopad, A.; Pfaffl, M.W.; Didier, A.:** Tissue-specific expression of bovine prion gene: quantification using real-time RT-PCR. – In: Molecular and Cellular Probes 17 (2003) S. 5-10

**Ulbrich, S. E.; Kettler, A.; Einspanier, R.:** Expression and localization of estrogen receptor  $\alpha$ , estrogen receptor  $\beta$  and progesterone receptor in the bovine oviduct *in vivo* and *in vitro*. – In: Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology 84 (2003) S. 279-289

**Weiss, D.; Dzidic, A.; Bruckmaier, R.M.:** Effect of stimulation intensity on oxytocin release before, during and after machine milking. – In: *Journal of Dairy Research* 70 (2003) S. 349-354

**Weiss, D.; Dzidic, A.; Bruckmaier, R.M.:** Quarter specific milking routines and their effect on milk removal in cows. – In: *Milk Science International* 58 (2003) S. 238-242

**Welter, H.; Wollenhaupt, K.; Tiemann, U.; Einspanier, R.:** Regulation of the VEGF-System in the endometrium during steroid-replacement and early pregnancy of pigs. – In: *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes* 111 (2003) S. 33-40

**Wolf, E.; Arnold, G.J.; Bauersachs, S.; Beier, H.M.; Blum, H.; Einspanier, R.; Fröhlich, T.; Herrler, A.; Hiendleder, S.; Kölle, S.; Prelle, K.; Reichenbach H.-D.; Stojkovic, M.; Wenigerkind, H.; Sinowatz, F.:** Embryo-maternal communication in bovine – strategies for deciphering a complex cross-talk. – In: *Reproduction in Domestic Animals* 38 (2003) S. 276-289

## 6 Mitteilungen für die Praxis

**Bruckmaier, R.M.; Meyer, H.H.D.:** Damit die Milch ohne Pause läuft. – In: *Milch pur* 4 (2003) S. 12-19

**Didier, A.; Neuvians, T.P.:** Leptin – ein Botenstoff mit vielfältigen Funktionen in der Reproduktions- und Ernährungsphysiologie landwirtschaftlicher Nutztiere. – In: *Tierärztl. Praxis* 31 (2003) S. 294-299

**Querengässer, J.; Geishauer, Th.; Querengässer, K.; Bruckmaier, R.; Fehlings, K.:** Untersuchungen zu Milchfluss und Milchmenge aus Zitzen mit Milchabflussstörungen. – In: *Der praktische Tierarzt* 83 (2002) S. 1008-1016

**Tancin, V.; Ipema, A.H.; Peskovicova, D.; Hogewerf, P.H.; Macuhova, J.:** Quarter milk flow patterns in dairy cows: factors involved and repeatability. – In: *Vet. Med. – Czech* 48 (2003) S. 275-282

**Weiss, D.:** Energiequellen aus Glucose. – In: *Bauernzeitung*, 49. Woche (2003) S. 42-44

**Weiss, D.:** Silomais in der Futterration. – In: *Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt* 48 (2003) S. 45-46

## 3 Reviews, Buchkapitel, Kongressbeiträge, Proceedings

**Bruckmaier, R.M.:** La regolazione fisiologica dell'estrazione del latte dalla mammella e la sua registrazione mediante le curve di flusso registrate con il lactocorder. – In: *Large Animals Review* 9 (2003) S. 21-22

**Lange, I.G.; Hartel, A.; Meyer, H.H.D.:** Evolution of oestrogen functions in vertebrates. – In: *Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology* 83 (2003) S. 219-226

**Svennersten-Sjaunja, K.; Bruckmaier, R.; Hamann, J.; Woolford, M.:** Stimulation of milk ejection – a basic need or just a time consuming routine? – In: *IDF World Dairy Summit & Centenary Conference*, 07.-12.09.2003, Brügge, Belgien, Tagungsband (2003) S. 419-430

## 30 Abstracts und Sonstiges

**Aurich, C.; Bruckmaier, R.M.; Heidler, B.; Aurich, J.E.; Pohl, W.; Parvizi, N.:** Changes in reproductive and metabolic hormones in lactating and non-lactating mares. – In: *Veterinary Medicine Austria* 90, Suppl. 1 (2003) S. 6

**Berisha, B.; Schams, D.:** Expression of fibroblast growth factor (FGF) family members in bovine follicles during the final follicular growth. – In: *Veterinary Medicine Austria* 90, Suppl. 1 (2003) S. 7

**Berisha, B.; Schams, D.:** The expression of angiotensin and endothelin family members in bovine ovarian follicles during final maturation. – In: Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes 111, Suppl. 1 (2003) Abstr. No. P016

**Didier, A.; Bruckmaier, R.M.:** mRNA expression of apoptosis-related gene in mammary tissue and milk cells in response to LPS treat. – In: Journal of Animal Science 81, Suppl. 1 (2003) S. 302

**Didier, A.; Keßel, S.:** Studien zur immunologischen Kommunikation zwischen Leukozyten und Euterepithelzellen in einem *in-vitro* Co-Kultursystem. – In: Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003, Abstractband (2003) H16

**Helmreich, S.; Weiss, D.; Dzidic, A.; Bruckmaier, R.M.:** Stressreaktion von Milchkühen während der Angewöhnung an ein automatisches Melksystem. – In: Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003, Abstractband (2003) H15

**Hiss, S.; Mielenz, M.; Bruckmaier, R.M.; Sauerwein, H.:** Messung des Akute – Phase – Proteins Haptoglobin in Milch und Stimulation der mammären Haptoglobin mRNA während experimentell induzierter Mastitis. – In: Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003, Abstractband (2003) H17

**Hiss, S.; Mielenz, M.; Schmitz, S.; Bruckmaier, R.M.; Sauerwein, H.:** Mammary mRNA expression of bovine haptoglobin and LPS-induced alterations. – In: Journal of Animal Science 81, Suppl. 1 (2003) S. 302

**Inderwies, T.; Pfaffl, M.W.; Bruckmaier, R.M.:** The relation between milking characteristics and adrenergic receptor mRNA-expression and ligand binding in the mammary gland of dairy cows. – In: Journal of Animal Science 81, Suppl. 1 (2003) S. 300

**Kuhnert, S.; Hinsch, E.; Einspanier, R.; Hinsch, K.-D.:** Relative quantitative determination of ZP1, ZP2 and ZP3 mRNA in different sizes of marmoset monkey follicles. – In: Veterinary Medicine Austria 90, Suppl. 1 (2003) S. 18

**Macuhova, J.; Tancin, V.; Bruckmaier, R.M.:** Auswirkungen von exogenem Oxytocin auf die spontane Milchejektion. – In: Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003, Abstractband (2003) H13

**Meyer, H. Bruckmaier, R.; Sarikaya, H.:** Veränderung der stofflichen Zusammensetzung der Milch in Abhängigkeit vom Eutergesundheitszustand. – In: Tagungsband der Weihenstephaner Milchwirtschaftlichen Herbsttagung, Weihenstephan, 09.-10.10.2003

**Pfarrer, C.; Berisha, B.; Neuvians, T.; Schams, D.; Leiser, R.:** Bovine placental angiogenesis: vascular endothelial growth factor (VEGF), protein and mRNA from early placentation until term. – In: Veterinary Medicine Austria 90, Suppl. 1 (2003) S. 21

**Pfarrer, C.; Berisha, B.; Schuler, G.; Schams, D.; Hoffmann, B.; Leiser, R.:** Expression and localization of mRNA for fibroblast growth factor (FGF) family members and FGF-receptor (FGFR) mRNAs in bovine placentomes from early gestation until term. – In: Placenta 24 (2003) P81

**Prgomet, C.; Sarikaya, H.; Bruckmaier, R.M.; Pfaffl, M.W.:** Isolierung und Charakterisierung von lebenden somatischen Zellsubpopulationen aus Kuhmilch. – In: Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003, Abstractband (2003) H10

**Sarikaya, H.; Atzkern, M.; Werner-Misof, C.; Bruckmaier, R.M.:** Verteilung der Zellpopulationen in Milch. – In: Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003, Abstractband (2003) H9



- Sarikaya, H.; Bruckmaier, R.M.:** Ein Blick in die Zellbiologie der Milch. – In: Tagungsband der Weihenstephaner Milchwirtschaftlichen Herbsttagung, Weihenstephan, 09.-10.10.2003
- Schams, D.; Berisha, B.; Sinowatz, F.; Amselgruber, W.:** Expression of FGF family members (FGF1, FGF2, FGF7) in the bovine ovary. – In: 36<sup>th</sup> Annual Meeting Society for the Study of Reproduction, Sabin Cincinnati Convention Center, Cincinnati, Ohio, 19.-22.07.2003, Biology of Reproduction 68, Suppl. 1 (2003) S. 240, Abstr. No. 310
- Schams, D.; Kohlenberg, S.; Amselgruber, W.; Berisha, B.; Pfaffl, M.W.; Sinowatz, F.:** Changes of steroid hormone receptor expression and localization in the bovine mammary gland during different functional stages. – In: Journal of Animal Science 81, Suppl. 1 (2003) S. 301
- Schönfelder, M.; Berisha, B.; Einspanier, R.:** Nitric oxide synthase expression during *in vitro* maturation of bovine cumulus oocyte complexes compared to cultured granulosa cells in response to gonadotropins – In: Veterinary Medicine Austria 90, Suppl. 1 (2003) S. 23
- Ulbrich, S.E.; Einspanier, R.:** A novel cell surface receptor for hyaluronan is expressed in the bovine oviduct. – In: Abstractband “2<sup>nd</sup> International Convergence on the Female Reproductive Tract”, Frauenchiemsee, 30.05.-02.06.2003, Abstr. Nr. 30
- Ulbrich, S.E.; Einspanier, R.:** Region-specific expression of nitric oxide synthases (NOS) in the bovine oviduct during the oestrus cycle. – In: Abstractband der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Reproduktionsmedizin, Klinikum Großhadern, München, 11.-13.09.2003. (2003) S. 71-72, Abstr. Nr. P-46
- Ulbrich, S.E.; Schönfelder, M.; Einspanier, R.:** Hyaluronan synthases HAS2 and HAS3 are expressed in the bovine oviduct. – In: Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes 111, Suppl. 1 (2003) Abstr. No. V06
- Weiss, D.; Bruckmaier, R.M.:** Change from conventional to automatic milking in cows with and without previous experience. – In: Journal of Animal Science 81, Suppl. 1 (2003) S. 190
- Weiss, D.; Bruckmaier, R.M.:** Optimierung der Vorstimulation bei Milchkühen. – In: Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003, Abstractband (2003) H14
- Weiss, D., Helmreich, S.; Möstl, E.; Meyer, H.H.D.; Bruckmaier, R.:** Coping capacity of dairy cows towards the changeover from conventional to automatic milking. – In: ASAB 2003 Sumer Meeting, Grünau, Österreich, 22.-25.07.2003, Abstractband (2003) S. 81
- Weiss, D.; Reist, M.; Bruckmaier, R.M.:** The acyclic period postpartum in automatic and conventional milking. – In: Journal of Animal Science 81, Suppl. 1 (2003) S. 190
- Welter, H.; Bollwein, H.; Rohr, S.; Einspanier, R.:** Effect of PGF<sub>2α</sub>-induced luteolysis on nitric oxide system in equine endometrium. – In: Veterinary Medicine Austria 90, Suppl. 1 (2003) S. 29
- Werner-Misof, C.; Pfaffl, M.W.; Bruckmaier, R.M.:** Einfluss einer Ocytocin-Behandlung auf den Immunstatus der Milchdrüse. – In: Milchkonferenz 2003, Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003, Abstractband (2003) H12
- Wiedemann, M.; Weiss, D.; Wendl, G.; Bruckmaier, R.:** The importance of sampling-time for on-line mastitis detection by using the Electrical Conductivity of Na<sup>+</sup> and CT content in milk. – In: Abstractband of the 4<sup>th</sup> European Conference on Precision Agriculture and 1<sup>st</sup> European Conference on Precision Livestock Farming, Berlin, 15.-19.06.2003, S. 742

---

# Versuchsstation Veitshof

---

## Adresse

Veitsmüllerweg 4  
D- 85354 Freising-Weihenstephan

Telefon: 08161-71-3533

Telefax: 08161-71-5083

## Personal

|              |   |         |
|--------------|---|---------|
| Leitung:     | o. Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Heinrich H. D. Meyer | 71-3508 |
| Verwaltung:  | Dipl.-Ing. agr. (FH) Martin Schmözl               | -3533   |
| Sekretariat: | Rita Schwaiger                                    | -3533   |
| Arbeiter:    | 2, plus 1 Leiharbeiter vom Melkeraushilfsdienst   |         |

## Allgemeines

### a) Bodennutzung

|                    |         |                  |          |
|--------------------|---------|------------------|----------|
| Landw. Nutzfläche: | 78,0 ha | davon Ackerland: | 51,54 ha |
| davon Pachtfläche: | 51,5 ha | Grünland:        | 26,50 ha |

### b) Viehbestand

|                       |               |
|-----------------------|---------------|
| Bestand am 31.12.2003 | 55 Kühe       |
|                       | 4 Kalbinnen   |
|                       | 33 Jungrinder |
|                       | 25 Kälber     |
|                       | 4 Ziegen      |

---

121 Gesamttiere

---

Die durchschnittliche Jahresmilchleistung betrug im Kontrolljahr lt. LKV:  
9.006 kg Milch; 332,7 kg Eiweiß, 3,69 % Eiweiß; 410,4 kg Fett, 4,55 % Fett.

## **Lehr- u. Forschungstätigkeit an der Versuchsstation Veitshof**

### **Lehre**

Im Rahmen der Vorlesungen und Praktika zur Reproduktionsbiologie und Regulationsphysiologie wurden praxisnahe Veranstaltungen durchgeführt. Die Teilnehmer wurden mit den anatomischen Verhältnissen des männlichen und weiblichen Genitaltraktes vertraut gemacht. Es wurden vor allem die unterschiedlichen Funktionsgebilde am Ovar demonstriert. Die Studierenden hatten die Möglichkeit, die Fertigkeit der rektalen Untersuchung zur Zyklusansprache zu erlernen. Weiterhin wurden verschiedenen Zyklus- und Trächtigkeitsstadien mittels Ultraschall am lebenden Tier demonstriert. Die Übung umfasste auch die Verhaltensbeobachtung.

Bei praktischen Übungen zur Laktations- und Stressphysiologie des Rindes wurden Vergleiche der gestörten zur normalen Milchejektion gezeigt. Weitere Praktika veranschaulichten den Studenten den Einfluss der Melktechnik auf das Melkverhalten.

### **Forschung**

Tagesprofile von Serotonin- und Melatoninkonzentrationen im peripheren Blut im 2-stündigen Abstand bei Kühen

Versuche zur Bedeutung von Oxytocin für die Behandlung von Mastitiden

Milchprogesterontest als Kontrollinstrument bei Forschungsprojekten und Behandlungen im Rahmen des Herdenmanagements

Gewinnung von Antikörpern gegen Clenbuterol und Salbutamol in Kaninchen zur Entwicklung von Enzymimmunoassays zur quantitativen Analyse

Versuche zur Bedeutung von Oxytocin für die Behandlung von Mastitiden

Untersuchungen zum Einfluss des Verlaufs der B-Phase verschiedener Pulsatoren von Melkzeugen auf den Melkverlauf bei laktierenden Kühen

Veränderungen der Milchezusammensetzung im Verlauf der Melkung

Einfluss des Einfrierens auf die gemessenen Elektrolytgehalte in Milch

Wirkungen maternaler Kolostrumversorgung auf den postnatalen IgG-Status von Kälbern

Auswirkung von elastischen Bodenbelägen im Laufstall auf Verhalten und Tiergesundheit von Milchkühen

---

# Professur für Betriebswirtschaftslehre der Milch- und Ernährungsindustrie

---

## Adresse

Weihenstephaner Berg 1  
D- 85354 Freising-Weihenstephan

Telefon: 08161-71-3540  
Telefax: 08161-71-5030  
Internet: <http://www.wzw.tum.de/blm/bwl>

## Personal

|                   |   |         |
|-------------------|---|---------|
| Institutsleitung: | Univ.-Prof. Dr. oec. Hannes Weindlmaier | 71-3540 |
| Sekretariat:      | Brigitte Stable                         | -3540   |
|                   | Elke Stips (seit 01.04.2003)            | -3948   |
| Mitarbeiter:      | Josef Betz, TA                          | -3861   |
|                   | Dipl.-Wirtsch.-Ing. Heiko Dustmann      | -3904   |
|                   | Dr. Alois Huber                         | -3864   |
|                   | Dipl.-Kffr. Corina Jantke               | -3542   |
|                   | Dipl.-Ing. Matthias Kunert              | -3544   |
|                   | Dipl.-Ing. agr. Caroline Schmalen       | -3543   |
|                   | Dipl.-Ing. agr. Wilhelm Uffelmann       | -3544   |
|                   | Dipl.-Kffr. Marlen Wienert              | -3947   |

## Forschung

### I. Forschungsprojekte zur Milch- und Molkereiwirtschaft

#### **Erfolgsfaktoren bei der Markteinführung neuer Produkte in milchverarbeitenden Unternehmen und Ansatzpunkte zur Reduzierung der Gefahren von Flops**

*Success factors of the product launch in enterprises of the dairy industry and starting points for the reduction of flops*

Schmalen, C.

#### **Einführung in die Problemstellung**

Der Markteintritt neuer Produkte stellt - innerhalb des gesamten Produktentwicklungsprozesses - die wichtigste Phase dar. Diese These ist insbesondere für die Unternehmen der Ernährungsindustrie von großer Bedeutung. Aufgrund der häufig nur geringen Neuheitsgrade, welche in den Unternehmen generiert werden (der Großteil der Neueinführungen stellt Produktlinienerweiterungen dar), aber auch aufgrund der teils nur geringen Bereitschaft der Kunden, Produkte zu adaptieren, die zu entfernt von bestehenden Zubereitungs- und Konsumgewohn-

heiten liegen, ist der Innovationsgrad teils sehr eingeschränkt.<sup>1</sup> Nichts desto trotz liefern die Markteintrittsaktivitäten einen ebenso großen Handlungsspielraum, der von den Unternehmen sehr facettenreich angewendet wird.

### **Informationen zum Aufbau der empirischen Studie und Auswertungsmethoden**

Zum Zweck der Analyse von Erfolgs- und Misserfolgskriterien neu eingeführter Lebensmittel wurde an der Professur für Betriebswirtschaftslehre der Milch- und Ernährungsindustrie eine empirische Studie durchgeführt. Diese wurde stufenweise umgesetzt, indem qualitative und quantitative Verfahren ihre Berücksichtigung fanden.<sup>2</sup> In der aktuellen Projektphase werden praxisnahe „Feed-Backs“ zu den empirischen Resultaten in persönlichen Gesprächen (Februar/März 2004) - via leitfadengestützter Diskussionen - eingeholt. Die Datengenerierung der Hauptstudie (schriftliche Befragung) umfasst 114 Produkteinführungen. Die zwischen Tops/Flops tatsächlich Trennkraft besitzenden Ursachen wurden mittels verschiedener multivariater Verfahren berechnet (u.a. Diskriminanzanalyse, Faktorenanalyse).<sup>3</sup> Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei den im Folgenden beschriebenen Kriterien um verdichtete Konstrukte handelt, „hinter“ denen eine Reihe einzelner Aktivitäten steht. Dieser Singularität wird in den Interpretationen ausreichend Berücksichtigung zuteil.

### **Ergebnisse aus der quantitativen Analyse**

Die Befunde sind tabellarisch dargestellt, wobei positive (negative) Vorzeichen Erfolgs-(Misserfolgs)-Faktoren kennzeichnen (vgl. Tab. 1). Zunächst steht das Produkt im Mittelpunkt der Innovationsaktivitäten eines Unternehmens. Dabei liegen die Vorteile in seiner Grundausstattung: Sowohl der Produktkern (u.a. Zutaten), als auch grundlegende Funktionen der Verpackung (u.a. Handling) begründen diesen Aspekt.

Eine geringe Imitationsgefahr liegt in der Schaffung so genannter „added values“: Ein emotionales Zusatznutzenkonzept meint dabei die Einbettung des neuen Produktes in eine bestimmte Thematik, welche dem Kunden das Produkt erlebbar macht. Weiterhin sind Produkte besonders erfolgreich, wenn sie - auf rationeller Ebene - einen echten Problemlöser darstellen. Die Thematik Convenience wird unter diesem Aspekt sehr stark forciert. Die Hochpreispolitik als Misserfolgsursache spiegelt das aktuell sehr ausgeprägte Preisbewusstsein in Endverbrauchermärkten wider. Es ist davon auszugehen, dass der Preis im Kaufentscheidungsprozess zunehmend in den Hintergrund tritt, je ausgeprägter eine nutzenstiftende Vorstellung über das neue Produkt existiert. Weiterhin wird die Notwendigkeit zur Ausnutzung von Synergieeffekten aufgezeigt: Das neue Produkt sollte sich gut in das bestehende Sortiment einpassen.

---

<sup>1</sup> In der Adoptionsforschung kommt dem produktpolitischen Denken ein großer Stellenwert zu. In der Literatur sind dazu die Rogers-Kriterien (Relativer Vorteil, Kompatibilität, Komplexität, Erprobbarkeit, Kommunizierbarkeit) beschrieben. Vgl. zu diesem Forschungsansatz exemplarisch KRAFFT, M.; LITFIN, T. (2002): Adoption innovativer Telekommunikationsdienste. In: zfbf - Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 54.Jg., Heft 2, S. 68.

<sup>2</sup> Vgl. zu den unterschiedlichen Ansätzen in der Methodik der Datengenerierung HAENECKE, H. (2002): Methodenorientierte Systematisierung der Kritik an der Erfolgsfaktorenforschung. In: ZfB - Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 72. Jg., Heft 2, S. 168.

<sup>3</sup> Vgl. zu den Grundlagen der Verfahren exemplarisch BACKHAUS, K.; ERICHSON, B.; PLINKE, W.; WEIBER, R. (2000): Multivariate Analysemethoden: eine anwendungsorientierte Einführung. 9., überarbeitete und erweiterte Auflage, Berlin et al., S. 145ff. (Diskriminanzanalyse) und S. 252ff. (Faktorenanalyse).

Tab. 1: Darstellung der Erfolgs- und Misserfolgskriterien

| POTENTIAL        | Erfolgs- und Misserfolgsursachen   |
|------------------|--|
| PRODUKT          | + Grundnutzen (z.B. Qualität, Verpackung)<br>+ Einpassung ins Sortiment<br>+ Emotionales Konzept<br>+ Problemlöser (z.B. conveniente Produkte)<br>– Hochpreispolitik |
| KUNDE            | + Breiter Zielmarkt<br>+ Zielgruppenmarktforschung   |
| HANDEL           | – Problematik der Verhandlungen  |
| HERSTELLER       | + Planung<br>+ Strategie<br>+ Kommunizierbarkeit des Produktes<br>+ Hoher Distributionsgrad<br>+ Alternativer Absatz   |
| MARKT/KONKURRENZ | + Marktwachstum  |

Quelle: Eigene Darstellung

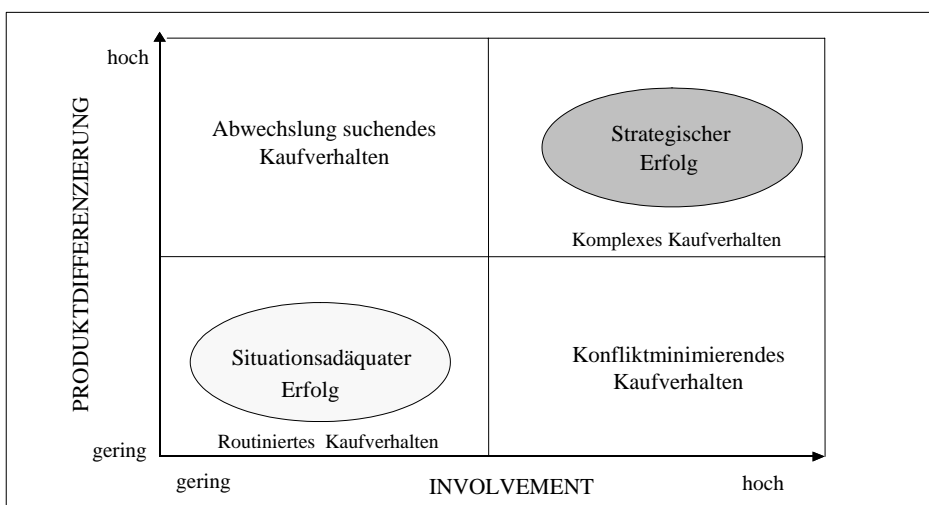
Hinsichtlich der Marktbearbeitung ist die Bedienung eines breiten Zielmarktes vorteilhaft. In den etablierten Absatzkanälen (Lebensmitteleinzelhandel) sollte aus diesem Grund sehr schnell ein hoher Distributionsgrad erreicht werden (Ubiquität). Es kann aber auch empfohlen werden, sich auf kleine Marktnischen zu konzentrieren, wobei teilweise alternative Absatzkanäle zur Warenverteilung verwendet werden. Diese selektive Zielgruppenansprache trägt allerdings nur unter der Prämisse zum Erfolgsergebnis bei, dass professionelle, über gewöhnliche Methoden hinausgehende Marktforschung betrieben wird. Erst dadurch werden die spezifischen Bedürfnisse erfahrbar sowie in Produktkonzepten umsetzbar (Marktforschungsspezifizierte Zielgruppe). Die handelsbezogenen Variablen geben wenig Aufschluss über die Anforderungen an einen Leistungserfolg. Obwohl zahlreiche Kriterien abgefragt wurden, konnte keine kausale Information ergründet werden, welche die Problematik in den Verhandlungen mit dem Lebensmittelhandel bei nicht erfolgreichen Produkten detailliert beschreibt.

Unternehmen, welche erfolgreiche Produkte abgebildet haben, zeichnen sich weiterhin durch eine sehr hohe Planungskompetenz (z.B. in Werbemaßnahmen) aus. Dieser Erfolgsfaktor wird insbesondere über personalpolitische Qualitäten im Bereich des Marketings geschaffen. Der Planungsprozess folgt in der Regel der Strategie der Differenzierung, wobei das Ziel darin liegt, ein besonderes Qualitätsprodukt herzustellen. Weiterhin muss der Produktvorteil sowohl an den Endverbraucher, als auch an den Handel vermittelbar sein (Kommunizierbarkeit des Produktes). Als Misserfolgskriterium konnte zudem der falsche Einführungszeitpunkt identifiziert werden: Flops haben die Marktphase zu früh bzw. zu spät begonnen. Unabhängig von der Zielgruppenstruktur sollten generell wachsende Märkte bedient werden.

### **Produkt-Markt-Kombination als Ausgangspunkt einer erfolgreichen Markteinführung**

Die ersten Befunde deuten an, dass das Produkt in seiner umfassenden Gestaltung das „Herz“ der Innovationsaktivitäten darstellt. Ohne eine vom Kunden wahrnehmbare Produktdifferenzierung wird kein Markterfolg erzielt werden können. Die Möglichkeiten zur Schaffung von

Wettbewerbsvorteilen sind zahlreich: Eine Verbesserung der Grundausrüstung, insbesondere aber die Schaffung einer rationalen oder emotionalen Zusatzausrüstung erhöht die Attraktivität des Angebotes. Die Profilierung über Produkteigenschaften muss zudem vom Kunden wahrnehmbar sein sowie für relevant gehalten werden. Dies kann über die Kommunikation der Produktvorteile forciert werden. Die potentiellen Käufer werden dadurch für das eigene Angebot sensibilisiert. Abbildung 1 verdeutlicht, dass nur eine profilierende Produktdifferenzierung, bei gleichzeitiger Schaffung eines hohen Involvement des Kunden zum strategischen Erfolg führt. Andernfalls ist die existente Vorteilhaftigkeit des Produktes nicht von Belang (Suche nach Abwechslung), oder ein an der Produktgruppe sehr interessierter Kunde findet kein entsprechendes Angebot vor (Suche der besten Alternative). Werden beide Parameter nur gering erfüllt, dann ist das neue Produkt auf einen situationsadäquaten Erfolg am Point of Sale angewiesen. Diese Matrix erklärt die Auswahl einer geeigneten Produkt-Markt-Kombination zur wichtigsten strategischen Aufgabe innerhalb der Neuproduktpolitik.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an HAEDRICH, G.; TOMCZAK, T. (1996): Produktpolitik. Stuttgart et al., S. 21 und KOTLER, P. et al. (1999): Grundlagen des Marketings. München et al., S. 288.

Abb. 1: Schaffung strategischen Erfolgs in der Neuproduktpolitik

## Ergebnisse aus Gesprächen mit Experten der Ernährungsindustrie

### Bewertung des produktpolitischen Handlungsspielraumes

Hinsichtlich der Grundausrüstung der Produkte bestätigten alle Gesprächspartner, dass die Optionen, sehr zahlreich sind. Gerade die Zulieferindustrie bietet unzählige Sortenkombinationen und Zusätze an. Dabei können auch neue Technologien zum Einsatz kommen (z.B. Aufschäumtechnologien). Das große Manko, diese Varietät zu nutzen, besteht darin, dass gleichzeitig ein ausreichend großer Markt geschaffen werden muss. Denn: Je differenzierter der Produktkern, umso enger auch der anvisierte Markt. Daran schließt sich häufig ein Teufelskreis an: Die Penetration einer unigen Idee hängt sehr stark mit dem „pushen“ am Markt zusammen. Der Erfolgsfaktor Kommunizierbarkeit greift hier: Klein- und mittelständische Unternehmen können dabei nicht „laut“ genug agieren. Erst die Großen der Branche ebnen

den Markt (z.B. Aufklärung des Verbrauchers über Probiotik). Damit geht aber häufig bereits die Vergabe der Marktanteile einher. Der Absatz ist zudem durch die Kurzlebigkeit der Produktlebenszyklen erschwert, insbesondere vor dem Hintergrund, dass klein- und mittelständische Unternehmen erst zeitlich später Trends aufgreifen können (Eintrittsstrategie: früher/später Folger). Viele Kunden weisen weiterhin bei Lebensmitteln ein stark ausgeprägtes Abwechslungsverhalten auf, womit allerdings nur Erstkäufe getätigt werden. Seltener landet hingegen ein „exotisches“ Produkt im Standardwarenkorb des Konsumenten.

Auch in Verpackungsfragen stehen sehr viele Optionen zur Debatte, wobei zwischen dem funktionalen und ästhetischen Wesen strikt getrennt werden muss: Die Auswahl an sachlichen Elementen (z.B. besondere Gebinde, Verschlüsse) ist in den letzten Jahren rasant angewachsen. Auch die Kunden haben diese bequemen Möglichkeiten (z.B. Twist-off bei Milchpackungen) schnell adaptiert, wobei die veränderten Lebensumstände die Akzeptanz gefördert haben (z.B. steigende Mobilität). Es wurde aber hier insbesondere deutlich, dass die Unternehmen über die bestehenden Produktionslinien (Abfüllung) sehr stark gebunden sind, da eine Umstellung in funktionalen Verpackungsfragen häufig mit hohen Investitionen gekoppelt ist. Anders bei der Anmutungsqualität: Das Design (z.B. Farben, Aufmachung) unterliegt dem freien Gestaltungsspielraum und steht in engem Zusammenhang mit der Kommunizierbarkeit: Denn die Verpackung ist häufig das wichtigste Instrument der Mitteilbarkeit an die Endverbraucher.

Der Gestaltung eines emotionalen Zusatznutzenkonzeptes wurde weithin Erfolgscharakter bescheinigt, auch wenn eine psychologische Verbundenheit nur regional begrenzt erreicht werden kann. Auf nationaler Ebene ist es schwierig, eigene Werte zu vermitteln, da die Wirkung sehr stark mit der Intensität der Kommunikationsaktivitäten zusammenhängt (z.B. emotionale Positionierung der Marke Landliebe). Die Problemlösungsfähigkeit als rationaler Zusatznutzenaspekt ist bei vielen Projekten eine sehr wichtige Impulskraft für ihr Entstehen. Die Verpackung setzt diese Anforderung meist vorbildhaft um (z.B. conveniente Angebote). Zum Teil ist dieser Erfolgsfaktor allerdings nicht mit der emotionalen Konzeptualisierung vereinbar, die insbesondere auf tradierte Werte abzielt. Diese gefühlsbetonten Inhalte (Ursprünglichkeit, Natürlichkeit) verlieren - aufgrund ihres zu geringen Differenzierungspotentials - zwar oft an Uniqueness (z.B. Alpenmotive bayerischer Molkereien), sie bleiben aber unumstritten die dominanten Motive.

### **Bewertung des marktpolitischen Handlungsrahmens**

Ein breiter Zielmarkt ist notwendig, um mit dem Produkt bestimmte Mengen zu generieren. Selten werden Innovationen als Spezialprodukte für ein enges Käufersegment gefertigt. Ein hoher Distributionsgrad wird im anvisierten Zielmarkt zu erreichen versucht, dessen Größe und Ausgestaltung natürlich von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich sind. Diese Ubiquität im relevanten Absatzgebiet wird für absolut notwendig gehalten, denn die vom Unternehmen mit der Einführung generierte Aufmerksamkeit und Erhältlichkeit müssen unmittelbar aufeinander treffen, um das kurzfristig erzeugte, höhere Involvement des Verbrauchers in Kaufhandlungen zu überführen. Auch der Erfolgsfaktor „Marktforschungsspezifizierte Zielgruppen“ steht im Fokus von Innovationen. Dabei sind Trends allerdings breiter angelegt (z.B. Convenience), um verschiedene Käufertypen gleichzeitig ansprechen zu können (z.B. alle Mitglieder einer Familie). Da neue Kombinationen und Produktlinienerweiterungen den



Großteil der Neuheiten darstellen, entfernt man sich dabei nur selten von dem bereits bestehenden Nachfragesegment.

Die Gesprächspartner bestätigten ferner, dass die Verhandlungen mit den Absatzmittlern für Neulistungen teils sehr diffizil ablaufen, da nur wenige Entscheider die Einkaufsverantwortung tragen. Sich über besondere Anreizsysteme herauszustellen ist erschwert, da die Auflagen zur Einlistung des Produktes (z.B. Konditionensysteme) obligatorisch einen vorgeschriebenen Rahmen einnehmen. Bei der Aufnahme spielt die bestehende Erfahrung mit dem herstellenden Unternehmen eine große Rolle. Der alternative Absatz kann ein wichtiges Standbein des Unternehmens sein (z.B. Großverbraucher). Er wird allerdings in naher Zukunft nicht in Konkurrenz zu traditionellen Kanälen stehen, denn die Mengen sind dort noch zu gering. Dennoch werden sich die Absatzwege verändern: Dem Außer-Haus-Verzehr wird dabei ein großer Stellenwert zugeschrieben. Die Notwendigkeit, Wachstumsmärkte zu bedienen, ist unmittelbar mit Innovationen verbunden: Auch wenn in bereits reifen Märkten innoviert wird (z.B. im Buttermarkt), kann dort der Verlauf des Produktlebenszyklus aktiv beeinflusst werden, wodurch Wachstumsphasen auch ex post entstehen können (z.B. über Joghurtbutter).

### Herstellermarken versus Handelsmarken – Herausforderungen an die Markenführung bei Milchprodukten

*Brands versus private labels – challenges for the brand management of dairy products*

Weindlmaier, H.

#### (1) Aktuelle Rahmenbedingungen und Herausforderungen der Herstellermarke

Die Rahmenbedingungen für die Markenpolitik haben sich im letzten Jahrzehnt erheblich verändert. Für die Molkereien stellt sich die Frage, ob und unter welchen Umständen das Angebot von Herstellermarken weiterhin eine der wichtigsten Unternehmensstrategien darstellt.

Die heute relevanten Rahmenbedingungen für die Markenpolitik lassen sich zu folgenden Einflusskomplexen zusammenfassen (vgl. Abb. 2).



Abb. 2: Aktuelle Rahmenbedingungen / Herausforderungen der Markenpolitik für Milchprodukte

- **Marktbezogene Einflussfaktoren:** Charakteristisch für die Entwicklungen auf den Märkten für Milchprodukte ist die große Dynamik, die sich u.a. durch etwa 130 Produktinnovationen p.a. und durch eine große Markeninflation manifestiert. Die qualitativen Unterschiede zwischen den Angeboten sind jedoch nur minimal. Dem steht ein weitgehend gesättigter und in Teilbereichen schrumpfender Markt gegenüber, so dass Wachstum einzelner Marken im Wesentlichen nur im Wege des Verdrängungswettbewerbs möglich ist. Chancen für Marken bestehen dann, wenn es gelingt, diesen ein differenziertes Profil zu geben. Eine Profilierung durch sachliche bzw. funktionelle Eigenschaften wird jedoch zunehmend schwierig. An ihre Stelle muss eine Profilierung durch emotionale Botschaften treten.
- **Verbraucherbezogene Einflussgrößen:** Wichtige Merkmale des aktuellen Verbraucherverhaltens sind die Polarisierung der Nachfrage in Premiummarken einerseits und Discountprodukte andererseits, die Bedeutung der Kriterien „Genuss und Frische“, „Gesundheit“, „Convenience“, „Natürlichkeit“ und „Lifestyle“ für die Positionierung von Milchproduktmarken und die stark gestiegene Bedeutung des Preis-Leistungsverhältnisses als Einkaufskriterium („Geile Marken zum Geizpreis“). Ein für die Markenpolitik entscheidender Einflussfaktor ist ferner die starke Informationsüberflutung der Verbraucher mit u.a. etwa 300 TV-Spots pro Stunde. Gerade aufgrund der starken Diskrepanz zwischen Informationsbedarf und Informationsnachfrage kommt der Marke eine große Bedeutung als Schlüsselinformation zu.

Als Konsequenz folgt, dass starke Marken („Power-Brands“) auch in Zukunft gute Chancen haben. Diese Aussage wird durch Langzeit-Untersuchungen der GfK klar belegt (vgl. Abb. 3). Gewinner sind vor allem die Handelsmarken inkl. Aldi. Die Top-Marken konnten sich dennoch verhältnismäßig gut halten. Deutliche Verlierer sind die Marken im Mittelfeld. Unternehmen, die weiterhin auf Herstellermarken als primäre Marketingstrategie setzen, müssen sich daher auf die Top-Marken konzentrieren und die knappen Mittel nicht verzetteln.

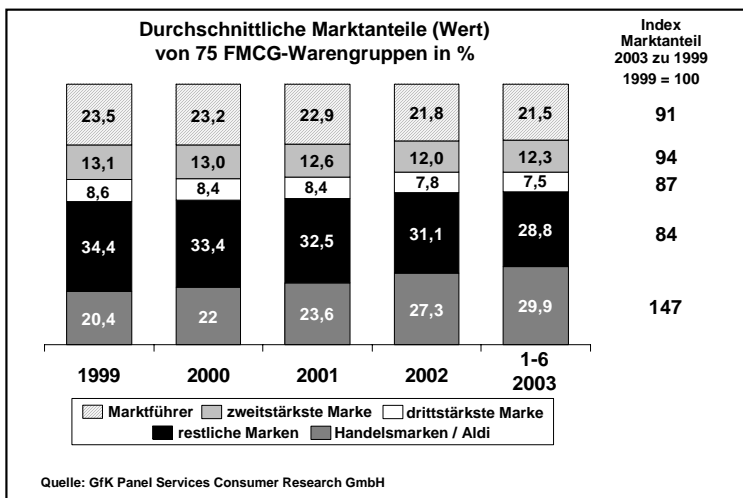


Abb. 3: Starke Marken: Feste Stellung im Markt

Starke Marken setzen eine imageprägende Markenpositionierung, eine laufende Aktualisierung der Marke durch Innovation und eine massive Unerstützung durch kontinuierlichen Kommunikationsdruck durch klassische Kommunikationsmittel sowie durch Sponsoring, Event-Marketing und Marketing via Internet voraus. Die heute teilweise postulierte Mindestwerbeinvestition pro Marke von 10 Mio. Euro p.a. wird nur von wenigen deutschen Molkereiuunternehmen erreicht. Es fällt ferner auf, dass es sich bei den Top-Werbe-Spendern fast ausschließlich um Konzern- und Privatmolkereien oder Töchter ausländischer Unternehmen handelt.

## (2) Handelsbezogene Faktoren: Aktuelle Herausforderungen für die Markenpolitik aufgrund der Expansion der Handelsmarken

Auch die Handelsmarken (Eigenmarken, Private Labels) verfolgen das Ziel einer engen Bindung der Konsumenten an die Marke. Durch Handelsmarken sollen die Konsumenten dazu gebracht werden, Produkte möglichst nur in den Geschäften der jeweiligen Handelsgruppe einzukaufen. Wichtige Mittel zur Erzeugung von Präferenzen für die Handelsmarken sind das verwendete Markenlogo, die Qualität der Handelsmarkenprodukte und die intensive Werbung, insbesondere jedoch der günstige Preis. Handelsmarken im Food Bereich sind im Durchschnitt um 22 % billiger als vergleichbare Herstellermarken.

Der Absatz von Milchprodukten über das Niedrigpreissegment hat in letzter Zeit stark zugenommen (Abb. 4). Der Handelsmarkenanteil beim Verkauf von Käse in der Selbstbedienungstheke betrug im 1. Hj. 2003 48,5 %, der Handelsmarkenanteil beim Verkauf von Produkten der Weißen Linie 43,8 %. Nach einer aktuellen Untersuchung von ACNielsen ist Trinkjoghurt weltweit jene Produktgruppe, in der Handelsmarken derzeit das größte Wachstum aufweisen.

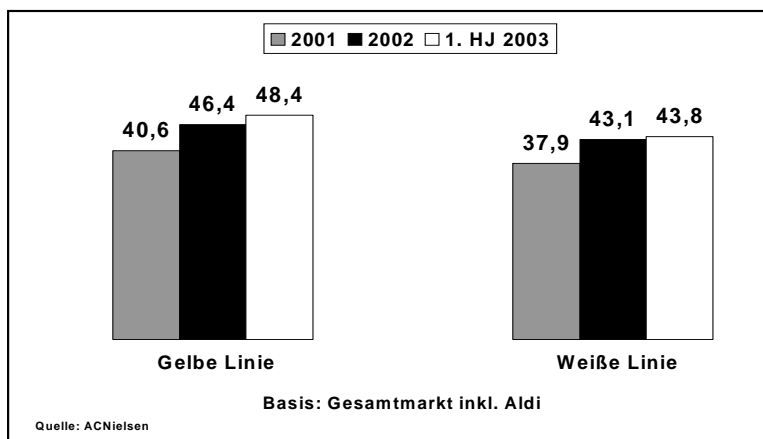


Abb. 4: Marktanteile der Handelsmarken, gelbe und weiße Linie in %

Zusätzlich zum Angebot von Handelsmarken sind die starken Marktanteilszuwächse der Discountgeschäfte beim Absatz von Milchprodukten zu beachten. Mittlerweile haben Discountgeschäfte (inkl. Aldi) beim Absatz fast aller Produktgruppen von Milchprodukten einen Anteil von mehr als 50 %. Die Bedeutung dieser Entwicklungen ist vor allem darin zu sehen, dass sowohl beim Angebot von Handelsmarken als auch beim Absatz in Discountgeschäften,

in denen verschiedene Anbieter wie etwa Lidl und Netto auch Herstellermarken anbieten, niedrige Preise das wichtigste Verkaufsargument darstellen.

### **(3) Konsequenzen für das Angebot von Hersteller und/oder Handelsmarken**

Die Antwort auf die Frage „Produktion von Hersteller- und/oder Handelsmarken?“ hängt sehr stark zum einen von den **bisherigen Absatzstrategien einer Molkerei und zum anderen von der Unternehmensgröße** ab.

Für **mittelständische Molkereien, die in der Vergangenheit keine etablierten Marken aufgebaut haben**, wäre der Neuaufbau starker Herstellermarken ein großes finanzielles Wagnis. Molkereien dieser Gruppe haben kaum eine Alternative, als zum einen so gut wie möglich weiterhin ihren regionalen Absatzmarkt zu pflegen und zum anderen Handelsmarken zu produzieren oder als Copacker zu fungieren. Das Problem dieser Ausrichtung der Produktion ist jedoch zweifellos die Austauschbarkeit mit Angeboten der Konkurrenten und die starke Abhängigkeit von den mächtigen Abnehmern.

Langfristig erfolgreiche Herstellung von Handelsmarken bzw. von Produkten für Discounter setzt wettbewerbsfähige Kosten bzw. sogar Kostenführerschaft in der jeweiligen Produktgruppe voraus. Daraus folgt, dass sich die Herstellung von Handelsmarken langfristig mit großer Wahrscheinlichkeit auf die jeweiligen Kostenführer konzentrieren wird.

**Etablierten Markenartiklern des Molkereisektors** ist zu empfehlen, die Markenpolitik unbedingt fortzuführen und weiter zu intensivieren. Markenpolitik bietet für solche Unternehmen folgende Vorteile:

- Marken sind gerade für Low-Involvement-Produkte, zu denen Milchprodukte zählen, wichtige Schlüsselsignale, welche die Einkaufsentscheidung der Verbraucher wesentlich vereinfachen und Routinekäufe ermöglichen. Zum anderen sind Marken eine wichtige Basis für die Bindung der Verbraucher an die Produkte eines Molkereiunternehmens.
- Molkereien stoßen bei der Produktgestaltung von Milchprodukten zunehmend an die Grenzen der Differenzierungsmöglichkeiten. Die Folge ist eine weitgehende Austauschbarkeit vieler angebotener Molkereiprodukte. Starke Marken stellen für Molkereien eine Erfolg versprechende Chance dar, dieses Problem der Austauschbarkeit zu umgehen und den eigenen Produkten Individualität zu verleihen.
- Ein Molkereiunternehmen, das auch etablierte Herstellermarken im Portefeuille hat, verfügt gegenüber dem Lebensmittelhandel über eine wesentlich bessere Verhandlungsposition als eine, die nur Standardprodukte anzubieten hat.
- Im Rahmen einer kürzlich abgeschlossenen Dissertation von WINKELMANN (siehe Beitrag in diesem Band) wurde anhand umfangreicher statistischer Berechnungen festgestellt, dass die Intensität der Innovationstätigkeit der mit Abstand wichtigste Erfolgsfaktor von Molkereiunternehmen ist. Innovationstätigkeit und Markenpolitik sind jedoch zwei Strategien, die sich wechselseitig bedingen. Durch die Ergebnisse dieser Studie wird daher die große Bedeutung der Markenpolitik für den Erfolg von Molkereiunternehmen auch empirisch belegt.
- Ein erhebliches Problem stellt das Angebot von Herstellermarken bei Markendiscountern dar: Auf Dauer wird es nicht möglich sein, einerseits Herstellermarken im Sortimentshandel

im Hochpreissegment zu platzieren und diese andererseits bei Markendiscountern als Billigprodukte zu verkaufen.

**Duale Strategie – Produktion von Hersteller- und Handelsmarken:** Bei den heutigen Rahmenbedingungen am Markt für Milchprodukte ist auch den Herstellern von Premium-Marken zu empfehlen, eine duale Strategie zu realisieren, d.h. zusätzlich zu Hersteller- auch Handelsmarken zu produzieren. Die wesentlichen Vorteile einer solchen Strategie sind eine bessere Auslastung der Produktionsanlagen, Einsparungen in der Lagerhaltung, Logistik und im Marketing und die Erschließung von Marktsegmenten, die durch die Herstellermarke nicht bedient werden können. Allerdings dürfen auch die Risiken einer solchen Strategie nicht übersehen werden, die vor allem dann ansteigen, wenn erhebliche Umsatzanteile eines Herstellers auf diesen Absatzweg entfallen. Durch eine enge Kooperation mit den Handelspartnern, z.B. im Rahmen von Category-Management-Projekten, erscheint es jedoch möglich, diese Risiken zu minimieren.

#### **(4) Fazit für die zukünftige Markenpolitik bei Milchprodukten**

Starke Herstellermarken sind für das Marketing weiterhin unverzichtbar - erforderlich ist jedoch eine Konzentration auf „Power-Brands“. Darüber hinaus bieten die Herstellung von Handelsmarken und der Absatz über Discounter durchaus Chancen, die nicht ignoriert werden können. Allerdings sind aktive Strategien erforderlich, um die potentiellen Risiken dieser Absatzwege zu minimieren.

#### **Künftige ökonomische Rahmenbedingungen der Milchwirtschaft – Konsequenzen für Erzeugung und Verarbeitung**

*The future conditions of the dairy sector – consequences for milk production and processing*

Weindlmaier, H.

Die ökonomischen Rahmenbedingungen der Milchwirtschaft verändern sich mit großer Schnelligkeit und in einem Ausmaß, das während der nächsten Jahre wesentliche Anpassungen der gesamten Branche zur Folge haben wird.

#### **(1) Die künftigen Rahmenbedingungen aufgrund der Beschlüsse zur Reform der EU-Agrarpolitik und ihre Konsequenzen**

Hinsichtlich der zukünftigen Rahmenbedingungen der Milch- und Molkereiwirtschaft kommt insbesondere den Beschlüssen, die im Rahmen der Halbzeitbewertung der EU-Agrarpolitik am 26. Juni 2003 gefasst wurden, eine zentrale Bedeutung zu. Diese setzen die Neuausrichtung der Agrarpolitik durch die Agenda 2000 fort, gehen aber sowohl inhaltlich als auch hinsichtlich der Zeitdimension wesentlich über diese hinaus. Die wichtigsten dieser Beschlüsse sind in Abb. 5 zusammengestellt.

Diese Beschlüsse werden wahrscheinlich dazu führen, dass die Erzeugermilchpreise um 5 – 7 Cent/kg zurückgehen, wobei eine etwa 55 %ige Kompensation durch die neu eingeführten Milchprämien erfolgen wird. Die Kostendeckung in der Milchproduktion und die Einkommenssituation der Milchviehbetriebe werden sich dadurch wesentlich verschlechtern (vgl. Abb. 6). Bei kleineren Milchviehbetrieben, die bisher eine große Stabilität aufgewiesen haben, kann dies dazu führen, dass es im Generationenwechsel zu einer stärkeren Aufgabe der Milchviehhaltung kommt. Bei einer Reihe großer Milchviehbetriebe in den neuen Bundesländern besteht die Gefahr, aufgrund hoher Fremdkapitalzinsen, Pachten und Lohnzahlungen in Liquiditätsengpässe zu kommen.

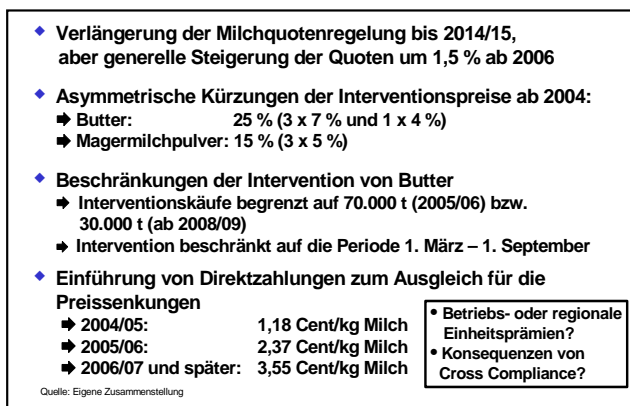


Abb. 5: Entscheidungen der Milchmarktpolitik vom 26. Juni 2003

Unter diesen Bedingungen ist nicht mehr sicher gestellt, dass die Milchquote in allen Jahren voll ausgenutzt werden wird. Auf jeden Fall ist davon auszugehen, dass in wettbewerbschwachen Regionen die Milchviehhaltung stark eingeschränkt wird. Daraus resultiert als weitere Konsequenz, dass eine flächendeckende Grünlandbewirtschaftung und Milchviehhaltung, die lange ein agrarpolitisches Ziel darstellte, unter den neuen Rahmenbedingungen nicht aufrechterhalten werden kann.

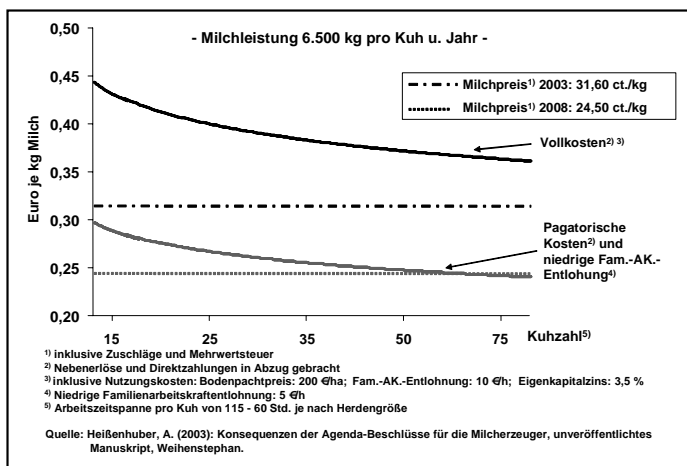


Abb. 6: Vergleich: Milchpreise und Produktionskosten bayerischer Milchviehbetriebe

Aufgrund der veränderten Milchmarktpolitik ergeben sich **erhebliche Anpassungsnotwendigkeiten für die Milcherzeuger**. Die Realisierung dieser Anpassungen stellt im Hinblick auf die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit des Milchstandorts Deutschland eine unbedingte Notwendigkeit dar. Wichtig ist zum einen ein forcierter Strukturwandel in der Milchviehhaltung. Es wird erwartet, dass in Zukunft Milchzeugung in Vollerwerb nur mit Kuhbeständen von mehr als 80 – 100 Kühen möglich sein wird. Zum anderen setzt eine zukünftig wettbewerbsfähige Milchviehhaltung die Ausschöpfung aller Leistungspotentiale und Kosteneinspar-

rungsmöglichkeiten voraus. Die Schaffung wettbewerbsfähiger Strukturen erhöht jedoch auch die Chance, in der Politik für die berechtigten Anliegen der Branche wieder Gehör zu finden.

**Für die Molkereien** bedeutet die Senkung der Rohstoffkosten die Chance, die Wettbewerbsfähigkeit am Weltmarkt zu verbessern. Allerdings besteht die Gefahr, dass Molkereistandorte ihre regionale Rohstoffbasis verlieren, so dass die Notwendigkeit für Standortverlagerungen, Desinvestitionen und Neubauten von Molkereibetriebstätten die Folge sein dürfte.

## (2) Die Perspektiven der Märkte für Milchprodukte

Die Chancen der EU, die **Exporte** auf den Weltmarkt wesentlich auszuweiten, sind aufgrund der hohen Preisdifferenz zwischen EU und Weltmarkt und infolge des Zwangs, im Rahmen der WTO die Exporterstattungen weiter abzubauen, begrenzt. Abb. 7 zeigt beispielhaft die Entwicklungen am Weltmarkt für Vollmilchpulver. Es wird deutlich, dass während des Zeitraums 1992 - 2002 zwar der Umfang des Welthandelsvolumens ausgeweitet wurde. Allerdings hat die EU auf Kosten von Neuseeland, Australien und Argentinien erheblich an Marktanteilen verloren.

Der Anstieg der Exporte von Milchprodukten sowohl in Drittländer als auch in die EU im Jahr 2003 ist zwar ein positives Zeichen. Dieses Wachstum der Exporte war jedoch mit weiter rückläufigen Preisen verbunden. Zweifelsfrei kommt dem Export auch weiterhin eine große Bedeutung für den Absatz deutscher Milchprodukte zu, allerdings müsste sich dieser stärker von Standardprodukten auf Produkte mit höherer Wertschöpfung verlagern.

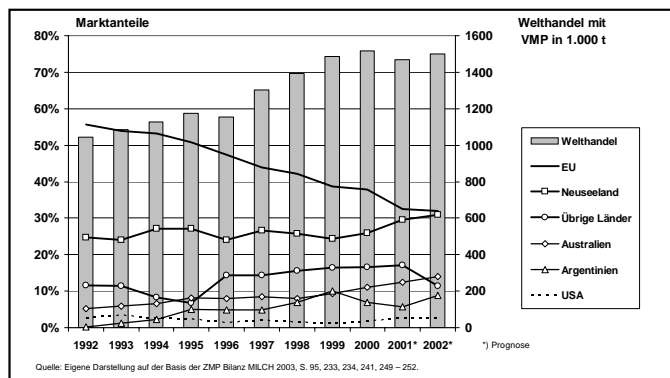


Abb. 7: Entwicklung des Welthandels mit Vollmilchpulver von 1992 –2002

Am **Inlandsmarkt** ist weiterhin eine positive Entwicklung der Pro-Kopf-Nachfrage nach Käse zu verzeichnen, während die Pro-Kopf-Nachfrage bei Konsummilch, Joghurt und Butter stagniert bzw. rückläufig ist (vgl. Abb. 8). Innerhalb der einzelnen Produktgruppen und zwischen den Anbietern gibt es aber weiterhin erhebliche Verschiebungen. Innovative Produktkonzepte unter Berücksichtigung der Megatrends im Konsumverhalten, nämlich Gesundheit und Wellness, Genuss und Convenience, bieten nach wie vor gute Chancen. Bei massiver Unterstützung durch Maßnahmen der Kommunikation sind sie die Basis für Marktanteilsgewinne einzelner Anbieter. Darüber hinaus sollte einem aktiven Marketing für das wachsende Segment der Großverbraucher steigende Beachtung geschenkt werden.

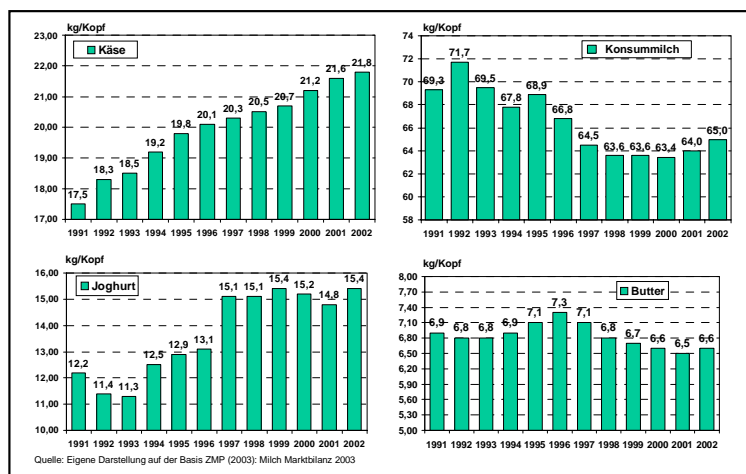


Abb. 8: Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs ausgewählter Milchprodukte in Deutschland

Das **Preisniveau der meisten Milchprodukte** ist rückläufig. Verursacher dafür sind sowohl die Entwicklungen auf den Märkten, aber auch die Überschüsse am EU-Milchmarkt im Umfang von 15 – 20 %. Nicht zuletzt sind die Entwicklungen und Absatzstrategien im Lebensmittelhandel als Ursache zu sehen. Neben der starken Konzentration und Internationalisierung des Lebensmittelhandels ist vor allem die stark gestiegene Bedeutung des Absatzes von Milchprodukten über niedrigpreisige Discountgeschäfte und als Handelsmarken ursächlich.

### (3) Strategische Optionen der Molkereiwirtschaft

- Für die Erhaltung und weitere Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit kommt der **Vergrößerung der Betriebsstätten und Unternehmen** eine große Bedeutung zu. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht sind vor allem die Möglichkeiten der Senkung der Stückkosten in großen Betriebsstätten sowie die Vorteile großer Unternehmen im Marketing und als Partner des stark konzentrierten Lebensmittelhandels wichtige treibende Kräfte des Strukturwandels. Obwohl auch diverse Hemmfaktoren des Strukturwandels zu beachten sind, wird davon ausgegangen, dass diese nicht ausreichen werden, eine wesentliche weitere Konzentration von Unternehmen und Betriebsstätten zu verhindern. Eine Reduzierung auf etwa 30 Molkereiunternehmen im Verlauf der nächsten zehn Jahre wird für eine realistische Option gehalten.
- Die **Strategie der umfassenden Kostenführerschaft** verfolgt das Ziel, in einem Produktbereich Wettbewerbsvorteile durch niedrige Kosten zu erringen. Diese Strategie setzt große Unternehmen und Betriebsstätten und stringentes Kostenmanagement voraus. Die Bedeutung dieser Strategie ist in der deutschen Molkereiwirtschaft stark angestiegen. Es wird davon ausgegangen, dass in Zukunft die Produktion von Standardprodukten des Molkereiproduktsortiments, die Produktion von Handelsmarken und Produkten für Discounter im Wesentlichen eine Domäne von großen Unternehmen mit stark spezialisierten Betriebsstätten sein wird. Diese müssen Kostenführer sein oder Kosten aufweisen, die nur einen geringen Abstand zum Kostenführer aufweisen.



- Die **Realisierung einer Differenzierungsstrategie** setzt auf das Angebot von Produkten mit Alleinstellungsmerkmalen. Aufgrund der spezifischen Produkteigenschaften sind die Konsumenten bereit, für diese Produkte einen höheren Preis zu bezahlen. Wichtige Optionen für eine Differenzierungspolitik bei Milchprodukten sind die Schaffung von Präferenzen durch Produktinnovationen, durch Marken und durch eine umfassende Kommunikationspolitik. Eine Differenzierungspolitik ist eine zentrale Option für größere, finanzstarke Unternehmen des Molkereisektors, sofern für diese Strategie bereits in der Vergangenheit eine Basis aufgebaut wurde. Vor allem von Konzern- und Privatmolkereien wurde diese Chance genutzt. Es wird für erforderlich erachtet, dass die Unternehmen des Molkereisektors das Engagement in Richtung Produktinnovation und Marketing wesentlich verstärken. Nur dann wird es auch möglich sein, die Abhängigkeit vom Lebensmittelhandel zu reduzieren.
- Für eine begrenzte Anzahl kleiner und mittelständischer Unternehmen des Molkereisektors (KMUs) dürfte auch in Zukunft eine **Nischenpolitik** eine realistische Chance darstellen. Voraussetzung für eine erfolgreiche Nischenpolitik ist allerdings, dass es gelingt, Produkte anzubieten, die den speziellen Wünschen der Zielgruppe gerecht werden und für welche diese bereit ist, einen Preis zu bezahlen, der die Mehrkosten mindestens deckt. Bio-produkte, regionale Käsespezialitäten und Regionalmarken sind Beispiele solcher Produkte.

Die **Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen** wird zwar in starkem Maße von den politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, den jeweiligen Strukturen sowie von den gewählten Strategien bestimmt. Mindestens so wichtig für den Erfolg sind jedoch sowohl in der Milchviehhaltung als auch im Molkereisektor Unternehmerpersönlichkeiten, die in der Lage sind, die gewählten Strategien mit Können, Kontinuität und Überzeugungskraft umzusetzen. Auch in Zukunft wird eine hohe **Qualität der Unternehmensführung die zentrale Voraussetzung für erfolgreiche Unternehmen** bleiben.

### **Integrierte Kommunikation: Ein Ansatz zur Verbesserung der Beziehungen in der Wertschöpfungskette Milch**

*Integrated communication: An approach to improve the relationships in the supply chain milk*  
Wienert, M.

Die Kommunikation der Unternehmen hat im Zeitverlauf einen erheblichen Wandel durchlaufen. Während in den 60er Jahren den Instrumenten der Unternehmenskommunikation lediglich eine unterstützende Aufgabe beim Abverkauf der Produkte zukam, hat sich seit dieser Zeit der Einfluss von kommunikativen Maßnahmen zunehmend verstärkt. Der Produktwettbewerb hat sich in den 90er Jahren zu einem Kommunikationswettbewerb verändert. Das Angebot an Marken, Medien und Kommunikationsinstrumenten (Above the Line-, Below the Line-Instrumente) steigt stetig an, was zu einer Zersplitterung und Verminderung der Kommunikationswirkung führt. Der Konsument ist durch die Entwicklung zunehmend überlastet und kann die Informationen nur noch sehr oberflächlich verarbeiten.

Verbunden mit diesen Entwicklungen genügt eine Ansprache der Kunden als alleinige Zielgruppe nicht mehr dem Anspruch eines modernen und zukunftsorientierten Unternehmens der Molkereiwirtschaft. Interne Kommunikation mit den Mitarbeitern und externe Kommunikation mit Business-to-Business-Partnern sowie der Öffentlichkeit sind Voraussetzungen für

eine optimale Kommunikationswirkung. Eine Lösungsmöglichkeit bietet die Abstimmung aller Kommunikationsmaßnahmen des Unternehmens mit seinen Zielgruppen, um bei diesen eine einheitliche Wirkung der Unternehmung und seiner Produkte hervorzurufen und sich dadurch von der Konkurrenz zu differenzieren. Ein Konzept, welches diese ganzheitliche Kommunikation eines Unternehmens zum Inhalt hat, ist die integrierte Kommunikation.

Seit den 90er Jahren sind verschiedene Kommunikationskonzepte entwickelt worden, die sich mit der Integration der Kommunikationsleistung, also dem vernetzten Einsatz der Kommunikationsinstrumente sowie der Ansprache aller unternehmensrelevanten Zielgruppen beschäftigen.<sup>4</sup> In der wissenschaftlichen Diskussion werden integrierte Ansätze als unabdingbarer Schritt zu einer verbesserten, effizienteren Kommunikationspolitik der Unternehmen gesehen. Als geeignetes Konzept erweist sich das Modell von BRUHN. Dieser Ansatz betrachtet die integrierte Kommunikation als Managementprozess, der sowohl planerische und organisatorische als auch personelle Gesichtspunkte der Kommunikation beinhaltet und somit alle für die Praxis wichtigen Aspekte berücksichtigt. Integrierte Kommunikation wird definiert als „... ein Prozess der Analyse, Planung, Organisation, Durchführung und Kontrolle, der darauf ausgerichtet ist, aus den differenzierten Quellen der internen und externen Kommunikation von Unternehmen eine Einheit herzustellen, um ein für die Zielgruppen der Kommunikation konsistentes Erscheinungsbild über das Unternehmen bzw. ein Bezugsobjekt des Unternehmens zu vermitteln.“<sup>5</sup>

### **Notwendigkeit integrierter Kommunikation im Milch- und Molkereisektor**

Aufgrund der gegebenen Wettbewerbssituation im Milch- und Molkereisektor gibt es eine Vielzahl von Argumenten, die die Notwendigkeit einer Betrachtung der Kommunikation zwischen den Partnern in der Wertschöpfungskette Milch begründen:

**Die Kommunikation zwischen den Molkereien und den Milcherzeugern** ist durch die enge Verknüpfung beider Wertschöpfungspartner eine bedeutende Determinante. Dabei ist die Höhe des jeweiligen Erzeugermilchpreises und dessen Kommunikation wesentlicher Schwerpunkt für eine langfristige Zusammenarbeit zwischen Molkerei und Milcherzeuger. Zum einen ist die Produktion von Milch vor allem in Bayern für viele Landwirte der Hauptproduktionszweig und die wichtigste Einkommensquelle. Während positive Veränderungen des Milchpreises die Einkommenssituation maßgeblich verbessern können, führt jede Reduzierung des Milchpreises unmittelbar zu einer Verminderung der liquiden Mittel und des Einkommens. Der für die Rohmilch bezahlte Milchpreis ist jedoch auch aus Sicht der Molkereien eine äußerst wichtige Entscheidungsgröße, da die Kosten für den Rohstoff Milch je nach Produktionsschwerpunkt etwa 60 – 90 % der Kosten einer Molkerei ausmachen.

Ein weiterer zentraler Faktor für die Zusammenarbeit zwischen Molkereien und Milcherzeugern ist im Wege des Strukturwandels von Relevanz. Im Vorfeld struktureller Veränderungen, etwa der Fusionen von Genossenschaften oder von Betriebsschließungen, hat eine offene Diskussion

---

<sup>4</sup> Vgl. z.B. Übersicht in: KIRCHNER, K. (2001): Integrierte Unternehmenskommunikation. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag GmbH sowie BRUHN, M.; AHLERS, M. (2004): Der Streit um die Vormachtstellung von Marketing und Public Relations in der Unternehmenskommunikation – Eine unendliche Geschichte. In: Marketing Zeitschrift für Forschung und Praxis, Jg. 26, Heft 1, S. 71-80.

<sup>5</sup> Vgl. BRUHN, M. (2003): Integrierte Unternehmens- und Markenkommunikation. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, S. 11.

zwischen den Milcherzeugern und den Molkereien eine große Bedeutung. Es muss das Ziel sein, den Milcherzeugern zum einen eine realistische Einschätzung der Ziele und Notwendigkeiten der Maßnahmen aus Sicht der Molkerei zu vermitteln. Genauso wichtig ist es jedoch, die Meinungen der Milcherzeuger und ihre Vorstellung etwa hinsichtlich ihrer Mitwirkung an der Entscheidungsfindung im fusionierten Unternehmen kennen zu lernen und ausreichend zu berücksichtigen. Eine Basis von Vertrauen und Verlässlichkeit auf beiden Seiten muss geschaffen werden.

Eine gewichtige Rolle spielt die **interne Kommunikation der Molkereien zwischen Management und Mitarbeitern**. Die Mitarbeiter sind eine bedeutende Ressource („Human Capital“), welche die Leistungsfähigkeit einer Molkerei in starkem Maße beeinflusst. Es muss das Ziel sein, durch frühes und umfassendes Informieren der Mitarbeiter über Vorgänge in der Molkerei zu vermeiden, dass diese erst durch externe Medien über Veränderungen der Unternehmensstrategien, Betriebsschließungen, Standortverlagerungen, Unternehmensfusionen oder -übernahmen etc. erfahren. Eine ausgeprägte Kommunikationskultur im milchverarbeitenden Unternehmen motiviert die Mitarbeiter und schafft somit eine Identifikation mit dem Unternehmen. Dadurch entsteht auch die Chance, dass diese ihrerseits als „Botschafter“ des eigenen Betriebes wirken und als Meinungsmultiplikatoren und Imageträger fungieren. Erreicht werden kann dies nur durch eine gut strukturierte und organisierte Gliederung der horizontalen und vertikalen Kommunikationswege in der Molkerei.

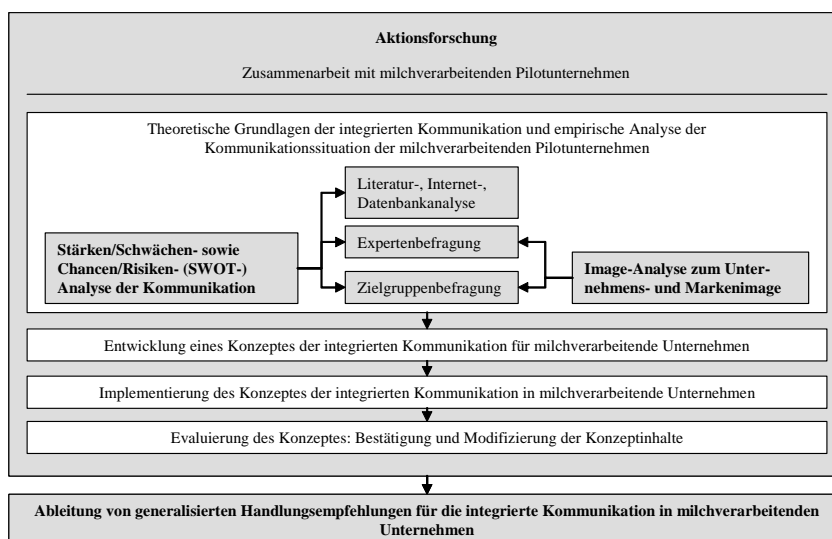
Des Weiteren ist die **Kommunikation zwischen den Molkereien und dem Lebensmittelhandel** zu betrachten, denn der Verkauf über den Lebensmittelhandel stellt den wichtigsten Absatzweg für Milchprodukte dar. Aufgrund der aggressiven Preispolitik, die sich nicht nur bei den Discontnern als bevorzugte Marketingstrategie des Lebensmittelhandels durchgesetzt hat, ist die Beziehung zwischen diesen beiden Partnern häufig nicht durch Kooperation, sondern eher durch Konfrontation bzw. durch Preisdiktate des Handels charakterisiert. Auch von Seiten des Handels wird jedoch häufig darüber geklagt, von den Herstellern über ihre Planungen, etwa im Zusammenhang mit dem Angebot von Produktinnovationen, nicht oder zu spät informiert zu werden. Es muss das Ziel sein, durch neue Formen der Kommunikation die Vertrauensbasis zwischen diesen beiden wichtigen Partnern in der Wertschöpfungskette Milch zu verbessern. Der Ansatz gemeinsamer „Category-Management-Teams“ könnte hier ein erster Weg zur Erreichung dieses Ziels sein.

Eine effektive **Kommunikation zwischen den Molkereien und den Endverbrauchern ihrer Produkte**, vor allem durch Endverbraucherwerbung, wurde bisher als Hauptaufgabe der Kommunikationspolitik einer Molkerei gesehen. In diesem Zusammenhang sind jedoch die Molkereien mit einem spezifischen Problem konfrontiert: Viele Milchprodukte fallen in den Bereich der low-interest-Produkte, d.h. es muss davon ausgegangen werden, dass es der Konsument vor dem Kauf nicht für notwendig hält, sich detailliert über das Milchprodukt zu informieren. Durch diese Tatsache sowie aufgrund der Informationsüberlastung der Konsumenten hat die Wirkung der klassischen Werbung stark nachgelassen. Es stellt sich daher zum einen die Frage, ob und welche Möglichkeiten es gibt, die Wirkung der klassischen Kommunikation zur Erreichung der Werbeziele zu verbessern. Zum anderen ist zu untersuchen, welchen Beitrag neue Kommunikationsmaßnahmen (Below the Line-Maßnahmen) wie Sponsoring, Event-Marketing und Werbung via Internet leisten können.

Wie ein solches integriertes Kommunikationskonzept, welches speziell die Belange in der Wertschöpfungskette Milch betrachtet, entwickelt und umgesetzt werden kann, wird in einem Forschungsprojekt der Professur für Betriebswirtschaftslehre des Wissenschaftszentrums Weihenstephan untersucht.

### Methodische Vorgehensweise des Forschungsprojektes

Die Aktionsforschung<sup>6</sup> bildet den methodischen Rahmen des Forschungsvorhabens. Bei dieser Methode handelt es sich um einen induktiven Ansatz, der sich insbesondere durch eine enge Verknüpfung zwischen wissenschaftlicher und praktischer Problemlösung auszeichnet. Vorteilhaft für diese Arbeit ist vor allem der explorative Charakter der Aktionsforschung, wodurch komplexe Strukturen, wie die Unternehmenskommunikation, unter realen Bedingungen betrachtet werden können und welcher dem Ziel der Forschungsarbeit nach umsetzungsrelevanten Handlungsempfehlungen Rechnung trägt. Es findet eine Zusammenarbeit mit mehreren Pilotmolkereien statt. Das grundlegende Vorgehen des Forschungsprojektes wird in Abbildung 9 dargestellt.



Quelle: Eigene Darstellung

Abb. 9: Konzeptioneller Aufbau der Forschungsarbeit

Im Rahmen einer explorativen Situationsanalyse wird die Kommunikationssituation der Pilotunternehmen erfasst. Die Analyse erfolgt nach den Grundsätzen der SWOT-Analyse (intern: Strengths/Weaknesses; extern: Opportunities/Threats). Sie bietet eine tragfähige empirische Basis für die Ermittlung der relevanten Informationen, die für die weiteren Arbeitsschritte dieses Projektes notwendig sind. Im Forschungsvorhaben wird der Fokus dieser Analyse auf die Unternehmenskommunikation gelegt, wobei die externen und internen Einflussvariablen auf

<sup>6</sup> Vgl. zur Methodik der Aktionsforschung weiterführend: HAAG, F.; KRÜGER, H. (1972): Aktionsforschung: Forschungsstrategien, Forschungsfelder und Forschungspläne. München: Juventa; MOSER, H. (1975): Methoden der Aktionsforschung. München: Kösel; RETTERMEIER, J.; WILFER, R. F. (1980): Möglichkeiten und Grenzen der Realisierung konfliktlösenden Handelns durch Aktionsforschung. Spardorf: Wilfer.

die Unternehmenskommunikation herauszufiltern sind. Dabei wird insbesondere auf umfeld-, markt-, lieferanten-, handels-, kunden- und öffentlichkeitsbezogene Einflussgrößen eingegangen.

Bausteine der Untersuchung werden dabei einerseits qualitative Experteninterviews und andererseits quantitative Zielgruppenbefragungen sein. Die durch den methodischen Hintergrund der Aktionsforschung geforderte inhaltliche und prozessuale Zusammenarbeit von Forschung und Praxis während der gesamten Forschungsarbeit lässt sich durch explorative Interviews als Erhebungsinstrument für komplexe Sachverhalte optimal gewährleisten. Durch die sehr unterschiedlich strukturierten Pilotunternehmen (bspw. hinsichtlich Unternehmensgröße, strategischer Zielsetzung, Unternehmensorganisation) lassen sich verschiedene Kommunikationsstrukturen kennen lernen. Um diesen vielschichtigen Strukturen gerecht zu werden, dient das Instrument der leitfadengestützten Tiefeninterviews zur Erhebung der Daten. Die Interviews werden mit Experten der Pilotunternehmen, wie Marketingverantwortlichen, Kommunikationsverantwortlichen sowie Entscheidungsträgern für Beschaffung, Vertrieb und Personalangelegenheiten geführt.

Auf der Grundlage der erhobenen Ergebnisse aus den Experteninterviews verbunden mit generierten Erkenntnissen aus bereits durchgeführten Studien und der bestehenden Literatur werden Hypothesen formuliert, die durch eine quantitative Erhebung bei den Zielgruppen der Supply Chain geprüft werden. Als Sample werden Befragungen mit den Marktpartnern der Molkereien durchgeführt (Lieferanten, Mitarbeiter, Weiterverarbeiter, Groß- und Einzelhandel und Groß- und Endverbraucher). Zum Zweck der Zielgruppenbefragung werden standardisierte vollstrukturierte Fragebögen erstellt, die über Pretests auf Eignung und Verständlichkeit geprüft werden sollen. Die Stichprobengröße der einzelnen Anspruchsgruppen wird in Abhängigkeit der unternehmensspezifischen Gegebenheiten (bspw. Anzahl der Mitarbeiter, relevante Entscheidungsträger des Handels) gezogen. Neben der Kommunikationsleistung der milchverarbeitenden Unternehmen erfolgt ein Abfragen des Unternehmens- und Markenimages.

Aus dieser umfassenden Analyse der Kommunikationssituation lässt sich ein integriertes Kommunikationskonzept für Molkereien entwickeln, welches sowohl den Planungsprozess einer integrierten Kommunikation betrachtet, als auch deren idealtypischen, organisatorischen Einbindung sowie Grundsätze der personellen Gestaltung. Im Vordergrund steht dabei die Entwicklung eines umsetzungsrelevanten Konzeptes, was durch die enge Zusammenarbeit mit den Entscheidungsträgern und Marketingverantwortlichen der Pilotunternehmen während der Konzeptentwicklung im Rahmen von Diskussionen und Evaluierungen gegeben ist.

Das entwickelte Konzept soll in die Pilotunternehmen eingeführt werden. Im Implementierungsprozess können Chancen und Risiken der integrierten Kommunikation abgeleitet und Barrieren aufgezeigt werden, die bei der Umsetzung des Konzeptes entstehen.

Den Abschluss des Projektes bildet die Ableitung von generalisierten Handlungsempfehlungen für die Realisierung einer integrierten Kommunikation für Unternehmen der milchverarbeitenden Industrie.

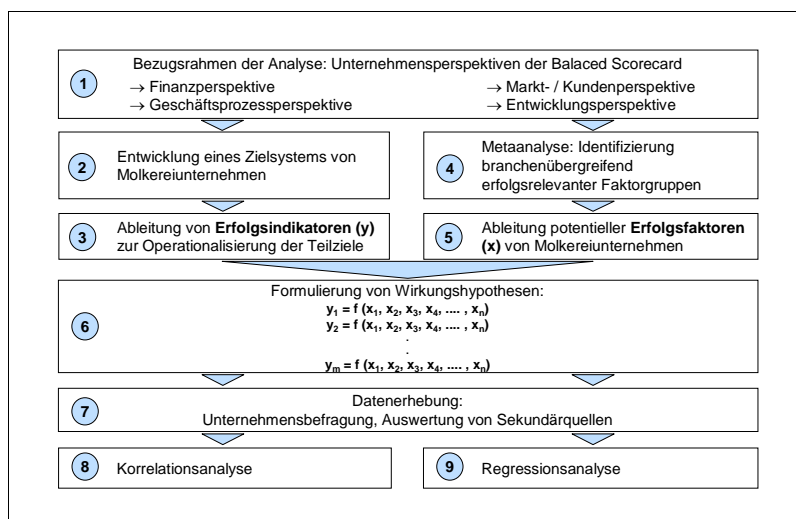
## „Erfolgsfaktoren in der Molkereiwirtschaft“

*Success factors in the dairy sector*

Winkelmann, T.

Die zunehmende Liberalisierung des Milchmarktes und der fortschreitende Konzentrationsprozess im Lebensmittelhandel lassen erwarten, dass sich der Wettbewerb innerhalb der deutschen Molkereiwirtschaft auch in den nächsten Jahren weiter verschärfen wird. In einem solchen Umfeld werden sich langfristig nur diejenigen Unternehmen behaupten können, denen es gelingt, Strategien zur Schaffung und Sicherung von Wettbewerbsvorteilen zu entwickeln.

Für die Entscheidungsträger in den Molkereiunternehmen stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage nach den maßgeblichen Erfolgsfaktoren der Branche. Die Literatur zur Erfolgsfaktorenforschung konnte hierauf bislang keine zufrieden stellende Antwort geben, da die Ergebnisse früherer Studien auf die spezifischen Rahmenbedingungen der Molkereiwirtschaft nur bedingt übertragbar sind. Hier setzt die im Folgenden vorgestellte Untersuchung an: Ausgehend vom Konzept der Balanced Scorecard mit ihren vier Unternehmensperspektiven wurde eine Systematik zur strukturierten Erfassung und empirischen Analyse von Erfolgsfaktoren in der Molkereiwirtschaft entwickelt. Einen Überblick über die wesentlichen Schritte der Untersuchung gibt Abb. 10.

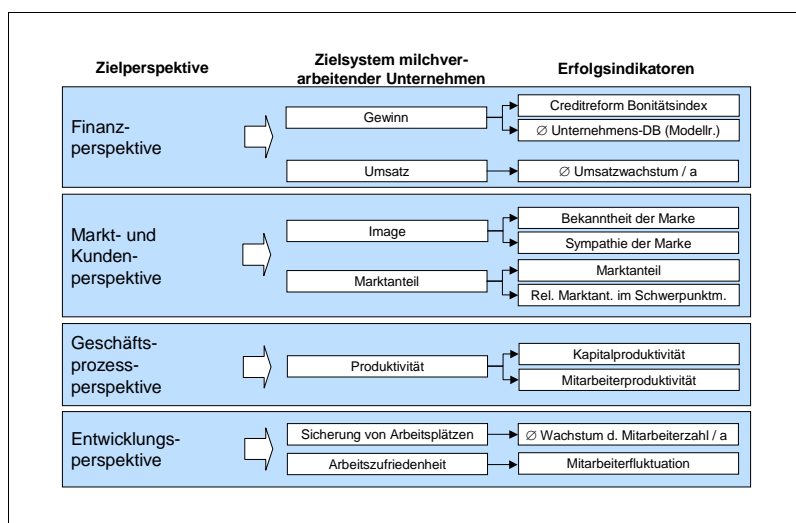


Quelle: Eigene Darstellung

Abb.10: Vorgehensweise und Methodik der Analyse von Erfolgsfaktoren in der Molkereiwirtschaft.

Zunächst wurden Finanz-, Markt-, Geschäftsprozess- und Entwicklungskennzahlen zur Messung des Erfolgs von Molkereiunternehmen (sog. Erfolgsindikatoren) abgeleitet. Dabei wurde von der Erfolgsdefinition nach dem Zielansatz ausgegangen, wonach ein Unternehmen umso erfolgreicher ist, je höher sein Zielerreichungsgrad bezüglich der angestrebten Unternehmensziele ist. Nach den Ergebnissen der Zielforschung sowie den Angaben deutscher Molkereiunternehmen im Rahmen einer Unternehmensbefragung von NICKEL (1991) sind ein hoher Gewinn sowie ein hohes Umsatzwachstum die wichtigsten finanziellen Ziele von Molkereien.

Innerhalb der Marktperspektive streben Molkereiunternehmen vor allem einen hohen Marktanteil sowie ein gutes Produkt- bzw. Firmenimage an. Zentrale Zielsetzungen aus Geschäftsprozess- und Entwicklungs- bzw. Mitarbeiterperspektive sind eine hohe Produktivität sowie die Sicherung von Arbeitsplätzen und eine hohe Arbeitszufriedenheit. Ausgehend von diesen Teilzielen wurden Indikatoren für den Erfolg von Molkereiunternehmen abgeleitet (vgl. Abb. 11). Im Rahmen der empirischen Analyse der Erfolgsfaktoren wurden diese Erfolgsindikatoren als abhängige Variablen über Wirkungshypothesen („Faktor x hat einen positiven Einfluss auf Erfolgsindikator y“) mit den Erfolgsfaktoren verknüpft.



Quelle: Eigene Darstellung

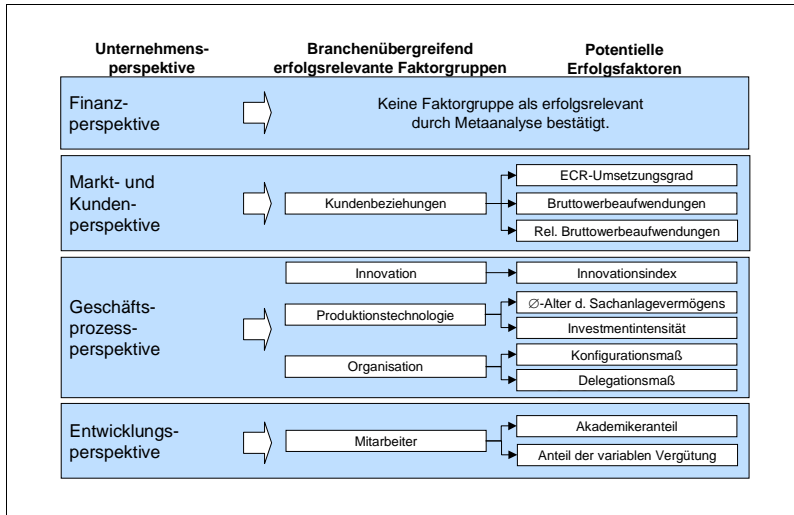
Abb. 11: Ableitung der Erfolgsindikatoren

Bei der Ableitung potentieller Erfolgsfaktoren von Molkereiunternehmen wurde zunächst untersucht, welche Faktoren bzw. Faktorgruppen sich in den bisherigen Studien zur Erfolgsfaktorenforschung als maßgebliche Determinanten des Unternehmenserfolgs bewährt haben. Dazu wurden im Rahmen einer so genannten „Metaanalyse“ die Befunde von insgesamt 20 branchenunabhängigen Erfolgsfaktorstudien quantitativ ausgewertet. Demnach hängt der Erfolg eines Unternehmens insbesondere von den Faktorgruppen „Kundenbeziehungen“, „Innovation / Forschung & Entwicklung“, „Produktion“, „Organisation“ und „Mitarbeiter“ ab. Zusammen mit den Ergebnissen früherer Branchenstudien bildeten diese Ergebnisse die Grundlage für die Formulierung der Untersuchungshypothesen. Abb. 12 zeigt, für welche Erfolgsfaktorvariablen Wirkungshypothesen zum Einfluss auf die zuvor abgeleiteten Erfolgsindikatoren getestet wurden.

Abschließend wurden diese Untersuchungshypothesen empirisch getestet. Die dafür notwendigen Unternehmensdaten wurden verschiedenen Quellen entnommen: Unter anderem wurden Marktforschungsdaten (GfK-Retail Audit MOPRO, AC Nielsen Werbeforschung, Brigitte Kommunikationsanalyse, ZMP Milchpreisvergleich), so genannte „Auskunfteien-Ratings“ (Creditreform Bonitätsindex), Daten aus Branchenstudien (Deutsche Milchwirtschaft Spezial) sowie Angaben aus einer eigenen Unternehmensbefragung verwendet. Bei der Erhebung wurde eine Stichprobe von 30 deutschen Molkereiunternehmen gewonnen, die bezüglich der

Kriterien „Umsatzwachstum“ und „Mitarbeiterzahl“ als repräsentativ bezüglich der Grundgesamtheit angesehen werden kann.

Im ersten Schritt der quantitativen Analyse wurden die einzelnen Hypothesen getestet. Dazu wurden die Korrelationskoeffizienten für die formulierten Zusammenhänge zwischen den potentiellen Erfolgsfaktoren und den Erfolgsindikatoren berechnet und auf Signifikanz geprüft. Einen signifikant positiven Einfluss auf die Erfolgsindikatoren von Molkereiunternehmen haben nach diesen Ergebnissen vor allem die Faktoren Innovation, Werbung, Produktionstechnologie, organisatorischer Aufbau und Qualifikation der Mitarbeiter.



Quelle: Eigene Darstellung

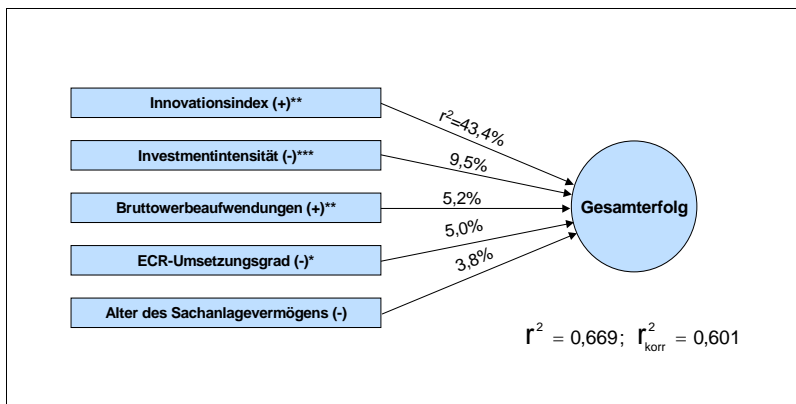
Abb. 12: Ableitung der Erfolgsfaktoren

Um beurteilen zu können, ob es sich bei den untersuchten Variablen tatsächlich um maßgebliche Determinanten des Unternehmenserfolgs im Sinne der Erfolgsfaktorendefinition handelt, wurde in einem zweiten Schritt untersucht, welchen Beitrag diese Faktoren zur Erklärung des Erfolgs von Molkereiunternehmen liefern. Dazu wurden Regressionsmodelle mit den potentiellen Erfolgsfaktoren als erklärenden und den Erfolgsindikatoren als abhängigen Variablen formuliert. Maßstäbe für den Erklärungsbeitrag sind jeweils die korrigierten Bestimmtheitsmaße der Modelle sowie die partiellen Bestimmtheitsmaße der einzelnen Faktoren.

Die Varianz eines zusammengefassten Gesamterfolgsindikators kann nach den Ergebnissen der Regressionsanalyse zu etwa zwei Dritteln durch die Variablen „Innovationsindex“, „Investmentintensität“, „Bruttowerbeaufwendungen“, „Durchschnittsalter des Sachanlagevermögens“ und „ECR-Umsetzungsgrad“ erklärt werden. Die Bestimmtheitsmaße des Modells sowie die partiellen Bestimmtheitsmaße der einzelnen Einflussvariablen zeigt Abb. 13. Den mit Abstand größten Erklärungsbeitrag liefert demnach die Variable „Innovationsindex“. Grundlage für die Berechnung dieser Variablen sind die Bewertung der Produktinnovationen deutscher Molkereiunternehmen durch die Einkäufer des Lebensmittelhandels im Rahmen der Wahl der „Milchprodukte des Jahres“ der Fachzeitschrift Milch-Marketing in den Jahren 1993-2000. Abb. 14 zeigt die Unternehmen mit der höchsten Ausprägung dieses Innovationsindexes.

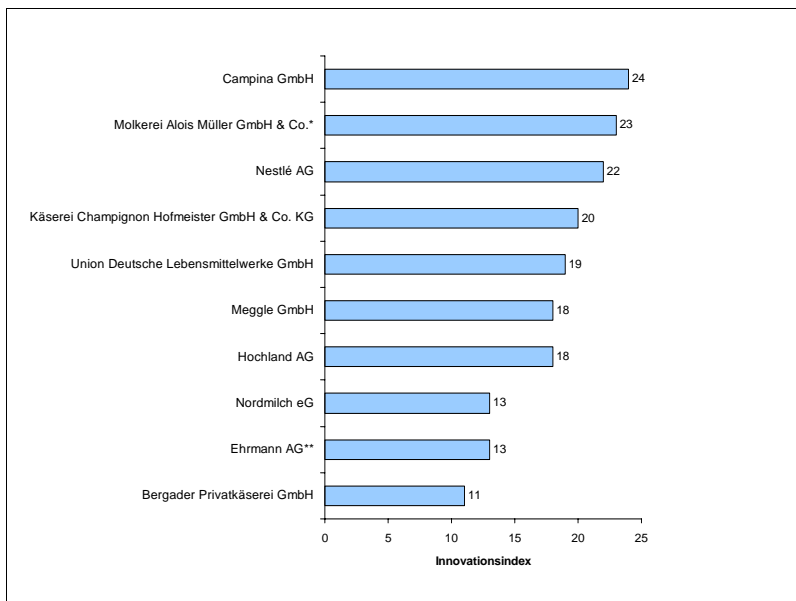


Neben verschiedenen Fortschritten bei der Systematisierung der Vorgehensweise zur Ableitung von Erfolgsfaktoren einer Branche, hat die vorgestellte Arbeit insbesondere die überragende Bedeutung einer erfolgreichen Innovationstätigkeit für den Unternehmenserfolg in der Molkereiwirtschaft verdeutlicht. Als weitere wichtige Einflussfaktoren auf den Erfolg von Molkereien wurden die Faktoren „Werbung“ und „Investmentintensität“ identifiziert. Dabei wurde festgestellt, dass Unternehmen mit einem hohen Einsatz von Kapital in Form von Sachanlagevermögen nur unterdurchschnittlich erfolgreich sind.



Quelle: Eigene Darstellung

Abb.13: Ergebnisse der Regressionsanalyse zur Erklärung des Gesamterfolgs von Molkereiunternehmen



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von N.N.: Die Produkte des Jahres. In: Milch-Marketing 3/1994, 3/1995, 3/1996, 3/1997, 3/1998, 3/1999, 2/2000, 3/2001.

Abb. 14: Top 10 Molkereiunternehmen nach Innovationsindex

## II. Forschungsprojekte zur Fleischwirtschaft

### Risiken der Fleisch- und Fleischwarenvermarktung im Lebensmitteleinzelhandel und bei Metzgereien

*Risks of commercialisation of meat and meat products in food retail and butcher's shops*

Dustmann, H.

#### Problemstellung und Aufbau der Studie

Im Rahmen des Teilprojekts 1 „Systemanalyse der Wertschöpfungskette Fleisch“ des Verbundforschungsprojekts „Politikfolgenabschätzung der Umgestaltung der Wertschöpfungskette Fleisch unter den Prämissen Produktsicherheit, Qualitätserhaltung und Umweltfreundlichkeit“ wurden die Risiken bei der Vermarktung von Fleisch und Fleischwaren im Hinblick auf die Kriterien Produktsicherheit, Qualitätserhaltung und Umweltfreundlichkeit eruiert. Zur Minimierung dieser Risiken wurden Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt und Schlussfolgerungen gezogen. Mit Hilfe von leitfadengestützten Experteninterviews, strukturierten Beobachtungen und Store-Checks wurden die relevanten Prozesse der Fleischvermarktung im LEH und im Fachhandel (Metzgereien) untersucht.

#### Ergebnisse der Risikoanalyse für den LEH und Metzgereien

Die Ergebnisse der Risikoanalyse für den LEH und die Metzgereien lassen insgesamt auf einen hohen Qualitäts- und Sicherheitsstandard hinsichtlich der fleisch- und fleischwarenrelevanten Prozesse schließen. Die Ergebnisse zeigen zwischen den Vermarktungswegen LEH und Fachhandel ein heterogenes Bild (Tab. 2).

Tab. 2: Eintrittswahrscheinlichkeiten von Vorfällen im LEH und im Fachhandel im Vergleich

| Abweichung   | Eintrittswahrscheinlichkeit |            |             |
|--|-----------------------------|------------|-------------|
|  | LEH                         | Fachhandel | Mittelwert* |
| falsche Behandlung der Ware durch den Kunden im Geschäft                   | 5                           | 0          | 2,5         |
| Frische/MHD Problematik, allgemein   | 1,5                         | 2          | 1,75        |
| allgemeine Unachtsamkeiten bei der Behandlung von Fleisch und Fleischwaren | 1                           | 2,5        | 1,75        |
| Unzuverlässigkeiten beim Personal  | 1                           | 2          | 1,5         |
| Temperaturabweichungen, insgesamt  | 1                           | 2          | 1,5         |
| Hygienemängel, insgesamt   | 1                           | 1          | 1           |
| Warenanlieferung   | 1                           | 1          | 1           |
| Summe  | 11,5                        | 10,5       | 11          |

Legende: 0 = keine, 1 = sehr geringe, 2 = geringe, 3 = mäßige, 4 = hohe, 5 = sehr hohe Eintrittswahrscheinlichkeit

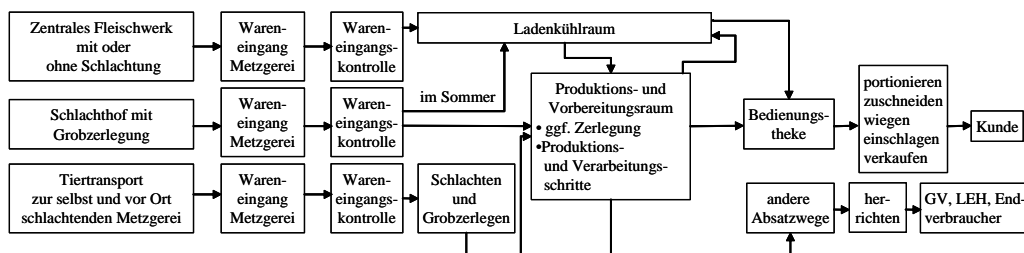
\*) Mittelwert der Ergebnisse zwischen LEH und Fachhandel, bei gleicher Gewichtung

Quelle: Eigene Darstellung

Im **LEH** treten am häufigsten Risiken bedingt durch unsachgemäße Handhabung der Ware vom Kunden im Outlet auf, gefolgt von MHD Grenzfällen. Die wenigsten Abweichungen wurden im Hinblick auf die Unterbrechung der Kühlkette beim Transport von Fleisch und Fleischwaren zum Outlet registriert. Im **Fachhandel** (Metzgereien) traten am häufigsten Vorfälle im Frischbereich beim Handling alte Ware/neue Ware auf, gefolgt von allgemeinen Unachtsamkeiten bei der Behandlung der Fleisch und Fleischwaren, Temperaturabweichungen und Unzuverlässigkeiten beim Personal. Die wenigsten Abweichungen wurden im Hinblick auf Hygienemängel und den Wareneingang registriert. Insgesamt wurden die Eintrittswahrscheinlichkeiten für die identifizierten Risiken im Fachhandel, abgesehen vom Problemfeld Kunde, etwas höher eingestuft als im LEH. Innerhalb der Vermarktungswege LEH und Fachhandel konnten ebenfalls Unterschiede im Hinblick auf die Risikobewertung fleisch- und fleischwarenrelevanter Prozesse ermittelt werden.

### Fleisch und Fleischwarenvermarktung im Fachhandel (Metzgereien)

Innerhalb des Fachhandels drücken sich diese Unterschiede vornehmlich in den verschiedenen Fertigungstiefen der Metzgereien vor Ort aus (Abb. 15). Die Produktion von Fleisch und Fleischwaren in einem modernen metzgereieigenen zentralen Fleischwerk bietet unter hygienischen und qualitativen Gesichtspunkten Vorteile. Wird die Produktion noch mit einer vertikalen Integration verbunden, so ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass die Prozesse sicher beherrscht werden, da nicht zuletzt alle Fehlerfolgen unmittelbar auf die Prozessverantwortlichen zurückwirken und internalisiert werden.



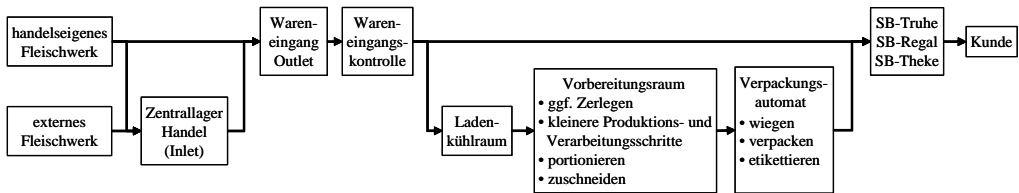
Quelle: Eigene Darstellung.

Abb. 15: Wertschöpfungskette Fleisch und Fleischwaren: Bedienungsware in der Metzgerei

Dennoch konnte aber auch der Eindruck gewonnen werden, dass die Prozesse in einer „kleinen“ Metzgerei mit hoher Fertigungstiefe vor Ort und vielfältigem Angebot gut beherrscht werden können. Hier spielt die Fähigkeit des Metzgermeisters, die Mitarbeiter mit einem rigorosen Qualitätsbewusstsein „zu infizieren“, eine entscheidende Rolle. Viele kleine Maßnahmen **auf operativer Ebene** unterstützen dabei die Einhaltung der Qualitäts-, Sicherheits- und Umweltmaßstäbe in der Metzgerei. Im Hinblick auf **Lösungsmöglichkeiten** zur Minimierung der identifizierten Risiken werden vom Fachhandel individuelle Lösungsansätze auf operativer Ebene gegenüber Systemlösungen favorisiert. Wichtig aus der Sicht von Verbandsvertretern des Fleischerhandwerks ist, dass die Qualität gelebt wird. Systeme alleine schaffen das nicht und sind oft zu praxisfern. Das Überzeugen beim „Tun vor Ort“ ist entscheidend.

## Fleisch und Fleischwarenvermarktung im LEH

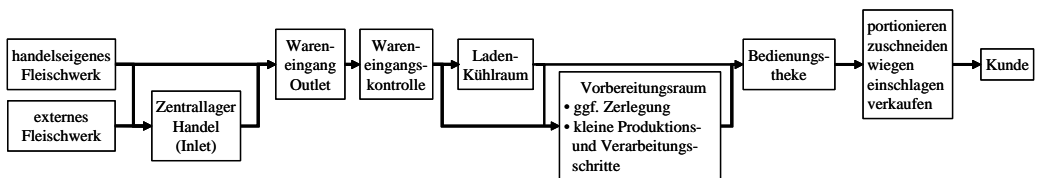
Innerhalb der Fleisch und Fleischwarenvermarktung im LEH sind Unterschiede insbesondere aufgrund verschiedener Abgabeformen der Ware zu erkennen. Einfache Prozesse, wie die Fleisch und Fleischwarenvermarktung über die extern, bereits im Fleischwerk verpackte **SB-Ware**, sind weniger riskoreich einzustufen als die Fleisch und Fleischwarenvermarktung über die Bedienungstheke. Werden darüber hinaus Regelungen, wie beispielsweise die Warenrückführung zwei Tage vor Ablauf des MHD und die mehrmals tägliche Temperaturüberwachung niedriger Temperaturvorgaben befolgt, kann von einem sicheren Prozess gesprochen werden. Einfache logistische Lösungen, wie die Warenanlieferung in TKT Kühlbehältern, unterstützen die Prozesssicherheit.



Quelle: Eigene Darstellung

Abb. 16: Wertschöpfungskette Fleisch und Fleischwaren: SB-Ware im LEH

Für die Fleisch- und Fleischwarenvermarktung über die **Bedienungstheke** (Abb. 17) und die im Outlet verpackte SB-Ware sind managementsystemgestützte Lösungen aufgrund der Vielzahl der Outlets und der Bearbeitungsschritte im Outlet zu empfehlen. Managementsysteme unterstützen die Umsetzung hausinterner Qualitätsansprüche. Ein eng definiertes Korsett für die Arbeitsabläufe zwischen Warenannahme und Verkauf der Ware an der Bedienungstheke ist dabei hilfreich. Als „Stand der Technik“ hinsichtlich managementsystemgestützter Lösungen ist in diesem Zusammenhang der International Food Standard (IFS) zu nennen. Im LEH werden aber auch diese Standardlösungen (z. B. bei REWE, METRO) meistens auf hausinterne Gegebenheiten angepasst und in eigene Systeme transferiert.



Quelle: Eigene Darstellung

Abb. 17: Wertschöpfungskette Fleisch und Fleischwaren: Bedienungsware im LEH

Systemorientierte Lösungen werden unter dieser Prämisse zur Sicherstellung operativer qualitätsunterstützender Maßnahmen auch für den Fachhandel empfohlen. Die Systeme (ISO 9001, IFS) sind zwar nicht ohne weiteres auf die einzelbetrieblich geführte Metzgerei übertragbar, aber sie können einerseits individuell angepasst werden und andererseits geben sie wertvolle Anregungen und methodische Anstöße zur Umsetzung einer nachhaltigen Qualitätsphilosophie und Produktsicherheit in der Metzgerei.

## **Umwelteinflüsse bei der Fleisch- und Fleischwarenvermarktung**

Die Umwelteinflüsse bei der Fleisch- und Fleischwarenvermarktung im LEH und im Fachhandel, besonders bei Metzgereien mit größerer Fertigungstiefe, beziehen sich auf den Energieeinsatz, den Abfall- und Abwasseranfall, den Einsatz von Kühl- und Reinigungsmitteln, ggf. auf Geruchsbelästigungen in der Räucherabluft sowie auf mögliche Lärmbelästigungen. Die im Rahmen der Untersuchung identifizierten qualitäts- und sicherheitsrelevanten Risiken wurden im Hinblick auf ihre Umweltauswirkungen als unbedeutend eingestuft. Die meisten Vorfälle bedingen lediglich ein erhöhtes Abfallaufkommen. Dennoch ergeben sich Kollisionspunkte mit Umweltauswirkungen hinsichtlich der praktizierten und empfohlenen qualitäts- und sicherheitsunterstützenden Maßnahmen. Beispiele hierfür sind: der Reinigungsmiteinsatz und die damit verbundenen Abwasserbelastungen, ein ggf. erhöhtes Abfallaufkommen, bedingt durch eine konsequente MHD Pflege, der Kühlenergieverbrauch sowie Lärmbelästigungen insbesondere bei der Anlieferung der Fleisch und Fleischwaren innerhalb der zeitlichen Beschränkungen für ruhestörende Arbeiten. Lösungsmöglichkeiten, Anregungen und Umsetzungsbeispiele, wie die Umweltleistung der einzelnen Betriebe ohne Einbußen qualitäts- und sicherheitsrelevanter Aspekte verbessert werden kann, können aus den einschlägigen Umweltstandards und den veröffentlichten Umwelterklärungen der nach EMAS validierten Metzgerbetriebe gewonnen werden.

## **Fazit für die Fleisch- und Fleischwarenvermarktung im LEH und in Metzgereien**

LEH und Fachhandel (Metzgereien) räumen den Kriterien Produktsicherheit, Qualitätserhaltung und Umweltfreundlichkeit bei der Vermarktung des Fleisches und der Fleischwaren einen hohen Stellenwert ein. Die Unterschiede zwischen und innerhalb der Vermarktungswege zeigen, dass zur Sicherstellung eines branchenweiten gleich hohen Niveaus für die ca. 90.000 Verkaufsstellen für Fleisch und Fleischwaren in Deutschland Optimierungspotential besteht. Im Hinblick auf die zukünftigen Herausforderungen der Branche (Stichwort Rückverfolgbarkeit) sollte dabei den Betrieben die Möglichkeit gegeben werden, im Sinne eines Best-Practice-Ansatzes voneinander zu lernen. Mit der vorliegenden Arbeit wurde versucht, diesem Ziel einen Schritt näher zu kommen.

## **Politikfolgeschätzung der Umgestaltung der Wertschöpfungskette Fleisch unter den Prämissen Produktsicherheit, Qualitätserhaltung und Umweltfreundlichkeit**

*Policy Assessment of long-term measures that shall show options for the meat value-added chain focusing on product safety, quality assurance and environmental friendliness*

Huber, A., Jantke, C. und Uffelman, W.

Im Rahmen eines Verbundforschungsprojektes zur Wertschöpfungskette Fleisch wird überprüft, ob den Kriterien Produktsicherheit, Qualitätserhaltung und Umweltfreundlichkeit künftig ein höherer Stellenwert einzuräumen ist. Das Ziel des Forschungsprojekts besteht in einer wissenschaftlichen Analyse der Realisierungsmöglichkeiten, der Kosten und des Nutzens weiterer Maßnahmen zur Verbesserung der Qualität, der Sicherheit und der umweltfreundlichen Herstellung von Fleisch und Fleischwaren. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts sollen dazu beitragen, die insbesondere von den Verbrauchern erwünschten Veränderungen in der Produktion und Vermarktung von Fleisch und Fleischwaren durch politisch und ökonomisch

langfristig tragfähige Maßnahmen zu unterstützen. Das Projekt wird voraussichtlich 2005 abgeschlossen werden und ist in vier Teilprojekte auf drei Forschergruppen verteilt.

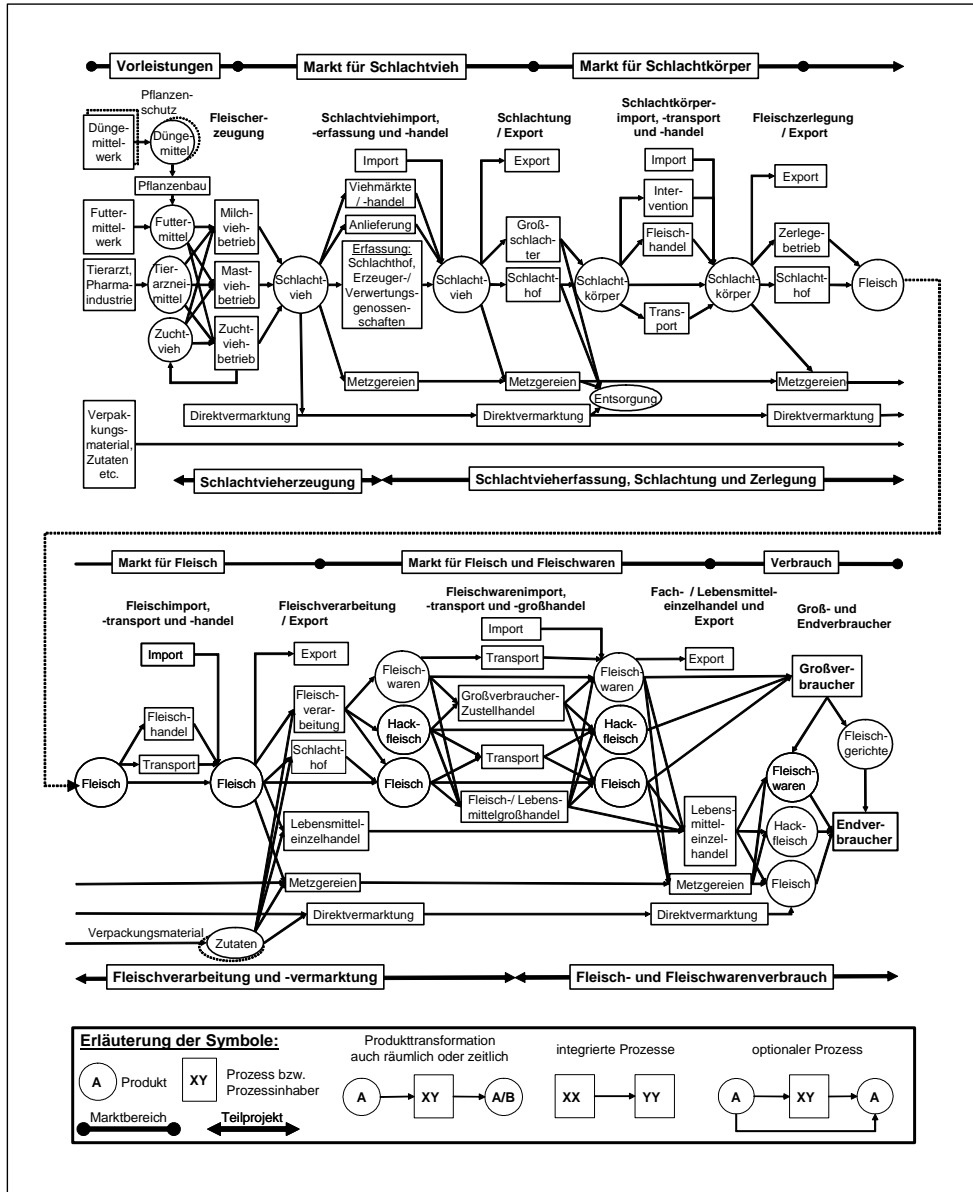
- Für die Koordination des gesamten Projekts und der Teilprojekte **Systemanalyse der Wertschöpfungskette Fleisch** sowie für die **Schlachtung und Fleischverarbeitung** ist Prof. Dr. Hannes Weindlmaier, Professur für Betriebswirtschaftslehre der Milch- und Ernährungsindustrie, verantwortlich. Unteraufträge werden für diese Arbeitsbereiche an Prof. Dr. Branscheid vom Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung in der ehemaligen Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach vergeben. Ziel des ersten Teilprojekts ist die Darstellung und Analyse der gesamten Produktions- und Absatzkette von Fleisch. Dabei sollen Wechselbeziehungen zwischen möglichen Risiken auf den einzelnen Stufen der Kette identifiziert sowie Ansatzpunkte zur Verbesserung des Risikomanagements und der Transparenz der Wertschöpfungskette erarbeitet werden. Ziel des Teilprojektes Schlachtung und Fleischverarbeitung ist die Analyse sowie qualitative und quantitative Bewertung alternativer Ansätze von Risiko- und Umweltmanagementsystemen für die Bereiche Schlachtiererfassung, Schlachtung und Fleischverarbeitung. Neben der Ermittlung von Mindestanforderungen sollen auch Vorschläge für eine optimale Gestaltung der entsprechenden Systeme unterbreitet werden.
- Verantwortlich für das Teilprojekt **Verbrauchsanalyse von Fleisch und Fleischwaren** ist Prof. Dr. Georg Karg, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Haushalts - Konsumforschung und Verbraucherpolitik. Hauptziel ist die Ermittlung des Einflusses von Produktsicherheit sowie tiergerechter und umweltfreundlicher Erzeugung von Schlachtvieh und Fleisch auf den Kaufentscheidungsprozess und die Zahlungsbereitschaft von Groß- und Endverbrauchern beim Kauf von Fleisch und Fleischwaren. Basierend auf den Ergebnissen werden Aufklärungs- und Beratungsprogramme zur Wiedergewinnung und Festigung des Verbrauchervertrauens entwickelt.
- Für das Teilprojekt **Fleischerzeugung** trägt Prof. Dr. Alois Heißenhuber, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues, die Verantwortung. Unteraufträge übernimmt Prof. Dr. Franz X. Roth, Professur für Tierernährung und Leistungsphysiologie. Ziel des Teilprojektes ist es, die Auswirkungen veränderter Rahmenbedingungen auf ausgewählte Produktionsverfahren der Fleischerzeugung zu erfassen und zu analysieren sowie notwendige Veränderungen in der Haltung und Fütterung im Hinblick auf Aspekte der Fleischqualität und -sicherheit sowie des Tier- und Ressourcenschutzes aufzuzeigen.

Um eine breite Akzeptanz der Forschungsergebnisse zu erreichen, wird das Forschungsprojekt in enger Kooperation mit Verbraucherverbänden, mit landwirtschaftlichen Mastbetrieben, mit den Betreibern von Schlachthöfen und Unternehmen der Fleischverarbeitung und Fleischvermarktung durchgeführt. Einen Rahmen für das Gesamtprojekt liefert die prozess- und marktorientierte Beschreibung der Wertschöpfungskette Fleisch, in die die Ergebnisse der einzelnen Teilprojekte eingeordnet werden können.

### **Beschreibung und Beschreibungsmerkmale der Wertschöpfungskette Fleisch**

Die ausgewählten Prozesse in Abb. 18 entsprechen in etwa dem Aufgabenumfang eines typischen Unternehmens der Branche. Grundsätzlich unterschieden werden Produktions- und Vermarktungsprozesse bzw. Transporte. Produktionsprozesse verändern die Beschaffenheit

des Produkts. Transport- und Vermarktungsprozesse führen zu einer örtlichen Verlagerung der Produkte bzw. zu einem Eigentümerwechsel. Die gesamte Wertschöpfungskette Fleisch lässt sich grob in die Produktionsprozesse Schlachtvieherzeugung, Schlachtvieherfassung, Schlachtung und Zerlegung sowie Fleischverarbeitung und in den Fleischverbrauch durch Großverbraucher untergliedern. Diese Produktionsprozesse sind entweder in einem Unternehmen integriert, auf mehrere hochspezialisierte Betriebe verteilt oder durch Märkte verbunden.



Quelle: Eigene Darstellung

Abb. 18: Prozess- und marktorientierte Beschreibung der Wertschöpfungskette Fleisch

Innerhalb der Wertschöpfungskette Fleisch werden die Märkte für die Produkte Schlachtvieh, Schlachtkörper, Fleisch und Fleischwaren sowie Fleischgerichte unterschieden. Zusätzlich werden die Bereitstellung von Vorleistungen für die Schlachtvieherzeugung und der Verzehr von Fleisch, Fleischwaren und Fleischgerichten durch Endverbraucher als Glieder der Wertschöpfungskette Fleisch betrachtet. Die komplette Beschreibung der einzelnen Märkte soll es in der Schlussphase des Forschungsprojekts ermöglichen, die Auswirkungen verschiedener Maßnahmen in einzelnen Produktionsprozessen auf die gesamte Wertschöpfungskette abzuschätzen. Es sollte daher neben den strukturellen Merkmalen der Prozessverantwortlichen auch deren potentiell Verhalten untersucht werden. Um alle Elemente einer Analyse der Wettbewerbskräfte, die von außen auf die einzelnen Branchen einwirken, zu erfassen, müssen auch potentielle und neue Konkurrenten sowie Ersatzprodukte erfasst werden.

Ergänzt werden muss die Beschreibung um die aus Sicht der Verbraucher und des Umweltschutzes relevanten Risiken, die von den Prozessen und Produkten ausgehen können.

### **Vorgehensweise bei der Erfassung und Identifikation potentieller Risiken**

Einen Untersuchungsbereich zur Politikfolgenabschätzung der Umgestaltung der Wertschöpfungskette Fleisch bildet die Darstellung und Analyse der **Risikomanagementsysteme der Unternehmen der Schlacht-, Zerlegungs- und Fleischverarbeitungsindustrie**. Im Fokus stehen dabei die Maßnahmen und Instrumente, die eingesetzt werden, um die Risiken der in diesen drei Wertschöpfungsstufen angewandten Verfahren zu beherrschen bzw. die Risiken für die Produktqualität von Fleisch und Fleischwaren zu minimieren. Im Rahmen dieses Projektes beschränkt sich die Betrachtung auf operationelle Risiken und deren Handhabung, wobei das operationelle Risiko definiert wird als „... die Gefahr von unmittelbaren oder mittelbaren Verlusten, die infolge der Unangemessenheit oder des Versagens von internen Verfahren, Menschen und Systemen oder von externen Ereignissen eintreten.“<sup>7</sup> Ziel der Arbeit ist einerseits die Aufstellung von Mindestanforderungen, denen ein Risikomanagement nicht nur aus gesetzlicher sondern auch aus betriebswirtschaftlicher Sicht genügen muss. Andererseits werden Vorschläge erarbeitet, wie die Unternehmen der Fleischbranche ihr Risikomanagement optimieren können.

Einen wichtigen Ausgangspunkt für die weiteren Arbeitsschritte bildet die **Erfassung und Charakterisierung von operationellen Risiken** in diesen drei Stufen der Wertschöpfungskette Fleisch. Nach eingehender Recherche der Fachliteratur werden die bekannten Risiken in einem Risikoerfassungsbogen aufgenommen und durch die Stufe, in der das Risiko besteht, nach Fehlerart, -ort, -ursache und möglicher Fehlerfolge beschrieben. Ein Beispiel aus dem Bereich der Schlachtung (Stufe) von Schweinen ist das Risiko des Auftretens von PSE (Fehlerfolge) durch einen Verfahrensmangel (Fehlerart). Möglicher Stressaufbau durch zu starkes Antreiben der Tiere (Fehlerursache) bei der Zuführung zur Betäubung (Fehlerort) führt dazu, dass das Schweinefleisch die Qualitätsmängel *pale*, *soft* und *exudative* aufweist.

Parallel zur Erfassung der Risiken erfolgte die Auseinandersetzung mit Konzepten zur Beherrschung von Risiken. Ein ideales Risikomanagementsystem ermöglicht demzufolge eine schnelle Reaktion auf interne und externe Vorfälle bzw. eine Anpassung an Veränderungen im Umfeld der

---

<sup>7</sup> BASELER AUSSCHUSS FÜR BANKENAUF SICHT (2003): Konsultationspapier, Die Neue Baseler Eigenkapitalvereinbarung, S. 140.



Unternehmung ohne den Betriebsablauf zu stören oder den Unternehmenserfolg negativ zu beeinflussen.

Kern eines solchen Risikomanagementsystems ist ein Managementprozess, der sich aus fünf Hauptphasen (Risikodefinition, -identifikation, -bewertung, -handhabung, Maßnahmenkontrolle) zusammensetzt und sich im Bereich der operationellen Risiken idealerweise über sämtliche Unternehmensaktivitäten, wie sie in der Wertschöpfungskette dargestellt sind, erstreckt (vgl. Abb. 19). Die Phasen bauen für das Einzelrisiko betrachtet aufeinander auf. Der Prozess ist jedoch kontinuierlich und kann sich zudem für jedes Einzelrisiko in einer anderen Phase befinden.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an: PORTER, M.E. (1985): Competitive advantage, creating and sustaining superior performance. New York: Free Press, S. 37.

Abb. 19: Management operationeller Risiken in der Unternehmung

Die erste Phase „Risikodefinition“ beinhaltet die Definition von Zielen und die Festlegung von Strategien für den Umgang mit Risiken in der Unternehmung und kann auch als Risikopolitik bezeichnet werden. Hier wird auch über die Relevanz von Risiken für die Unternehmensaktivitäten entschieden. Es schließt sich die Phase „Risikoidentifikation“ an. Systematisch werden dabei die Risiken der einzelnen Unternehmensbereiche erfasst und in einem Risikoinventar aufgeführt. Die Technik der Risikoidentifikation sollte auf die spezifische Risikosituation des Unternehmens abgestimmt sein und zu präzisen Ergebnissen führen.

In der nächsten Phase „**Risikobewertung**“ analysiert das Unternehmen, in welchem Umfang die identifizierten Risiken das Unternehmen bzw. seine Prozesse und Produkte bedrohen. Es folgt die Phase „**Risikohandhabung**“. Diese umfasst alle Maßnahmen, die getroffen werden, um Risiken zu kontrollieren und zu beherrschen. Die Entscheidung für oder gegen eine Maßnahme richtet sich dabei an der Risikopolitik des Unternehmens aus. In der fünften Phase „**Maßnahmenkontrolle**“ soll der Erfolg der durchgeführten Maßnahmen gemessen werden bzw. Abweichungen von den Zielvorgaben festgestellt werden. Zudem wird überprüft, ob das

installierte Managementsystem seine Zweckmäßigkeit erfüllt. Die Vorgehensweise im Risikomanagementprozess und die Ergebnisse der einzelnen Phasen werden durch **Dokumentation** und **Kommunikation** z. B. gegenüber Kontrollinstanzen dargestellt.

Um anhand dieser theoretischen Überlegungen Vorschläge für die Gestaltung des Risikomanagements eines Unternehmens der Fleischbranche erarbeiten zu können, ist eine Erfassung der unternehmensspezifischen Ist-Situation sinnvoll, mit deren Darstellung sowohl Mängel in Aufbau und Inhalt der Risikomanagementsysteme als auch gute Ansatzpunkte in den einzelnen Bereichen der Praxis aufgezeigt werden können.

Für die Erfassung der aufgebauten Risikomanagementsysteme wurden deshalb in Unternehmen der drei Wertschöpfungsstufen leitfadengestützte Experteninterviews mit den Beauftragten für das Risiko- und/oder Qualitätsmanagement geführt. Die in den Interviews behandelten Themenbereiche sind die Risikopolitik des Unternehmens, die organisatorische Verankerung des Risikomanagements, das Vorgehen bei der Analyse von Risiken, die Maßnahmen, die zur Beherrschung der Risiken durchgeführt werden, die Durchführung der Dokumentation, die Vorgehensweise bei der Risikokommunikation und die Einschätzung des Verhaltens anderer Akteure in der Wertschöpfungskette Fleisch sowie die Bedeutung externer Einflüsse auf das Risikomanagement der Unternehmung.

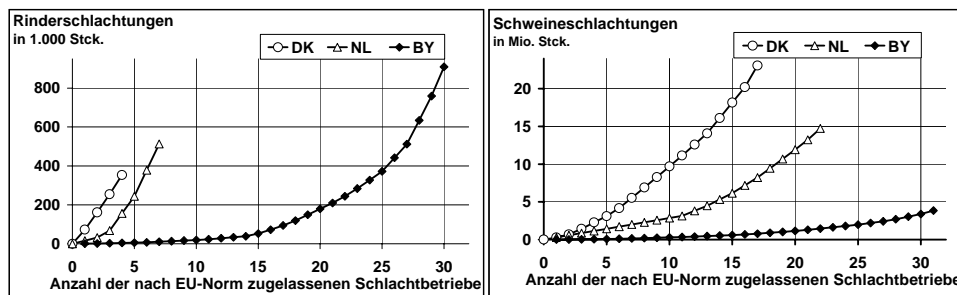
### **Analyse und Evaluierung der Verfahren der Schlachtiererfassung, Schlachtung und Fleischverarbeitung**

Die in der Wertschöpfungskette Fleisch eingesetzten Verfahren der Schlachtiererfassung, Schlachtung und Fleischverarbeitung gerieten im Zusammenhang mit den Krisen auf dem Fleischmarkt zunehmend in den Fokus der Kritik und wurden als eine der Hauptursachen für die krisenhafte Entwicklung bezeichnet. Die Verfahren unterscheiden sich einerseits im Hinblick auf die Erfüllung der Kriterien Produktsicherheit, Qualitätserhaltung und Umweltfreundlichkeit, andererseits bestehen erhebliche Unterschiede im Hinblick auf die Kosten. Die in deutschen Unternehmen eingesetzten Verfahren werden im Rahmen dieser Arbeit mit den Verfahren in Unternehmen der Länder Dänemark und Niederlande verglichen.

Mit Hilfe von leitfadengestützten Experteninterviews und Fragebögen werden die relevanten Prozesse der Schlachtiererfassung, Schlachtung und Fleischverarbeitung in Schlachthöfen und Fleischverarbeitungsbetrieben untersucht. Das Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, für ausgewählte Verfahren die erforderlichen Maßnahmen zur Erfüllung der Kriterien Produktsicherheit, Qualitätserhaltung und Umweltfreundlichkeit und deren Kosten zu ermitteln. Die Höhe der Kosten der einzelnen Prozessschritte wird auch in Abhängigkeit von der Größe der Schlachtbetriebe ermittelt. Im Vergleich zu wichtigen Wettbewerbern in Europa – Dänemark und Niederlande – weist die bayerische Schlachthofstruktur erhebliche Wettbewerbsnachteile auf (vgl. Abb. 20). Hervorzuheben sind geringe durchschnittliche Schlachtkapazitäten, geringe Auslastung und höhere Kosten.

Trotz bereits vorhandener Überkapazitäten werden derzeit neue Schlachtstätten errichtet und vorhandene Schlachtstätten umgebaut. Dabei werden neue Technologien, die nicht nur quantitativen sondern vor allem qualitativen Anforderungen an das Produkt Fleisch gerecht werden, eingesetzt. Dies kann im Bereich der Schlachtung gut am Beispiel des Brühens dargestellt werden. Wenn die Haut bei der Schlachtung von Schweinen am Tierkörper verbleibt und als

Lebensmittel dienen soll, müssen die Borsten entfernt und die Hautoberflächen von Schmutz und Kot befreit werden, um den lebensmittelrechtlichen Anforderungen zu genügen. Der Begriff „Brühen“ bezeichnet die Behandlung von Tierkörpern mit heißem Wasser oder Dampf, mit dem Ziel, das Herauslösen der Borsten aus den Haarbälgern.<sup>8</sup>



Quelle: Eigene Darstellung mit den Daten von: BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.): Schriftliche und fermündliche Mitteilungen, München 2004; NIEDERLÄNDISCHES STATISTISCHES ZENTRALAMT (Hrsg.) (2003): Vieh, Fleisch und Eier in den Niederlanden 2003, S.13 ff.; DANSKE SLAGTRERIER (Hrsg.) (2003): Statistics 2002, S. 9 ff.

Abb. 20: Die Schlachthofstruktur in Bayern, Dänemark und in den Niederlanden 2002

Tabelle 3 zeigt die Vor- und Nachteile der in der Praxis angewandten Verfahren zur Brüfung von Schweinen. Der Brüfvorgang beinhaltet aus hygienischer Sicht in Abhängigkeit von der eingesetzten Technologie bei den meisten Verfahren Probleme, wenn die Tiere mit verunreinigtem Wasser behandelt werden. Dies führt nicht zu einer Kreuzkontamination, sondern bei einigen Verfahren zu einer inneren Kontamination durch Eindringen von verschmutztem Brühwasser in die Tierkörper.

Tab. 3: Produkthygiene Schwein – Bewertung der Brüfverfahren

| Verfahren/Technologie  | äußere Kontamination bzw. Rekontamination | Innere Kontamination a, b, c d | Bewertung        |
|--|---|--------------------------------|------------------|
| <b>Bottich</b> mit gleichzeitiger Entborstung                                    | +   | + +                            | bedenklich       |
| <b>Kondensationsbrüfung</b> horizontal, mit gleichzeitiger Entborstung           | +   | + +                            | bedenklich       |
| <b>Bottich</b> mit nachfolgender Frischwasser-Entborstung                        | (+) -                                     | + -                            | Noch tolerierbar |
| <b>Kondensationsbrüfung</b> vertikal, mit nachfolgender Frischwasser-Entborstung | (+) -                                     | - -                            | tolerierbar      |

Legende: a = Stichtbereich; b = Lunge, Herz, Muskulatur; c = Brusthöhle; d = Schinkenbereich

Quelle: Eigene Darstellung auf der Basis von: WOLTERS DORF, W. (1994): Technik und Hygiene beim Schlachten von Schweinen. S. 88 ff.

<sup>8</sup> Vgl. WOLTERS DORF, W. (1994): Technik und Hygiene beim Schlachten von Schweinen. In: INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE DER BUNDESANSTALT FÜR FLEISCHFORSCHUNG KULMBACH (Hrsg.): Schlachten von Schwein und Rind. Kulmbach. S. 84ff.

Die Fleischqualität, die Produktsicherheit, die Hygiene, der Arbeitsschutz, der Tierschutz und der Umweltschutz gewinnen neben der Wirtschaftlichkeit eine immer größere Bedeutung. Der aktuelle Ergebnisstand des Verbundforschungsprojektes sowie das weitere Vorgehen wird wie schon 2003 auch 2004 in öffentlichen Workshops dargestellt und diskutiert werden.

### III. Forschungsprojekte zur Brauwirtschaft

#### **Aktuelle Entwicklungen und Erfolgspotentiale in der Materialwirtschaft der deutschen Brauindustrie**

*Current developments and driving forces of the materials management in the German brewing industry*

Weindlmaier, H.; v. Brüning, A.; Kunert, M.

Seit etlichen Jahren herrscht in der deutschen Brauwirtschaft ein immenser Wettbewerbsdruck. Auf Seiten der Nachfrage fiel der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch an Bier von 131 hl (1997) auf 122 hl (2002), dementsprechend reduzierte sich der Bierabsatz in Deutschland in diesem Zeitraum um knapp 6 % auf insgesamt 108,4 Mio. hl. Infolgedessen findet im gesättigten deutschen Biermarkt ein verschärfter Verdrängungswettbewerb statt. Die Unternehmen sind daher gefordert, kundenorientierte und produktive Strukturen zu entwickeln, die Produktqualität und den Service zu verbessern und die Reaktionsgeschwindigkeit zu steigern. Vor diesem Hintergrund kommt der Materialwirtschaft mit ihren Teilaufgaben Einkauf und Logistik als marktnahe und bereichsübergreifende betriebliche Aktivität eine besondere Bedeutung zu.<sup>9</sup> „Die Materialwirtschaft ist das Versorgungssystem der Unternehmung vom Lieferanten bis zum Kunden über alle Wertsteigerungsstufen der Unternehmung.“<sup>10</sup>

#### **Merkmale der empirischen Untersuchung zur Materialwirtschaft in der deutschen Brauindustrie**

Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, einen Überblick über den Entwicklungsstand und die derzeitige Nutzung von Erfolgspotentialen in der Materialwirtschaft deutscher Brauunternehmen zu schaffen. Damit sollte weiteres Rationalisierungspotential anhand von Gestaltungsmöglichkeiten und Handlungsempfehlungen aufgezeigt werden.<sup>11</sup> Basis der Untersuchung bildet eine in 2002/2003 durchgeführte schriftliche Befragung unter deutschen Brauunternehmen. Für die Ergebnisanalyse standen beantwortete Fragebögen von 96 Brauereien zur Verfügung. Zur Darstellung der Ergebnisse, die deutliche größenpezifische Unterschiede in der Gestaltung und Umsetzung der Materialwirtschaft in den befragten Unternehmen zeigen, wurden drei ausstoßbezogene Größenklassen gebildet: „Kleine Brauereien“ mit einem jährlichen Eigenbierausstoß von weniger als 100.000 hl, „mittelgroße Brauereien“ von 100.000 bis 1 Mio. hl und „große Brauereien“ mit einem Jahresausstoß von mehr als 1 Mio. hl.

<sup>9</sup> Bezüglich einer ausführlichen Darstellung der aktuellen Entwicklungen in der Materialwirtschaft vgl. Fieten, R. (1994): Integrierte Materialwirtschaft – Stand und Entwicklungstendenzen. 3. völlig neu bearbeitete Auflage, Frankfurt/Main, S. 5ff; Hartmann, H. (2002): Materialwirtschaft – Organisation, Planung, Durchführung, Kontrolle. 8. überarbeitete Auflage, Gernsbach, S. 78; Pfohl, H.-C. (2000): Logistiksysteme – Betriebswirtschaftliche Grundlagen. 6. neubearbeitete und aktualisierte Auflage, Berlin u.a., S. 48ff.

<sup>10</sup> BUSCH, H. F. (1980): Einführung in das Materialmanagement. Wiesbaden, S. 26.

<sup>11</sup> Die dargestellten Ergebnisse basieren auf der Diplomarbeit von A. v. BRÜNING (2003): Aktuelle Entwicklungen und Erfolgspotentiale in der Materialwirtschaft der deutschen Brauindustrie. Diplomarbeit am Institut für Betriebswirtschaftslehre des FML Weihenstephan, Technische Universität München.

## **Untersuchungsergebnisse und daraus abgeleitete Handlungs- und Gestaltungsempfehlungen für die Materialwirtschaft in der Brauindustrie**

Materialwirtschaftlichen Rationalisierungsmaßnahmen kommt in der Brauwirtschaft eine große Bedeutung zu.<sup>12</sup> Die Erfolgspotentiale in diesem Bereich werden von den Befragten dementsprechend für sehr wichtig erachtet, wobei der Stellenwert entsprechender Maßnahmen von den großen Brauereien höher bewertet wird als von den kleinen und mittelgroßen Unternehmen.

Als wichtigstes Ziel der Rationalisierungsmaßnahmen in der Materialwirtschaft wird von den befragten Brauereien aller Größenklassen die Senkung der Beschaffungskosten genannt. Weitere bedeutende Ziele sind die Verbesserung der materialwirtschaftlichen Organisation und der Beschaffungsqualität, die Durchführung von Qualitätssicherungsmaßnahmen sowie die Senkung der Entsorgungskosten. Diese wichtigen Ziele spiegeln zudem weitgehend die in den letzten fünf Jahren bereits realisierten Maßnahmen in den befragten Unternehmen wider bzw. stellen geplante Maßnahmen dar. Bei den für die kommenden Jahre geplanten Maßnahmen steht sowohl bei den großen als auch bei den mittelgroßen Brauereien die Verbesserung der elektronischen Beschaffung an der Spitze, bei den mittelgroßen Brauereien ergänzt um eine Verbesserung des EDV-Einsatzes für diesen Bereich. Bei den kleineren Brauereien steht demgegenüber die Verbesserung der materialwirtschaftlichen Organisation, des materialwirtschaftlichen Know-hows, des Controllings und der Materialbewertung an vorderster Stelle. Im Folgenden werden wichtige Ergebnisse der empirischen Untersuchung zu diesen Maßnahmen sowie daraus resultierende Handlungsempfehlungen vorgestellt.

### **(1) Organisation**

In kleinen und mittelgroßen Betrieben liegt die **Entscheidungskompetenz in der Materialwirtschaft** überwiegend bei der Geschäftsführung und beim Leiter der Technik. Bei den großen Brauereien ist die Entscheidungskompetenz demgegenüber wesentlich stärker auf die Leiter der einzelnen Abteilungen (z.B. Leiter Einkauf, Leiter Materialwirtschaft, Leiter Logistik) delegiert. Die Unternehmensleitung sollte jedoch weitestgehend von operativen materialwirtschaftlichen Aufgaben entlastet werden, um sich auf die strategischen Belange der Materialwirtschaft im Unternehmen konzentrieren zu können. In kleinen und mittelgroßen Brauereien, in denen es aus personellen Gründen nicht möglich ist, eine eigene materialwirtschaftliche Stelle oder Abteilung zu schaffen, sollten Routineaufgaben und alle Tätigkeiten, die nicht zentral erledigt werden müssen, soweit wie möglich delegiert oder mittels EDV automatisiert werden. Insbesondere in Klein- und Mittelbetrieben sollte die Einrichtung eines Materialwirtschaftsteams in Erwägung gezogen werden, sofern dies nicht – wenn auch nicht unter diesem Namen – bisher ohnehin bereits realisiert ist.

### **(2) Controlling**

Die **kontinuierliche Erstellung von kurz-, mittel- und langfristigen Plänen** sowie ein leistungsfähiges Controlling sind wichtige Instrumentarien eines modernen Managementansatzes. Während von den erfassten Brauereiunternehmen der Festlegung von materialwirtschaftlichen

---

<sup>12</sup> Die deutschen Brauereien beziehen durchschnittlich etwa 60 % ihres Bruttoproduktionswertes in Form von Vorleistungen. Dieser Anteil nimmt mit der Ausstoßgröße der Brauereien zu. Vgl. DEUTSCHER BRAUERBUND E.V. (2001): 23. Statistischer Bericht. Bonn, S. 21.

Zielen ein hoher Stellenwert zugeordnet wird, gehören Planung und Controlling selbst in den großen Brauereien nicht zu einem selbstverständlichen Handwerkszeug. Strategische materialwirtschaftliche Pläne werden von keiner der befragten Brauereien erstellt. Die Festlegung materialwirtschaftlicher Ziele erfüllt jedoch nur dann ihren Zweck, wenn die formulierten Ziele durch die Erstellung und Umsetzung von Plänen Realität und durch laufende Kontrollen hinterfragt werden.

Für wichtig wird es ferner gehalten, dass in allen Brauereien – auch den kleinen – eine **Kostenrechnung** implementiert bzw. die verfügbaren Kostenrechnungssysteme ergänzt werden, wobei sowohl der Vollkosten- als auch der Teilkostenrechnung wichtige Funktionen im Entscheidungsprozess zukommen. Je differenzierter das Produktions- und Leistungsprogramm eines Brauereiunternehmens ist, umso mehr treten darüber hinaus die Vorteile einer Prozesskostenrechnung in den Vordergrund.

In den meisten der befragten Brauereien sind aufgrund der Befragungsergebnisse Verbesserungsmaßnahmen bezüglich des Controllings geplant. Es wird empfohlen, einem leistungsfähigen Controlling in Unternehmen aller Betriebsgrößenklassen einen sehr hohen Stellenwert einzuräumen.

### (3) Instrumenteneinsatz

Die Bedeutung der **Beschaffungsmarktforschung** als Instrument der Materialwirtschaft wird zwar inzwischen von der überwiegenden Mehrheit aller Brauereien erkannt. Konsequenterweise genutzt wird dieses Instrumentarium zur Aufdeckung von Einsparungspotentialen allerdings nur von den großen Brauereien. Hier besteht bei den kleinen und mittelgroßen Unternehmen noch erheblicher Handlungsbedarf.

Die in großen Brauereien regelmäßig durchgeführten **Lieferantenbewertungen** sollten auch in kleinen und mittelgroßen Brauereien zum Standard werden. Der damit verbundene relativ geringe Aufwand dürfte sich schnell durch Vorteile in den Preisen und der Qualität der Beschaffungsgüter amortisieren.

Mittelgroße und vor allem kleine Brauereien sollten prüfen, ob zumindest für A-Güter das **Instrumentarium der Rahmenverträge** nicht wesentlich stärker eingesetzt werden sollte. Es ist davon auszugehen, dass die ohne Rahmenverträge gegebene größere Flexibilität häufig mit einem verstärkten Risiko bezahlt werden muss. Allerdings wird empfohlen, insbesondere bei Hopfenkontrakten keine langfristigen Verträge mit Preisbindung einzugehen, da die Hopfenpreise in der jüngeren Vergangenheit keine zyklischen Schwankungen aufwiesen sondern einen kontinuierlichen Rückgang verzeichneten.

Es kann davon ausgegangen werden, dass das **E-Procurement** für alle Brauereigrößen eine wichtige Bedeutung erlangen wird. Brauereien, die sich nicht rechtzeitig mit diesem neuen Instrumentarium auseinandersetzen, haben nicht nur Kostennachteile zu erwarten, sie werden auch in der immer wichtiger werdenden Kommunikation mit vor- und nachgelagerten Bereichen der Wertschöpfungskette Bier eingeschränkt.

Es wird empfohlen, insbesondere das leicht durchzuführende **Instrumentarium der ABC-Analyse** auch in kleinen und mittelgroßen Brauereien verstärkt einzusetzen. Bei überschaubarer Anzahl von Beschaffungsgütern ist allerdings auch eine Einteilung auf der Basis eines

nichtformalen Verfahrens denkbar, wie diese in vielen Unternehmen ohnehin erfolgt. Unabhängig von der Methode der Einteilung sollte versucht werden, für A-Güter sowohl der Lieferantenauswahl, der Festlegung der Beschaffungspreise und -konditionen, dem Beschaffungsmanagement und dem Bestandsmanagement besonderes Augenmerk zu schenken.

#### **(4) Kooperationen**

Kooperationen mit Lieferanten sowie im Einkauf haben gegenwärtig für die Befragten in allen Größenklassen einen geringen Stellenwert. Bezüglich der Kooperation mit Logistikdienstleistern weisen etwa ein Drittel der großen Brauereien solche Kooperationen auf, während diese bei kleinen und mittelgroßen Brauereien nur eine geringe Bedeutung besitzt. Kleine und mittelgroße Brauereien sollten vor allem das Instrumentarium der Beschaffungs- und Logistikkoooperation stärker nutzen, um auf diese Weise die Nachteile kleinerer Unternehmen im Hinblick auf ungünstigere Konditionen in diesen Bereichen zumindest teilweise zu kompensieren. Allerdings sind bei einer Entscheidung für oder gegen eine Kooperation die Einschränkung der Entscheidungsfreiheit sowie die potentiellen Kosten und Nutzen einer Kooperation sorgfältig gegeneinander abzuwägen.

#### **(5) Qualitätssicherungsmaßnahmen**

Ein Großteil der erfassten Brauereien honoriert hinsichtlich von **Qualitätsmanagementsystemen** insbesondere die positiven Impulse bezüglich der Qualität der Produkte. Auch den damit verbundenen innerbetrieblichen Vorteilen wird ein hoher Stellenwert zugeordnet. Dennoch wurde ein erheblicher Anteil mittelgroßer und vor allem kleiner Brauereien festgestellt, der bisher kein QM-System implementiert hat. Aufgrund der zunehmenden Vernetzung zwischen den Unternehmen sowie der Beiträge von QM-Systemen zur Verbesserung der internen Effizienz wird allen Brauereien, unabhängig von ihrer Größe, dringend empfohlen, QM-Systeme in ihren Unternehmen zu implementieren. Die Zertifizierung des QM-Systems ist zwar empfehlenswert, aber nicht in allen Fällen notwendig.

#### **(6) Personalwirtschaft**

Die befragten großen Brauereien weisen der Verbesserung des materialwirtschaftlichen Know-hows, der Steigerung der Mitarbeiterleistung sowie der Senkung der Personalkosten eine große, die befragten mittelgroßen und kleinen Brauereien eine mittlere Bedeutung zu. Regelmäßige **Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen** für die Mitarbeiter in der Materialwirtschaft sollten in allen Größenklassen von Brauereien zum Standard werden.

#### **Fazit**

Der stagnierende bzw. rückläufige Biermarkt in Deutschland ist durch hohen Wettbewerbsdruck gekennzeichnet, der sich in einem starken Verdrängungswettbewerb äußert. Zur Anpassung an die Marktdynamik und zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit müssen Brauereien auch die Erfolgspotentiale materialwirtschaftlicher Rationalisierungsmaßnahmen nutzen. Ziel dieser empirischen Untersuchung war es, anhand des Entwicklungsstandes diese Erfolgspotentiale aufzudecken. Während der Einsatz materialwirtschaftlicher Instrumente in großen Brauunternehmen als fortschrittlich zu bezeichnen ist, bestehen bei den kleinen und mittelgroßen Brauereien noch deutliche Defizite. Daher wurden besonders für Brauereien kleiner und mittlerer Größenordnung erforderliche Gestaltungsmöglichkeiten innerhalb der Materialwirtschaft herausgearbeitet sowie wichtige Handlungsempfehlungen aufgezeigt.

## Dissertationen und Diplomarbeiten

### Dissertationen

**Gabler, Stefanie, Dr. oec.;** Technische Universität München, 04.04.2003: "Möglichkeiten und Probleme der Eigenkapitalbildung und der langfristigen Fremdfinanzierung in Molkereiunternehmen der Rechtsform Genossenschaft."

### Diplomarbeiten

**Jakob, O.:** „Empirische Analyse der Ausgestaltung von Umwelterklärungen in der deutschen Brauindustrie gemäß EG-Öko-Audit-Verordnung“

**Jany, R.:** „Wege und Möglichkeiten zur Behauptung kleiner und mittelständischer Brauereien im Wettbewerb“

**Kraus, S.:** „Potentielle Erfolgsfaktoren und Arbeitsweise des Key Account Managements in der Ernährungsindustrie“

**Mekker, R.:** „Merkmale und Kommunikation von Produktinnovationen in der Molkereiwirtschaft“

**Reuter, K.:** „Ermittlung von Einsparungspotentialen im Wareneinsatz bei Burger King durch den Einsatz quantitativer Planungsmethoden“

**Schwaiger, M.:** „Analyse der externen Rahmenbedingungen und Konzeption eines Geschäftsplanes für Gründung eines Brauereiunternehmens in Guadeloupe“

**Spitznagel, T.:** „Optimierung der Informationsversorgung und Aufgabenverteilung der Bereiche „Auftragssteuerung“ und „Produktionsleitstand“ bei der Auftragsabwicklung für LSG Sky Chefs München“

Stiny, T.: „Die Strategien der Kommunikationspolitik in der Fernsehwerbung – mit einem Vergleich von Beispielen aus dem Bereich Lebensmittel“

**v. Brüning, A.:** „Aktuelle Entwicklungen und Erfolgspotentiale in der Materialwirtschaft der deutschen Brauindustrie“

### Semesterarbeiten

**Huber, C.:** „A study investigating cultural and family influences on consumer cheese eating behaviour“

**Kielmann, R.:** „Ansätze für eine Optimierung der Vorgehensweise bei der Produktneueinführung ausgewählter Branchen der Ernährungsindustrie“

**Reitschuster, C.:** „Methoden zur Optimierung des Getränke Heimdienstes – dargestellt an einem Praxisbeispiel“



## Lehre, Vorträge

### Lehre

Im Jahr 2003 wurden von Prof. Dr. H. Weindlmaier und Mitarbeitern folgende Lehrveranstaltungen am Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München abgehalten:

| Bezeichnung   | Wochenstunden  |   |                |   |
|---|----------------|---|----------------|---|
|   | Wintersemester |   | Sommersemester |   |
|   | V              | Ü | V              | Ü |
| <b>a) Studienrichtung Milchwissenschaft / Dairy Science and Technology</b>  |                |   |                |   |
| Betriebswirtschaftslehre milchverarbeitender Unternehmen III (Marketing-Management)   | 1              | 2 |                |   |
| Spezielle Probleme milchverarbeitender Unternehmen  |                |   | 1              |   |
| Structural Development and Internationalisierung of the Dairy Industry  | 2              |   |                |   |
| <b>b) Studiengang Technologie und Biotechnologie der Lebensmittel und FH-Studiengang Lebensmitteltechnologie</b>                  |                |   |                |   |
| Produktions- und Absatzwirtschaft der Ernährungsindustrie   | 2              |   |                |   |
| Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre milchverarbeitender Unternehmen   | 2              |   |                |   |
| Marketingmanagement milchverarbeitender Unternehmen   |                |   | 2              | 1 |
| <b>c) Studiengänge Brauwesen und Getränketechnologie, Technologie und Biotechnologie der Lebensmittel und Agrarwissenschaften</b> |                |   |                |   |
| Betriebswirtschaftliches Seminar  | 4              |   |                |   |
| Innovationsmanagement in der Ernährungsindustrie  |                |   | 2              |   |
| Materialwirtschaft/Logistik   |                |   | 2              |   |
| Qualitätsmanagement in der Ernährungswirtschaft   | 1              |   | 1              |   |
| Ökonomik der Ernährungswirtschaft   |                |   | 4              |   |
| Ausgewählte Kapitel aus der Betriebswirtschaftslehre  |                |   | 2              |   |

### Vorträge

#### Dustmann, H.:

„Die Produktions- und Absatzkette funktioneller Molkereiprodukte“.

Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Milchwissenschaft e.V., Milchkonferenz 2003, 18./19. September 2003, Osnabrück.

„Auswertung der Delphi-Studie – Untersuchung der Herstellung und Absatzbedingungen funktioneller Lebensmittel“.

Behr's Seminare: Functional Food Bedeutung und Bewertung, 31. März 2003, Hamburg.

**Gabler, St.:**

„Möglichkeiten zur Verbesserung der Eigenkapitalausstattung in Molkereigenossenschaften“. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Milchwissenschaft e.V., Milchkonferenz 2003, 18./19. September 2003, Osnabrück.

**Schmalen, C.:**

„Ein Konzept zur Umsetzung einer erfolgreichen Markteinführung von Produktinnovationen zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit in der Ernährungsindustrie – eine empirische Analyse“. 43. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., 29. September bis 1. Oktober 2003, Universität Hohenheim.

„Was unterscheidet Tops von Flops. Eine Analyse der Markteinführungsphase im Hinblick auf den Erfolg neuer Produkte“.

Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Milchwissenschaft e.V., Milchkonferenz 2003, 18./19. September 2003, Osnabrück.

„Was macht die Markteinführung neuer Produkte erfolgreich? Neuere Ergebnisse auf der Basis der Erfolgsfaktorenforschung“.

Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, 9./10. Oktober 2003, Weihenstephan.

**Weindlmaier, H.:**

„Die Stärken und Schwächen der deutschen Milchwirtschaft im Hinblick auf die EU-Osterweiterung“.

9. ZMP Milchforum, 27.-28. März 2003, Berlin.

„Comprehensive quality management systems as a part of an efficient supply chain management in the food sector“.

82<sup>nd</sup> European Seminar der European Association of Agricultural Economists, 14.-16. Mai 2003, Bonn.

„Milch- und Molkereiwirtschaft 2010: Rahmenbedingungen und Strukturen“.

Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH - Produktausschuss Milch, 30.09.2003, Bonn.

„Funktionelle Lebensmittel – Marktpotentiale und Trends“.

Verkaufsleiterseminar des Gesamtverbands der Aluminiumindustrie e.V., 28. September 2003, Grainau.

„Macht der Marke: Forderungen an die Markenführung“.

IIR-Milchkongress, 2.-3. April 2003, Frankfurt am Main.

„Herausforderungen und Chancen der Markenpolitik für Milchprodukte“.

Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, 9./10. Oktober 2003, Weihenstephan.

„Auswirkungen veränderter Rahmenbedingungen auf die Milch- und Molkereiwirtschaft“.

DLG-Ehrung der Danone GmbH, 4. November 2003, Rosenheim.

„Herstellermarken versus Handelsmarken – Herausforderungen an die Markenführung bei Milchprodukten“.

Wissenschaftlicher Beirat des Milchindustrieverbandes, 14.11.2003, Heidelberg.

„The consequences of changing conditions of the European dairy sector for the strategies of dairy companies“.

European Dairy Congress 03: Milk and Dairy Products, 15.-18. November 2003, Portoroz, Slovenia.

## Posterpräsentationen

### Dustmann, H.; Weindlmaier, H.:

„Chancen und Risiken für die Landwirtschaft im Hinblick auf die Entwicklungen im Markt für funktionelle Lebensmittel“.

43. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus (GEWISOLA) e.V., 29. 09.-01. Oktober 2003, Stuttgart-Hohenheim.

## Beratung, Workshops, Exkursionen, Medienarbeit

### Beratung / Wissenschaftliche Gutachten

- Als Mitglied des **Wissenschaftlichen Beirats Agrarpolitik, nachhaltige Landbewirtschaftung und Entwicklung ländlicher Räume des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft** wirkte Prof. Weindlmaier im Rahmen einer Arbeitsgruppe an der Erarbeitung einer „Wissenschaftlichen Stellungnahme zu den Beschlüssen des Rates der Europäischen Union zur Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik vom 26. Juni 2003“ mit. Die in mehreren Sitzungen in Berlin erarbeitete Stellungnahme wurde im Plenum des Wissenschaftlichen Beirats am 18./19.9.2003 in Berlin verabschiedet und anschließend Frau Minister Künast übergeben (<http://www3.verbraucherministerium.de/data/0002110CA30810069D236521C0A8D816.0.pdf>).
- Im Rahmen des Forschungsprojekts **„Erfolgsfaktoren der Einführung von Produktinnovationen klein- und mittelständischer Unternehmen der Ernährungsindustrie“** erfolgte eine enge Zusammenarbeit mit Pilotunternehmen verschiedener Branchen der Ernährungswirtschaft. Die Auswertung der im Jahr 2002 durchgeführten demoskopischen Erhebung wurde den Unternehmen als ausführlicher Ergebnisbericht zur Verfügung gestellt. In der letzten Projektphase im Jahr 2004 ist geplant, die Ergebnisse mit Experten der einzelnen Pilotunternehmen zu diskutieren, um eine Aussage zu treffen, ob und inwieweit die identifizierten Erfolgs- und Misserfolgskriterien mit den Erfahrungen der Unternehmen übereinstimmen. Darüber hinaus wurden die bisherigen Resultate des Forschungsprojekts in Vorträgen bei wissenschaftlichen Tagungen und Veranstaltungen des Wissenstransfers sowie in Veröffentlichungen in Fachorganen zur Diskussion gestellt.
- Der **Weihenstephaner Unternehmensvergleich** für milchwirtschaftliche Unternehmen wurde auch im Jahr 2003 (Bezugsjahr 2002) durchgeführt. Zusätzlich zu fünf deutschen Unternehmen nahm ein österreichisches Molkereiunternehmen am Unternehmensvergleich teil. Insgesamt betreiben die Teilnehmer des Unternehmensvergleichs 17 Betriebsstätten und repräsentieren im Jahr 2002 eine Milchverarbeitung von 1,9 Mio. Tonnen und einen Umsatz von 965 Mio. Euro. In Ergänzung zur generellen Erhebung und Auswertung

von Unternehmensdaten mit Schwerpunkt auf einem Vergleich der Kostenstellen- und Kostenträgerkosten wurde im Jahr 2002 ein Benchmarkingvergleich für den Personaleinsatz und die Personalkosten in Molkereiunternehmen durchgeführt.

Die Ergebnisse des Unternehmensvergleichs wurden den beteiligten Unternehmen zunächst in Form einer umfangreichen schriftlichen Auswertung zur Verfügung gestellt. Am 06.11. und 07.11.2003 wurden die Ergebnisse des Unternehmensvergleichs den Vertretern der beteiligten Unternehmen im Rahmen eines Workshops in Innsbruck präsentiert. Im Anschluss an eine umfangreiche Diskussion der Ergebnisse erfolgte auf Einladung der Tirol-Milch eG, Innsbruck eine gemeinsame Besichtigung des Betriebes Innsbruck. Zusätzlich wurden alle beteiligten Unternehmen von Herrn Prof. Weindlmaier und Herrn Betz besucht und es erfolgte eine ausführliche Diskussion der Ergebnisse mit den Unternehmensleitungen und den betroffenen Verantwortlichen.

Der Umsatz der beteiligten Unternehmen je kg Rohstoffeinsatz schwankt zwischen 39,45 Cent/kg und 61,37 Cent/kg. Erhebliche Unterschiede von 7,52 Cent/kg Rohstoffeinsatz bis 34,31 Cent/kg Rohstoffeinsatz weisen auch die Verarbeitungs- und Vermarktungskosten auf. Die Ergebnisse zeigen, dass im Jahr 2002 aufgrund der ungünstigen Erlössituation die Nettoverwertungen aller Unternehmen teilweise erheblich zurückgegangen sind. Obwohl auch die Auszahlungspreise von durchschnittlich 33,31 Cent/kg (bei 3,7 % Fett und 3,4 % Eiweiß) auf 30,62 Cent/kg reduziert wurden, wurde dennoch in den meisten Unternehmen ein höherer Milchpreis ausgezahlt als aufgrund der erzielten Nettoverwertung für die Eigenmilch gerechtfertigt gewesen wäre. Die Möglichkeit, Erträge für die Verbesserung der Wettbewerbsposition zu verwenden, war dadurch nur sehr begrenzt gegeben.

Zusätzlich zu den Daten aus dem Unternehmensvergleich wurden für ausgewählte Produkte Kostenstellen- und Kostenträgerkosten verschiedener bayerischer Molkereien gesammelt und ausgewertet. Die Ergebnisse aus beiden Datenquellen dienten dazu, die Kosten zu errechnen, die als **Basis für die Ermittlung des Bayerischen Erzeugerorientierungspreises (EOP)** herangezogen werden. Die auf Ende des Jahres 2003 hochgerechneten Kosten wurden der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ernährungswirtschaft und Markt, im Dezember 2003 zur Verfügung gestellt. Es zeigte sich, dass aufgrund von Faktorpreissteigerungen gegenüber dem Jahr 2003 Kostenerhöhungen von durchschnittlich 3,87 % resultierten, was zu einem weiteren Druck auf die Höhe des EOP führte.

- Der **Benchmarkingvergleich für den Personalbereich von Molkereiunternehmen** wurde wegen des unterschiedlichen Anforderungsprofils differenziert für die Bereiche „Produktion, Lagerung, Absatz, Vertrieb“ und „Verwaltung“ durchgeführt. Schwerpunktmäßig wurden dabei die geleisteten und bezahlten Arbeitszeiten, die Anteile der zuschlagspflichtigen Arbeitszeiten, die Ausfallzeiten und die Lohnkosten, jeweils differenziert nach Qualifikationsgruppen, analysiert.

Im Bereich Produktion, Lagerung, Absatz und Vertrieb reicht die Spannweite der geleisteten Arbeitszeit (ohne Auszubildende und Langzeitkranke) von 1.499 h/AK/a bis 1.991 h/AK/a. Sie liegt damit bei der Mehrzahl der untersuchten Unternehmen erheblich über der tariflichen Sollarbeitszeit. Im Verwaltungsbereich werden dagegen nur 1.455 h/AK/a

bis 1.590 h/AK/a geleistet. Der Unterschied erklärt sich teilweise durch den größeren Anteil der Teilzeitkräfte im Verwaltungsbereich.

Beachtliche Unterschiede bestehen folglich auch beim Anteil der zuschlagspflichtigen Arbeitszeiten. Die Spannweite zwischen den einzelnen Unternehmen reicht hier im Bereich Produktion, Lagerung, Absatz und Vertrieb von 14,4 % bis 32,6 %, wobei die nachzuschlagspflichtigen Anteile bei allen Unternehmen dominieren. Im Verwaltungsbereich nehmen dagegen die zuschlagspflichtigen Arbeitszeitanteile nur zwischen 0,6 % und 7,2 % der geleisteten Arbeitszeiten ein.

Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchung war die Analyse der Ausfallzeiten. Hier konnte im Bereich der Produktion eine Spannweite zwischen den Unternehmen von 12,1 % bis 15,2 % der bezahlten Arbeitszeiten (ohne Auszubildende und Langzeitkranke) festgestellt werden. Im Verwaltungsbereich ist die Spanne größer und reicht von 12,0 % bis 18,1 %. In allen Unternehmen sind die Ausfallzeiten bei den Frauen größer als bei den Männern.

Die **Lohnkosten in den untersuchten Unternehmen** betragen im Durchschnitt 22,9 % der Kosten ohne Rohstoff, bei einer Schwankungsbreite zwischen 15,6 % und 29,9 %. Die Analyse der Lohnkosten wurde bezogen auf die geleistete und auf die bezahlte Arbeitszeit durchgeführt. So konnte z.B. bei der Gruppe der Fachkräfte im Bereich Produktion zwischen den beteiligten Unternehmen eine Spannweite von 14,99 € pro geleistete AKh bis 21,25 € pro geleistete AKh ermittelt werden. Das bedeutet, dass in dieser Qualifikationsgruppe das ungünstigste Unternehmen um 41,7 % höhere Personalkosten pro geleistete Arbeitsstunde hat, als das günstigste Unternehmen. Im Verwaltungsbereich ist bei der Gruppe der Angestellten mit Berufsausbildung die Spannweite noch größer. Sie reicht von 14,31 € pro geleistete AKh beim Unternehmen mit den niedrigsten Kosten bis 21,94 € pro geleistete AKh beim Unternehmen mit den höchsten Kosten. Die Kosten liegen somit um 53 % höher als beim Unternehmen mit den niedrigsten Kosten. Diese beachtlichen Unterschiede zwischen den Unternehmen zeigen, dass sowohl den Arbeitszeiten in den Molkeereien als auch den daraus resultierenden Lohnkosten eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

## Workshop zur Wertschöpfungskette Fleisch

Mit Starttermin 01.05.2003 wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz ein Verbundforschungsprojekt zur Wertschöpfungskette Fleisch unter den Prämissen Produktsicherheit, Qualitätserhaltung und Umweltfreundlichkeit genehmigt (Homepage: [www.fleisch-mit-sicherheit.de](http://www.fleisch-mit-sicherheit.de)). Dieses Projekt, an dem drei Lehrstühle/Professuren der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften am Standort Weihenstephan beteiligt sind, wird von der Professur für Betriebswirtschaftslehre der Milch- und Ernährungsindustrie koordiniert. Darüber hinaus werden das Teilprojekt 1 „Systemanalyse der Wertschöpfungskette Fleisch“ und Teilprojekt 4 „Schlachtung und Fleischverarbeitung“ von Mitarbeiter(innen) der Professur bearbeitet.

Im Rahmen dieses Projekts werden in halbjährlichem Rhythmus Workshops für externe Kooperationspartner, Interessenten und Projektbeteiligte durchgeführt. Der erste diesbezügliche

Workshop wurde von der Professur am 04.12.2003 im Festsaal des Wissenschaftszentrums Weihenstephan veranstaltet. Am Workshop nahmen insgesamt 23 auswärtige Teilnehmer von Ministerien, Verbänden sowie aus der Wirtschaft teil. Auf der Basis der Vorträge kam es zu einer intensiven Diskussion, in der u. a. die Aspekte „Definition und Messung der Risiken im Forschungsprojekt“, „Problem der verantwortungsvollen Darstellung der Risiken und Ergebnisse in der Öffentlichkeit“, „Art und Umfang der Einbeziehung von Arbeitsschutz und Umweltschutz im Rahmen des Projekts“ und „Ansatzpunkte zur Erzielung relevanter Ergebnisse bei der geplanten Verbraucherbefragung“ im Vordergrund standen.

## **Exkursionen**

Vom 25. bis 26. April 2003 erfolgte unter Leitung von Prof. Dr. Weindlmaier eine Exkursion für die Studierenden der Studiengänge Milchwissenschaften (Studiengang AIV), Technologie und Biotechnologie der Lebensmittel (Studiengang L) und Brauwesen und Getränketechnologie (Studiengang J) mit insgesamt 35 Teilnehmern nach Österreich. Im Rahmen der Exkursion wurde zunächst der Produktionsbetrieb der Alpenmilch Salzburg besichtigt. Ein weiterer Programmpunkt war die Besichtigung der Herstellung von Verpackungen im Produktionswerk der Firma SIG Combibloc in Saalfelden. Im Anschluss an die Besichtigung wurden von Fachleuten der Firma SIG Combibloc Vorträge zu den Themenbereichen Forschung & Entwicklung, Marketing und Business Development gehalten und zur Diskussion gestellt. Den Abschluss der sehr informativen und durch die Fa. SIG Combibloc unterstützten Exkursion bildete eine Besichtigung der Molkerei Maishofen.

## **Medienarbeit**

Interview von Prof. Dr. Weindlmaier mit dem Bayerischen Rundfunk (Bayern 1) am 16.01.2003 zum Thema „Auswirkungen der Beschuldigungen betreffend Qualitätsmängel eines Unternehmens der Ernährungsindustrie am Beispiel von *Coppenrath* und *Wiese*“.

## **Wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Organisationen**

### **Weindlmaier, H.**

Mitglied im Fachbereichsrat und in der Fakultätsentwicklungskommission der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität München.

Vorsitzender im Arbeitskreis Ökonomie der Deutschen Gesellschaft für Milchwissenschaft. In dieser Funktion war Prof. Dr. Weindlmaier für die Auswahl der Referate und die Durchführung des Arbeitskreises Ökonomie der Milchkonferenz 2003 von 18.-19. September 2003 in Osnabrück verantwortlich.

Vorsitzender des Prüfungsausschusses für Brau- und Lebensmitteltechnologie des Wissenschaftszentrums Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München bis Frühjahr 2003.

Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat Agrarpolitik, nachhaltige Landbewirtschaftung und Entwicklung ländlicher Räume des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Berlin.

Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des Milchindustrieverbandes in Bonn.

Mitglied im Hauptausschuss Fachbereich Markt & Ernährung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG).

Herausgeber der „Agrarwirtschaft, Zeitschrift für Betriebswirtschaft, Marktforschung und Agrarpolitik.“

Mitglied im Advisory Editorial Board of the Hungarian Dairy Journal.

Gewählter Delegierter der Deutschen Gesellschaft für Qualität (DGQ), Frankfurt am Main.

Beim 82. Seminar der European Association of Agricultural Economists vom 14.-16. Mai 2003 zum Thema “Quality Assurance, Risk Management and Environmental Control in Agriculture and Food Supply Networks” war Prof. Dr. Weindlmaier Member of the International Program Committee. In dieser Funktion wirkte er an der Auswahl und Begutachtung der eingereichten Vorträge mit.

## Besucher der Professur

- 22.01.2003      Besprechung mit Herrn Gerhard Freudenreich, Herrn Hans Gufler, Herrn Mattias Wieland und Herrn Bruno Meinhardt von der Unternehmensgruppe Theo Müller GmbH & Co. KG über die Möglichkeiten von Supply Chain Management in der Wertschöpfungskette Milch
- 12.05.2003      Frau Korina Cacacae und Herr Markus Brettschneider von der Firma SIG-Combibloc International AG
02. - 05.06.2003 Herr Azadur Rahman Khan - Bangladesh Agricultural University, Mymensingh
- 17.09.2003      Herr Dipl.-Kfm Ralph Lutz, Referatsleiter Milch der Centrale Marketinggesellschaft der Deutschen Agrarwirtschaft mbH und Herr Volker Dölle Geschäftsführer der Dölle Unternehmensgruppe für Management-Consulting
- 01.10.2003      Herrn Dipl.-Kfm. Lutz Wiegand und Dipl.-Ökonom Martin Nägele, Bayerische Treuhandgesellschaft AG
- 03.11.2003      Herrn Dr. Jörn Karge, Herr Dr. Miosga, ifta Institut für Tiergesundheit und Agrarökologie AG, Berlin und Herr Dipl.-Ing. Sillat, Beauftragter für Qualitätsmanagement der Südost-Fleisch, Altenburg.

## Veröffentlichungen

**Dustmann, H.; Weindlmaier, H.** (2003): Begriffe die man kennen muss: Funktionelle Lebensmittel. In: wisu Das Wirtschaftsstudium. 32. Jg., H. 2, S. 187.

**Dustmann, H.; Weindlmaier, H.** (2003): Die Produktions- und Absatzkette funktioneller Lebensmittel. In: Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft e.V. (Hrsg.): Tagungsband der Milchkonferenz 2003 in Osnabrück, Kiel, S. Ö8.

**Gabler, S.** (2003): Möglichkeiten und Probleme der Eigenkapitalbildung und der langfristigen Fremdfinanzierung in Molkereiunternehmen der Rechtsform Genossenschaft.

<http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/ww/2003/gabler.pdf>

**Gabler, S.; Huber, A.** (2003): Möglichkeiten zur Verbesserung der Eigenkapitalausstattung in Molkereigenossenschaften. In: Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft e.V. (Hrsg.): Tagungsband der Milchkonferenz 2003 in Osnabrück, Kiel, S. Ö3.

**Gaigl, G.** (2003): Der Großverbrauchermarkt für Milcherzeugnisse in Deutschland: Analyse des Nachfrageverhaltens von Großverbrauchern und Entwicklung von generalisierten Marketingstrategien. München: VVF-Verlag.

**Gaigl, G.; Weindlmaier, H.** (2003): Der Großverbrauchermarkt für Milcherzeugnisse in Deutschland: Analyse des Nachfrageverhaltens von Großverbrauchern und Entwicklung von generalisierten Marketingstrategien.

<http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/ww/2002/gaigl.pdf>

**Schmalen, C.; Weindlmaier, H.** (2003): Was unterscheidet Tops von Flops? Eine Analyse der Markteinführungsphase im Hinblick auf den Erfolg neuer Produkte. In: Deutsche Milchwirtschaft, 54. Jg., Nr. 23, S. 996-999.

**Schmalen, C.; Weindlmaier, H.** (2003): Was unterscheidet Tops von Flops? Eine Analyse der Markteinführungsphase im Hinblick auf den Erfolg neuer Produkte. In: Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft e.V. (Hrsg.): Tagungsband der Milchkonferenz 2003 in Osnabrück, Kiel, S. Ö7.

**Weindlmaier, H.** (2003): Die Stärken und Schwächen der deutschen Milchwirtschaft. In: dmz Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft. 124. Jg., H. 10, S. 55-59.

**Weindlmaier, H.** (2003): Die Wertschöpfungskette Milch. Konzept, Optimierungsmöglichkeiten und Konfliktfelder. In: Deutsche Milchwirtschaft, 54. Jg., Teil 1: H. 3, S. 109-111; Teil 2: H. 4, S. 149-152.

**Weindlmaier, H.** (2003): Molkereistruktur: Ohne Wachstum keine Zukunft. In: DLG-Mitteilungen 8/2003, S. 20-23.

**Weindlmaier, H.** (2003): The consequences of changing conditions of the European dairy sector for the strategies of dairy companies. In: Book of Abstracts. Milk & Dairy Products. European Dairy Congress 03, University of Ljubljana, p. 98.

**Weindlmaier, H.; Dustmann, H.** (2003): Comprehensive quality management systems as a part of an efficient supply chain management in the food sector. In: Pre-Prints of the 82<sup>nd</sup> European Seminar of the EAAE. Bonn, S. 91-99.

**Weindlmaier, H.; von Brüning, A.; Huber, A.; Kunert, M.** (2003): Aktuelle Entwicklungen und Erfolgspotenziale in der Materialwirtschaft der deutschen Brauindustrie. Forschungsbericht für ein von der Wissenschaftsförderung der Deutschen Brauwirtschaft gefördertes Forschungsprojekt. Freising, Juni 2003, 58 S.

**Winkelmann, T.** (2003): Erfolgsfaktoren in der Molkereiwirtschaft. In: Deutsche Gesellschaft für Milchwissenschaft e.V. (Hrsg.): Tagungsband der Milchkonferenz 2003 in Osnabrück, Kiel, S. Ö1.



---

# ZIEL - Abteilung Mikrobiologie

---

## Adresse

Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung  
Abteilung Mikrobiologie  
Weihenstephaner Berg 3  
D- 85354 Freising-Weihenstephan

Telefon: 08161-71-3516  
Telefax: 08161-71-4492  
Internet: <http://www.weihenstephan.de/micbio>  
E-mail: [ziel-mikrobiologie@wzw.tum.de](mailto:ziel-mikrobiologie@wzw.tum.de)

**Abteilungsleitung:** Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Siegfried Scherer

**Sekretariat:** Gerlinde Völkel

## Einführung

An der Abteilung Mikrobiologie des ZIEL (Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung) arbeiten wir in der Forschung am Schnittpunkt zwischen Lebensmittel und Ernährung. Einerseits werden Lebensmittel hinsichtlich ihrer mikrobiellen Flora untersucht, wobei die Biodiversität und Taxonomie von lebensmittelrelevanten Mikroorganismen im Mittelpunkt steht. Andererseits liegt ein wesentlicher Schwerpunkt unserer Arbeitsgruppe auf dem Studium von Krankheitserregern, welche durch Lebensmittel übertragen werden. Verschiedene Arbeitsgruppen befassen sich schwerpunktmässig mit *Listeria*, *Salmonella*, *Bacillus cereus* und pathogenen *Escherichia coli* - Stämmen.

Die Arbeiten an Krankheitserregern reichen von Grundlagenforschung bis hin zu stark angewandten, lebensmitteltechnologisch relevanten Fragestellungen. In der Mehrzahl der Projekte werden gentechnische und molekularbiologische Techniken eingesetzt. Unsere Forschungsarbeiten werden vielfach in enger Kooperation mit der lebensmittelverarbeitenden Industrie durchgeführt.

Ein wesentlicher Aufgabenbereich der Abteilung erstreckt sich auf Dienstleistungen, insbesondere mikrobielle Diagnostik aller Art für die Lebensmittelindustrie, verbunden mit einer intensiven Beratung bei mikrobiologisch verursachten Produktionsstörungen. Aus diesen Aktivitäten resultierte über die Jahre eine der grössten Mikroorganismensammlungen, insbesondere für lebensmittelrelevante Hefen, Bazillen, coryneforme Bakterien und Listerien (insgesamt etwa 9000 Isolate), welche die Grundlage für die Entwicklung der FT-IR gestützten Identifizierung von Bakterien und Hefen bildet.

## Forschung

### Arbeitsgruppe: Identifizierung lebensmittelrelevanter Mikroorganismen

**Gruppenleiter: Herbert Seiler**

In den vergangenen Jahren wurde vielfach gezeigt, dass sich Mikroorganismen sehr gut mit FTIR-Spektroskopie identifizieren lassen. Die Auflösung reicht auf jeden Fall bis zum Gattungs- und Artniveau, partiell auch zum Subspeciesniveau. Häufig kann man sogar einzelne Stämme mit dieser Methode wiederfinden. Diese Identifizierungsmethode hat vielfältige Anwendung gefunden. Zum einen waren Populationsanalysen, beispielsweise von der Käseoberflächenflora relativ einfach durchführbar, zum anderen wurden Populationsdynamiken studiert. Man konnte bestimmen, ob eingesetzte Starterkulturen den Reifungsprozess permanent dominieren oder ob es zu einer Populationsverdrängung durch Wildstämme kommt. In der Abteilung Mikrobiologie bietet unsere Arbeitsgruppe seit Jahren einen Mikroorganismen-Identifizierungsservice für die Lebensmittelwirtschaft an. Diese Dienstleistung wird rege genutzt, insbesondere seit mit dieser spektroskopischen Methode die Analysen schnell, preiswert und präzise durchgeführt werden können.

Ausgehend von einer Reinkultur werden Aerobier innerhalb von einem Tag, Anaerobier innerhalb von zwei Tagen identifiziert. In Zweifelsfällen wurden Bakterien einer 16S-rDNA-Sequenzierung unterworfen. Die Spektren dieser Stämme wurden dann mit der daraus resultierenden exakten Benennung in die Datenbanken integriert. Im Lauf der Jahre haben sich umfangreiche Spektrenbibliotheken entwickelt. Aufgrund der unterschiedlichen Kultivierungsbedingungen für die diversen Keimgruppen mussten mehrere separate Bibliotheken erstellt werden. Auch aus Gründen der besseren Handhabbarkeit wurden für die diversen lebensmittelrelevanten Gattungsgruppen und auch für physiologische Subgruppen separate Spektrensammlungen konzipiert. Mehrere Bibliotheken lassen sich aber auch zu einer zusammenfassen (Kultivierungsbedingung: 1 Tag Bebrütung bei 30°C auf TS-Agar). Es ergab sich ein breiter Fächer von Nutzbarkeiten.

### Keimidentifizierung mit FTIR-Makrospektroskopie - Verfügbarkeit der Spektrenbibliotheken

*Identification of microorganisms with FTIR macrospectroscopy - Disposability of spectral libraries*

Herbert Seiler

Die Spektrenbibliotheken wurden zuletzt gründlich sortiert: Mehrfachbestimmungen wurden entfernt, Lücken geschlossen, zweifelhafte Artnamen durch 16S-rDNA-Sequenzierung abgesichert, die Kennzeichnung vereinheitlicht, exakte Beschreibungen erstellt. Die Datensammlungen sind jetzt allgemein verfügbar und werden durch uns bzw. den Spektroskophersteller (Bruker Optics, Ettlingen) angeboten. Zudem bieten wir Hospitationen in unserem Labor zur Einweisung bzgl. eines optimalen Umgangs und zur Übung an. Interessenten können dabei eine Serie ihrer Stämme in einem einwöchigen Kurs bei uns identifizieren lernen. Separat kann eine Schulung hinsichtlich der konventionellen Identifizierung - z.B. Hefenidentifizierung mit einem Mikrotiterplattensystem - oder der aktuellen 16S-rDNA-Sequenzierung erfolgen.

**Verfügbare Spektrenbibliotheken (Stand 31.12.2003)**

| <i>Keimgruppe</i>   | <i>Spektren</i> | <i>Species</i> | <i>Gattungen</i> | <i>Kultivierung</i>         |
|---------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------------------|
| Hefen               | 2694            | 160            | 41               | YGCA, 27°C, 1 Tag, aerob    |
| Cor/Mcc/Exi         | 1237            | 226            | 51               | TSA, 30°C, 1 Tag, aerob     |
| Coryneforme         | 980             |                |                  |                             |
| Mikrokokken         | 223             |                |                  |                             |
| Exiguobacterium     | 34              |                |                  |                             |
| Bazillen            | 315             | 70             | 10               |                             |
| Mesophile           | 260             |                |                  | TSA, 25°C, 1 Tag, aerob     |
| Thermophile         | 49              |                |                  | TSA, 55°C, 1 Tag, aerob     |
| Nutrophile          | 6               |                |                  | BHIA, 30°C, 1 Tag, aerob    |
| Pseudomonadaceae    | 178             | 43             | 20               | TSA, 30°C, 1 Tag, aerob     |
| Enterobakterien     | 425             | 122            | 32               | TSA, 30°C, 1 Tag, aerob     |
| Essigsäurebakterien | 123             | 13             | 4                | MRSA, 30°C, 1 Tag, aerob    |
| Milchsäurebakterien | 358             |                |                  | APTA, 30°C, 2 Tage, anaerob |
| Stäbchen + Kokkoide | 221             | 61             | 4                |                             |
| Kokken + Kokkoide   | 185             | 39             | 5                |                             |
| Listerien           | 212             | 6              | 1                | APTA, 30°C, 1 Tag, aerob    |
| Bifidobakterien     | 105             | 32             | 2                | RCMA, 37°C, 2 Tage, anaerob |

Jede Spektrenbibliothek ist in Form einer CD-ROM verfügbar. Diese enthält die Originalspektren mit erster und zweiter Ableitung, evtl. aus dieser Bibliothek separierte Sub- bzw. Teilbibliotheken, die zugehörigen FAA-Dateien für die Identifizierungs-Software OPUS, eine oder mehrere EXCEL-Dateien mit Auflistungen der Objekte, eine umfassende Allgemeinbeschreibung der FTIR-Spektroskopie-Methode und eine spezifische Beschreibung zur jeweiligen Spektrenbibliothek mit exakten Anwendungsinstruktionen. Liefer- und Lizenzbedingungen sowie Auflistungen der Stämme können abgefragt werden. Jährliche Updates der bestehenden Datenbanken werden in Aussicht gestellt: das Keimspektrum in den bereits verfügbaren Sammlungen wird jeweils erweitert werden; andere z.Z. noch rudimentäre Sammlungen werden zur Marktreife gebracht; weitere neue Keimgruppen werden bearbeitet; bestehende Bibliotheken werden auch für alternative Agarmedien validiert; in bestehende Bibliotheken werden exemplarisch gruppenfremde Keime zur Irrtumserkennung eingefügt; die Auswertelgorithmen werden überarbeitet bzw. auf eine neue Basis gestellt (neuronalen Netzwerke).

**Entwicklung eines FTIR basierten, schnellen Identifizierungssystems für *Listeria Species***

*Development of a fast identification system for Listeria species using FTIR Microspectroscopy*

Cecilia Rebuffo, Herbert Seiler, Siegfried Scherer

Infrarotabsorptionsspektren von Mikroorganismen sind hochspezifische "fingerprints", welche die Identität von Mikroorganismen widerspiegeln. FT-IR Spektroskopie ist damit eine Technik zur schnellen Identifizierung von Mikroorganismen mit hoher Reproduzierbarkeit.

Dabei kann sowohl die FTIR Makro(Probenrad) Methode als auch die Mikrospektroskopie eingesetzt werden. Bei letzterer Methode können schon Mikrokolonien identifiziert werden.

Der Nachweis von *Listeria* auf Speziesebene ist eine essentielle Aufgabe in der Lebensmittelindustrie und klinischen Mikrobiologie. FT-IR Spektroskopie ermöglicht die Identifizierung von Kolonien innerhalb von 25 Stunden unter geringem Kosten- und Arbeitsaufwand und könnte somit eine Alternative zu konventionellen Typisierungsmethoden bieten. Um dieses Potential auszuloten, wurden systematisch FT-IR mikro- und makrospektrometrische Messungen von 90 verschiedenen *Listeria*- Stämmen durchgeführt. Ziel der Messungen war es, zwei verschiedene Referenzspektrenbibliotheken für jeweils die Mikroskop- und Probenrad-Methode zu etablieren, um zu untersuchen, ob sich die FT-IR Spektrometrie als schnelle Nachweis- Methode zur Identifizierung von *Listeria monocytogenes*, *L. ivanovii*, *L. innocua*, *L. seeligeri* und *L. welshimeri* eignet.

Zur Sicherstellung einer bestmöglichen Reproduzierbarkeit der Infrarotspektren wurden zunächst die Parameter für die optimalen Wachstumsbedingungen (Agarmedium, Bebrütungszeit, Bebrütungstemperatur) standardisiert. Die Bibliotheken wurden unter Verwendung von 90 Stämmen, die aus offiziellen Sammlungen stammten oder aus Lebensmitteln isoliert worden waren, aufgebaut und anschließend unter Anwendung statistischer Techniken ausgewertet. Zur Unterscheidung einzelner Spezies wurden drei Spektralbereiche von  $3030\text{-}2830\text{ cm}^{-1}$ ,  $1650\text{-}1200\text{ cm}^{-1}$  und  $1200\text{-}900\text{ cm}^{-1}$  basierend auf bestimmten spektralen Charakteristika aufgrund spezies-spezifischer Zellzusammensetzungen ausgewählt.

### Methodenvergleich

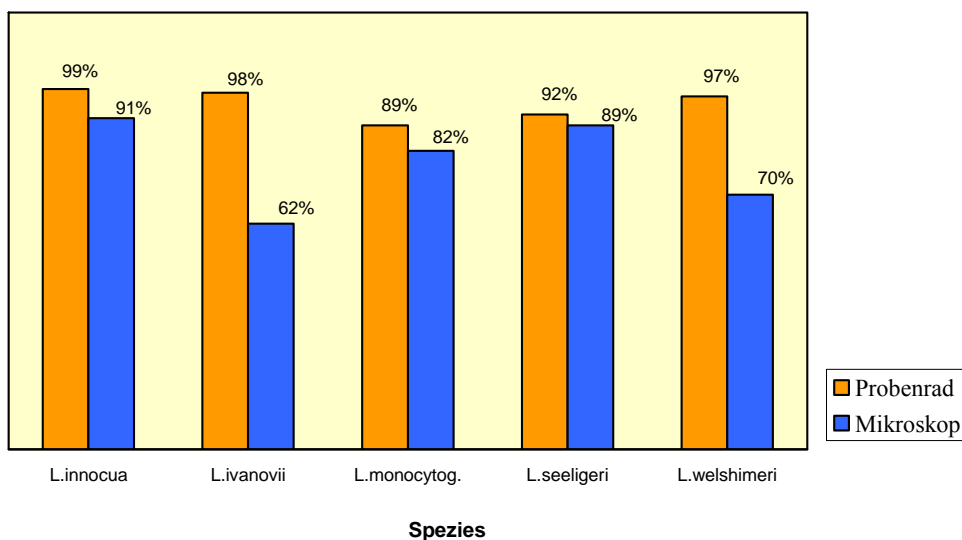


Abb. 1: Identifizierungserfolg von *Listeria* auf Speziesebene durch FT-IR Makrospektroskopie (Messungen in Probenrad) und FT-IR Mikrospektroskopie (Messungen in FT-IR Mikroskop). Eine Referenzspektrenbibliothek von 90 Stämmen wurde bei der externen Validierung zugrunde gelegt.

Die Identifizierungsqualität der so aufgebauten Datenbanken wurde mit einer externen Validierung geprüft. Abbildung 1 zeigt auf den ersten Blick eine hohe Feindifferenzierung der Technik, da für den Großteil der Messungen eine korrekte spezies-spezifische Zuordnung erfolgt. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Identifizierung unbekannter *Listeria*- Isolate mit FT- IR Makrospektroskopie erfolgreich verwendet werden kann. Allerdings sind die Identifizierungsergebnisse mit FT- IR Mikrospektroskopie noch nicht zufriedenstellend. Eine Verbesserung könnte hier über eine Erhöhung der Anzahl der Stämme pro Spezies in der Datenbank erzielt werden.

Weitere Messungen sind auch im Hinblick auf die Anwendung von künstlichen neuronalen Netzen als überwachte Klassifizierungstechnik notwendig. Die bereits vorhandene Datenbasis von *Listeria*- Spektren wird also noch erweitert, um eine möglichst breite spektrale Varianz der Organismen abzudecken, so dass das erfolgreiche Training von neuronalen Netzen gewährleistet werden kann.

Zusammenfassend lässt sich aufgrund unserer Ergebnisse bereits jetzt sagen, dass der Einsatz der FT- IR Makrospektroskopie als potenziell schnellere Alternative für die automatisierte Identifizierung von *Listeria* Spezies in der Lebensmittelindustrie und klinischen Diagnostik eine kurzfristig zu realisierende Perspektive darstellt.

### **Schnelle Analyse von Käse-Reifungsfloren mit FTIR-Mikrospektroskopie**

*Fast analysis of microbial consortia of limited complexity by FTIR microspectroscopy*

Mareike Wenning, Siegfried Scherer

Die quantitative Analyse mikrobieller Populationen ist in der Regel mit sehr viel Arbeit verbunden, muss doch für ein zumindest annähernd genaues Ergebnis eine ausreichend große Stichprobe von Organismen untersucht werden, die zudem für die Anwendung der meisten Identifizierungstechniken zunächst aus der Probe isoliert werden müssen.

Eine Alternative hierfür bietet die FTIR-Mikrospektroskopie. Diese ermöglicht eine Identifizierung und gleichzeitige Quantifizierung von in einer Probe enthaltenen Mikroorganismen ohne vorherige Isolierung. Die zu untersuchende Probe wird in geeigneter Verdünnung auf festem Medium so lange inkubiert, bis die Mikrokolonien einen Durchmesser von etwa 200 µm erreicht haben. Die Kolonien werden über eine Abstempelvorrichtung von der Agarplatte auf einen IR-transparenten Träger überführt, im visuellen Modus des Infrarotmikroskops detektiert und dann im Infrarotmodus automatisiert gemessen. Über die Aufnahme von Infrarotspektren wird ein Abbild der chemischen Zusammensetzung der Zellen erzeugt, das als „Fingerabdruck“ fungiert und spezies- bzw. stammtypisch ist. Eine Clusteranalyse ermöglicht die Kategorisierung der resultierenden Daten in Gruppen mit stark ähnlichen Spektren, deren Identifizierung dann über einen Vergleich mit Referenzspektren einer Datenbank erfolgt.

Eine Anwendung dieser Technik auf die Analyse eines begrenzt komplexen Konsortiums erfolgte im Zuge einer Untersuchung der Oberflächenreifungsflora von Appenzeller Käse. Von ca. 400 Kolonien wurden Spektren aufgenommen und mit einer zuvor erstellten Referenzdatenbank für Reifungsorganismen von Rotschmierkäse identifiziert. Zur Überprüfung der Korrektheit der erzielten Ergebnisse und der Reproduzierbarkeit der Methode wurden stichprobenartig Organismen isoliert und mit FTIR-Spektroskopie und 16S-rDNA-Sequenzierung

identifiziert sowie die Analyse mit einer weiteren Probe desselben Käses wiederholt. Die Tabelle zeigt die Zusammensetzung der Flora für beide Analysen. Insgesamt konnten die sechs Spezies *Staphylococcus equorum*, *Corynebacterium casei*, *Arthrobacter casei*, *Brevibacterium linens*, *Microbacterium gubbeenense* und *Enterococcus faecalis* sowie eine auch mit 16S-rDNA-Sequenzierung nicht identifizierbare coryneforme Spezies detektiert werden. *C. casei* stellte mit 62% den dominierenden Populationsanteil. Die Spektren von *E. faecalis* und die der nicht identifizierbaren Spezies konnten mit FTIR-Mikrospektroskopie keiner Art zugeordnet werden. Dies zum einen, da *E. faecalis* als Mitglied der Milchsäurebakterien nicht in der Referenzdatenbank enthalten war und zum anderen, weil die nicht identifizierbare Spezies vermutlich eine noch nicht beschriebene Art darstellte. Alle weiteren detektierten Mikroorganismen konnten mit der vorhandenen Datenbank korrekt klassifiziert werden.

### Zusammensetzung der Oberflächenflora von Appenzeller Käse

| Spezies                    | AZ I     |      | AZ II    |      | Mittel [%] |
|----------------------------|----------|------|----------|------|------------|
|                            | Spektren | %    | Spektren | %    |            |
| <i>St. equorum</i>         | 14       | 3,6  | 19       | 5,4  | 4,5        |
| <i>E. faecalis</i>         | 2        | 0,5  | 1        | 0,3  | 0,4        |
| <i>C. casei</i>            | 242      | 62,9 | 213      | 61,0 | 62,0       |
| <i>A. casei</i>            | 90       | 23,4 | 80       | 22,9 | 23,2       |
| n. id. coryneforme Spezies | 24       | 6,2  | 17       | 4,9  | 5,6        |
| <i>B. linens</i>           | 7        | 1,8  | 6        | 1,7  | 1,8        |
| <i>M. gubbeenense</i>      | 0        | 0,0  | 3        | 0,9  | 0,5        |
| nicht identifiziert        | 6        | 1,6  | 10       | 2,9  | 2,3        |
| gesamt                     | 385      | 100  | 349      | 100  | 100        |

<sup>a</sup> AZ, Appenzeller Käse; I, erste Analyse; II, zweite Analyse

<sup>b</sup> n. id., nicht identifizierte

Die Ergebnisse beider Floraanalysen des Appenzeller Käses sind mit maximal 1,9% Abweichung im Fall von *C. casei* nahezu äquivalent und dokumentieren die gute Reproduzierbarkeit der Methode. Die wiederholte Detektion von Spezies mit geringem quantitativen Floraanteil – wie im Fall von *E. faecalis* – belegt zudem eine hohe Sensitivität. Betrachtet man die Wahrscheinlichkeit des Nachweises einer Spezies aus rein statistischer Sicht, so liegt diese bei einer Stichprobe von z.B. 300 gemessenen Kolonien für eine Art mit 1% Anteil an der Population bei 95% und für eine Art mit 0,5% Anteil bei 78%. Da aufgrund des hohen Automatisierungsgrades pro Arbeitstag ca. 200 Mikrokolonien gemessen werden können, ist mit der hier vorgestellten Methode die genaue Analyse einer Flora ausgehend von der Probe innerhalb von 3 bis 4 Tagen durchzuführen. FTIR-Mikrospektroskopie stellt somit speziell für die Analyse begrenzt komplexer Populationen, auf die eine Adaption der Referenzdatenbanken sinnvoll erscheint, eine mögliche Alternative zu bisher eingesetzten Methoden für die Populationsanalytik dar.

Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit / AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert (Projekt-Nr.: AiF-FV 12634 N).

## **Biodiversität der Oberflächenflora von Limburger Käse**

### *Biodiversity of the surface microflora of Limburger cheese*

Stefanie Goerges, Siegfried Scherer

Die Oberflächenflora schmieregereifter Käse, sog. Rotschmierekäse, wird als komplexes Konsortium beschrieben, welches aus Hefen, Coryneformen und anderen Gram-positiven Bakterien besteht. Je nach Käse kann die Zusammensetzung des Konsortiums stark variieren, sie ist jedoch weitgehend unbekannt. Ebenso sind die Interaktionen zwischen den verschiedenen Reifungsorganismen noch nicht im Detail geklärt.

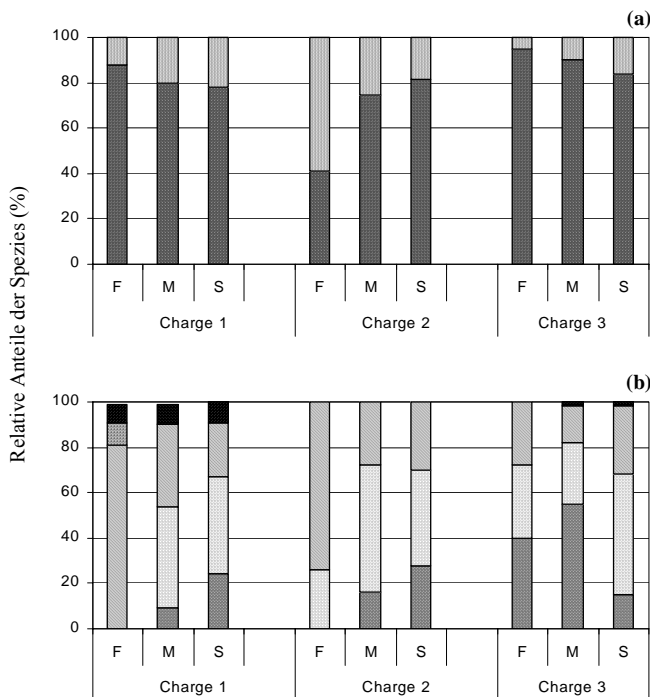
Um einen Beitrag zu diesem Forschungsgebiet zu leisten wurde das EU-Projekt QLK CT-2001-02228 „Biodiversity and anti-listerial activity of surface microbial consortia from Limburger, Reblochon, Livarot Tilsit and Gubbeen cheese; acronym SCM (Smear Cheese Microflora)“ initiiert. Ein Ziel dieses Projektes war die Untersuchung der Hefen- und Bakterienflora von fünf europäischen Rotschmierekäsen. In der vorliegenden Arbeit wurde die Mikroflora von drei verschiedenen Chargen eines Limburger Käses analysiert. Jede Charge wurde während eines frühen, eines mittleren und eines späten Stadium im Reifungsverlauf untersucht. Von jeder Käseprobe wurden je 50 Hefen und Bakterien isoliert, woraus die Gesamtzahl von 450 Hefen- und 450 Bakterienisolaten resultierte.

Screening und Identifizierung der Hefenisolate wurde mittels Fourier Transformierter Infrarot (FTIR) Spektroskopie durchgeführt. Ausgewählte Isolate wurden ferner klassischen physiologischen Tests unterzogen. Die Bakterienisolate wurden mit rep-PCR gescreent. Zur Identifizierung und Charakterisierung repräsentativer Isolate wurden verschiedene phänotypische und genotypische Methoden herangezogen. Zudem wurde direkt von der Käseoberfläche DNA isoliert, um schließlich mit Hilfe von Denaturing Gradient Gel Electrophoresis (DGGE) die Anzahl der unterschiedlichen Bakterientaxa zu bestimmen und unkultivierbare Bakterien zu detektieren.

Die Hefenflora des untersuchten Limburgers bestand lediglich aus *Debaryomyces hansenii* und *Galactomyces geotrichum*. *D. hansenii* dominierte die Flora der drei Reifungsstadien aller Chargen, außer die des frühen Reifungsstadiums der zweiten Charge (Abb. 1a). Ähnlichkeitsanalysen von Spektren, die aus den FTIR-Messungen resultierten, zeigten eine große Homogenität unter den Isolaten der beiden Spezies. Auffällig war jedoch, dass zwei koloniemorphologisch unterscheidbare Varianten von *D. hansenii* auftraten, die auch in ihrem Reaktionsmuster der physiologischen Tests voneinander abwichen.

Der Großteil der Bakterienisolate wurde der *Arthrobacter nicotianae*-Gruppe zugeordnet. Ferner trat eine kürzlich neubeschriebene Spezies, *Brevibacterium aurantiacum*, unter den Isolaten auf. Im frühen Stadium der ersten Charge wurde ein geringer Anteil an Isolaten als *Macrococcus* sp. identifiziert. In minimalen Zahlen wurden auch Gram-negative, LAB und Bacillen von der Käseoberfläche isoliert. Während *B. aurantiacum* das frühe Reifungsstadium der ersten und zweiten Charge dominierte, gehörte der überwiegende Teil der Isolate aller übrigen Käseproben der *A. nicotianae*-Gruppe an. Innerhalb letzterer konnten dem rep-Muster nach zwei verschiedene Typen unterschieden werden (Abb. 1b).

Über DGGE konnten Vertreter weiterer Bakteriengruppen gefunden werden, und zwar der *Arcanobacterium*-, der *Aureobacterium*-, der *Corynebacterium*-, der *Curtobacterium*- und der *Microbacterium*-Gruppe.



**Abb. 1a-b: Zusammensetzung der Flora während der verschiedenen Reifungsstadien in drei Chargen. (a)** Hefen: *D. hansenii* (■), *G. geotrichum* (□). **(b)** Bakterien: *B. aurantiacum* (□), *A. nicotianae*-Gruppe Typ SIR4 (□), *A. nicotianae*-Gruppe Typ SIR2 (■), *Macrocooccus* sp. (▨); Bacillen, Gram-negative Bakterien, LAB (■).

Den Isolaten zufolge war die Speziesdiversität der Hefen und Bakterien geringer als der bisherigen Literatur nach erwartet. Ebenso erwies sich die intraspezifische Diversität als weitgehend gering. Eine gewisse Diversität lag unter den Isolaten von *D. hansenii* und der *A. nicotianae*-Gruppe vor. DGGE zeigte, dass einige Bakteriengruppen über die klassische Isolationsmethode nicht detektiert werden konnten. Die tatsächliche Biodiversität innerhalb der Bakterienflora erwies sich als deutlich höher.

## Arbeitsgruppe:

### Toxinbildung und Identifizierung von *Bacillus cereus*

#### Gruppenleiterin: Monika Ehling-Schulz

Das ubiquitär vorkommende endosporenbildende Bakterium *Bacillus cereus* ist in der Milchindustrie und weiteren Zweigen der Lebensmittelindustrie eine ernstzunehmende Kontaminationsquelle. Da einige *B. cereus* Stämme Toxine produzieren, die gastrointestinale Erkrank-



kungen hervorrufen, stellen diese bakteriellen Kontaminanten für den Konsumenten eine potentielle Gefahr dar. Das Toxizitätspotential der Stämme ist jedoch sehr unterschiedlich, so reicht das Spektrum von Stämmen, die als Probiotika Futtermitteln zugesetzt werden, bis zu stark toxischen Stämmen, die bereits für Todesfälle verantwortlich waren.

Prinzipiell kann *B. cereus* zwei Formen von Lebensmittelvergiftungen hervorrufen: Emesis und Diarrhöe. Das hitzestabile emetische Toxin Cereulid kann Erbrechen auslösen, während hitzlabile Enterotoxine Diarrhöe zur Folge haben können. In der Regel sind die Beschwerden nach einem Tag abgeklungen, aber es gibt auch schwere Fälle, die einer klinischen Behandlung bedürfen und in einzelnen Fällen auch den Tod zur Folge haben. Die genaue Erfassung von Daten bezüglich Lebensmittelvergiftungen, die durch *B. cereus* verursacht wurden ist sehr schwierig, da Verwechslungen mit anderen Lebensmittelpathogenen möglich sind. So weist der emetische Typ der Erkrankung die gleichen Inkubationszeiten und Symptome wie *Staphylococcus aureus* Intoxikationen auf, wohingegen der diarrhöische Typ die Symptome einer *Clostridium perfringens* Infektion widerspiegelt. Zum Nachweis der Diarrhöe verursachenden Enterotoxine gibt es kommerziell erhältliche immunologische Assays und molekulare Nachweissysteme, während solche Nachweismöglichkeiten für emetische *B. cereus* Stämme nicht verfügbar sind. Im Rahmen eines EU Projektes (QLK1-CT-2001-00854) werden daher die molekularen Grundlagen der emetischen Toxinproduktion erforscht.

### **PCR-Assay zum Nachweis emetischer *Bacillus cereus* Stämme**

*PCR assay for identification of emetic toxin producing Bacillus cereus strains.*

Martina Fricker, Monika Ehling-Schulz, Siegfried Scherer

Aufgrund seines ubiquitären Vorkommens und der Hitzeresistenz seiner Sporen ist *Bacillus cereus* in vielen rohen, teilverarbeiteten aber auch pasteurisierten Lebensmitteln nachweisbar. Toxinbildende Vertreter dieser Spezies sind häufig für lebensmittelbedingte Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes verantwortlich. Da *B. cereus* Sporen nicht durch Pasteurisierungsverfahren oder einfache sanitäre Maßnahmen eliminiert werden können, ist es aus der Sicht des Verbraucherschutzes und der Lebensmittelsicherheit notwendig gefährliche toxinbildende Stämme von nicht toxischen Vertretern der Spezies *B. cereus* zu unterscheiden. Zum Nachweis enterotoxinbildender diarrhöischer *B. cereus* stehen etablierte erhältliche PCR- basierte Nachweissystem oder kommerzielle Immunoassays zur Verfügung. Emetische *B. cereus* können nur über aufwendige Methoden wie Zellkultur, Bioassay auf Eberspermien-basis oder Massenspektrometrie identifiziert werden. Keine der genannten Methoden ist in Routinelabors oder in der Industrie einsetzbar, weil sie zu zeit- und arbeitsaufwendig sind und speziell geschultes Personal voraussetzen. Außerdem erfordern diese Methoden einen eintägigen bis einwöchigen Anreicherungsschritt sowie spezielle Extraktionsmethoden für das Toxin. Bisher ist kein molekularer Nachweis emetischer Stämme möglich gewesen, denn die molekulare Grundlage der Toxinproduktion war unbekannt.

Kürzlich haben wir im Zuge eines Screeningverfahrens ein genomisches DNA Fragment gefunden, das spezifisch in emetischen toxinbildenden *B. cereus* Stämmen vorkommt. Die genaue Funktion dieses genomischen DNA Abschnittes ist jedoch unbekannt; bei Datenbank-recherchen konnten keine signifikanten Homologien zu bekannten Genen gefunden werden.

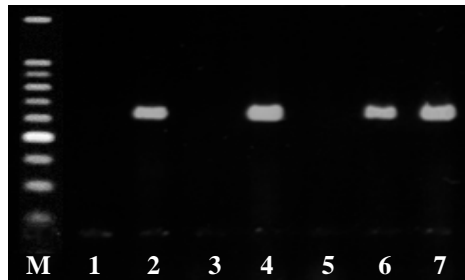


Abb. 1: PCR-Produkte der spezifischen Primer EM1 und EM2 mit verschiedenen Template-DNA-Mischungen.

- 1: DNA von Mitgliedern der *B. cereus* Gruppe (*B. cereus* ATCC14579<sup>T</sup>, *B. anthracis* Sterne CIP7702, *B. thuringiensis* WS2614, *B. weihen-stephanensis* WSBC10204<sup>T</sup>, *B. mycoides* WSBC10276, *B. pseudomycooides* WS3118<sup>T</sup>),
- 2: wie Spur 1 und DNA vom emetischen Referenzstamm F4810/72,
- 3: DNA verschiedener *S. aureus* Stämmen (WS2604 (SEA), WS2606 (SEB), WS2608 (SEC), WS2610 (SED); WS2612 (SEE)),
- 4: wie Spur 3 + F4810/72
- 5: DNA verschiedener Lebensmittelpathogene (*B. licheniformis* WSBC23001, *C. perfringens* ATCC3628, *L. monocytogenes* WSLC10209, *S. aureus* WS2604, *S. equorum* WS2733, *S. enterica* serovar Dublin WS2692, *E. coli* WS2577, *Y. enterocolitica* WS2589),
- 6: wie Spur 5 + F4810/72,
- 7: *B. cereus* F4810/72,
- M: Marker 100 bp ladder (Promega)

Die Sequenz dieses DNA Abschnittes wurde zur Entwicklung eines molekularen Nachweissystems für emetische *B. cereus* Stämmen genutzt. Die Spezifität der entwickelten Oligonukleotidprimer EM1 und EM2 konnte in einem Screening von 210 *B. cereus* Stämmen (davon waren 59 emetisch), 29 Stämmen der *B. cereus* Gruppe und 8 Vertretern anderer *Bacillus* sp. gezeigt werden. Es traten weder falsch positive, noch falsch negative Ergebnisse auf, auch wurden keine Kreuzreaktionen mit anderen Lebensmittelpathogenen beobachtet. Zusätzlich wurden verschiedene DNA-Mischungen, mit und ohne DNA eines emetischen Stammes, mit den Primern des PCR-Nachweissystems getestet, um den Einfluss einer nicht-emetischen Begleitflora auf die Spezifität und Sensitivität des Assays zu testen. (vgl. Abb.1).

Der hier vorgestellte PCR-Assay ist das erste molekulare Nachweissystem für emetische *Bacillus cereus*. Das Nachweissystem muss für den Routinegebrauch allerdings noch optimiert werden. Das dem Assay zugrunde liegende Versuchsprotokoll setzt eine Isolation der Bakterien voraus, deswegen soll in weiterführenden Arbeiten auch ein Assay zum direkten Nachweis von toxinbildenden *B. cereus* Stämmen in Lebensmitteln entwickelt werden.

### **Cereulid, das emetische Toxin von *Bacillus cereus*:**

#### **Produkt einer nicht-ribosomalen Peptidsynthetase?**

*Cereulide, the emetic toxin of Bacillus cereus: Product of a non-ribosomal peptid synthetase?*

Monika Ehling-Schulz, Natasa Vukov, Agnes Bodor, Siegfried Scherer.

Zur chemische Struktur und Wirkungsweise des emetischen Toxins Cereulid liegen bereits einige Untersuchungen vor, allerdings blieben der genaue Syntheseweg und die molekulare

Grundlage der Toxinproduktion ungeklärt. Cereulid ist ein Depsipeptid, das folgende Primärstruktur aufweist: [D-O-Leu-D-Ala-L-O-Val-L-Val]<sub>3</sub>. Die in dem Molekül auf-tretenden alternierenden Ester- und Peptidbindungen deuten auf eine biochemische Synthese mittels multimodularer Enzymkomplexe, sog. nicht-ribosomaler Peptidsynthetasen (NRPS), hin. Die Reihenfolge der Module in einer NRPS entspricht i.d.R. der Reihenfolge der Monomere in dem gebildeten Peptid, und jeweils ein Modul ist für die Aktivierung und den Einbau einer spezifischen Aminosäure verantwortlich. In den Modulen, die wiederum modular aufgebaut sind, findet man hoch konservierte Kernmotive (core motives). Diese konservierten Sequenzen können dazu benutzt werden mittels degenerativer PCR nach unbekanntem NRPS zu suchen. Mit Hilfe dieser Methode wurden in dem emetischen Referenzstamm *B. cereus* F4810/72 potentielle NRPS Genfragmente amplifiziert, subkloniert und sequenziert. Durch *in Silica* Analysen der abgeleiteten Aminosäuresequenzen konnte unter den sequenzierten Klonen ein DNA Fragment identifiziert werden, das spezifisch ist für die Aktivierung von Valin. Um zu zeigen, dass das identifizierte Genfragment einen Teil des genetischen Locus bildet, der für die Synthese von Cereulid verantwortlich ist, wurde das entsprechende DNA Fragment für Insertionsmutageneseversuche verwendet. Die gefundenen Mutanten wurden in Kooperation mit der AG Märtelbauer, LMU München, auf ihre Cereulidproduktion in einem Zellkultursystem getestet. In den Insertionsmutanten konnte keine Cereulidproduktion mehr nachgewiesen werden. Das gefundene Gen ist also an der Produktion des emetischen Toxins Cereulid beteiligt. Zusätzliche Southern Blot Analysen von emetischen und nicht emetischen *B. cereus* Stämmen zeigten, dass das identifizierte Genfragment spezifisch für cereulidproduzierende Vertreter von *B. cereus* ist. Die Sequenzinformation des identifizierten DNA Fragments wurde mittels sog. „module jumping“ in die 5' und 3' Region erweitert. „Module jumping“ bezeichnet eine Technik, bei der ein spezifischer Oligonukleotidprimer, der in der bekannten Sequenz bindet, mit einem degenerativen Primer, der in den konservierten „core motives“ der unbekanntem Sequenz binden soll, kombiniert wird. Die erweiterte Sequenzinformation wurde dazu benutzt Oligonukleotidprimer zu designen, die die spezifische Amplifikation des Cereulidsynthetase-gens (*ces* Gen) ermöglichen. Im Gegensatz zu Enterotoxinen, die zwar bei vielen Vertretern der *B. cereus* Gruppe gefunden, aber nicht immer exprimiert werden, konnte das *ces* Gen nur in Stämmen nachgewiesen werden, die Cereulid produzieren. Von 164 *B. cereus* Stämmen, darunter 59 emetische Stämmen, die mit den Cereulidsynthetase Primern (*ces* primer) getestet wurden, wurde das *ces* Gen in allen cereulidproduzierenden Stämmen mittels PCR nachgewiesen, wohingegen kein einziger cereulidnegativer Stamm der *B. cereus* Gruppe ein positives Signal in der PCR ergab.

Unsere Untersuchungen haben gezeigt, dass Cereulid tatsächlich nicht ribosomal durch eine multimodulare Peptidsynthetase gebildet wird und ein Nachweis cereulidbildender *B. cereus* Stämme anhand des Cereulidsynthetasegens (*ces* Gens) möglich ist. Durch die Sequenzierung und Charakterisierung des gesamten genetischen Locus der Cereulidsynthetase, sowie ergänzende Studien zur Regulation der Toxinsynthese soll in einem nächsten Schritt der genaue Mechanismus der Cereulidproduktion aufgeklärt werden.

## Arbeitsgruppe: Genomische Studien an Salmonellen

### Gruppenleiter: Thilo M. Fuchs

Die Enteritis-Salmonellose des Menschen gehören zu den bedeutendsten Infektionskrankheiten des Gastrointestinaltraktes. Sie werden durch eine Vielzahl verschiedener Salmonellen verursacht, die in der Regel vom Tier auf den Menschen übertragen werden. Obgleich die meisten Salmonellen ihren originären Standort vorwiegend bei verschiedenen landwirtschaftlich genutzten Tierarten besitzen, persistieren sie dort oft subklinisch bzw. symptomlos und lösen erst beim Menschen Gastroenteritis aus.

Unser zunehmendes Wissen über die molekularbiologischen Mechanismen, die einer *Salmonella*-Infektion zugrunde liegen, wird in Zukunft eine verbesserte Bekämpfung der Enteritis-Salmonellose ermöglichen. Es kann sogar daran gedacht werden, durch gezielten Knockout an der Virulenz beteiligter Gene („Attenuation“) einen Salmonellen-Stamm zu erzeugen, der als Impfstoff-Träger eingesetzt wird. Dabei dient der nicht mehr krankheitsauslösende *Salmonella*-Stamm als Vehikel, um das Antigen eines anderen Bakteriums oder Virus in die Nähe von Zellen des Immunsystems zu bringen.

Allerdings haben die in den vergangenen Jahren durchgeführten Sequenzierungen bakterieller Genome ein überraschendes Ergebnis zu Tage befördert: je nach Organismus können 20-40% der gefundenen Genen bislang keine Funktion zugeordnet werden. Das bedeutet, dass einige zelluläre Mechanismen nur unzureichend charakterisiert sind oder bislang vollständig unbekannt sind. Wir stellen im folgenden zwei Beispiele dafür vor, wie für eine große Zahl dieser Gene eine vorläufige Funktionszuordnung durchgeführt werden kann, der dann in ausgewählten Einzelfällen eine detaillierte Charakterisierung folgt.

### “Screening“ des *Salmonella*-Genoms nach Genen, die zum intrazellulären Überleben und Wachstum beitragen

*Screening the Salmonella genome for genes contributing to intracellular survival and growth*

Thilo M. Fuchs, Heide Niesalla, Elke Freissler, Jochen Klumpp

Wir entwickelten einen neuen „Screening“-Ansatz, um solche Gene zu identifizieren, die an der intrazellulären Vermehrung von *Salmonella enterica* serovar Typhimurium beteiligt sind. Dieser Ansatz umfasst (i) ein genetisches System, das auf dem Prinzip der homologen Rekombination basiert und zur genomweiten insertionalen Mutagenese eingesetzt wird, und (ii) ein Hochdurchsatz-Verfahren, mit dessen Hilfe solche Mutanten isoliert werden, die sich bei der Infektion von Makrophagenzellen als attenuiert (abgeschwächt) herausstellen. Dazu wurden kurze, chromosomale Fragmente in einen temperatursensitiven Vektor kloniert; durch insertionale Duplikationsmutagenese, gefolgt von einem Selektionsschritt bei nicht permissiver Temperatur, wurden 9125 individuelle Mutanten erzeugt (Abb. 1).

Wir wollten nun wissen, welche Gene am Überleben und der Replikation von *S. typhimurium* in Makrophagenzellen, die eine wichtige Zwischenstation bei einer Infektion sind, beteiligt sind. Dazu ersetzten wir den Infektionsassay mit Makrophagen im 24-Well-Format durch ein Hochdurchsatzverfahren in Mikrotiterplatten. Zusätzlich wurde die Zahl der nach der Infektion überlebenden Zellen nicht durch arbeitsaufwendiges Ausplattieren und Auszählen der Bak-

terien bestimmt, sondern durch die Messung der optischen Dichte der jeweiligen Zellsuspension im ELISA-Reader. Die qualitative Korrelation zwischen diesen beiden Verfahren wurde ausführlich gezeigt.

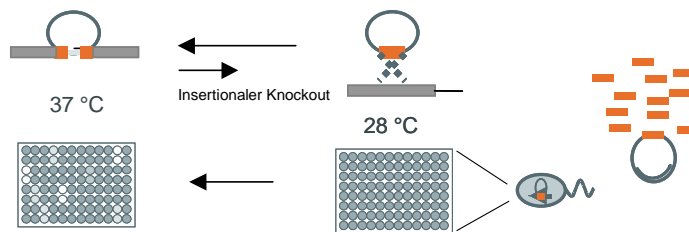


Abb. 1: Mutagenese durch insertionalen Knockout. Chromosomale Fragmente, die kürzer sind als ein durchschnittliches Gen, werden in einen Vektor kloniert, der bei 37°C nicht mehr replizieren kann. Die Integration des kompletten Vektors und damit die insertionale Mutagenese erfolgt ortsspezifisch über homologe Rekombination.

Dieser neuartige Makrophagen-Infektionsassay erlaubte uns die Testung aller 9125 Mutanten, von denen 438 Klone in ihrer intrazellulären Replikationsfähigkeit stark beeinträchtigt waren. Diese Mutanten wurden mittels PCR-Amplifikation des ursprünglichen Fragmentes und dessen anschließender Sequenzierung weiter charakterisiert. Dazu wurde eine Genomkarte von *Salmonella typhimurium* erstellt, in der bereits bekannte Virulenzfaktoren, darunter die sog. *Pathogenitätsinseln*, mit den von uns identifizierten Genen abgeglichen wurde. Wir definierten schließlich eine Reihe von möglichen neuen Faktoren, die am intrazellulären Überleben von *Salmonella* Stämmen maßgeblich beteiligt sind, unter ihnen solche, deren Funktion bislang unbekannt war. Die Abbildung 2 zeigt die funktionale Gliederung dieser Gene, die nach einem Knockout zur Attenuierung von *S. typhimurium* führen können.

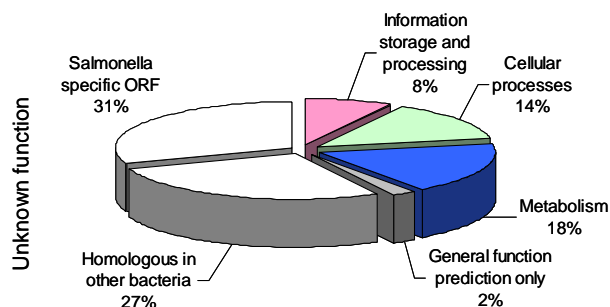


Abb. 2: Gruppierung der identifizierten *Salmonella*-Gene, die nach insertionalem Knockout zur Attenuierung geführt haben. Die Mehrzahl der Gene fällt in die Kategorien Transport, Metabolismus und Regulation. Für etwa 30% der identifizierten Sequenzen konnten wir keine Homologie zu Proteinen anderer Bakterien feststellen. Es handelt sich hier vermutlich um Faktoren, die spezifisch an der Salmonellen-Virulenz Anteil haben.

In der Folge werden aus der Vielzahl an gefundenen Genen einige nach genau definierten Kriterien ausgewählt und zunächst durch sog. „In-frame-Deletionen“ validiert. Dazu wurde eine PCR-Fragment aus Bereichen, die homolog zum zu deletierenden Gen sind und einer Kanamycinkassette (aus einem Vektor) in wildtypische *Salmonella typhimurium* transformiert und mit Hilfe des Red-Rekombinasessystems ins Genom integriert (sequenzspezifische Rekombination). Daraus resultierte eine Insertion des PCR-Fragments unter Wegfall der ursprünglichen Gensequenz zwischen den ausgewählten homologen Bereichen. In einem zweiten Schritt wurde mit Hilfe einer FLP-Rekombinase die von Erkennungsstellen der Rekombinase flankierte Resistenzkassette entfernt. Zurück bleibt anstelle des Zielgens eine kurze Fremdsequenz mit Stopcodons in allen sechs Leserastern und einer idealisierten Ribosomenbindungsstelle downstream vom Gen. Diese Methode erlaubt uns die präzise, nichtpolare Deletion von bisher mehr als 20 Einzelgenen aus dem Genom von *Salmonella typhimurium*. Hierbei interessieren uns vor allem Gene aus möglichen neuen Pathogenitätsinseln.

Die Deletionsmutanten werden momentan im 24-Well Zellkulturansatz auf ihren Attenuationsgrad untersucht. Durch den Vergleich unserer Ergebnisse mit Daten anderer pathogener Organismen wie Listerien wollen wir so ein genaueres Bild der Vorgänge bei der intrazellulären Replikation dieser Bakterien zeichnen.

### Genomische Mutagenese eines Gram-negativen Bakteriums: Definition des Sets der essentiellen Gene von *Salmonella*

*Genomic mutagenesis of a Gram negative bacteria: Definition of a set of essential genes in Salmonella*

Thilo M. Fuchs, Karin Knuth

Das oben beschriebene Verfahren zur Herstellung einer genomweiten Mutantenbank wurde von uns in eine Strategie zur Identifikation essentieller Gene integriert. Unter essentiellen Genen verstehen wir Gene, die auch unter Laborbedingungen für das Bakterium nicht verzichtbar sind und daher auch nicht mutagenisiert werden können. Solche Gene sind generell Zielpunkte für Antibiotika. Diese Strategie beinhaltet i) die genannte Knockout-Mutagenese, ii) das „Screening“ einer kompletten Mutantenbank nach lethalen Insertionsereignissen, und iii) die Identifikation geeigneter und neuer antibakterieller Targets.

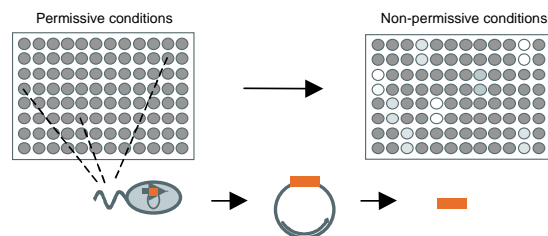


Abb. 1: Eine Referenzbank, bestehend aus Klonen von *S. typhimurium* mit frei replizierendem Vektor als Träger einer Fragmentbank, wurde im 96-Well-Format erstellt. Wachstum der Einzelklone unter nicht-permissiven Bedingungen, unter den der Vektor nicht mehr replizieren kann, führt zur Selektion von Insertionsmutanten (grau). Klone, bei denen die Insertion über homologe Rekombination lethal ist, deuten auf klonierte Fragmente hin, die Teil essentieller Gene sind (weiß).

Die in einem konditional replizierenden Vektor vorliegende Fragmentbank wurde in *S. typhimurium* transformiert; die unter permissiven Bedingungen kultivierten Transformanten wurden vereinzelt und als Referenzbank gesichert. Eine im 96-Well-Format vorliegende Kopie dieser Bank wurde anschließend unter nicht-permissiven Bedingungen selektioniert. In diesem Schritt überlebten nur solche Klone, bei denen a) ein Rekombinationsereignis eingetreten war und b) dieses Rekombinationsereignis keine lethalen Folgen für den betroffenen Klon hatte. In den Fällen, in denen aufgrund der insertionalen Rekombination keine überlebensfähigen Bakterien auffindbar blieben, waren offenbar essentielle Gene betroffen (Abb. 1).

Etwa 500 solcher wachstumsdefizienter Mutanten wurden identifiziert. Durch Rückgriff auf die Referenzbank konnten die jeweiligen Fragmente amplifiziert und anschließend sequenziert werden. Die erhaltenen Sequenzen wurden mittels BLAST (Basic Local Alignment Search Tool)-Analyse nach Homologien zu bereits bekannten Genen untersucht. Ergebnis dieser Arbeit war eine genomische Mappe lethaler Insertionsmutanten (Abb. 2).

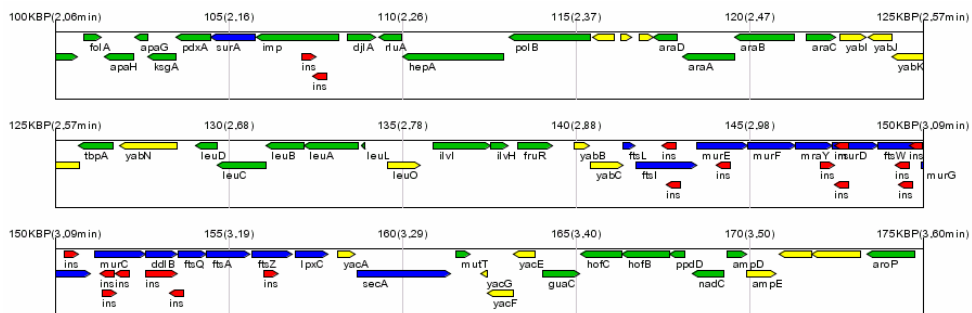


Abb. 2: Ausschnitt aus der Genomkarte von *S. typhimurium*. Die dunklen Pfeile stellen bereits bekannte essentielle Gene dar, durch das Verfahren der Insertionsmutagenese identifizierte Fragmente, die Teile essentieller Gene sind, sind als kurze Pfeile den Genen unterlegt. Die hier gezeigte Region umfasst das Gencluster der Murein-Biosynthese. Einige Antibiotika wie Bacitracin oder Ampicillin sind gegen die Zellwandsynthese und damit gegen die Funktion der Gene der Murein-Biosynthese gerichtet.

Aus den ermittelten Fragmenten leiteten wir etwa 220 Gene ab; diese Gene machen schätzungsweise die Hälfte aller für *S. typhimurium* essentiellen Gene aus. Darunter findet sich eine Vielzahl von Genen, die für Proteine unbekannter Funktion codieren. Um aus der Gesamtgruppe die vielversprechendsten antibakteriellen Zielmoleküle herauszufiltern, wendeten wir ein Validierungsschema an, das die Verbreitung der Gene in anderen, medizinisch relevanten Bakterien untersuchte. Wir erhielten als Ergebnis ein Muster orthologer Proteine, die teilweise nur in einer oder wenigen Spezies vorkommen, teilweise in den meisten der untersuchten Pathogenen gefunden werden konnten. Weitere Auswahlkriterien waren u. a. Löslichkeit und fehlende Homologien zu eukaryontischen Proteinen. Weiterhin wurden mehrere Gene unter Kontrolle eines reprimierbaren Promoters gestellt, was die Erzeugung von wachstumsdefizienten bzw. konditional lethalen Phenotypen erlaubt (Abb. 3). Die identifizierten „Targets“ können direkt zur antimikrobiellen Wirkstoffentwicklung eingesetzt werden.

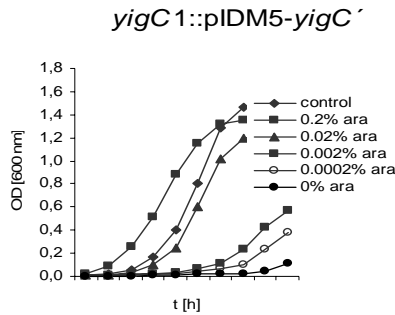


Abb. 3: Das essentielle *Salmonella* Gen *yigC*, das eine Decarboxylase codiert, wurde unter Kontrolle eines regulierbaren Promoters gestellt. Mit zunehmender Repression des Promoters verlangsamt sich das Wachstum der Bakterien bis hin zu einem annähernden Null-Phenotyp.

## Arbeitsgruppe: Gastrointestinale Krankheitserreger *Yersinia enterocolitica* und *Escherichia coli* O157:H7 (EHEC)

Gruppenleiter: Klaus Neuhaus

### *lux*-Promotor Studien in pathogenen *Escherichia coli* (EHEC)

*lux-promoter studies in pathogenic E. coli (EHEC)*

Klaus Neuhaus, Michael Käser, Siegfried Scherer

Eine Gruppe von neuartigen Pathogenen sind die enterohämorrhagischen *E. coli* Stämme, insbesondere des Typs O157:H7. Sie persistieren vermutlich in Weidevieh subklinisch bzw. symptomlos und lösen erst beim Menschen Gastroenteritis aus. Der erste dokumentierte Fall von *E. coli* O157:H7 trat in den Vereinigten Staaten im Jahre 1983 auf und betraf unzureichend durchgegarnte Hamburger-Frikadellen. Weltweit werden in den verschiedensten Labors Anstrengungen unternommen, um die Pathogenitätsmechanismen dieses und verwandter Bakterien aufzuklären. Unzureichend bekannt sind aber die Infektionskreisläufe in der Natur und die daran beteiligten Gene im Bakterium. Diese Problematik wurde offensichtlich, als man die komplett sequenzierten Genome verschiedener pathogener *E. coli* Stämme untersuchte. Ca. 1/3 aller Gene sind der Wissenschaft quasi unbekannt (vgl. Tabelle 1). Als Quelle für diese Gene wird u.a. lateraler Gentransfer zwischen den Bakterien angenommen, wobei zu bemerken ist, daß die allermeisten Mikroben nicht kultivierbar sind. (Schätzungen gehen bis  $10^7$  unbekannt Arten im Vergleich zu ca.  $6 \cdot 10^3$  bekannten).

Um Promoter-Studien unbekannter Gene durchführen zu können eignet sich die *luxCDABE*-Genkassette besonders. Bei einer Aktivierung dieses Genclusters aus marinen Leuchtbakterien kommt es zur Produktion von Licht, welches mit hochempfindlichen Kameras detektiert werden kann. Das *lux*-Reporter-System hat mehrere Vorteile: i) Es können bakterielle Interak-



tionen zwischen anderen Bakterien oder Organismen untersucht werden, ii) das zu untersuchende System ist unabhängig von der Zugabe irgendwelcher künstlicher Substanzen (z.B. Antibiotika, Substrate etc.), iii) ein breites Spektrum an unterschiedlichen Wachstumsbedingungen ist testbar (z.B. von Käseoberflächen bis hin zu *in situ* Untersuchungen in lebenden Mäusen), iv) und verschiedene Zeitpunkte können *online* in ein und demselben Experiment gemessen werden, was die statistische Varianz verringert.

Tab. 1: Vergleich von Bakterien deren gesamtes Genom sequenziert wurde in Bezug auf bekannte und unbekannte Gene.

| Art                              | Gene<br>gesamt | bekannte<br>Gene | unbekannte<br>Gene | Referenz         | Vorkommen  |
|----------------------------------|----------------|------------------|--------------------|------------------|------------|
| <i>Bacillus anthracis</i>        | 5842           | 4173 (71%)       | 1669 (29%)         | Ivanova (2003)   | Pathogen   |
| <i>Bacillus cereus</i>           | 5366           | 3839 (72%)       | 1527 (28%)         | Ivanova (2003)   | Path./Umw. |
| <i>Bacillus subtilis</i>         | 4100           | 2379 (58%)       | 1721 (42%)         | Kunst (1997)     | Umwelt     |
| <i>Blochmannia floridanus</i>    | 625            | 555 (88%)        | 70 (12%)           | Gil (2003)       | Symbiont   |
| <i>Campylobacter jejuni</i>      | 1654           | 1290 (78%)       | 364 (22%)          | Parkhill (2000)  | Pathogen   |
| <i>E. coli</i> OH157:H7          | 5361           | 3185 (59%)       | 2176 (41%)         | Hayashi (2001)   | Pathogen   |
| <i>Escherichia coli</i> K12      | 4288           | 2659 (62%)       | 1629 (38%)         | Blattner (1997)  | Kommensale |
| <i>Listeria innocua</i>          | 2973           | 1541 (62%)       | 1132 (38%)         | Glaser (2001)    | Umwelt     |
| <i>Listeria monocytogenes</i>    | 2853           | 1845 (65%)       | 1008 (35%)         | Glaser (2001)    | Pathogen   |
| <i>Porphyromonas gingivalis</i>  | 1990           | 1075 (54%)       | 915 (46%)          | Nelson (2003)    | Pathogen   |
| <i>Salmonella enterica typhi</i> | 4599           | 3788 (82%)       | 811 (18%)          | Parkhill (2001a) | Pathogen   |
| <i>Wolinella succinogenes</i>    | 2046           | 1260 (62%)       | 786 (38%)          | Baar (2003)      | Kommensale |
| <i>Yersinia pestis</i> CO92      | 4012           | 3208 (80%)       | 804 (20%)          | Parkhill (2001b) | Pathogen   |
| <i>Yersinia pestis</i> KIM       | 4198           | 2580 (61%)       | 1618 (39%)         | Deng (2002)      | Pathogen   |

Ein Plasmid mit geringer Hintergrundrate an Transkription wurde mit einer *luxCDABE*-Genkassette ohne Promoter ausgestattet. Mehrere Schnittstellen für Klonierungen zu untersuchender Promotoren wurden vor die Genkassette eingefügt. Diese erste Version des *lux*-plasmids wird durch Antibiotika selektiert, jedoch sind weitere Plasmide in Arbeit, die lebenswichtige Gene der Bakterien *in trans* enthalten. Dadurch wird das Plasmid in einer korrespondierenden Verlustmutante erhalten und die Zugabe von Antibiotika wird entbehrlich. Plasmide mit hoher bzw. niedriger Kopienzahl / Bakterienzelle sind verfügbar. Dies dient zum Testen von Genen niedriger bzw. hoher Transkriptionsrate.

Zum Nachweis einer prinzipiellen Funktion im angestrebten Sinn, wurden zunächst Promotoren von Genen verwendet, die auf bekannte Umweltstimuli reagieren, wie pH- oder Temperatur-Streß. Danach wird dieses System für eine systematische Untersuchung unbekannter Gene eingesetzt, die dann unter den verschiedensten Umweltbedingungen getestet werden können.

### **Kopplung der Kälteschock-Antwort mit dem Abbau der beteiligten mRNAs in *Yersinia enterocolitica*.**

*Coupling between the cold shock response and decay of the involved mRNA's in Yersinia enterocolitica*

Klaus Neuhaus, Nataša Anastasov, Siegfried Scherer

*Yersinia enterocolitica* und *Escherichia coli* sind zwei nah verwandte Bakterien, jedoch unterscheidet sich die minimale Wachstumstemperatur beträchtlich. *Y. enterocolitica* wächst

bis  $-5^{\circ}\text{C}$ , wohingegen *E. coli*  $8^{\circ}\text{C}$  als Minimum hat. Warum das so ist, ist unbekannt. Gerade die psychrotoleranten Bakterien, und hier insbesondere die pathogenen, sind aber im Lebensmittelbereich ein Problemfaktor, da sie sich durch Kühlung nur zum Teil ausreichend hemmen lassen.

Nach einem Kälteschock werden von allen freilebenden Bakterien sogenannte Kälteschockproteine produziert, die helfen hinderliche Sekundärstrukturen in mRNA zu beseitigen. Nach einem Kälteschock wird beispielsweise in *Y. enterocolitica* rasch und effizient ein bicistronisches Gentandem mit den Hauptkälteschockproteinen CspA1 und CspA2 induziert. Zur schnellen Anpassung an neue Umweltbedingungen gehört nun nicht nur die Induktion neuer mRNA's für Streßproteine, sondern auch deren Regulation durch mRNA-Abbau. Nach erfolgter Anpassung an den Kälteschock mit Hilfe der Kälteschockproteine CspA1/A2, muß die mRNA wieder abgebaut werden, da sonst die Ribosomen mehr oder weniger ausschließlich von ihr besetzt werden. Es zeigten sich nun einige Zeit nach einem Kälteschock *cspA1/A2*-mRNA Fragmente definierter Größe. Entsprechende Experimente ergaben einen eindeutigen Zusammenhang zwischen einem Abbau dieser mRNA und dem Beginn des Wiederwachsens nach Kälteschock. Dieses Phänomen wurde genauer untersucht und die Gensequenz des Kälteschockproteintandems *cspA1/A2* wurde mit Hilfe von Northern-blots und Primer-extension-Experimenten analysiert. Neben dem Transkriptionsstart (+1) wurden spezifische Schnittstellen entdeckt, an denen der Abbau hauptsächlich eingeleitet wird. Diese spezifischen Schnittstellen (AGUAAA) erklären zwanglos das Muster an mRNA-Fragmenten, die in den Northern-blots detektiert wurden (Abb. 1).

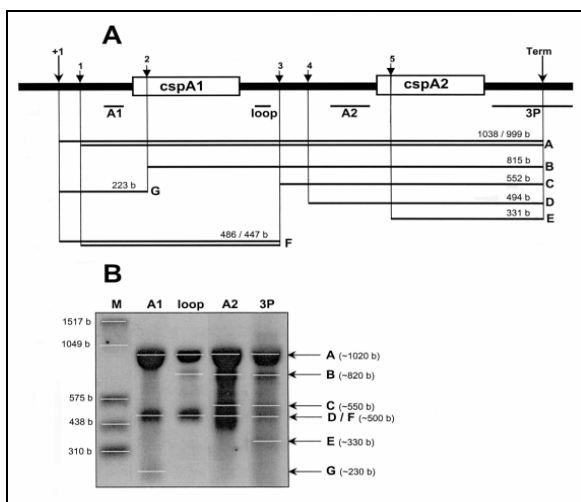


Abb. 1: Überblick über das bicistronische Gen *cspA1/A2* aus *Yersinia enterocolitica*. +1 ist der Transkriptionsstart. Die Ziffern 1-5 geben die Position der gefundenen Schnittstellen AGUAAA an. „Term“ ist die wahrscheinliche Terminationssequenz. Unterhalb der Gensequenz sind die verwendeten Sonden für Northern-blots und die dort gefundenen Fragmente gezeigt. B: Northern-Blots von *Y. enterocolitica* mRNA nach Kälteschock.

Zum Beweis, dass die gefundene Konsensus-Sequenz wirklich eine Rolle im Abbau der *cspA1/A2* mRNA, sowie dass dies mit dem Beginn des Wachstums nach Kälteschock zusammenhängt, wurden alle fünf gefundenen Kälteschock-Schneideboxen (nummeriert in Abb. 1) in einer mehrschritten Mutation mit der Polymerase-Kettenreaktion verändert. Das veränderte Gen (*cspA1/A2<sup>mut</sup>*), sowie das wildtypische (*cspA1/A2<sup>wt</sup>*) wurden in ein Plasmid mit hoher Kopienzahl kloniert. Nach der Induktion durch einen Kälteschock zeigte der Stamm mit *cspA1/A2<sup>wt</sup>* eine längere Anpassungsphase nach Kälteschock als ein Stamm ganz ohne Plasmid. Dies läßt sich aber zwanglos mit der hohen Kopienzahl des Plasmids und der daraus resultierenden hohen Menge an *cspA1/A2* mRNA erklären, die ja – wie oben berichtet – die Ribosomen völlig belegt. Jedoch war die Kälteanpassung in dem Stamm mit *cspA1/A2<sup>mut</sup>* extrem verzögert. Dieses Ergebnis zeigt, daß die Schneideboxen in der Tat zum gezielten Abbau der *cspA1/A2* mRNA benutzt werden. Durch die Mutationen konnte die mRNA nicht so schnell beseitigt werden und die Blockade der Ribosomen mit eben dieser mRNA dauerte länger an (Abb. 2).

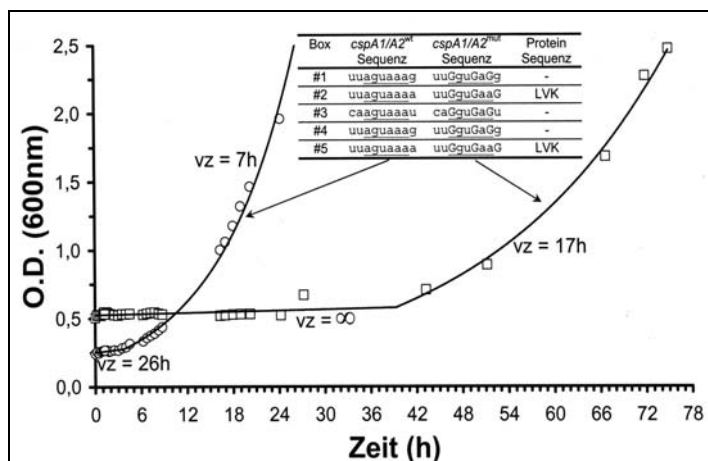


Abb. 2: Wachstum von *Y. enterocolitica* transformiert mit *cspA1/A2<sup>wt</sup>* (Kreise, ○) oder *cspA1/A2<sup>mut</sup>* (Quadrate, □) nach einem Kälteschock von 30°C nach 10°C. Die Unterschiede zwischen *cspA1/A2<sup>wt</sup>* und *cspA1/A2<sup>mut</sup>* sind in der eingeschobenen Tabelle dargestellt. Beide Kulturen zeigen eine Anpassungsphase nach dem Kälteschock mit keinem oder nur geringem Wachstum. Diese Phase dauert ca. 3h45min für *cspA1/A2<sup>wt</sup>* und ca. 30 bis 40h für *cspA1/A2<sup>mut</sup>*. Das Experiment zeigt deutlich, dass die Schneideboxen wichtig für den Abbau der mRNA sind. vz: Verdopplungszeit.

### Identifizierung kälteinduzierter Gene in der Kälteadaptationsphase bei dem psychrotoleranten Lebensmittelpathogen *Yersinia enterocolitica*

*Identification of cold-induced genes of the cold-adaptation-phase in the psychrotolerant food pathogen Yersinia enterocolitica*

Geraldine Bresolin, Klaus Neuhaus, Siegfried Scherer, Thilo M. Fuchs

*Yersinia enterocolitica* ist ein psychrotolerantes, humanpathogenes Bakterium. Eine Infektion mit *Y. enterocolitica* kann über kontaminierte Lebensmittel vorwiegend tierischer Herkunft, Trinkwasser oder in seltenen Fällen direkt über infizierte Personen erfolgen. Die ausgeprägte

Toleranz von *Y. enterocolitica* gegenüber niedrigen Temperaturen (Wachstum bis zu  $-5^{\circ}\text{C}$ ), stellt eine besondere Gefährdung dar, da sich durch die übliche Kühlung von Lebensmitteln, das Wachstum dieses Erregers nicht ausreichend hemmen lässt.

Alle frei lebenden Mikroorganismen besitzen die Fähigkeit, sich unterschiedlichen Temperaturen anzupassen. Bei einer abrupten Temperaturabnahme z.B. ist die so genannte Kälteschockantwort zu beobachten, die sich durch eine unmittelbare, transiente Überexpression der Hauptkälteschockproteine (CSPs, *cold shock proteins*) auszeichnet. Den CSPs wird eine ganz entscheidende Rolle im ersten Schritt der Kälteanpassung zugeschrieben. Sobald die Schockphase überwunden ist, tritt die Kälteadaptationsphase mit der Expression so genannter Kälteadaptationsproteine (CAPs, *cold adaptation proteins*) ein. Im Gegensatz zu den CSPs sind CAPs in kälte-gestressten Zellen permanent und auf einem deutlich erhöhten Niveau präsent. Ziel dieses Projekts ist die molekularbiologische Charakterisierung der bislang noch wenig erforschten Kälteadaptationsphase, die vermutlich entscheidend dazu beiträgt, dass psychrotoleranten Mikroorganismen, im Gegensatz zu mesophilen Mikroorganismen, ein mehr oder weniger harmonisches Wachstum bei niedrigen Temperaturen möglich ist.

Die Identifizierung kälteinduzierter Gene in *Y. enterocolitica* wurde durch einen Screening-Assay unter Einsatz eines promotorlosen Luziferase-Reporters erzielt. Mittels Transposonmutagenese wurden zufällige, transkriptionale Fusionen zwischen chromosomalen Promotoren und dem *luxCDABE*-Reporter generiert. Mit diesem Versuchsaufbau war es möglich, die Korrelation zwischen Wachstum, welches bei niedrigen Temperaturen deutlich vermindert ist, und Promotoraktivität in kälte-gestressten wie auch in nicht-gestressten Yersinien über einen längeren Zeitraum zu verfolgen. Kälteinduzierte Gene ließen sich durch eine erhöhte Lichtemission bei niedrigen Temperaturen auffindig machen.

Insgesamt wurden 5700 Transposonmutanten untersucht. Da die Aktivität des *lux*-Reporters bei  $10^{\circ}\text{C}$  nur etwa 10% der Aktivität bei  $30^{\circ}\text{C}$  entspricht, musste dieser Faktor für die Berechnung der Induktionsraten berücksichtigt werden. So ergab sich eine Zahl von 109 Mutanten, die bei  $10^{\circ}\text{C}$  eine mindestens 4,8fach stärkere Promotoraktivität aufwiesen verglichen mit der Promotoraktivität bei  $30^{\circ}\text{C}$ . Um die genauen Insertionsstellen des *luxCDABE*-Reporters im Genom von *Y. enterocolitica* lokalisieren, und die entsprechenden Gene bzw. Operons zuordnen zu können, wurden 87 dieser kälteinduzierten Mutanten sequenziert und mit dem *Y. enterocolitica* Genom abgeglichen. Die Sequenzierung zeigte, dass die untersuchte Promotoraktivität einiger Transposonmutanten auf dieselbe Transkriptionseinheit zurückzuführen war. Bei diesen Mutanten war häufig ein polarer Effekt zu beobachten, der die hohe Sensitivität dieses Luziferase-Assays unterstreicht. Letztendlich wurden alle sequenzierten Mutanten insgesamt 49 Transkriptionseinheiten zugewiesen, die sich in die Kategorien Motilität, Chemotaxis, Regulation, Transport, Pathogenität sowie Metabolismus gruppieren ließen.

Für die Validierung der identifizierten kälteinduzierten Transkriptionseinheiten wurde ein weiteres Reportersystem herangezogen, nämlich ein *gfp promoter probe vector*. Dieser Vektor beinhaltet ein promotorloses *gfp*-Gen, welches für das *green fluorescent protein* kodiert, sowie eine dem *gfp* vorgeschaltete *multiple cloning site*, die die Klonierung amplifizierter, chromosomaler Promotorregionen ermöglicht. Mit Hilfe dieses Systems konnte die Kälteinduzierbarkeit einiger ausgewählter Promotoren untersucht und bestätigt werden. In der

nachfolgenden Abbildung 1 ist die Expression des GFPs unter der Kontrolle eines kälteinduzierten Promotors aufgezeigt.

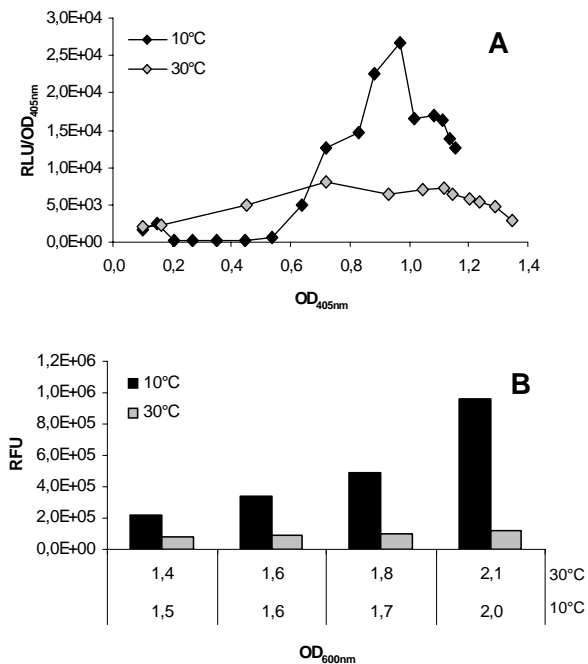


Abb. 1: Promotoraktivität des Gens 2196. (A) Die *luxCDABE*-Aktivität (in RLU, *relative light units*) der Transposonmutante 2196 wurde parallel bei 30°C und 10°C über mehrere Stunden bis zum Eintritt in die stationäre Phase gemessen. (B) Die Probenahme für die Bestimmung der GFP-Expression in Abhängigkeit von der Promotoraktivität des Gens 2196 wurde zu ausgewählten OD-Werten vorgenommen und gemessen (in RFU, *relative fluorescence units*).

## Arbeitsgruppe: Stabilität des BSE-Erregers in Lebensmitteln

Gruppenleiterin: Simone Müller-Hellwig

### Proteolytischer Abbau von Prionen durch Reifungskulturen

*Degradation of PrP<sup>Sc</sup> by microbial proteases of ripening cultures*

Simone Müller-Hellwig, Martin J. Loessner, Florian Waldherr, Siegfried Scherer

Prionenerkrankungen sind seit langem bekannte Erkrankungen des zentralen Nervensystems. Die transmissiblen spongiformen Enzephalopathien (TSE) kommen sowohl im Tierreich als auch beim Menschen vor. Die Krankheit zeichnet sich durch eine langsame Degeneration des Zentralnervensystems aus, die unweigerlich zum Tode führt. Als erste menschliche Prionenerkrankung wurde die Creutzfeld-Jakob-Disease (CJD) 1920/21 von H.G. Creutzfeld und A.M. Jakob unabhängig voneinander beschrieben. Man unterscheidet die sporadische, familiäre und iatrogene CJD. Prionenerkrankungen haben eine sehr lange Inkubationszeit, das bedeutet,

die Zeitspanne zwischen der stattgefundenen Übertragung einer Prionenerkrankung und ihrem Ausbruch kann mehrere Jahre bis Jahrzehnte dauern. 1996 wurde erstmals eine neue Variante der klassischen CJD beschrieben (vCJD). Im Gegensatz zu CJD sind vor allem jüngere Menschen betroffen und es zeigte sich vom klassischen Bild der anderen CJD-Formen abweichende Krankheitsverläufe. Die Ursache der Krankheit ist nach dem derzeitigen Stand der Forschung in dem Verzehr von BSE-kontaminiertem Rindfleisch zu suchen.

Neben dem Menschen sind auch einige Tierarten von Prionenkrankheiten betroffen. Als wichtigste Vertreter sind hier die Traberkrankheit (Scrapie) bei Schafen und Ziegen sowie bovine spongiforme Enzephalopathie (BSE) beim Rind zu nennen. Scrapie ist in Europa seit über 270 Jahren bekannt. Die Krankheit ist in Schafspopulationen vertikal und horizontal übertragbar, nach heutigem Kenntnisstand jedoch nicht auf den Menschen. Die beim Rind auftretende BSE wurde erstmals 1986 bei Rindern in Großbritannien festgestellt. Von 1988 bis zum Ende der neunziger Jahre kam es vor allem in Großbritannien zu einer BSE-Epidemie unter den dortigen Rindern. Von den englischen Inseln ausgehend gelangte die Krankheit durch Importe von Rindfleisch auf den europäischen Kontinent, wo sie seit 1989 in verschiedenen Ländern auftritt, jedoch in wesentlich geringerem Maße als in Großbritannien.

Als Auslöser der Krankheit gilt das Prion (PrP) (proteinaceous infectious particle). Der Nobelpreisträger Stanley Prusiner postulierte 1989 das sogenannte "Protein only"-Modell, welches einen Erreger annimmt, der nur aus Protein besteht, aber keine Erbsubstanz trägt. Es handelt sich dabei um eine völlig neue Erregerart, die sich von Bakterien und den bis heute bekannten Viren unterscheidet. Prionen sind äußerst resistent gegen Hitze und Chemikalien. Das Erhitzen auf 100°C kann Prionen nicht inaktivieren und gebräuchlichen Desinfektionsmittel bewirken keine Inaktivierung des Krankheitserregers.

Die Pathogenität des Erregers entsteht aus einem körpereigenen Protein PrPC durch eine Konformationsänderung während die Primärsequenz identisch bleibt. Das normale nicht pathogene Protein PrPC (c = zellulär) ist in vielen Geweben vorhanden, besonders hoch ist die Konzentration in den neuronalen Zellen des zentralen Nervensystems. Die pathogene Form des Proteins wird häufig in Anlehnung an die Scrapie des Schafes als PrPSC bezeichnet. Das Ergebnis der Umfaltung ist ein um 43% höherer  $\beta$ -sheet Anteil und eine Reduzierung der  $\alpha$ -Helices um 30%, während die Disulfidbrücken erhalten bleiben. Es ist bekannt, dass im Gegensatz zum normalen zellulären PrPC, die pathogene Isoform gegenüber einem Verdau mit Proteinase K weitgehend resistent ist, es verbleibt ein etwa 30 kDa großes Fragment PrP27-30, welches weiterhin infektiös ist. Im Hinblick auf die potentielle Infektiosität, die vom PrPSC ausgeht, ist eine genauere Untersuchung der pathogenen Form absolut notwendig.

Das Wissen um die Stabilität von PrPSC in Lebensmitteln ist von zentraler Bedeutung für die Risikoabschätzung hinsichtlich der Lebensmittelsicherheit. Das Ziel unseres Projektes ist es, die Frage zu beantworten, ob lebensmittelrelevante Bakterien in der Lage sind, PrPSC abzubauen, bzw. zu inaktivieren. Bisher gibt es nur sehr spärliche Informationen über die Sensitivität von PrPSC gegenüber bakteriellen Proteasen. Daher wurde nach einer bakteriellen Protease gesucht, die bestenfalls das PrPSC in Fragmente abbauen kann, von denen keine Infektiosität mehr ausgeht. Aus der zur Verfügung stehenden umfangreichen Mikroorganismensammlung der Abteilung Mikrobiologie des ZIEL wurden vor allem Reifungs- und Starterkulturen mit hoher proteolytischer Aktivität für das Screening ausgewählt.

Tab.1: Zusammenstellung der bislang getesteten Bakterien auf ihre proteolytische Aktivität

| Gattungen   | Anzahl der Bakterien | Proteolytisch aktive Bakterien | Prozent [%] |
|---|----------------------|--------------------------------|-------------|
| <i>Arthrobacter</i><br><i>Brevibacterium</i><br><i>Microbacterium</i> | 304                  | 83                             | 28          |
| <i>Corynebakterium</i>  | 136                  | 30                             | 22          |
| <i>Staphylococcus</i>   | 80                   | 10                             | 12,5        |
|   | Σ 520                | Σ 123                          |             |

Die Identifizierung der entsprechenden Bakterien beginnt mit einem breiten Screening. Da die Produktion von aktiven Proteinen stark von den Kultivierungsbedingungen abhängig ist, wurden diese zunächst optimiert. In einem weiteren Schritt wurden die bakteriellen Überstände auf ihre proteolytische Aktivität getestet, indem die Umsetzung eines Markerproteins gemessen wurde. Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die proteolytische Aktivität der getesteten Gattungen unter 30% liegen, für *Staphylococcus* unter 13%. Im Anschluss folgt die Inkubation der aktiven Überstände mit dem PrPSC. Für die Degenrationsversuche wurde mit PrPsc aus Scrapie-infizierten homogenisierten Hamsterhirnen (Stamm 263K) gearbeitet. Das Scrapie infizierte Hirnhomogenat wird mit dem aktivem bakteriellen Überstand inkubiert und der PrPSC Abbau mittels Western-Blot Analyse überprüft. Die Detektion des PrPSC erfolgt mit einem kommerziell erhältlichen Anti-Prion Antikörper. Als Negativkontrolle wird hitzeinaktivierter bakterieller Überstand eingesetzt. Insgesamt wurden 520 Bakterien auf ihre generelle proteolytische Aktivität untersucht. Einige hochaktive bakterielle Überstände zeigen das Potential, in vitro PrPsc zumindest teilweise abzubauen zu können.

Das Gesamtprojekt wird in Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. E. Märklbauer, LMU-München (Herstellung von monoklonalen Antikörpern und Entwicklung einer extrem sensitiven Nachweismethode von PrPSC), Prof. Dr. M. Gareis, BAFF-Kulmbach (Abbau von PrPSC im Gastrointestinaltrakt von Tieren) und Dr. M. Groschup, Inst. für neue und neuartige Tierseuchenerreger, Insel Riems (Prüfung der Infektiösität) bearbeitet. Das Forschungsprojekt ist eingebunden in den Bayerische Forschungsverbund Prionen (FORPRION) und wird finanziert vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (Projekt 1205 TG 81 LMU 19a)

## Arbeitsgruppe: Mikrobielle Ökologie von Käse-Reifungskulturen

**Gruppenleiterin: Barbara Silakowski**

### Transkriptionelle Analyse von *Listeria monocytogenes* bei Kontakt mit antilisteriellen Käse-Reifungskulturen

*Transcriptional analysis of Listeria monocytogenes during contact with antilisterial surface ripening cultures*  
Barbara Silakowski, Siegfried Scherer, PathoGenoMik Netzwerk Würzburg (BMBF)

*Listeria monocytogenes*, ein ubiquitär vorkommendes Gram-positives, stäbchen-förmiges Bakterium, ist der Erreger der humanen Listeriose. Es kann im infizierten Menschen direkt von einer Wirtszelle in die Nachbarzelle wandern und somit die Blut-Hirn-Schranke und die Plazenta-Barriere überwinden. Infektionen manifestieren sich meist als Sepsis und Enzephalomeningitis.

Besonders gefährdet sind Kleinkinder, ältere Menschen, Immungeschwächte und Schwangere. Bei letzteren führen *L. monocytogenes* Infektionen sehr oft zu Fehl- und Totgeburten.

Die Fähigkeit im sauren wie im alkalischen Milieu (pH 5,5-9,5), in hohen NaCl-Konzentrationen (bis 20%) und in einem breiten Temperaturspektrum (2-44°C) zu überleben, macht *L. monocytogenes* zu einem hochgradig adaptiven und somit zu einem hartnäckigen Problem in der Lebensmittelindustrie. Trotz hoher Hygienestandards in der Lebensmittelindustrie kam es in den letzten 25 Jahren weltweit immer wieder zu Listeriose-Ausbrüchen. Die meisten *L. monocytogenes* Infektionen werden durch kontaminierte Nahrungsmittel ausgelöst. Aufgrund ihrer traditionellen Herstellungsweise des Alt-Jung-Schmierens und ihres hohen Wassergehaltes gehören oberflächengereifte Käse zu den besonderen Risikomilchprodukten. Im europäischen Durchschnitt sind 5% der verkauften Käse kontaminiert. Bei der Verwendung industrieller Reifungskonsortien von Weichkäsen konnten wir an unserem Institut teilweise spektakuläre Listerien-Hemmungen nachweisen. Dieser Effekt kann zwar teilweise durch die Bildung von Bakteriozinen erklärt werden, doch werden noch weitere, bisher unbekannte anti-listerielle Wirkungen bei den gefundenen Schutzkulturen vermutet.

Der Frage nach der molekularen Antwort von *L. monocytogenes* auf die antilisterielle Wirkung von Starterkulturen gehen wir in dem nachfolgend beschriebenen Projekt, das vom BMBF im Rahmen des Kompetenznetzes "Genomforschung an pathogenen Bakterien, PathoGenoMik" ([www.biozentrum.uni-wuerzburg.de/pathogenomik](http://www.biozentrum.uni-wuerzburg.de/pathogenomik)) gefördert wird, nach. Die Arbeiten des PathoGenoMik Kompetenznetzes konzentrieren sich auf pathogene Bakterien, die von hohem wissenschaftlichem und gesundheitspolitischem Interesse sind, gleichzeitig aber auch ein großes Potential für die Entwicklung neuer diagnostischer, prophylaktischer und therapeutischer Verfahren besitzen.

Basierend auf der mittlerweile publizierten Genomsequenz des *L. monocytogenes* Stammes EGD-e wurde im PathoGenoMik-Netzwerk ein Oligo-Array hergestellt, auf dem alle annotierten 2853 open reading frames (ORFs) von EGD-e repräsentiert sind. Mit dessen Hilfe sind Genom-gestützte funktionale Untersuchungen von *L. monocytogenes* möglich.

Zu Beginn unserer Arbeiten wurde ein *in vitro* Assay entwickelt, der eine Cokultivierung von *L. monocytogenes* mit den anti-listeriellen Kulturen ermöglicht. Dabei werden *L. monocytogenes* Zellen und die Oberflächenreifungsbakterien, getrennt durch eine Nitrocellulose-Membran mit der Porengröße von 0,2 µm, auf Agarplatten co-kultiviert (Abb. 1).

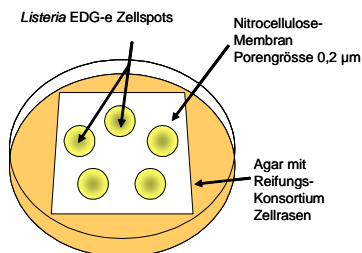


Abb. 1: Assay zur Co-Kultivierung von *Listeria* Zellen mit dem anti-listeriellen Reifungskonsortium



Nach 3stündiger Co-Kultivierung nahm die RNA-Menge von ca. 80 ORF's von *L. monocytogenes* signifikant zu. Ein Grossteil dieser ORF's fällt in die Kategorie Regulation. Einige zeigen Homologien zu Faktoren, die die Transkription von „multidrug efflux“ - Transportern regulieren. Solche Transporter schleusen toxische Verbindungen aus den Zellen. Der restliche Teil der ORF's kodiert für Transport und Metabolismus. Allerdings zeigen auch eine Reihe von ORF's keinerlei Ähnlichkeit zu bekannten Sequenzen.

### **pH-Stressantwort von *Corynebacterium glutamicum***

#### *pH-stress response of *Corynebacterium glutamicum**

Peter Satorhelyi, Kinga Jakob, Barbara Silakowski, Volker Wendisch, Siegfried Scherer

Bakterien sind sowohl in der Natur als auch während industriellen Prozessen wechselnden Lebensbedingungen ausgesetzt. Eine schnelle Anpassung an diese Verhältnisse wird durch die Genregulation und die dadurch veränderte Proteinsynthese ermöglicht. Eine schnelle Veränderung von Umweltparametern ruft unmittelbar eine Stressantwort hervor. Die meisten Proteine dieser Gruppe haben eine wichtige Aufgabe beim Überleben in der neuen biologischen Nische. Wenn der Stress aber über einen längeren Zeitraum bestehen bleibt, beginnt die Expression einer neuen Gruppe von Proteinen, den so genannten Stressadaptationsproteinen. Die Adaptation an ein saures Milieu hat eine lebenswichtige Bedeutung für pathogene Bakterien als auch für fermentative Mikroorganismen, die in der Lebensmittelproduktion zum Einsatz kommen.

*Corynebacterium glutamicum* ist ein Gram-positives, nicht-pathogenes und schnell wachsendes Bodenbakterium mit immenser biotechnologischer Bedeutung. Es wurde als natürlicher Glutaminsäureproduzent entdeckt. Mittlerweile wurden für nahezu alle biogenen Aminosäuren und eine Reihe weiterer Substanzen, wie Nukleotide und Vitamine, fermentative Produktionsprozesse mit *C. glutamicum* und dessen verwandten Organismen entwickelt. Das Ziel unseres Projekts ist die Aufklärung der molekularen Antwort von *C. glutamicum* auf die Säure-Adaptation.

Zur Analyse der Zellantwort auf sauren pH wurden zwei kontinuierliche Fermentationen in einem Turbidostat durchgeführt. Hierbei wurden die Zellen vom neutralen pH 7,5 auf pH 5,7 mit Milchsäure gebracht. In Kooperation mit der Arbeitsgruppe von V. Wendisch (IBT Jülich) wurden die pH-adaptierten Zellen *C. glutamicum* auf Veränderungen in ihrem Transkriptionsmuster mittels DNA-Microarray untersucht. Die Microarray-Technologie ermöglicht die Analyse der mRNA-Menge aller Gene eines Organismus in einer Population zu einem bestimmten Zeitpunkt und damit eine Beschreibung des Transkriptom. Der hier verwendete Array besteht aus PCR-Produkten von 99% der annotierten ORF's von *C. glutamicum*.

In den an pH 5,7 adaptierten *C. glutamicum* Zellen stieg der mRNA-Level von 28 ORF's um mehr als Faktor vier und der von 3 ORF's nahm um mehr als Faktor vier ab. Um diese Microarrays-Ergebnisse zu verifizieren, wurden die Transkriptionsmuster von ausgewählten Genen mittels real time RT-PCR (reverse Transkription mit nachfolgender Polymerase Kettenreaktion mit online Detektion) während der pH-Adaptation bestimmt. Diese Ergebnisse bestätigten die der DNA-Microarrayanalyse.

Um den phänotypischen Effekt der ORF's, deren mRNA-Menge während der Säure-Adaptation zunimmt, zu untersuchen, wurden 38 Insertionsmutanten hergestellt. Die Mutanten wurden Wachstums- und Säure-Schockexperimenten unterzogen. Im Wachstumsexperiment zeigt nur die Mutante des ORF's 2779 eine erhöhte Säuresensitivität. Die Inaktivierung zwei weiterer Gene, die für transkriptionale Regulatoren kodieren (Sigmafaktoren B und E) führte zu Mutanten, deren Wachstum generell bei neutralem als auch bei saurem pH gehemmt werden. In dem Säure-Schock-Experiment wurden alle 38 Mutanten für 30 min einem pH von 4,0 ausgesetzt. Danach wurde deren Überlebensrate bestimmt. Wiederholbare signifikante Effekt sind nur bei den Mutanten *C. glutamicum::sigB* und *C. glutamicum::sigE* nachweisbar (Abb. 1).

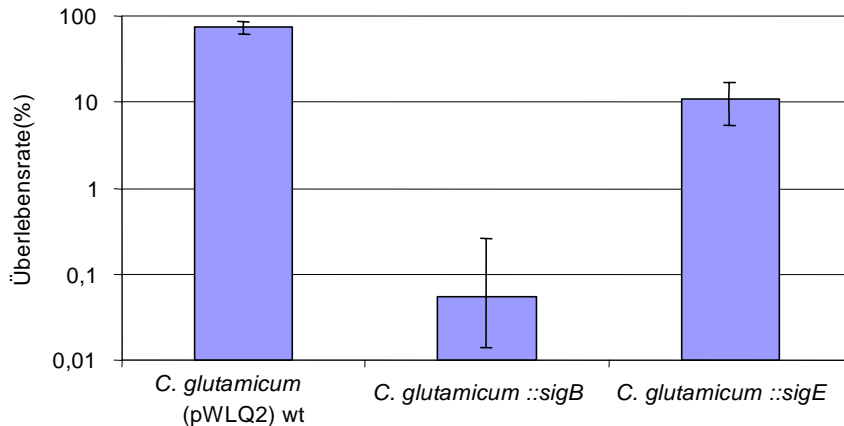


Abb 1.: Vergleich der Überlebensraten der Sigmafaktor-Mutanten *C. glutamicum::sigB* bzw. *sigE* mit der des *C. glutamicum* (pWLQ2) Wildtypstammes nach einem 30-minütigen Säureschock bei pH 4,0 mit Milchsäure.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Inaktivierung von einzelnen vermeintlich Säure-Toleranz vermittelnden Genen wohl nur bei den wichtigsten Genen phänotypisch die Säuresensitivität eines Mikroorganismus beeinflusst. Dieses Phänomen ist ein Hinweis auf die Redundanz des pH-Homeostase-Systems von *C. glutamicum*. Durch das Ausschalten der beiden Sigmafaktoren B und E wurde sicherlich die Regulation der Transkription weiterer Gene beeinflusst. Die erhöhte Säure-Sensitivität der Mutante von ORF2779 erklärt deren potentielle Aufgabe während der pH-Homeostase. Schließlich kodiert ORF2779 für ein putatives Protein, das eine hohe Homologie zu einem bekannten Kationeneffluxsystem aufweist.

## Adaptation von Reifungskulturen an sauren pH

### *Acid adaptation of cheese ripening strains*

Kinga Jakob, Barbara Silakowski, Siegfried Scherer

Käsereifung ist ein komplexer Prozess, der vor allem Glykolyse, Fettspaltung und Proteolyse umfasst. Während des Reifungsprozesses werden Hefen (*Debaryomyces hansenii*) und Bakterien (Coryneforme, Staphylokokken) von bereits gereiften auf grüne Käse übertragen. Diese Mikroorganismen sind u. a. für das charakteristische Aroma eines Käses verantwortlich. Da die Reifung ein langwieriger und aufwendiger Prozess ist, zeigt die Käseindustrie großes Interesse an der Verkürzung dieser Zeit. Während des Reifungsprozesses spielt der Säure-Abbau

eine Hauptrolle. Zu Beginn des Reifestadiums liegt der pH des Käses im sauren Bereich (pH 5.5), so dass nur die säure-toleranten Hefen in der Lage sind, darauf zu wachsen. Das Wachstum der Bakterien beginnt dann erst, wenn der pH des Käses alkalischer wird. Daraus kann man folgern, dass der Reifungsprozess beschleunigt werden kann, wenn die Bakterien adaptiert wären, bei pH 5.5 zu wachsen.

Von den Oberflächen-Reifungskulturen *Corynebacterium variabile*, *C. ammoniagenes*, *Staphylococcus equorum* und *Kocuria palustris*, wurden mit Hilfe von pH-Gradienten-Agarplatten Kolonien isoliert, die bei pH 5,8 bzw. pH 5.3 wuchsen. Die Wachstumseigenschaften der so erhaltenen pH-Mutanten wurden bei 15°C und 30°C mit einem *honeycomb well reader*, Bioscreen C überprüft. Die Stabilität der Mutanten wurde so überprüft, in dem sie für 24 Stunden bei pH 7,2 bebrütet wurden, und dann wieder bei dem pH weiter inkubiert wurden, auf den sie adaptiert wurden. Die pH-Mutanten der drei Stämme *C. variabile*, *C. ammoniagenes* und *S. equorum* wuchsen bei 30 °C und niedrigem pH wesentlich besser als die entsprechenden Wildtyp-Stämme (Abb. 1). Die pH-Mutanten von *C. variabile* und *S. equorum* wuchsen auch bei 15°C wesentlich besser als die entsprechenden Wildtypstämme. Die Wachstumsraten der pH-Mutanten von *C. ammoniagenes* und *K. palustris* waren gut, aber schlechter als die der zwei zuvor genannten Mutanten bei 15°C. Jedoch sind diese Mutanten in der Lage die erworbenen vorteilhaften Veränderungen nach einer 24-stündigen Bebrütung bei pH 7,2 beizubehalten.

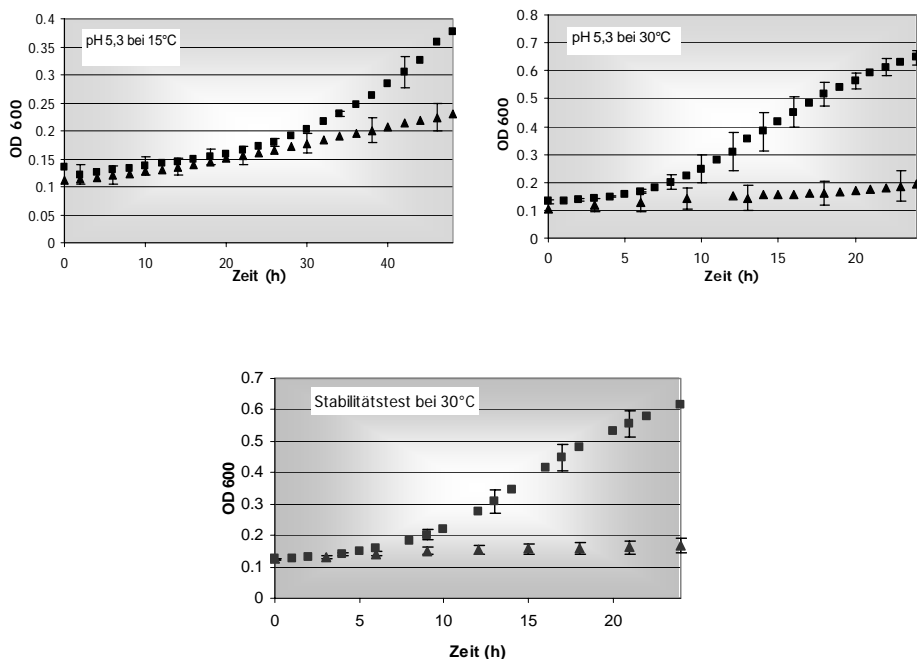


Abb.1: Wachstumskurven von *S. equorum* (▲) und dessen pH-adaptierter Mutante S10-16-5/C-4-1/a-2 (■) bei 15 und 30°C.

Die pH-adaptierten Mutanten mit den besten Wachstumseigenschaften wurden für einen Modellkäse-Versuch ausgewählt. Die Mutantenmischung wird dabei unter Bedingungen, die bei der Käsureifung herrschen, auf Käseagar-Platten bebrütet. Die Wachstumsraten der Mutanten werden dann mit Hilfe der real time PCR bestimmt und mit denen der Wildtypstämmen verglichen. Bei unseren Mutanten konnten wir im Vergleich zu den Zellzahlen der Wildtypstämmen eine deutliche Zunahme der Zellzahl ab dem dritten Reifungstag feststellen.

## Dissertationen, Diplom-, Master- und Bachelorarbeiten

### Dissertationen

**Maoz, Ariel:** „Biodiversity of anti-listerial microbial cheese ripening consortia and monitoring of a recombinant *Yersinia enterocolitica* reporter strain on soft cheese.“

**Anastasov, Natasa:** „Cold-shock induced genes in *Yersinia enterocolitica*: Processing of Csp mRNA and transcriptional regulation of DEAD box RNA helicase.“

### Diplom- und Masterarbeiten

**Bodor, Agnes:** „Identification of the Genetic Locus Responsible for the Emetic Toxin Production of *Bacillus cereus*.“

**Theilmann, Vera:** „Identifizierung von coryneformen Bakterien mit FTIR-Mikrospektroskopie – Erstellung einer Referenzdatenbank und Anwendung zur Populationsanalyse.“

**Krumpoch, Christina:** „Adaptation einer Rotschmierekäseflora an niedrige pH-Werte und deren Nachweis im Käsemodell via Real-Time PCR.“

**Schmelcher, Mathias:** „Sequenzierung und bioinformatische Analyse des Genoms des Bakteriophagen B054 von *Listeria innocua*.“

**Vogler, Katja:** „Biodiversität mikrobieller Reifungskonsortien auf Rotschmierekäse – Untersuchung der Hefen- und Bakterienflora von Almkäse im Laufe der Reifung mittels FTIR-Spektroskopie.“

### Bachelorarbeiten

**Ilgen, Denise:** „Sequenzierung der putative insecticidal toxins in *Yersinia enterocolitica*.“

**Waldherr, Florian:** „Bakterieller Abbau von scrapiespezifischem Prionprotein.“

**Seizl, Martin:** „Degradation of PrP-res by proteases of coryneform bacteria.“

## Vorträge und Poster

### 1. Wissenschaftliche Vorträge

#### **Bresolin, G.:**

„Identification of cold-inducible genes in *Yersinia enterocolitica* during growth at low temperatures”

Max-Planck-Institut für marine Mikrobiologie, Bremen, 11.-14.05.2003

#### **Ehling-Schulz, M.:**

„Identification and molecular characterisation of a peptide synthetase responsible for cereulide production”

*Bacillus cereus*, 4<sup>th</sup> Meeting, Helsinki, Finland, 11.-13.05.2003

„Biodiversity of *Bacillus cereus*”

*Bacillus cereus*, 4<sup>th</sup> Meeting, Helsinki, Finland, 11.-13.05.2003

„Effect of temperature and pH on growth of *Bacillus cereus*”

*Bacillus cereus*, 4<sup>th</sup> Meeting, Helsinki, Finland, 11.-13.05.2003

„The UV-B Stimulon of the Terrestrial Cyanobacterium *Nostoc commune*”

EURESCO Conference: Molecular Bioenergetics of Cyanobacteria, Aquafredda di Maratea, Italy, 17.-22.05.2003

#### **Ehling-Schulz, M.; Scherer, S.:**

„Cereulide, the emetic Toxin of *Bacillus cereus*: A Product of non-ribosomal peptide Synthetase?”

VAAM 5. Fachsymposium Lebensmittelmikrobiologie, Seon, 08.-10.05.2003

„PCR based method for detection of emetic *B. cereus* strains”

*Bacillus cereus*, 4<sup>th</sup> Meeting, Helsinki, Finland, 11.-13.05.2003

„The emetic toxin peptide synthetase gene”

*Bacillus cereus*, 5<sup>th</sup> Meeting, Munich, Germany, 26.-28.11.2003

#### **Fricker, M.; Ehling-Schulz, M.; Scherer, S.:**

„PCR assay for detection of emetic strains of *Bacillus cereus*”

*Bacillus cereus*, 4<sup>th</sup> Meeting, Helsinki, Finland, 11.-13.05.2003

„Nachweis des Peptidsynthase-Gens des emetischen Toxins von *Bacillus cereus*”

Milchkonferenz 2003, Osnabrück, 18.-19.09.2003

„Assay for the detection of emetic *Bacillus cereus*”

Annual meeting of the German Society of Dairy Science, Braunschweig, Germany, 18.-19.09.2003

„Growth characteristics of representative *B. cereus* strains”

*Bacillus cereus*, 5<sup>th</sup> Meeting, Munich, Germany, 26.-28.11.2003

**Goerges, S.; Scherer, S.:**

„Investigation of yeast and bacterial isolates from different European smear ripened cheeses by FTIR spectroscopy“

5. Meeting des EU-Projekts QLK1-CT-2001-02228: “Biodiversity and anti-listerial activity of surface microbial consortia from Limburger, Reblochon, Livarot, Tilsit and Gubbeen cheese”, Innsbruck, 18.-20.09.2003

„Anti-listerial activity of yeasts“

5. Meeting des EU-Projekts QLK1-CT-2001-02228: “Biodiversity and anti-listerial activity of surface microbial consortia from Limburger, Reblochon, Livarot, Tilsit and Gubbeen cheese”, Innsbruck, 18.-20.09.2003

„Biodiversität und anti-listerielle Aktivität mikrobieller Reifungskonsortien von Rotschmierenkäse“  
Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, Weihenstephan, 09.-10.10.2003

**Mayr, R.:**

„ESL-Milch: Neue Verderbskeime erfordern neue Methoden“

Arbeitstagung 2003 Regionalverband Süd-West GDCH, Giessen, 31.03.2003

**Müller-Hellwig, S.; Scherer, S.:**

„Abbau des Prion-Proteins durch bakterielle Proteasen“

Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, Weihenstephan, 09.-10.10.2003

**Scherer, S.:**

„Aspekte der Ökologie von pathogenen Mikroorganismen in Lebensmitteln“

Vortragsreihe WZW: Mikrobielle Ökologie in Lebensmitteln und im Gastrointestinaltrakt,  
Weihenstephan, 06.06.2003

**Seiler, H.:**

„Optimaler Einsatz der kolonie- und zellmorphologischen Beurteilung zur Schadensfallanalyse“

7. Ahlemer UHT-Seminar, Göttingen, 07.-08.10.2003

**Seiler, H.; Wenning, M.; Scherer, S.:**

„Mikroorganismen in Lebensmitteln: Schnelle Identifizierung im Betrieb durch FTIR - Spektroskopie“

MIV, Sitzung des Wissenschaftlichen Beirates, Heidelberg, 13.–15.11.2003

**Silakowski, B.; Goerges, S.; Scherer, S.:**

„Screening for anti-listerial activity of yeast“

4. Meeting des EU-Projekts QLK1-CT-2001-02228: “Biodiversity and anti-listerial activity of surface microbial consortia from Limburger, Reblochon, Livarot, Tilsit and Gubbeen cheese”,  
Gent, 10.-12.04.2003

**Wenning, M.; Scherer, S.:**

„Schnelle Populationsanalyse von Reifungskonsortien mit FTIR-Mikrospektroskopie“  
Milchkonferenz 2003, Osnabrück, 18.-19.09.2003

**Wenning, M.; Seiler, H.; Scherer, S.:**

„Schnelle Identifizierung von Lebensmittel-relevanten Mikroorganismen durch FTIR-Spektroskopie“  
VAAM 5. Fachsymposium Lebensmittel-mikrobiologie, Seeon, 08.-10.05.2003

## 2. Posterpräsentationen

**Anastasov, N.; Bresolin, G.; Neuhaus, K.; Scherer, S.:**

„Transcriptional analysis of the cold shock induced DEAD box RNA helicase of *Yersinia enterocolitica*“  
VAAM Annual Meeting 2003, Berlin (23.-26.03.2003)

**Ehling-Schulz, M.; Vukov, N.; Schulz, A.; Anastasov, N.; Märklbauer, E.; Scherer, S.:**

„Identification and Molecular Characterization of a Peptide Synthetase Responsible for Cereulide Production of Emetic *Bacillus cereus* Strains“  
International Workshop on the Molecular Biology of *Bacillus cereus*, *B. anthracis* and *B. thuringiensis*, Nizza, France (30.03.-03.04.2003)

**Fuchs, T.M., et al.:**

„Genome scanning mutagenesis (GSM): A powerful tool for the identification of novel antimicrobial targets“  
Salmonella: Pathogenesis, Epidemiology, and Vaccine Development, Alghero (Sardinia), Italy (20.-24.09.2003)

„Screening the Salmonella genome for genes contributing to intracellular growth and survival“  
Salmonella: Pathogenesis, Epidemiology, and Vaccine Development, Alghero (Sardinia), Italy (20.-24.09.2003)

**Goerges, S.; Silakowski, B.; Scherer, S.:**

„Screening for anti-listerial Activity of Yeast“  
VAAM 5. Fachsymposium Lebensmittel-mikrobiologie, Seeon (08.-10.05.2003)

**Jakob, K.; von Stetten, F.; Scherer, S.:**

„Monitoring of red smear Cheese ripening Bacteria by quantitative real-time PCR“  
VAAM 5. Fachsymposium Lebensmittel-mikrobiologie, Seeon (08.-10.05.2003)

**Maoz, A.; Mayr, R.; Scherer, S.:**

„Stability of the composition of bacterial red smear surface floras and their anti-listerial activity as evaluated *in situ* on red smear cheeses”

2. Wissenschaftstagung Lebensmittel und Gesundheit 2003, Weihenstephan (24.02.2003)

„Temporal stability and biodiversity of two complex, anti-listerial cheese ripening microbial consortia”

VAAM 5. Fachsymposium Lebensmittelmikro-biologie, Seeon (08.-10.05.2003)

**Maoz, A.; Mayr, R.; Bresolin, G.; Neuhaus, K.; Francis, K.P.; Scherer, S.:**

„Sensitive *in situ* monitoring of a recombinant bioluminescent *Yersinia enterocolitica* reporter mutant in real time on Camembert cheese”

2. Wissenschaftstagung Lebensmittel und Gesundheit 2003, Weihenstephan (24.02.2003)

**Müller-Hellwig, S.; Waldherr, F.; Pichner, R.; Gareis, M.; Märtilbauer, E.; Dietrich, R.; Groschup, M.; Scherer, S.:**

„Abbau von PrP<sup>Sc</sup> durch bakterielle Proteasen von Starter- und Reifungskulturen”

Forschungsverbund Forprion 2003, München (10.-11.07.2003)

**Müller-Hellwig, S.; Waldherr, F.; Pichner, R.; Gareis, M.; Märtilbauer, E.; Groschup, M.; Loessner, M.J.; Scherer, S.:**

„Stability of the BSE agent in foodstuff-Degradation of PrP<sup>Sc</sup> by microbial proteases”

Prion-Conference, München (Oktober 2003)

**Satorhelyi, P.; Silakowski, B.; Lange, C.; Wendisch, V.F.; Scherer, S.:**

„DNA array analysis of the pH stress response of *Corynebacterium glutamicum*”

VAAM-Frühjahrstagung, Berlin (23.-26.03.2003)

**Seiler, H.; Wenning, M.; Scherer, S.:**

„Genome-wide transcription profiling in industrial yeasts and *Corynebacterium glutamicum*“

Nutrigenomic Conference, Noordwijk, NL (28.02.-01.03.2002)

## Veröffentlichungen

**Loessner, M., Guenther, S., Steffan, S., Scherer, S.:** A Pediocin-Producing *Lactobacillus plantarum* Strain Inhibits *Listeria monocytogenes* in a Multispecies Cheese Surface Microbial Ripening Consortium. – In: Applied and Environmental Microbiology 69 (2003), S. 1854-1857

**Loewe, L., Textor, V., Scherer, S.:** High Deleterious Genomic Mutation Rate in Stationary Phase of *Escherichia coli*. – In: Science 302 (2003) 1558-1560

**Maoz, A., Mayr, R., Scherer, S.:** Temporal Stability and Biodiversity of Two Complex Antilisterial Cheese-Ripening Microbial Consortia. – In: Applied and Environmental Microbiology 69 (2003), S. 4012-4018



**Mayer, A., Seiler, H., Scherer, S.:** Isolation of bifidobacteria from food and human faeces and rapid identification by Fourier transform infrared spectroscopy. – In: *Annals of Microbiology* 53 (2003), S. 299-313

**Neuhaus, K., Anastasov, N., Kaberdin, V., Francis, K., Miller, V., Scherer, S.:** The AGUAAA motif in *cspA1/A2* mRNA is important for adaptation of *Yersinia enterocolitica* to grow at low temperature. – In: *Molecular Microbiology* 50 (2003), s. 1629-1645

**Oberreuter, H., Brodbeck, A., von Stetten, S., Goerges, S., Scherer, S.:** Fourier-transform infrared (FT-IR) spectroscopy is a promising tool for monitoring the population dynamics of microorganisms in food stuff. – In: *Eur Food Res Technol* 216 (2003), S. 434-439

**Scherer, S., Junker, R.:** Evolution. – In: *Enzyklopädie Naturwissenschaft und Technik*, 8. Ergänzungslieferung, Februar 2003, ecomed verlagsgesellschaft AG & Co.KG, Landsberg/Lech, Sonderdruck, S. 1-10

**Seiler, H.:** Warum stinkt Käse genauso wie Käsefüße? – In: *DMZ* 124 (2003), S. 24-27

**Seiler, H.:** Mikrobiologische Fehleranalysen mit FTIR-Spektroskopie. – In: *DMZ* 124 (2003), S. 24-28

**Seiler, H.:** A review: Yeasts in kefir and kumiss. – In: *Milchwissenschaft* 58 (2003), S. 392-396

**Seiler, H., Scherer, S.:** FTIR-Spektrenbibliotheken für die Identifizierung von Mikroorganismen. – In: *BIOSpektrum* 9 (2003), S. 369-371

**Vukov, N., Moll, I., Bläsi, U., Scherer, S., Loessner, M.:** Functional regulation of the *Listeria monocytogenes* bacteriophage A 118 holin by an intragenic inhibitor lacking the first transmembrane domain. – In: *Molecular Microbiology* 48 (2003), S. 173-186

**Zimmer, M., Sattelberger, E., Inman, R., Calendar, R., Loessner, M.:** Genome and proteome of *Listeria monocytogenes* phage PSA: an unusual case for programmed + 1 translational frameshifting in structural protein synthesis. – In: *Molecular Microbiology* 50 (2003), S. 303-317

---

# ZIEL - Arbeitsgruppe Rohmilchqualität

---

## Adresse

ZIEL, Abt. Mikrobiologie  
AG Rohmilchqualität  
Weihenstephaner Berg 3  
D- 85354 Freising-Weihenstephan

Telefon: 08161-71-3505  
Telefax: 08161-71-4404  
E-mail: c.biechl@lrz.tum.de

## Personal

|                 |                                    |         |
|-----------------|------------------------------------|---------|
| Leitung der AG: | Dipl.-Landw. Dr. Johann Buchberger | 71-3505 |
| Mitarbeiterin:  | Christine Biechl                   | 71-5527 |

## Forschung

### Ergebnisse

#### **Einfluss der Rasse auf die Gerinnungseigenschaften und die Caseinzahl der Milch**

*Influence of breed on coagulation properties and casein number of milk*

Buchberger, J.; Biechl, Ch.; Uth, M.; Miller, M.

Dieses Forschungsvorhaben wurde bereits im Jahr 2000 begonnen. Neben anderen Faktoren sind die Gerinnungseigenschaften der Milch und die Caseinzahl (= relativer Anteil des Caseins am Gesamteiweiß) für die Käseeritauglichkeit der Milch und damit für die Käseausbeute von nicht unerheblicher Bedeutung. Über den Einfluss der Rasse auf die Gerinnungseigenschaften der Milch liegen nicht viele Untersuchungen vor. Die Milch von reinrassigem Fleckvieh wurde in Bayern bisher erst an einer kleinen Stichprobe im Hinblick auf ihre Labfähigkeit untersucht (Buchberger et al., Mitteilungsblatt der ARGE Pinzgauer Rinderzuchtverbände (1998) Nr. 168/169, S. 25-26), während z.B. für die bayerische Gelbvieh rasse überhaupt keine Untersuchungen vorliegen. Zur Variation der Caseinzahl der bayerischen Rinderrassen gibt es ebenfalls keine Arbeiten.

Das Forschungsvorhaben gliederte sich in 2 Teile: in Teil 1 wurde die Milch von 83 Fleckvieh-, 82 Braunvieh- und 82 Schwarzbuntbetrieben untersucht, während in Teil 2 die Milch von je 58 Fleckvieh-, Gelbvieh- und Schwarzbuntbetrieben untersucht wurde. Folgende Parameter wurden ermittelt: Gefrierpunkt, R-Wert-,  $A_R$ -Wert,  $A_{10}$ -Wert,  $A_{20}$ -Wert, Eiweiß-, Nichtcasein- und Caseingehalt, Caseinzahl,  $\kappa$ -Casein-,  $\alpha_{s2}$ -Casein,  $\alpha_{s1}$ -Casein und  $\beta$ -Caseingehalt (als relativer Anteil am Gesamtcaseingehalt),  $\alpha$ -Lactalbumin-, Blutsrumalbumin- und  $\beta$ -Lactoglobulingehalt (als relativer Anteil am Molkenproteingehalt), Fett- und Lactosegehalt, pH-Wert, Natrium-, Kalium- und Calciumgehalt sowie Caseinmicellengröße.

Im Jahr 2003 wurden die letzten Analysen durchgeführt und mit der statistischen Analyse begonnen. Im Jahr 2004 wird die statistische Auswertung abgeschlossen. Die Publikation erfolgt ebenfalls im Jahr 2004.

Das Forschungsvorhaben wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten gefördert.

### **Einfluss des $\beta$ -Lactoglobulingenotyps bzw. der Zellzahl auf den Caseingehalt und die Caseinzahl der Milch von zwei Rinderrassen**

*Influence of  $\beta$ -lactoglobulin genotype and number of somatic cells on casein content and casein number of milk of two dairy breeds*

Buchberger, J.; Biechl, Ch.; Uth, M.; Miller, M.; Mitterwallner, I.<sup>1</sup>; Edenhauser, T.<sup>1</sup>

Bereits im Jahr 1985 war am Institut für Chemie und Physik an einem sehr großen Tiermaterial mit mehr als 4000 Kühen der Rassen Fleckvieh und Braunvieh ermittelt worden, dass der Genotyp  $\beta$ -Lactoglobulin ( $\beta$ -LG) BB im Vergleich zum Genotyp  $\beta$ -LG AA bei gleichem Eiweißgehalt zu einem 0,10 % absolut höheren Caseingehalt und zu einer 3 % höheren Caseinzahl (= Anteil des Caseins am Gesamteiweiß) führt (Graml et.al., Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie 102 (1985), S. 355-370). Da die einzelnen Genotypen in unterschiedlicher Häufigkeit bei den verschiedenen Rinderrassen vorkommen, untersuchten wir im Jahr 1998 den Caseingehalt und die Caseinzahl der Milch von Betrieben mit Pinzgauer-Kühen (Genfrequenz für  $\beta$ -LG BB = 0.8) bzw. von Betrieben mit Fleckvieh (Genfrequenz für  $\beta$ -LG BB = 0.5) und wir ermittelten einen um 0.06 % höheren Caseingehalt und eine signifikant höhere Caseinzahl in der Milch der Pinzgauerbetriebe im Vergleich zu den Fleckviehbetrieben, wobei die Pinzgauerbetriebe allerdings eine um 80 000 höhere Zellzahl als die Fleckviehbetriebe aufwiesen (Buchberger et al., Mitteilungsblatt der ARGE Pinzgauer Rinderzuchtverbände (1998) Nr. 168/169, S. 25-26). Bekanntlich führt ein hoher Zellgehalt der Milch zu einem niedrigeren Caseingehalt und zu einer niedrigeren Caseinzahl. Im Jahr 2002 wurde daher eine neue Vergleichsuntersuchung zum Caseingehalt und zur Caseinzahl der Mischmilch von Betrieben mit Fleckvieh bzw. Pinzgauern in Maishofen / Österreich begonnen, wobei innerhalb der Betriebe mit Pinzgauer-Kühen nochmals in Betriebe mit normalem und in Betriebe mit hohem Zellgehalt differenziert wurde.

Im Berichtszeitraum wurde die Milch von 52 Fleckvieh- und 104 Pinzgauerbetrieben aus Maishofen / Österreich und aus dem Dienstgebiet des Landwirtschaftsamtes für Ernährung in Traunstein untersucht.

Folgende Parameter werden ermittelt: Eiweiß-, Nichtcaseineiweiß- und Caseingehalt, Caseinzahl, Fett-, Lactose- und Zellgehalt sowie Gefrierpunkt der Milch.

Das Forschungsvorhaben wird von der Vereinigung der Förderer und Freunde des FML finanziell gefördert.

---

<sup>1</sup> In Zusammenarbeit mit dem Rinderzuchtverband Maishofen / Österreich

### **Einfluss der Varianten $\beta$ -Casein B und $\alpha_{s1}$ -Casein C auf die Käseereitauglichkeit der Milch**

*Influence of genetic variant  $\beta$ -casein B and  $\alpha_{s1}$ -casein C on cheese making ability of milk*

Buchberger, J.; Biechl, Ch.; Uth, M.; Miller, M.

Zum Einfluss der Varianten  $\beta$ -Casein (Cn) B und  $\alpha_{s1}$ -Cn C auf die Käseereitauglichkeit der Milch, vor allem auf die Gerinnungseigenschaften der Milch, liegen insgesamt nur wenige Untersuchungen vor und die Ergebnisse sind teilweise widersprüchlich. Dies gilt vor allem für den Einfluss des Genotyps  $\beta$ -Cn BB auf die Festigkeit der Labgallerte. Die geringe Anzahl an Studien und die nicht immer eindeutigen Aussagen hängen u.a. damit zusammen, dass die Varianten  $\beta$ -Cn B und  $\alpha_{s1}$ -Cn C bei den meisten Rinderrassen selten vorkommen; besonders niedrig ist ihre Frequenz bei der Schwarzbuntrasse, der weltweit wichtigsten Milchviehrasse. Von den in Deutschland zur Milchproduktion herangezogenen Rinderrassen weist nur die Jersey-Rasse eine höhere Frequenz dieser beiden genetischen Varianten auf; bei der Pinzgauer-Rasse kommt die Variante  $\alpha_{s1}$ -Cn C ebenfalls in einer höheren Häufigkeit vor.

Im Berichtszeitraum wurde zunächst damit begonnen, von insgesamt 4 bayerischen Jerseybetrieben alle Kühe auf ihre genetischen Proteinvarianten zu untersuchen, um Kühe mit dem Genotyp  $\beta$ -Cn BB bzw.  $\alpha_{s1}$ -Cn CC zu finden. Es konnte festgestellt werden, dass sich in den 4 untersuchten Betrieben die Genfrequenzen in den letzten 15 Jahren nicht verschoben haben; die erwartete Anzahl von Kühen mit  $\beta$ -Cn BB und  $\alpha_{s1}$ -Cn CC wurde tatsächlich beobachtet. Insgesamt sind folgende Untersuchungen vorgesehen:

- $\alpha_{s1}$ -Cn: je 30 Kühe mit dem Genotyp BB, BC und CC.
- $\beta$ -Cn : je 30 Kühe mit dem Genotyp BB, A<sup>2</sup>A<sup>2</sup> und A<sup>2</sup>B.

Folgende Parameter werden ermittelt:

- Gerinnungseigenschaften (R-Wert, A<sub>R</sub>-Wert, A<sub>10</sub>-Wert und A<sub>20</sub>-Wert)
- Gesamteiweiß-, Nichtcaseineiweiß-, Casein- und NPN-Gehalt sowie Caseinzahl
- Fett-, Lactose- und Zellgehalt.

Bisher wurden bereits Milchproben von 90 Jersey-Kühen untersucht. Die Untersuchungen werden im Jahr 2004 fortgesetzt.

Das Forschungsvorhaben wird von der Vereinigung der Förderer und Freunde finanziell gefördert.

### **Entzündungsrelevante Faktoren und Milchzusammensetzung bei subklinischen Mastitiden**

*Inflammatory factors and milk protein composition during subclinical mastitis*

Schmitz, S.<sup>2</sup>; Bruckmaier, R.<sup>2</sup>; Pfaffl, M.<sup>2</sup>; Mayer, H.H.<sup>2</sup>; Buchberger, J.; Biechl, Ch.; Uth, M.; Miller, M.

Die Untersuchungen wurden im Berichtjahr abgeschlossen.

(Näheres siehe Institut für Physiologie)

---

<sup>2</sup> In Zusammenarbeit mit dem Institut für Physiologie

## Lehre, Vorträge

### Lehre

Fach Rohstoffkunde: Wintersemester 2 Semesterwochenstunden

Fach Rohstoffkunde: Sommersemester 1 Semesterwochenstunde

### Vorträge

#### **Bucherger, J.:**

„Neue Fragen zum Gefrierpunkt der Rohmilch“.

Milchkuhtag des Landwirtschaftsamtes Miesbach-Wolfratshausen, Gaißach, Lks. Bad Tölz-Wolfratshausen, 13.03.2003.

„Milchqualität bei Bio-Milch im Vergleich zur konventionell erzeugten Milch“.

ebenda

„Milchqualität bei ein- bzw. zweitäglicher Milcherfassung“.

ebenda

„Vergleich Milchleistung – Milchqualität aus biologischer bzw. konventioneller Erzeugung“. Außerordentliche Mitgliederversammlung der Prüf- und Besamungsstation München-Grub e.V., Grub, Lks. Ebersberg, 25.03.2003.

„Genetische Varianten der Milchproteine – Ihre Bedeutung im Rahmen der MLP-Überwachung“.

ebenda

„Einfluss der genetischen Varianten der Milchproteine auf Milchzusammensetzung und technologische Eigenschaften der Milch“.

Seminar „Tierische Erzeugung“, Fachhochschule Weihenstephan, Abteilung Triesdorf, Triesdorf, 01.04.2003.

„Aktuelle Fragen zur Milchqualität“.

ebenda

„Milchleistung und Milchqualität aus ökologischer bzw. konventioneller Erzeugung“.

Seminar im Rahmen der Fortbildung zum Milchwirtschaftlichen Labormeister des Lehr-, Versuchs- und Fachzentrums für Milchwirtschaft Triesdorf, Triesdorf, 01.04.2003.

„Neue Fragen zum Gefrierpunkt der Milch“.

ebenda

„Zur Milchqualität aus ökologischer und konventioneller Erzeugung“.

Milcherzeugerring Weilheim, Paterzell, Lks. Weilheim-Schongau, 31.07.2003.

„Einfluss des Melkverfahrens auf die Milchqualität“.

ebenda

„Milchqualität bei ein- bzw. zweitäglicher Milcherfassung“.  
Milcherzeugerring Landshut, Reichlkofen, Lks. Landshut, 30.10.2003.

„Zum FFA-Gehalt der Milch“.  
ebenda

„Milchleistung und Milchqualität bei ökologischem bzw. konventionellem Anbau“.  
ebenda

„Zur Bedeutung des  $\beta$ -Caseins der Milch“.  
Mitgliederversammlung der Prüf- und Besamungsstation München-Grub e.V., Grub, Lks. Ebersberg, 23.12.2003.

„Einfluss des Melkverfahrens auf die Qualität der Anlieferungsmilch“.  
ebenda

**Hoch, M.; Friedl, W.; Buchberger, J.; Krause, I.; Langosch, D.:**

„Expression und Charakterisierung von Chymosin in der Milch transgener Kälber“.  
Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, Weihenstephan, 10.10.2003.

## Beratung

Beratung im Zusammenhang von Überschreitungen des Grenzwertes beim Gefrierpunkt der Milch

Auftragsuntersuchungen zur Ermittlung der genetischen Varianten der Milchproteine

Auftragsuntersuchungen zur Bestimmung der genetischen Varianten der Milchproteine im Rahmen der Durchführung von Sonderprobemelken (Auftraggeber: Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten, München) bzw. im Rahmen der sog. Bestandsnachprüfung (Auftraggeber: Landeskuratorium der Erzeugerringe für Tierische Veredelung in Bayern, e.V., München)

## Wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Organisationen

**Buchberger, J.**

Mitglied im Ausschuss der Prüf- und Besamungsstation München-Grub e.V.

## Veröffentlichungen

**Buchberger, J.:** Vergleich von Milchleistung und Milchqualität aus ökologischer und konventioneller Erzeugung. Teil 1: Literaturübersicht (Chemisch-physikalische Parameter, Keimzahl, Zellzahl, Gefrierpunkt und Käsereitauglichkeit). – In: Schule und Beratung, Heft 1 (2003), III, S. 10-12.

**Buchberger, J.:** Vergleich von Milchleistung und Milchqualität aus ökologischer und konventioneller Erzeugung. Teil 2: Eigene Untersuchungsergebnisse. – In: Schule und Beratung, Heft 2 (2003), III, S. 7-10.

**Buchberger, J.:** Vergleich von Milchleistung und Milchqualität aus ökologischer und konventioneller Erzeugung. Teil 3: Literaturübersicht zu Fremdstoffen (Rückstände und Umweltkontaminanten). – In: Schule und Beratung, Heft 3 (2003), III, S. 13-16.

**Buchberger, J.:** Genetische Varianten der Milchproteine: Bedeutung für die Käseereitauglichkeit und Vorkommen bei den Rinderrassen Pustertaler Sprinzen, Pinzgauer und Fleckvieh. – In: Fleckviehwelt, Mitteilungen der Prüf- und Besamungsstation München-Grub e.V., Ausgabe 98 (2003), S. 17-18.

**Buchberger, J.:** Genetische Varianten der Milchproteine: Bedeutung für die Käseereitauglichkeit und Vorkommen bei drei Rassen. – In: Südtiroler Landwirt, Nr. 8 (2003), S. 40-41.

**Buchberger, J.; Weiß, G.; Biechl, Ch.:** Gehalt an freien Fettsäuren in Rohmilch aus Bayern. – In: dmz Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft 124 (2003) Nr. 12, S. 38-41.

**Buchberger, J.; Steidle, E.; Weiß, G.; Rosenberger, E.; Dodenhoff, J.; Biechl, Ch.:** Einfluss des Melkverfahrens auf die Qualität der Anlieferungsmilch. – In: dmz Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft 124 (2003) Nr. 21, S. 40-41.

**Ladyka, W.; Obliwantow, W.; Willeke, H.; Buchberger, J.; Krause, I.; Biechl, Ch.:** Vorkommen von genetischen Varianten der Milchproteine bei drei Rinderrassen in der Ukraine. – In: Arche Nova (2003) Nr. 4, S. 7-8.

**Buchberger, J.; Steidle, E.; Weiß, G.; Rosenberger, E.; Dodenhoff, J.; Biechl, Ch.:** Einfluss des Melkverfahrens auf die Qualität der Anlieferungsmilch. – In: Schule und Beratung, Heft 12 (2003), III, S. 2-6.

---

# ZIEL - Arbeitsgruppe Proteinanalytik

---

## Adresse

ZIEL, Abt. Biofunktionalität der Lebensmittel  
Weihenstephaner Berg 3 (zukünftig Hochfeldweg 1)  
D- 85354 Freising-Weihenstephan

Telefon: 08161-71-4055

Telefax: 08161-71-5529

## Personal

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| Leb.-Chem. Ingolf Krause | -4055 |
| Elisabeth Hofmair        | -3850 |
| Irmgard Sperrer          | -3850 |

## Forschung

In der Arbeitsgruppe Proteinanalytik werden folgende Themen schwerpunktmäßig bearbeitet:

- Spezielle kompositorische Analytik von milchproteinhaltigen Lebensmitteln zur Charakterisierung der Authentizität, Qualität und (Bio-) Funktionalität.
- Untersuchungen zur Antigenität und zum allergenen Potenzial von hitze- und hochdruckbehandelten Milchproteinen.

## Ergebnisse

### **Modulierung der antigenen Eigenschaften von $\beta$ -Lactoglobulin durch Hitzedenaturierung und Aggregation**

*The antigenic response of  $\beta$ -lactoglobulin is modulated by thermally induced aggregation*

Kleber, N.<sup>1</sup>, Krause, I., Illgner, S.<sup>2</sup>, Hinrichs, J.

The antigenic response of thermally denatured and aggregated  $\beta$ -lactoglobulin ( $\beta$ -Lg) was determined by an indirect competitive ELISA using polyclonal antibodies from the egg yolk of chicken immunized with heat-denatured  $\beta$ -Lg as a measure for the potential antigenicity / allergenicity. The heat-denaturation and the aggregation of heated whey protein isolate solutions was followed by reversed-phase high-performance-liquid chromatography and photon correlation spectroscopy (PCS). Thermally modified whey proteins showed a remarkable increase of antigenicity when heating up to 90 °C, possibly as a consequence of the exposure or formerly hidden epitopes. Above 90 °C, the antigenic response decreased due to the loss of conformational epitopes and masking of sequential epitopes in the course of aggregation to particles. When large and compact particles were formed, the antigenicity was reduced re-

---

<sup>1</sup> In Zusammenarbeit mit dem Institut für Lebensmitteltechnologie der Universität Hohenheim

<sup>2</sup> In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Lebensmittelverfahrenstechnik und Molkereitechnologie der TUM



markably. Depending the the heating conditions applied, the structure and the size of whey protein particles and thus the potential allergenicity may be modulated in a wide range ( Eur. Food Res. Technol., submitted).

## **Beratung, Tagungen, Exkursionen**

### **Beratung**

#### **Krause, I.:**

Auftragsuntersuchungen zur Bestimmung der Proteinzusammensetzung und –denaturierung in Milch und Milcherzeugnissen sowie Überprüfung der Deklaration von importierten Eiweisskonzentraten nach der kombinierten Nomenklatur für die Europäische Anti-Betrugs-Kommission (OLAF). Auftragsuntersuchungen zum Nachweis von Fremdproteinen in Lebensmitteln, zum Nachweis von Kuhmilch in Schaf-, Ziegen- und Büffelkäse, zum Nachweis von freien Aminosäuren und biogenen Aminen in Lebensmitteln und Pharmazeutika

Auftragsuntersuchungen zur Bestimmung der Aminosäurezusammensetzung von Rohstoffen für die Lebensmittelindustrie, Bestimmung von Lysinalanin in Eiweißrohstoffen für Sportlernahrung und diätätische Lebensmittel

Beurteilung von Milchproteinhydrolysaten und hypoallergenen Nahrungen durch elektrophoretische, immunologische und chromatographische Untersuchungen

## **Wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Organisationen**

#### **Krause, I.:**

Mitglied der Arbeitsgruppe „Biochemische und molekularbiologische Analytik“ der GDCh

Mitglied der Arbeitsgruppe „Milch und Milcherzeugnisse“ der GDCh

Mitglied der Arbeitsgruppe „Immunologische Lebensmittelanalytik“ im Rahmen der Durchführung des § 35 LMBG, Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV)

---

# ZIEL - Abteilung Technologie

## Lehrstuhl für Lebensmittelverfahrenstechnik und Molkereitechnologie

---

### Adresse

Weihenstephaner Berg 1  
D- 85354 Freising-Weihenstephan

Telefon: 08161-71-3535 und -4205  
Telefax: 08161-71-4384  
Internet: <http://www.weihenstephan.de/blm/lmvt>  
E-mail: Ulrich.Kulozik@wzw.tum.de  
Sabine.Becker@wzw.tum.de  
Birgit.Weber@wzw.tum.de

### Personal

|   |  |       |
|---|--|-------|
| Leitung:                                  | Professor Dr.-Ing. Ulrich Kulozik                | -3535 |
| Sekretariat:                              | Sabine Becker (seit 01.07.2003)                  | -4205 |
|   | Birgit Weber                                     | -4205 |
|   | Marianne Hager (bis 30.04.2003)                  |       |
| Mitarbeiter:                              | Hans-Willi Bäurle                                | -3534 |
|   | Dipl.-Ing. (FH) Martin Bönisch                   | -5056 |
|   | Christiane Boxler (bis 31.08.2003)               |       |
|   | Dipl.-Ing. (FH) Manfred Brack                    | -5031 |
|   | Dipl.LM-Ing. Selda Bulca                         | -3855 |
|   | Rosemarie Eberhard                               | -3942 |
|   | Christian Ederer, Werkstattleiter                | -3537 |
|   | Dipl.-Ing. Patrick Engelhard                     | -3856 |
|   | Dr.-Ing. Petra Först                             | -3536 |
|   | Franz Fraunhofer                                 | -3537 |
|   | Dipl.-Ing. (FH) Bettina Geiler (seit 01.11.2003) | -3855 |
|   | Dipl.-Ing. MSc. Fabien Guilmineau                | -3547 |
|   | Brigitte Härter                                  | -5032 |
|   | Dipl.-Ing. Bettina Higl (seit 01.07.2003)        | -5056 |
|   | Marianne Holzmann                                | -3538 |
|   | Dipl.-Ing. (FH) Manfred Huß                      | -3547 |
|   | Dipl.-Ing. Thea Kerschbaumer (bis 30.04.2003)    |       |
| Dr.-Ing. Sabine Lauber (z.Zt. Elternzeit) |  |       |
| Dipl.-Ing. (FH) Jeanette Leder            | -5031  |       |
| Dipl.oec.troph. Andrea Metzler            | -3939  |       |

|  |       |
|--|-------|
| Maria Muranyi  | -3538 |
| Dr.-Ing. Britta Rademacher                           | -3536 |
| Dipl.-Ing. Wolfgang Ranfft (extern, seit 01.11.2003) |       |
| LM-Chem. Sonja Röck                                  | -3855 |
| Chalat Santivarangkna (MSc)                          | -3856 |
| Erich Schneider                                      | -3537 |
| Dipl.-Ing. agr. Felix Sedlmeyer                      | -3939 |
| Dipl.-Ing. (FH) Susanne Steinle                      | -5031 |
| Dipl.oec.troph. Corinna Thomä                        | -5032 |
| Dipl.oec.troph. Michaela Tilgner                     | -3939 |
| Dipl.-Ing. Alexander Tolkach                         | -3856 |
| Sophie Tomsik  | -3538 |
| Günther Unterbuchberger                              | -3942 |
| Dr.-Ing. Werner Walenta                              | -3534 |
| Dipl.-Ing. Qin Wang                                  | -5056 |
| Karin Zielonka-Richter                               | -5032 |

E-Mail-Adressen: jeweils Vorname.Name@wzw.tum.de

Gäste:

Prof. Dr. José Miguel Aguilera, Träger des Forschungspreises der Alexander-von-Humboldt-Stiftung, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago/Chile (PUC) (01.05.2003 - 31.07.2003)

Maria Kalavrou, Landwirtschaftliche Universität, Athen/Griechenland (01.07.2003 - 31.08.2003)

Nadav Ron, Ben Gurion Universität, Beer-Sheva/Israel (01.09.2003 - 31.10.2003)

Alexander Sagreba, North-Caucasus-State-Technical University, Stavropol/Russland (seit 01.10.2003)

Vilma Speiciene, University of Technology, Lithuanian Food Institute, Kaunas/Litauen (01.03.2003 – 15.04.2003)

Sarah Spence, Queen's University, Belfast/Nordirland (01.07.2003 - 31.08.2003)

Ivana Tovarova, Institute of Chemical Technology, Prag/Tschechien (seit 01.09.2003)

Prof. Dr. Walkiria Hanada Viotto und Prof. Flavia Maria Netto, FE-A/UNICAMP, Cide Universitária Zeferino Vaz, Campinas, Sao Paulo, Brazil (24.11. – 03.12.2003)

## Vorwort

Lebensmittelverfahrenstechnik wird als die Wissenschaft von den prozesstechnisch bedingten, stofflichen Veränderungen beim Konvertieren von Substraten zu behandelten, d.h. haltbar gemachten bzw. gezielt beeinflussten Produkten aufgefasst. Inhaltlich sind dabei die Mechanismen der Veränderungen analytisch zu erfassen, reaktionskinetisch zu beschreiben und je nach Komplexität des Systems zu modellieren. Voraussetzung dazu sind prozesstechnische Einrichtungen zur Behandlung von in der Regel vielfältig zusammengesetzten Substraten, welche unter Kenntnis bzw. Kontrolle der Prozesshistorie verschiedene Grundoperationen wie Erhitzen, Konzentrieren, Fraktionieren, Fermentieren usw. unterzogen werden. Hierzu wurden in Ergänzung vorhandener Einrichtungen im Jahr 2003 neue Anlagen konstruiert und in Betrieb genommen, welche zur Gestaltung der Forschungsgebiete „Proteintechnologie“, „Mikrostruktur/Rheologie“ und „Bioprozesstechnik/Aseptik“ erforderlich waren (Membrananlage zur Behandlung sowohl kleiner wie großer Volumina, Kleinst-UHT-Anlage mit extrem schneller Aufheizcharakteristik im Durchfluss, Gefriertrocknung und Vakuumtrocknung mit variablen Prozessbedingungen), ebenso wurden die analytischen Möglichkeiten ausgebaut, um stoffliche Veränderungen besser erfassen zu können ( $a_w$ -Wert-Messung, Gelpermeations-Chromatographie, Zeta-Potential, Differential-Scanning-Calorimetrie (MDSC), niedrig-energetische Ultraschallspektroskopie, bildgebende Analytik, Fluoreszenzdetektor für HPLC).

Herr Josef Kammerlehner, bekanntermaßen ein ehemaliger Lehrstuhlangehöriger hat mit seinem Buch „Käsertechnologie“ im Alter von 83 Jahren ein weiteres Meisterwerk vorgelegt, welches bereits kurz nach dem Erscheinen eine hervorragende Resonanz erhielt und nur wärmstens zur Anschaffung empfohlen werden kann. (Bezugsnachweis: Josef Kammerlehner, Burgrainer Straße 9, 85354 Freising)

Zwei große Forschungsvorhaben konnten abgeschlossen werden, drei neue wurden beantragt, so dass nunmehr 8 mit formellen Verbindlichkeiten bzw. Zielen verknüpfte Vorhaben aktiv bearbeitet werden. Weitere Forschungsvorhaben sind in Vorbereitung.

Erfreulich war im letzten Jahr auch wieder die Resonanz auf Vorträge bei internationalen Konferenzen sowie auf das Technologieseminar (Proteintechnologie). Hervorzuheben ist die Präsentation des Lehrstuhls, des Forschungsdepartments und der Studiengänge auf der ANUGA-Foodtec-Messe, welche eine exzellente, mit weit über die Erwartungen hinausgehende Besucherresonanz zu verzeichnen hatte.

Zur personellen Entwicklung sei Folgendes angemerkt: Von 24 wissenschaftlich tätigen Mitarbeitern am Lehrstuhl/Institut sind 14 Frauen. 2 von 3 großen Arbeitsgebieten werden von Wissenschaftlerinnen geleitet. 9 Wissenschaftler/-innen stammen aus dem Ausland bzw. haben einen Teil ihrer Projekte im Ausland bearbeitet, 7 wissenschaftliche Gäste aus dem Ausland kamen zur Bearbeitung von Projekten und Kooperationen zu uns nach Weihenstephan. Mit dieser Personalstruktur dürfte die Lebensmittelverfahrenstechnik in Weihenstephan mit zu den führenden Einrichtungen der TUM in Bezug auf die strategischen Entwicklungsziele Gleichstellung und Internationalisierung zählen. Die Drittmittelstärke aus öffentlichen wie direkt finanzierten Vorhaben liegt deutlich oberhalb 100 %, d.h. einer vom Freistaat Bayern finanzierten Wissenschaftlerstelle steht mehr als eine zusätzliche eingeworbene Stelle gegenüber. Bei einem TUM-Durchschnitt dieser sogenannten Drittmittelrendite von 40 % (bundes-

weit bereits ein Spitzenwert im hochschulinternen Vergleich), dürfte der Lehrstuhl und das Institut ebenfalls zu den leistungsstärksten Einrichtungen zählen. Basis dafür ist eine mit Bedacht und viel Mühe aller Mitarbeiter gepflegte und ständig weiterentwickelte technische und analytische Infrastruktur sowie eine sehr hohe Einsatzbereitschaft auf hohem Kompetenz- und Effizienzniveau. Wissenschaftliche Publikationen in höherer, stark im Steigen begriffenen Zahl und Vortragseinladungen zu mehreren internationalen Kongressen sowie international und nationale wissenschaftliche Funktionen ergänzen und runden das Bild ab.

Das Bemühen, unsere Studenten auch weiter auf hohem Niveau wissenschaftlich-methodisch auszubilden, fand seinen Niederschlag in 17 Diplomarbeiten, durch welche die akademische Ausbildung in einem Forschungsumfeld seinen Höhepunkt findet.

#### **Internationale Forschungskooperationen bestehen mit:**

- Pontificia Universidad Católica de Chile, Dept. of Chemical Engineering and Bioprocesses, College of Engineering, Santiago, Chile (Prof. Dr. J. Aguilera)
- Royal Veterinary University (KVL), Department of Dairy and Food Science, Food Chemistry, Frederiksberg Copenhagen, Dänemark (Prof. Dr. L. Skibsted)
- Universidade Estadual de Campinas, Food Technology (UNICAMP), FEA/UNICAMP, Cidade Universitaria Zeferino Vaz, Campinas, Sao Paulo, Brasilien (Prof. W. Hanada; Prof. L. Viotto)
- Institute of Chemical Technology, Faculty of Food and Biochemical Technology, Prague, Tschechien (Prof. Dr. Filip. Prof. Dr. Čurda)

#### **Hervorragende Kontakte und Austauschprojekte bestehen mit:**

- University of Technology, Lithuanian Food Institute, Kaunas, Litauen (Dr. D. Leškauskaitė)
- Lehrstuhl der Milchproduktion und Angewandte Biotechnologie, Nordkaukasische Staatliche Technische Universität, Stavropol, Russland (Prof. Dr. V. Evdokimov, Dr. L. Alieva)
- Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn, Institute for Food Science, Polen (Prof. Dr. Smietana; Prof. Dr. Zjaika)
- Católica Universidad de Valparaiso, Dept. of Food Science, Valparaiso, Chile (Prof. Dr. B. Cancino)

## **Ehrungen**

Der Preis des Verbandes Weihenstephaner Milchwirtschaftlicher und Lebensmitteltechnologien e.V. für eine herausragende Diplomarbeit ging in diesem Jahr an Frau Dipl.-Ing. Qin Wang für ihre am Institut für Lebensmittelverfahrenstechnik gefertigte Arbeit „Untersuchungen von thermisch induzierten Wechselwirkungen zwischen Molkenproteinen und deren Einfluss auf das Denaturierungsverhalten von  $\alpha$ -Lactalbumin und  $\beta$ -Lactoglobulin“. Die Arbeit wurde betreut von Dipl.-Ing. Alexander Tolkach.

Der Kettner-Preis, durch den die besten Absolventen der Studiengänge „Technologie und Biotechnologie der Lebensmittel“ und „Lebensmitteltechnologie“ ausgezeichnet werden, ging in diesem Jahr u.a. an Herrn Dipl.-Ing. Martin Bönisch.

## Forschung

### Arbeitsgruppe Bioprozesstechnik / Aseptik

**Leitung: Dr.-Ing. Petra Först / Dipl.-Ing. Patrick Engelhard zusammen mit Dr. Britta Rademacher**

#### **Haltbarkeitsverlängerung von Milchprodukten durch Optimierung der Keiminaktivierung mittels dampfförmigem Wasserstoffperoxid auf Packstoffen**

*Shelf life extension of dairy products through the optimization of the inactivation of microorganisms in food-stuff and on packaging material surfaces*

Engelhard, P.

Aufgrund der Forderungen des Handels nach längeren Haltbarkeiten der Produkte und Bestrebungen der Industrie, den Einsatz an chemischen Entkeimungsmitteln zu reduzieren, sollen neue Verfahren zur Keiminaktivierung entwickelt bzw. bestehende Verfahren verbessert werden. Dazu soll im Rahmen dieses Projekts die Keiminaktivierung mittels dampfförmigem Wasserstoffperoxid untersucht werden. Bei diesem Verfahren handelt es sich um ein relativ junges Entkeimungsverfahren, für das zu wenige Daten vorhanden sind, um eine Reaktionskinetik zur Keimaktivierung ableiten zu können. Weiterhin soll die Keiminaktivierung mittels IR-Strahlung verbessert werden.

Als Grundlage für diese Untersuchungen wurde im Berichtszeitraum 2002 die Versuchsmethodik erarbeitet. Es wurde eine Anlage konstruiert, mit der künstlich verkeimte Probenräger mit einem Gasgemisch aus feuchter Heißluft und Wasserstoffperoxid behandelt werden können, um die Entkeimung mit dampfförmigem Wasserstoffperoxid zu untersuchen. Erste Versuche zeigten, dass der Zusatz geringer Mengen an Wasserstoffperoxidampf (2 g/kg) zu heißer Luft den dezimalen Reduktionswert von *Bacillus atrophaeus* Sporen bei 150 °C von 1,5 min auf 4 s senkt.

Beim Inaktivieren von Keimen mit peroxidhaltiger Heißluft ist ein deutlicher Einfluss des Auftragsverfahrens beim künstlichen Inokulieren der Probenräger zu beobachten. Je konzentrierter die Sporensuspension pro Fläche auf dem Probenräger aufgetragen wird, desto schlechter ist der Entkeimungserfolg. Dies ist zum Beispiel beim Auftropfen einer hochkonzentrierten Sporensuspension mit der Pipette der Fall. Werden die Sporen durch Aufsprühen einer Sporenlösung sehr fein auf der Oberfläche verteilt, ist das Inaktivieren der Sporen am schnellsten durchführbar. Scheinbar muss das Wasserstoffperoxid bei Keimagglomeraten erst durch eine äußere, schützend wirkende Schicht permeieren oder es reagiert mit den Bestandteilen der toten Sporen, so dass die effektive Konzentration sinkt.

Ziel weiterer Versuche war es, den Einfluss von Temperatur, Wasserstoffperoxidgehalt und des Wasserdampfgehalts auf die Inaktivierung zu untersuchen. Wie zu erwarten, nimmt auch bei diesem Verfahren beim Entkeimen die Inaktivierungsgeschwindigkeit mit steigender

Temperatur zu. Für den Temperaturbereich von 60 bis 180 °C konnte bei einem konstanten Wasserstoffperoxidgehalt von 1,5 g/kg und einem Wassergehalt von 45 g/kg eine Aktivierungsenergie von 60 kJ/mol berechnet werden.

### **Haltbarkeitsverlängerung von Milchprodukten mittels IR-Strahlung**

*Shelf life extension of dairy products by means of IR-treatment*

Engelhard, P.

Die Entkeimung von Packmitteln mittels IR-Strahlung stellt ein trockenthermisches Entkeimungsverfahren da. Trifft IR-Strahlung auf eine Oberfläche, absorbiert diese abhängig von den Absorptionseigenschaften des Materials einen Teil der Energie und heizt sich auf. Aufgrund der starken Erwärmung des Packstoffes findet dieses Verfahren hauptsächlich bei hitzebeständigen Deckelplatinen Verwendung. Es wurden verschiedene IR-Strahler auf ihre Leistungsfähigkeit zur Entkeimung untersucht. Je höher die Temperatur des IR-Strahlers ist, desto schneller heizt sich die Platine auf und die Sporen werden schneller inaktiviert. Bei Bestrahlung einer siegelfähigen Deckelplatine können 5 log *Bacillus atrophaeus* Sporen innerhalb von 1,8 s abgetötet werden.

Die stofflichen und Oberflächen-Eigenschaften der Platine bzw. des Siegellackes haben einen großen Einfluss auf das Aufheizverhalten bei der IR-Bestrahlung. Hierzu wurden NIR-Spektren von Deckelplatinen, die gezielt für diese Versuche hergestellt wurden, aufgenommen und mit den Aufheizkurven bei IR-Bestrahlung verglichen. Es zeigte sich, dass glatte Aluminiumträgerfolien deutlich höheres Absorptionsverhalten haben als geprägte und sich somit schneller aufheizen. Der Zusatz von Lackfüllstoffen wie Talkum oder Kieselsäure erhöht das Absorptionsverhalten der Platine und verkürzt folglich die Aufheizzeit. Durch Co-Extrusion hergestellte Platinen absorbieren mehr Energie im NIR-Bereich als lackierte Deckelplatinen.

Gerade bei einem Wechsel des Platinentyps besteht somit die Gefahr, dass sich das Absorptionsverhalten der neuen Platinen von dem der alten unterscheidet. Ist das Absorptionsvermögen der neuen Platine geringer, heizt sich die Platine langsamer auf und die vorgegebenen Taktzeiten in der Anlage reichen nicht mehr aus, um den geforderten Entkeimungseffekt zu erreichen.

Es wurde untersucht, ob der Wassergehalt der Luft zwischen Strahler und Deckelplatine, bei diesem Verfahren einen Einfluss hat. Durch eine Konditionierung der Luft, selbst bei Zugabe einer geringen Wasserstoffperoxidmenge, konnte keine Verbesserung des Inaktivierungserfolges erzielt werden, da die Platine durch die zur Konditionierung notwendige überströmende Luft gekühlt wird. Ein Aufsprühen einer geringen Wassermenge, die während des Aufheizens verdampfen und somit die Luftfeuchtigkeit in der Umgebung der Platinenoberfläche beeinflussen sollte, führte aus dem gleichen Grund zu keiner Beschleunigung des Inaktivierungsvorganges. Folglich hat die Luftfeuchte bei diesem Entkeimungsverfahren keinen signifikanten Einfluss.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen konnte allerdings ein Kombinationsverfahren aus IR-Strahlung und flüssigem Wasserstoffperoxid entwickelt werden. Die Platinen werden vor der IR-Behandlung mit verdünnten Wasserstoffperoxidlösungen in geringen Mengen besprüht.

Während der Behandlung mit dem IR-Strahler verdampft das Wasserstoffperoxid. Es konnten mit diesem Verfahren 5 log *Bacillus atrophaeus* Sporen in 1,1 s inaktiviert werden, wobei die erforderliche Platinentemperatur im Vergleich zur reinen IR-Behandlung von 220 °C auf 140 °C gesenkt wurde, ohne dass Rückstände an Wasserstoffperoxid auf der Platine verblieben .

Dank: Dieses Projekt wird aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit – BMWA/AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert, (AiF-Projekt Nr. 13202 N).

**Einsatz von Caseinomakropeptid (CMP) als Wachstumspromoter für *Bifidobacterium lactis***  
*Use of Caseinomacropeptide (CMP) as a growth promoter for Bifidobacterium lactis*

Geiler, B., Först, P., in Kooperation mit Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas/Brasilien

Caseinomakropeptid (CMP) ist eine heterogene Molekülgruppe. Es entsteht, wenn das Enzym Chymosin die Aminosäurekette des  $\kappa$ -Casein zwischen der Aminosäure Phenylalanin (Phe Position 105) und Methanin (Met Position 106) in CMP und para- $\kappa$ -Casein spaltet. Das CMP kann mittels Membrantrennverfahren aus Molke abgetrennt, aufkonzentriert und durch Gefriertrocknung in Trockenform gebracht werden. Aus einem Liter Milch gewinnt man durch diese Methode 1,2-2,5g CMP. CMP liegt sowohl in glykosylierter (Glykomakropeptid, GMP) als auch in nicht-glykosylierter Form vor, wobei vor allem die an die Zuckerreste des GMP gebundene Sialinsäure einen wachstumsfördernden Effekt auf Bifidobakterien hervorruft. Das bedeutet, dass diese Wirkung v. a. dem glykosylierten Anteil des CMPs zuzuschreiben ist, welcher ca. 30 % des gesamten CMP darstellt. Auf der Basis von Arbeiten in anderem Zusammenhang (Idota et al, 1994) sollte untersucht werden, ob dieser probiotische Effekt nicht nur im menschlichen Organismus, sondern bereits beim Herstellen von Produkten eintritt, wenn Joghurt mittels Bifidobakterien fermentiert wird.

In der vorliegenden Versuchsreihe wurde rekonstituierte Magermilch bei 37 °C über einen Zeitraum von 30 h unter Zusatz von 0,01; 0,1 und 1 mg/ml CMP fermentiert. Zusätzlich wurde jeweils eine Fermentation ohne Zusatz von CMP als Blindprobe durchgeführt. Das Anfangsinokulum an *Bifidobacterium lactis* – Kultur betrug jeweils 10<sup>6</sup> KBE/ml. Die Kultur war eine kommerzielle *Bifidobacterium lactis* Kultur (BB 12) von Christian Hansen, Hørsholm, Dänemark. Das Bakterienwachstum wurde durch Bestimmen der Lebendkeimzahl beurteilt.

Abb. 1 zeigt beispielhaft die Keimzahl-Entwicklung in Abhängigkeit von der Fermentationszeit. Es zeichnete sich ein deutlich stärkeres Wachstum der Bifidobakterien beim Zusatz von 1 mg/ml CMP ab. Auch koagulierte Milch aufgrund einer verstärkten Säureabb.ung bei diesen Fermentationen schon nach ca. 20 h. Bei den Versuchen ohne bzw.geringerem CMP-Zusatz dauerte es bis zur Koagulation der Milch 2,5 h bzw. bis 10 - 15 h länger (Abb. 2).



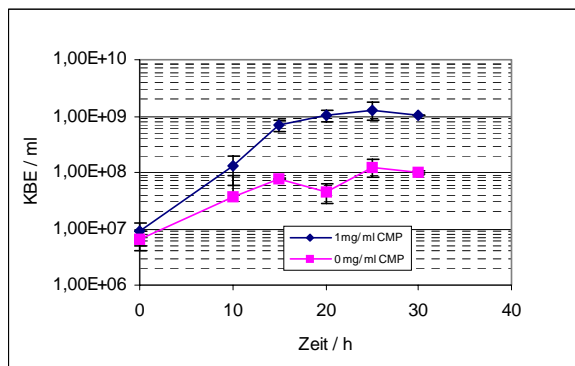


Abb. 1: Vergleich von Fermentationen mit *Bif. lactis* bei CMP-Konzentrationen von 1 mg/ml und ohne Zusatz von CMP

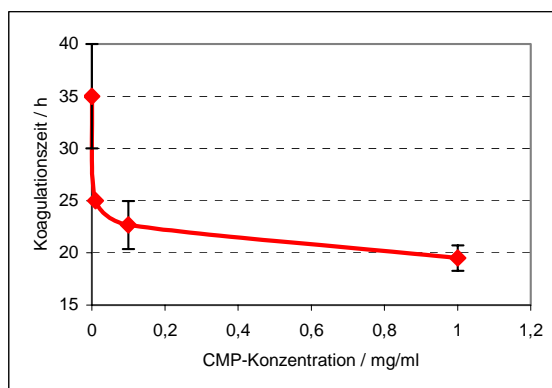


Abb. 2: Koagulationszeit in Abhängigkeit von der CMP-Konzentrationen

Im Fortgang der Arbeiten soll nun untersucht werden, welche Anteile an beobachteten Effekten die glykosylierte bzw. die nicht glykosylierte Fraktion des CMP aufweisen und die Wachstumssteigerung der Bifidobakterien verursacht.

Literatur:

IDOTA, T., KAWAKAMI, H., NAKAJIMA, I. (1994): Growth-promoting Effects of N-Acetylneuraminic acid-containing substance on Bifidobacteria. Biosci. Biotech. Biochem. 58(9), 1720-1722

### Vacuum Drying of *Lactobacillus helveticus* and in vivo Study of Cell Inactivation using Differential Scanning Calorimetry (DSC)

*Vacuumtrocknung von Lb. helveticus und in vivo Studien zur Zellinaktivierung mittels Dynamischer Differentialkalorimetrie (DSC)*

Santivarangkna, C., Först, P.

Plants, animals, or bacteria of certain types namely „hydrobiotes“ are able to survive in almost total dehydration state. This phenomenon requires defence mechanisms that protect their cellular components from damage caused by the removal of water. Many attempts have been made to find out the sites of damage within the cells and ways to protect them, for example,

solutes addition or induction of stress proteins. Studies available from literature were mostly conducted *in vitro* using model systems such as synthetic membrane, liposome and enzyme. As a result of these, cellular membrane and protein were hypothesized to be the most sensitive targets for dehydration injuries of cells.

Based on the premise stated above, effects of drying stress on intact bacterial cell should be reduced in an environment containing protective agents. Thus the objectives of this work were to study the effects of types and concentration of protectants on the survival of a cheese starter culture *Lactobacillus helveticus*, as well as investigating the mechanism of cell destruction, and cell protection.

In our work, *Lactobacillus helveticus* WS 1032 was vacuum dried with each of the 4 carbohydrates (lactose, sorbitol, dextran, and inulin) and skimmed milk powder as protective agents at the concentrations of 100, 10, and 1% of cell dry weight. We found that the survival of WS 1032 after drying depends on both type and concentration of the added protectant (Fig. 1). Surprisingly, the survival rates were decreased with the increase of carbohydrates concentration, possibly due to osmotic effects. Only cells dried with 1 % sorbitol showed a higher survival rate of 19 % compared to 8 % for cells without carbohydrate added. The survival of WS1032 was, however, dramatically increased with the addition of 10 % skimmed milk powder (48 %).

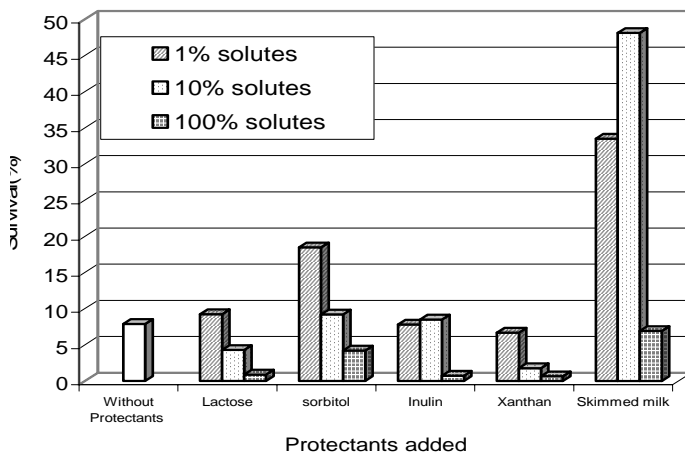


Fig. 1: Comparison of the survival of *Lb. helveticus* WS1032 cells dried with, and without protectants for 12 h at 43 °C, 100mbar

To clarify the mechanism of cell death and roles of additives in cell protection during vacuum drying *in vivo*, viable cells of WS 1032 before drying were analysed by DSC, and the thermogram is shown in Fig. 2.

There are few studies using differential scanning calorimetry (DSC) to uncover the mechanism of cell death following severe treatments, for example, high temperature, high pressure, cold or heat shock. The pioneering study of Miles et al. (1986), the DSC thermogram from viable cells of various bacteria shows several characteristic peaks representing different bacterial organelles. The changes of indicative peaks occurred after the different treatments mentioned above therefore hint the damage of bacterial cellular components undergone unpleasant

conditions. Nevertheless, none of those works, to the best of our knowledge, uses DSC to elucidate the mechanism of cell damage following cell dehydration.

The changes of the DSC thermogram of cells subjected to different vacuum drying periods are now being studied to get a better understanding about cell inactivation during drying, and therefore allow a further optimization of the vacuum drying process. Furthermore, DSC thermograms of cells dried together with the protective substances are being investigated in order to gain insight into the mechanisms of protected destruction.

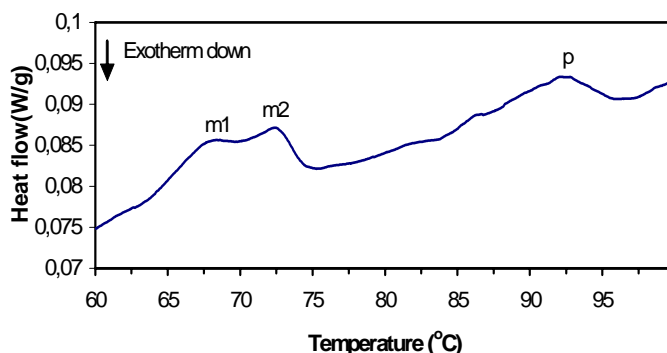


Fig. 2: Thermogram of *Lb. helveticus* WS1032 cells. Peaks m and p are presumably ribosome and DNA, respectively.

Reference:

Miles, C. A., Mackey, B. M., and Parsons, S. E. 1986. Differential Scanning Calorimetry of Bacteria. *J. Gen. Microbiol.* 132, 939-952.

## Arbeitsgruppe Proteintechnologie

**Leitung: Dr. Sabine Lauber, Dipl.-Ing. Alexander Tolkach**

### Untersuchung der enzymatischen Quervernetzung des Caseins mittels Transglutaminase

*Investigation of the enzymatic cross-linking of casein with transglutaminase*

Bönisch, M., Lauber, S., Huss, M., Reiter, T.

Die Modifikation und Verbesserung der Struktur von Lebensmitteln ist eine der Hauptaufgaben der modernen Lebensmitteltechnologie. Proteine stellen eine geeignete Matrix für enzymatische Modifikationen mittels Transglutaminase (EC 2.3.2.13) dar. Mit dem Enzym Transglutaminase ist es möglich, auf molekularer Ebene gezielt Veränderungen der Proteinstruktur zu bewirken. Das Enzym wird daher in zunehmendem Maße bei der Herstellung verschiedener Lebensmittel eingesetzt. Die Transglutaminase-Reaktion führt zu einer Quervernetzung von Proteinen durch Ausbildung kovalenter Isopeptidbindungen. Die gebildeten Quervernetzungen können sowohl inter- als auch intramolekular sein, und wirken sich auf die Funktionalität der Proteine und somit auch auf die resultierende Struktur des Lebensmittels aus. Es können funktionelle Eigenschaften, wie Serumbindevermögen, Löslichkeit, Emulgiervermögen, Schaumbildung und Eigenschaften, welche sich auf die Textur eines Lebensmittels auswirken, beeinflusst werden.

Die enzymatische Quervernetzung von Casein wurde mit jeweils 3 %-igen Proteinlösungen aus nativem Casein, Natrium-Caseinat und einer Casein/ $\beta$ -Lactoglobulin Mischung im Verhältnis 80:20 untersucht, welche mit Transglutaminase (3 Units/g Protein, 40 °C) inkubiert und anschließend analysiert wurden.

Um die Transglutaminase gezielt zur Strukturbildung einsetzen zu können ist es notwendig, die Quervernetzungsreaktion auf molekularer Ebene verfolgen zu können. Dies lässt sich mittels Gelpermeationschromatographie (GPC) erreichen. Mit diesem chromatographischen Verfahren können Proteine aufgrund ihres unterschiedlichen Molekulargewichtes beim Durchlaufen eines Gelfiltrationsmediums aufgetrennt und detektiert werden. Aus den resultierenden Chromatogrammen kann im Vergleich zur nicht behandelten Probe der Anteil an höhermolekularen, polymerisierten Proteinen bestimmt werden. Dabei erfolgt die Analyse unter denaturierenden und reduzierenden Bedingungen, damit nur die durch die Transglutaminase-Reaktion gebildeten kovalenten Quervernetzungen analytisch erfasst werden. Ein „typisches“ Chromatogramm einer mit Transglutaminase inkubierten Natrium-Caseinat Lösung ist beispielhaft in Abb. 1 dargestellt.

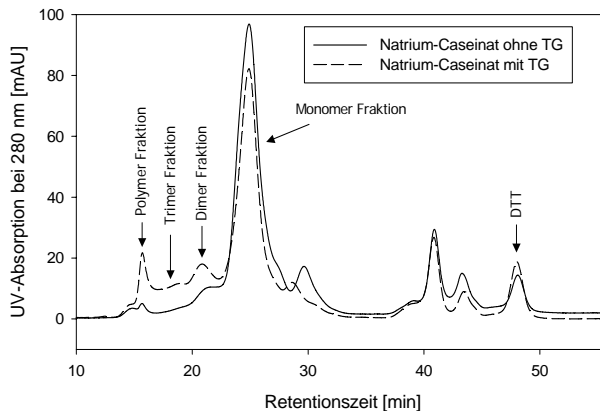


Abb. 1: GPC-Chromatogramm einer 3 %-igen Natrium-Caseinat Lösung inkubiert mit und ohne Transglutaminase (3 Units/g Protein, 90 Minuten, 40 °C) bzw. unbehandelt

Bei der Auswertung des Chromatogramms lassen sich Proteinfractionen unterschiedlichen Molekulargewichtes unterscheiden: eine Casein Monomerfraktion, Dimerfraktion, Trimerfraktion und Polymerfraktion. Der Peak mit der Bezeichnung DTT resultiert von dem Reduktionsmittel Dithiothreitol. Es zeigt sich dabei, dass das Molekulargewicht des monomeren Caseins während der Transglutaminase-Reaktion abnimmt und mehr Proteinpolymere mit höherem Molekulargewicht gebildet werden. Dabei nimmt die Fläche der Monomerfraktion mit der Inkubationsdauer signifikant ab und die Polymerfläche entsprechend zu. Durch die Auswertung dieser Flächen kann der Polymerisationsgrad der Caseinlösung gemäß Gleichung [1] bestimmt und damit die Quervernetzung des Caseins quantitativ beschrieben werden [Henle, et al. 1996].

$$\text{Polymerisationsgrad [\%]} = \frac{\sum A(\text{Dimer, Trimer, Polymer})}{\sum A(\text{Monomer, Dimer, Trimer, Polymer})} \quad [1]$$

Wie Abb. 2 verdeutlicht, nimmt der Polymerisationsgrad bei allen mit Transglutaminase inkubierten Proteinlösungen mit der Inkubationszeit zu.

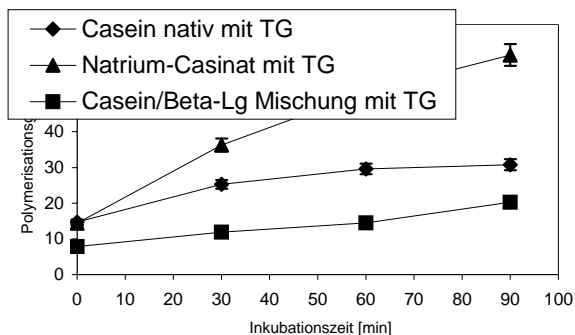


Abb. 2: Polymerisationsgrad von nativem Casein, Natrium-Caseinat und einer Casein/ $\beta$ -LG- Mischung in Abhängigkeit von der Inkubationszeit mit Transglutaminase (3 Units/g Protein, 40 °C).

Unterschiedliche Proteinstrukturen, wie micellares Casein, Natrium-Caseinat und die Casein/ $\beta$ -Lactoglobulin-Mischung, werden dabei in unterschiedlichem Maße quervernetzt. Der Polymerisationsgrad von Natrium-Caseinat liegt nach 90 Minuten Inkubationszeit bei über 60 %. Natives Casein in Micellstruktur weist ebenfalls nach 90 Minuten Inkubation einen geringeren Polymerisationsgrad von nur ca. 30 % auf, während eine Mischung aus Casein und  $\beta$ -Lactoglobulin einen noch geringeren Polymerisationsgrad von 18 % aufweist. Aus den Polymerisationsgraden ist ersichtlich, dass Natrium-Caseinat ein ideales Substrat für die Transglutaminase-Reaktion darstellt. Es lässt sich schließen, dass die jeweilige Struktur der Substratproteine einen entscheidenden Einfluss auf den erzielbaren Polymerisationsgrad ausübt. Dies ist von entscheidender Bedeutung für die gezielte Strukturbildung mittels Transglutaminase in verschiedenen Milchprodukten, wie Joghurt oder Schmelzkäse, bei deren Herstellung unterschiedliche Proteinprodukte zugesetzt werden.

In weiterführenden Versuchen soll die Korrelation zwischen der Caseinpolymerisation auf molekularer Ebene und der resultierenden Struktur in unterschiedlichen Produktsystemen untersucht werden. Des Weiteren soll der Einfluss einer gezielten Proteinvorbehandlung (z.B. UHT-Erhitzung) auf die Transglutaminase-Reaktion untersucht werden.

Literatur: Henle, T., Schwarzenbolz, U., Klostermeyer, H.: Irreversible crosslinking of casein during storage of UHT-treated skim milk. Int. Dairy Fed. Special Issue No. 9602, (1996), 290-299

### Anwendung der Oszillationsrheometrie zur Strukturanalyse von Labgelen aus erhitzten molkenproteinfreien Caseinlösungen

*Application of oscillatory rheometry to analyse the structure of rennet gels from heated whey protein-free casein solutions*

Bulca, S.

Neben Mikrostruktur und optischer Erscheinung sind die rheologischen Eigenschaften der Milchgele (Säure/Lab) von großer Bedeutung für deren Charakterisierung. Die viskoelastischen Eigenschaften können als rheologische Merkmale der Milchgele über dynamische rheo-

logische Messmethoden beschrieben werden. Aus der Messung ergeben sich drei wichtige Messgrößen, das Speichermodul ( $G'$ : Maß für Festkörpereigenschaften), das Verlustmodul ( $G''$ : Maß für viskose Eigenschaften), und der Phasenverschiebungswinkel ( $\delta$ ), welcher die stofflichen Eigenschaften eines Systems hinsichtlich flüssiger bzw. Festkörperstruktur beschreibt. Als Untersuchungsmedium wurden Caseinlösungen mit 3 % Proteingehalt verwendet. Dazu wurde der Milch die Molkenproteine mittels Mikrofiltration mit UF-Permeat entzogen.

Die Koagulationszeit wurde in Anlehnung an Untersuchungen von Srinivasan et al. [2002], Lucey [2002] und Graveland-Bikker et al. [2003] ermittelt, indem die Zeit gemessen wurde, bei der  $G' \geq 1$  Pa erreicht. Das Speichermodul  $G'$  wurde als Maß für die Gelfestigkeit nach 60 min Dicklegungszeit bestimmt. Die Erhitzung der Caseinlösungen ( $i=1$ ; 2,9 % Protein) bzw. Caseinkonzentrate ( $i=2$ ; 5,8 % Protein) wurde bei Temperaturen zwischen 120-140 °C für variable Zeit durchgeführt. Danach wurden die Proben eingelabt und oszilliert. Abb. 1 zeigt den Verlauf des Speichermoduls einer nativen und einer erhitzten Caseinlösung. Die Labgelbildung zeigt bei der erhitzten und der nativen Probe unterschiedliche Verläufe. Die Koagulationszeit, bei der das Speichermodul über 1 Pa liegen soll, ist bei der nicht erhitzten Probe kürzer als bei einer erhitzten Probe. Die Gelfestigkeit der beiden Proben wurde über das Endspeichermodull nach 60 min Oszillationszeit ermittelt. Wie in Abb. 1 zu sehen ist, nimmt die Gelfestigkeit der Caseinlösung nach der Erhitzung ab.

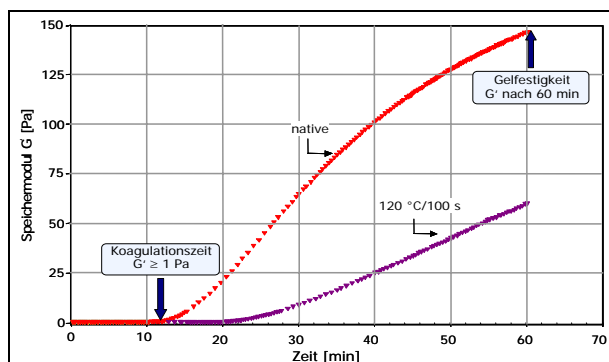


Abb. 1: Verlauf des Speichermoduls ( $G'$ ) abhängig von der Prozess-Zeit nach Einlabung in erhitzten und nativen Caseinlösungen

Aus den rheologischen Versuchen wurden zusammenfassend die relativen Koagulationseigenschaften der Labgele untersucht. In Abb. 2 ist zu erkennen, dass mit zunehmender Temperaturintensität die relative Koagulationszeit zu-, die relative Gelfestigkeit abnimmt. So konnte festgestellt werden, dass eine Hoherhitzung der Caseinlösungen zu einer schwachen Gelstruktur führt, welche durch die strukturellen und molekularen Veränderungen der Caseinmicellen während der Erhitzung zu erklären ist:

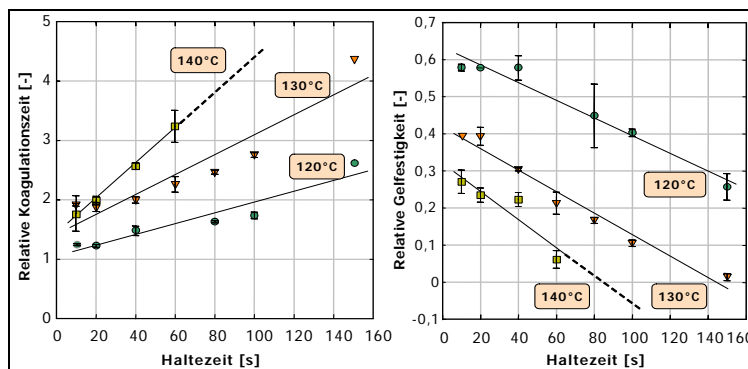


Abb. 2: Relative Koagulationseigenschaften erhitzter Caseinlösungen

Dank: Dieses Projekt wurde aus Mitteln der industr: Gemeinschaftsforschung (BMW/AiF) über den FEI e. V. (FEI) gefördert, (AiF-Projekt Nr. 12718 N).

Literatur:

Srinivasan M., Lucey, J. A.: J. Dairy Science, 85: 1070-1078 (2002); Lucey, J. A.: J. Dairy Science, 85: 281-294 (2002); Graveland-Bikker, J. F., Anema, S. G.: Int. Dairy Journal, 13: 401-408 (2003)

### Einfluss von UHT-Bedingungen auf die Labgelbildungsphasen von molkenproteinfreien Caseinlösungen

*Investigations of rennet coagulation phases on the impairment of the coagulation process in heated casein solutions*  
 Bulca, S.

Um den Einfluss einer UHT-Erhitzung auf die Labgelbildung aufzuklären, wurden die einzelnen Phasen der Labgelbildung (Enzymatische Primärphase bzw. Aggregationsphase) näher betrachtet.

Durch das Labenzym wird das Schutzkolloid  $\kappa$ -Casein an der Peptidbindung zwischen Phe-105 und Met-106 selektiv gespalten, wodurch der negativ geladene, hydrophile Teil des  $\kappa$ -Caseins, das Glycomacropeptid, frei wird. An der Caseinmicelle verbleibt das Para- $\kappa$ -Casein. Ist ein bestimmter Anteil des  $\kappa$ -Caseins hydrolysiert, so nähern sich die Para- $\kappa$ -Caseinmicellen aufgrund wirksamer van-der-Waals Kräfte und hydrophoben Wechselwirkungen an und aggregieren [Walstra et al., 1999]. Das negativ geladene hydrophile Macropeptid geht nach der Hydrolyse in Lösung (Abb. 1).

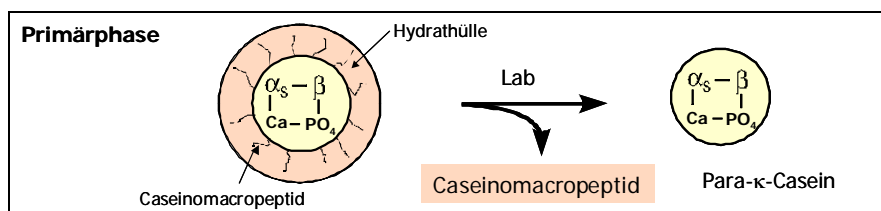


Abb. 1: Verlauf der enzymatischen Hydrolyse bei der Labgelbildung

Zur Untersuchung wurden molkenproteinfreie Caseinlösungen mit einer Caseinkonzentration von 2,9 % hergestellt und zwischen 120 und 140 °C erhitzt. Die erhitzten Proben wurden eingelabt und die  $\kappa$ -Casein-Hydrolyse in Abständen von 5 min von 5 – 45 min verfolgt. Dazu wurde

die Labwirkung jeweils unmittelbar nach der Zeitnahme mit 15 %iger Perchlorsäure gestoppt. Anschließend wurden die Proben zentrifugiert, der Überstand durch Membranfilter filtriert und in der Serumphase die CMP-Konzentration mittels RP-HPLC ermittelt [Thomä et al., 2003].

Tab. 1: Freisetzung von CMP im Verlauf der Labewirkung (Hydrolysegrad) für eine native und unterschiedlich erhitzte Caseinlösung

| Chymosin-Einwirkzeit [min] | Caseinomacropeptid A Peakfläche [%] |            |            |            |            |
|----------------------------|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|
|                            | native                              | 120 °C/20s | 120 °C/80s | 130 °C/20s | 140 °C/20s |
| 0                          | 17,6                                | 18,7       | 21,6       | 19,7       | 172        |
| 5                          | 56,9                                | 55,8       | 59,9       | 62,3       | 53,5       |
| 10                         | 90,4                                | 80,6       | 82,8       | 80,8       | 76,5       |
| 15                         | 92,4                                | 90,2       | 91,7       | 94,5       | 88,6       |
| 20                         | 97,6                                | 95,3       | 94,5       | 97,7       | 93,0       |
| 25                         | 100,0                               | 97,1       | 95,8       | 100,0      | 96,7       |
| 30                         | 95,1                                | 98,1       | 98,5       | 94,7       | 97,4       |
| 35                         | 96,0                                | 97,2       | 99,1       | 93,6       | 97,5       |
| 40                         | 93,1                                | 99,0       | 100,0      | 94,7       | 98,1       |
| 45                         | 92,5                                | 100,0      | 97,3       | 94,7       | 100,0      |

In Tabelle 1 ist die CMP-Peakfläche über der Chymosin-Einwirkzeit aufgetragen. Es ist zu erkennen, dass die  $\kappa$ -Casein-Hydrolyse bei unterschiedlich erhitzten Caseinlösungen nahezu genauso abläuft wie bei der nativen Probe. Wie aus Tabelle 1 zu erkennen ist, unterscheidet sich die CMP-Freisetzungsgeschwindigkeit der nativen Caseinlösung kaum von derjenigen der erhitzten Proben. Die Hydrolysewerte nehmen verteilt um eine Mittelkurve zu, wobei die Abweichungen vom Mittelwert statistisch nicht signifikant sind. Die Temperaturveränderung also keinen nachweisbaren Einfluss hat. Die gefundenen Unterschiede dürften pobenahme- bzw. analysenbedingt sein. Daraus ist zu schließen, dass eine Erhitzung der Caseinlösungen die enzymatische Phase der Labgelbildung nicht beeinträchtigt. Somit müssen die hitzebedingten Veränderungen in den späteren Phasen der Labgelbildung stattfinden. Daher soll des Weiteren in dieser Arbeit die Aggregationsphase der Labgelbildung näher betrachtet werden.

#### Literatur:

Walstra, P., Geurts, T. J., Noomen, A., Jellema, A., Van Boekel, M. A. J. S.: Dairy Technology - Principles of Milk, Properties and Processes, Marcel Dekker, Inc. (1999)

Thomä, C.; Kulozik, U. (2003): Verfahren zur Gewinnung und zum technologischen Einsatz von GMP aus Milch-Untersuchungen zur Analytik und Freisetzung von GMP, Abschlussbericht FEI Forschungsfonds-Vorhaben FF 05

### **Untersuchung der Labeigenschaften von Caseindispersionen in Abhängigkeit von den Erhitzungsbedingungen und dem $\text{CaCl}_2$ -Zugabezeitpunkt**

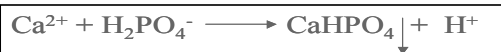
*Investigations of rennet coagulation properties of casein dispersions as a function of heating conditions and  $\text{CaCl}_2$  addition time*

Bulca, S., Lange, I.

Calcium trägt in erheblichem Maß zum Strukturaufbau der Caseinmicellen bzw. zur Ausbildung des Gels bei der Käseherstellung bei. In der kolloidalen Phase (an Casein gebunden) vorliegendes Calcium trägt zum Strukturaufbau der Micellen bei, das ionische Calcium im Serum



vernetzt die Caseinmicellen bei der Labgelbildung. Beim Erhitzen wird je nach Temperatur das ionische Calcium zusammen mit Phosphat in eine unlösliche Form umgewandelt. In Folge der sinkenden Ionenstärke im Serum diffundiert kolloidales Calcium aus den Caseinmicellen ins Serum, so dass das dynamische Gleichgewicht zwischen Serum- und kolloidaler Phase wieder hergestellt wird. Dadurch werden die Caseinmicellen in ihrer Stabilität geschwächt. In der Praxis werden Käseemilch bis zu 0,02 %  $\text{CaCl}_2$  zugegeben. Eine Calciumzugabe erhöht die Calciumkonzentration der Milch sowohl in der Serumphase als auch in der kolloidalen Phase.



Die Überlegung war daher zu überprüfen, ob Calciumchlorid vor oder nach der Erhitzung zugegeben werden soll, um die erhitzungsbedingten Veränderungen in der Labwirkung zu kompensieren. Wenn eine  $\text{CaCl}_2$ -Zugabe vor der UHT- Erhitzung stattfindet, sollte nach der oben ausgeführten Hypothese das zugegebene Calcium eine Veränderung der Calciumverteilung in der Caseinmicelle vermindern oder neutralisieren. Als Vergleichsuntersuchung wurden den Proben wie in der Praxis  $\text{CaCl}_2$  nach der Erhitzung zugesetzt. In Kontrollproben wurde ohne  $\text{CaCl}_2$ -Zusatz gearbeitet. MF-Retentate wurden mit 3 % Casein hergestellt, zwischen 100 und 140 °C für jeweils 5 s erhitzt und anschließend die relativen Koagulationseigenschaften (Gerinnungszeit, Gelfestigkeit) untersucht. Als Beurteilungskriterium wurden die gemessenen Werte in Bezug zur Kontrollprobe (pasteurisierte Magermilch) gesetzt und als relative Gerinnungszeit bzw. relative Gelfestigkeit bezeichnet. Während bei der nativen Probe eine Beeinflussung der Gerinnungszeit nach einer Erhitzung bei 120 °C und darüber erkennbar wird, ergeben sich bei den Systemen mit Calciumzusatz relative Gerinnungszeiten im Wert von 1, unabhängig davon, ob das Calcium vor oder nach der Erhitzung zugesetzt wurde. Ein Calciumzusatz führt demnach in jedem Fall zu einer Kompensation erhitzungsbedingter Effekte.

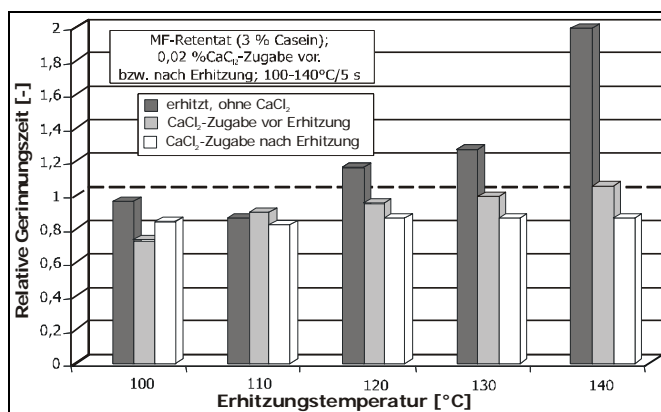


Abb. 1: Relative Gerinnungszeiten von MF-Retentaten mit 3 % Casein in Abhängigkeit von der Erhitzungstemperatur und dem  $\text{CaCl}_2$ -Zugabezeitpunkt

Wie in nachfolgender Abb. 2 dargestellt ist, liegt die relative Gelfestigkeit aller Proben bei Temperatur-behandlungen bis zu 110 °C oberhalb der von pasteurisierter Magermilch. Eine Erhitzung bei 120 °C und bei höheren Temperaturen führt zu einer sinkenden relativen Gelfestigkeit, wobei die Abnahme am stärksten ist, wenn kein  $\text{CaCl}_2$  zugesetzt wird. Auch die Zugabe von  $\text{CaCl}_2$  vor der Erhitzung bewirkt keinen Erhalt der Gelfestigkeit bei höheren Temperaturen. Durch die Zugabe von  $\text{CaCl}_2$  nach der Erhitzung bleibt die relative Gelfestigkeit in allen

Temperaturstufen oberhalb des Wertes 1. In diesem Fall ist im Bereich 120 – 140 °C eine geringe Abnahme der relativen Gelfestigkeit mit steigender Temperatur zu erkennen, die aber nicht den Wert für pasteurisierte Milch unterschreitet.

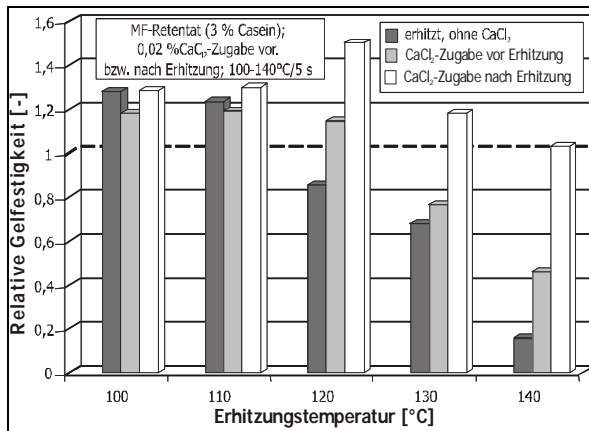


Abb. 2: Relative Gelfestigkeiten von MF-Retentaten mit 3 % Casein in Abhängigkeit von der Erhitzungstemperatur und dem CaCl<sub>2</sub>-Zugabezeitpunkt

Eine CaCl<sub>2</sub>-Zugabe verbessert also generell die Labelbildung erhitzter Caseindispersionen. Die Zugabe vor der Erhitzung bringt aber im Vergleich zur praxisüblichen Zugabe nach der Erhitzung überraschenderweise keine Vorteile. Bei Zugabe von CaCl<sub>2</sub> vor der Erhitzung waren die Gerinnungszeiten länger und die Gelfestigkeiten geringer als bei der Zugabe nach der Erhitzung. Zum Erreichen von Gelbildungseigenschaften pasteurisierter Magermilch können zwei Alternativen in Bezug auf Erhitzungstemperatur und CaCl<sub>2</sub>-Zugabe herausgestellt werden:

Erhitzung bei 140 °C mit CaCl<sub>2</sub>-Zugabe nach der Erhitzung

Erhitzung 120 °C mit CaCl<sub>2</sub>-Zugabe vor der Erhitzung

### Untersuchungen zur Abtrennung von Caseinpartikeln aus Molke unter Berücksichtigung der Ausbeute und Reinheit von Caseinomacropeptid

*Investigations to the separation of casein particles from whey in consideration of yield and purity of Caseinomacropeptide*

Steinle, S., Thomä, C., Bretz, A.

Caseinomacropeptid (CMP) zählt hinsichtlich seiner Fähigkeiten u.a. zur Osteoporose-Prävention, Toxinbindung, etc. zu den ernährungsphysiologisch interessanten Inhaltsstoffen aus Milch mit technologisch-funktionellem Potenzial. Eine zu gängigen Verfahren alternative Möglichkeit, CMP mit hohem Reinheitsgrad zu gewinnen, stellt die enzymatische Freisetzung aus molkenproteinfreiem Caseinkonzentrat dar. Wird dabei analog zur klassischen Käseherstellung vorgegangen, sind in der anfallenden Labmolke feine Caseinpartikel durch das Schneiden des Caseinnetzwerkes enthalten, welche die Untersuchung der CMP-Funktionalität mit ihrem caseintypischen Eigenschaften überlagern und abgetrennt werden müssen.

Ziel der Untersuchungen war es, die Caseinpartikel aus Labmolke von Caseinkonzentrat ohne Verlust an CMP vollständig abzutrennen. Hierzu wurde zunächst eine molkenproteinfreie Caseinlösung hergestellt, indem aus Magermilch mittels kontinuierlicher Diafiltration (Mikrofiltration gekoppelt mit Ultrafiltration) die Molkenproteine ausgewaschen wurden. Somit wurde ein natives, hochreines Caseinretentat und ein natives Molkenproteinkonzentrat gewonnen. Das molkenproteinfreie Caseinretentat stellte das Substrat dar, aus dem unter standardisierten käseerüblichen Bedingungen (32°C, pH 6,5, 0,2% Chymosin, 60 min Dickleungszeit), eine molkenproteinfreie und CMP-reiche Labmolke gewonnen wurde. Zum Abtrennen der Caseinpartikel aus dieser molkenproteinfreien Labmolke wurden Untersuchungen zur Caseinpartikelabtrennung mittels Zentrifugation und Membranverfahren durchgeführt, um einerseits ein möglichst reines CMP-Produkt und andererseits eine möglichst hohe CMP-Ausbeute zu erzielen.

Bei den Untersuchungen mit Hilfe einer Zentrifugation wurde der Einfluss der Zentrifugalbeschleunigung (4.000, 10.000, 15.000, 20.000, 65.000 g), der Verweilzeit (3, 5, 8, 10 min) sowie der pH-Wert (pH 6,5 - 5,5 - 4,5 - 3,5) der Molke auf die Effizienz der Abtrennung der Caseinpartikel sowie auf den CMP-Gehalt im Überstand im Vergleich zur Ausgangsmolke erfasst.

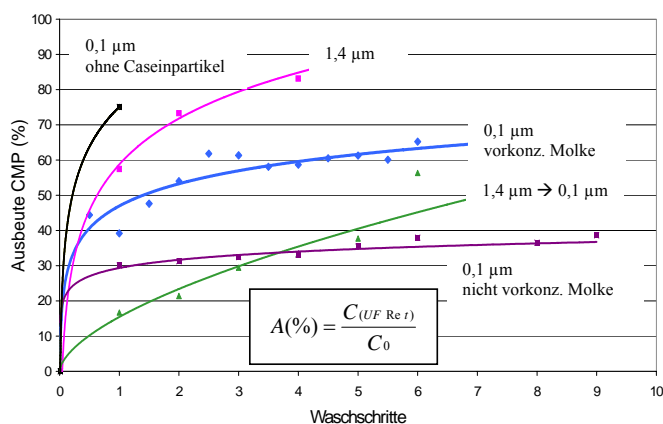


Abb. 1: CMP-Ausbeute (%) im UF-Retentat in Abhängigkeit von der Anzahl der Diafiltrationsschritte

CMP wurde in Abhängigkeit von untersuchten Variablen jeweils verlustfrei gewonnen. Die Abtrennung der Caseinpartikel und somit die Reinheit der CMP-Molke in den Überständen im Vergleich zur Ausgangsmolke konnte mit höherer Zentrifugalbeschleunigung, längerer Verweilzeit und sinkendem pH-Wert gesteigert werden. Dabei nahm die Effizienz der Caseinpartikel-Abtrennung bei niedrigerem pH-Wert und höherer Zentrifugalbeschleunigung und zunehmender Verweilzeit zu. Bei 65000 g, einer Verweilzeit von 10 min und einem pH-Wert von 4,5 lag die Caseinpartikelabtrennung jedoch maximal bei 50 %. Hierzu könnte die Temperatur noch variiert werden, um höhere Abtrenngrade zu erreichen.

Es wurde in der Folge untersucht, bis zu welchem Grad die Caseinpartikel durch Mikrofiltration (MF) abzutrennen waren. Dazu wurde die CMP-Molke einer Mikrofiltrations-Diafiltration mit enthärtetem Wasser unterzogen, um das CMP quantitativ zu gewinnen. Da-

bei werden die Caseinpartikel von der MF-Membran (Porengröße  $0,1 \mu\text{m}$ ) zurückgehalten, während CMP, Laktose sowie Salze permeieren können. Das MF-Permeat wird kontinuierlich in eine Ultrafiltrationsanlage (cut-off  $25 \text{ kDa}$ ) geleitet und dort das CMP aufkonzentriert, während Salze und Laktose durch die UF-Membran permeieren. Bei den Untersuchungen wurden die Einflüsse des Konzentrierungsgrades der Ausgangsmolke ( $i = 1$  und  $i = 1,6$ ), der Porengröße der Membran ( $0,1 \mu\text{m}$  und  $1,4 \mu\text{m}$ ) sowie des Gehaltes an Caseinpartikel (teilweise Abtrennung der Caseinpartikel durch Filtration durch eine  $1,4 \mu\text{m}$ -Membran mit anschließender Filtration durch eine  $0,1 \mu\text{m}$ -Membran) auf die CMP-Ausbeute und Reinheit erfasst.

Der Vorteil der Filtration gegenüber der Zentrifugation liegt in einem höheren Reinheitsgrad der gewonnenen CMP-Lösung. Bei der Filtration durch eine Membran wird mit der Porengröße  $0,1 \mu\text{m}$  ein Reinheitsgrad von  $> 95 \%$  bezogen auf den Proteingehalt erzielt, da die gesamten Caseinpartikel von der MF-Membran zurückgehalten werden. Die Ausbeute in bisher durchgeführten Versuchen betrug immerhin  $65 \%$ , bezogen auf den Ausgangsgehalt in der CMP-Molke (Abb. 2, aufkonzentrierte Molke). D.h. es kann zu CMP-Verlusten kommen, welche vermutlich durch Absorption von CMP an der Membran zu erklären sind.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass durch Kombination der beiden angewandten Verfahren eine optimale Abtrennung der Caseinpartikel möglich ist. Durch Vorkonzentrierung mittels Zentrifugation ist der Verlust an CMP gering und mit anschließender MF wird ein hoher Reinheitsgrad des Endproduktes erreicht. In zukünftigen Versuchen soll eine Ausbeutesteigerung bei gleichzeitig hoher Reinheit an CMP, durch Variation der MF-Anlagenparameter Membranart, Membranhydrophilität und Porendurchmesser, der MF-Prozessparameter membranene Druckdifferenz  $\Delta p$  und Schubspannung  $\tau$ , sowie der Milieubedingungen (Temperatur und pH-Wert der Molke) erzielt werden.

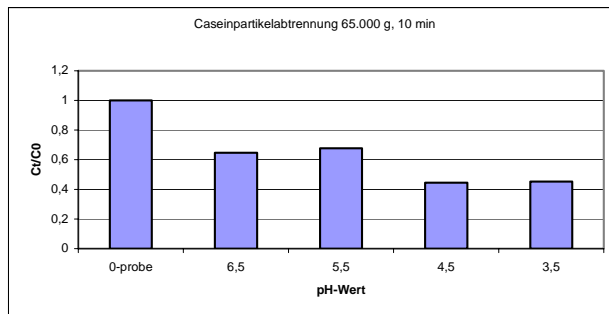


Abb. 2: Caseinpartikelabtrennung bei kontinuierlicher Zentrifugation ( $65.000 \text{ g}$ ,  $t=10 \text{ min}$ ) in Abhängigkeit vom pH-Wert

Dank: Dieses Projekt wird aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (Bundesministerium für Wirtschaft/AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert, (AiF-FV Nr. 13733 N).

## Einflüsse von Prozessfaktoren auf die Freisetzung von Caseinomakropeptid aus Caseinkonzentrat

*Effect of renneting conditions on the release of caseinomacropeptid from casein concentrate*

Thomä, C., Sperber, E.

Nutzt man die Möglichkeit der Membrantrenntechnik zum Fraktionieren und Gewinnen von CMP aus, so ist es möglich, aus der reinen Caseinfraktion das CMP durch enzymatische Hydrolyse freizusetzen und somit ein CMP-reiches Serum zu gewinnen. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass alle anfallenden „Nebenprodukte“ weiteren Verwendungen ohne Verlust der nativen Eigenschaften zur Verfügung stehen. Bisher wurde die enzymatische Hydrolyse für die Herstellung von Käse ausgenutzt, jedoch nicht gezielt zur Gewinnung von CMP. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollte der Einfluss von Prozessfaktoren auf die Freisetzung von CMP aus der Caseinmicelle in einem molkenproteinfreien Caseinkonzentrat untersucht werden. Dabei sollen die Prozessbedingungen unabhängig von der Käsertechnologie variiert werden, um die Labspaltung gezielt zur Gewinnung von CMP ausnutzen zu können. Das molkenproteinfreie Caseinkonzentrat wurde aus Magermilch mittels Mikrofiltration-Diafiltration gewonnen. Die Freisetzung von CMP durch Chymosin aus diesem Caseinkonzentrat wurde in einem breiten Temperatur- (4-52 °C) und pH-Spektrum (pH 5,7-7,0) sowie in Abhängigkeit von der Calciumkonzentration verfolgt, also durchaus auch außerhalb des käsertechnologisch üblichen Bereichs. Dabei wurde der CMP-Gehalt im Serum nach Anwendung des Labenzym Chymosin in Abhängigkeit von dessen Einwirkzeit sowie die Gerinnungszeit mittels Gelograph ermittelt. Die reaktionskinetische Auswertung der Messdaten ergab, dass die Freisetzung an CMP bis zu einem Hydrolysegrad von ca. 85–95 % (gestrichelte Linien in Abb. 1) einer Reaktionsordnung von  $n = 1$  folgt.

Unabhängig von den untersuchten Parametern wurde nach ausreichender Chymosineinwirkzeit eine maximale CMP-Freisetzung von etwa 95 % erreicht. Die Geschwindigkeit der CMP-Freisetzung nahm ebenso wie die der Aggregation mit zunehmender Temperatur, abnehmendem pH-Wert sowie einer zunehmenden Calciumchloridkonzentration von bis zu 8 mmol/l zu. Der Einfluss der Calciumchloridkonzentration ist dabei jedoch im Vergleich zu den Einflüssen der Temperatur und des pH-Wertes gering.

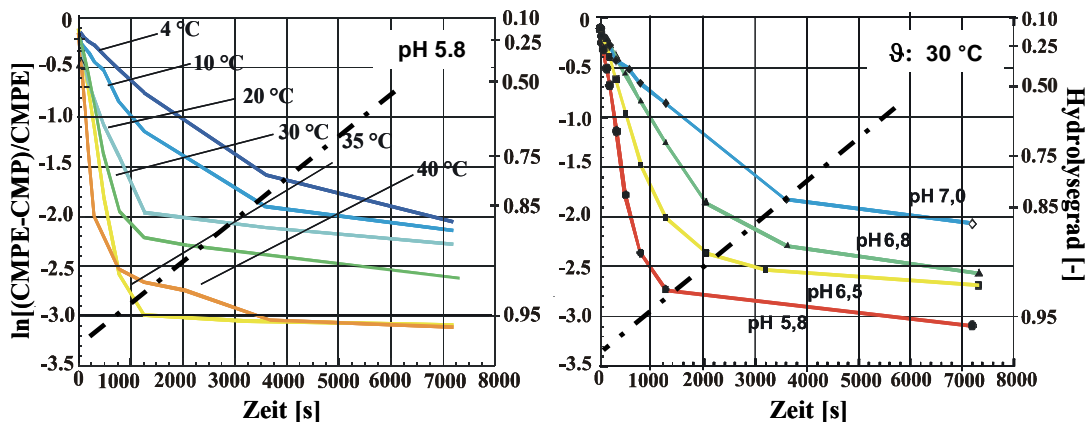


Abb. 1: Einfluss von Temperatur und pH-Wert auf die Freisetzung von CMP während der enzymatischen Hydrolyse von  $\kappa$ -Casein durch Chymosin (Reaktionsordnung  $n = 1$ )

Eine Aktivierungsenergie von ca. 40 kJ/mol ergab sich für pH 5,8 und 6,5 im Temperaturbereich zwischen 4 und 45 °C sowie bei pH 6,8 und 7,0 im Temperaturbereich zwischen 4 und 25 °C. Die Größe der Aktivierungsenergie deutet auf eine diffusionskontrollierte Reaktion hin, wobei die Diffusion des Enzyms die Geschwindigkeit der Reaktion bestimmt. Bei Temperaturen höher als 45 °C wurden für den gesamten untersuchten pH-Bereich Aktivierungsenergien von 150-400 kJ/mol ermittelt. Dies deutet einerseits auf eine thermisch bedingte Inaktivierung des Enzyms andererseits auf eine pH-abhängige Denaturierung hin. Bei pH 6,8 und 7,0 wurde in dem Bereich zwischen 25 und 45 °C eine scheinbare Aktivierungsenergie von fast Null ermittelt, was auf eine Überlagerung von Enzym-Aktivierung einerseits und Inaktivierung andererseits zurückzuführen ist.

Es stellt sich die Frage, ob die einsetzende Aggregation der Caseinmicellen aufgrund einer sterischen Behinderung die CMP-Freisetzung verzögert. Dazu wurde festgestellt, dass trotz schneller eintretender Aggregation mit zunehmender Temperatur bis 40 °C und abnehmendem pH der Verlauf der CMP-Freisetzung unabhängig von einer eintretenden Aggregation der Caseinmicellen verlief. Die gewonnenen Ergebnisse eröffnen somit neue Wege zur prozesstechnischen Steuerung für die Gewinnung von CMP, da nicht nur die Bedingungen der klassischen Käseherstellung für die Gewinnung ausgenutzt werden können, sondern auch Bedingungen bei denen es zu keiner Aggregation der Caseinmicellen kommt und somit CMP aus der (teil-)hydrolysierten, flüssigen Phase mittels Membrantrennverfahren gewonnen werden könnte. Dies soll in weiterführenden Versuchen zum Einsatz von Membrantrennverfahren zur Anreicherung und Aufreinigung der CMP-Molke untersucht werden.

Dank: Dieses Projekt wird aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (Bundesministerium für Wirtschaft/AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert, (AiF-FV Nr. 13733 N).

### **Einfluss der Molkenrezirkulierung auf die Käseausbeuteerhöhung bei der Herstellung von Molkenproteinkonzentraten zum Einbau in die Matrix von Labkäse**

*Influence of whey recirculation on the increase of cheese yield while production of whey protein concentrates for incorporation into the matrix of rennet cheese*

Tolkach, A:

Molkenproteine mit einem Anteil am Gesamtmilchprotein von 20 % spielen dank ihrer technologischen und ernährungsphysiologischen Eigenschaften eine beträchtliche Rolle bei der Herstellung unterschiedlicher Milch und Mischmilcherzeugnisse. Während der Käseherstellung gehen die Molkenproteine in die Molke über und sind dadurch nicht mehr im Käse zu finden. Sie können denaturiert und in so genannter „partikulierter“ Form in die Käsematrix eingebaut werden. Diese Methode beeinträchtigt kaum die Labeigenschaften der Milch und, wie bei Untersuchungen an Weichkäse festgestellt wurde, gibt es kaum Unterschiede während der Käsereifung sowie in den sensorischen Eigenschaften des fertigen Käses, sofern sich der Lactosegehalt nicht wesentlich erhöht.

Ein weiterer Vorteil des Einsatzes von Molkenproteinpartikeln gegenüber der Hoherhitzung der Käseemilch ist die verbesserte Konsistenz, insbesondere von fettreduziertem Käse. Die Molkenproteinpartikel erzeugen auf Grund des erhöhten Serumbindungsvermögen sowie ihrer Struktur ein cremiges Mundgefühl im Käse. Damit erscheinen Käse mit niedrigem Fettgehalt und integrierten Molkenproteinpartikeln angenehmer in der Konsistenz.

Eine weitere Motivation des Einbringens der Molkenproteinpartikel in den Käse ist die Erhöhung der Ausbeute. Die Ausbeuteerhöhung ist durch den vermehrten Einbau an Protein zum einen und in den Molkenproteinpartikeln gebundenen Milchserum zum anderen bedingt. Jedoch beim Einsatz bzw. bei der Herstellung von Molkenproteinpartikeln ist zu bedenken, dass nur ein Teil der Molkenproteinpartikel tatsächlich in den Käse eingebunden wird, indem es aufgrund seiner Struktur in der Caseinmatrix zurückgehalten wird. Der Rest geht mit dem pro Zyklus neu freigesetzten, noch nicht partikuliertem Molkenprotein in die Molke über. Wird dieses Gemisch wieder dem Partikulierungsprozess zugeführt, so ergibt sich bei der Herstellung von Labkäse mit zunehmender Zyklusanzahl eine Beobachtung, die sich als zeitliche Abnahme der Ausbeute auswirkt (Abb. 1 A und B).

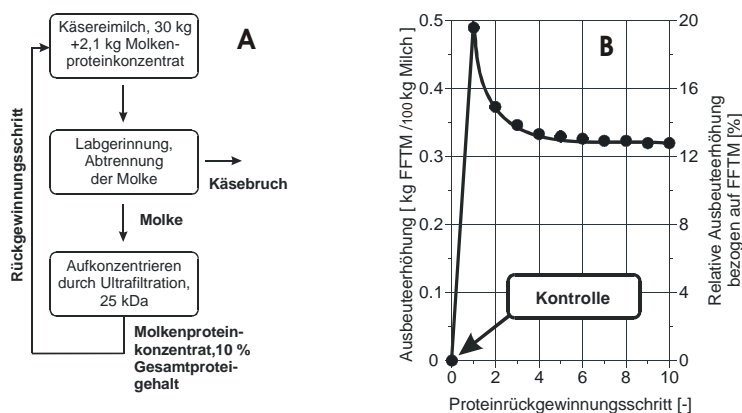


Abb. 1: Versuchsschema; B: Einfluss der Molkenproteinrückgewinnungsschritte (Zyklusanzahl) auf die Ausbeuteerhöhung von Weichkäse (bezogen auf FFTM)

Die Ursachen der Abnahme der Käseausbeute durch den Einsatz von partikulierten Molkenproteinen werden klar, wenn man die Zusammensetzung des zugegebenen Proteinkonzentrates näher betrachtet. Das Proteinkonzentrat sowie die Molke enthält außer den funktionellen, in der Käsematrix zurückgehaltenen denaturierten Molkenproteinen (etwa 70-75% vom Gesamtmolkenprotein), auch das Caseinomakropeptid (CMP) (etwa 15-20% vom Gesamtmolkenprotein), das bei der Spaltung des  $\kappa$ -Caseins durch das Labenzym in die Molke übergeht. Im Vergleich zu den Molkenproteinen besitzt das CMP eine hohe thermische Stabilität und kann kaum durch Hitze denaturiert werden. Dadurch kann das CMP nicht in die Käsematrix eingebaut werden, jedoch wird das Peptid durch Ultrafiltration mit allen anderen Molkenproteinen aufkonzentriert. Abb. 2 zeigt die Änderung der Proteinzusammensetzung des zugegebenen Molkenproteinkonzentrates in Abhängigkeit vom Proteinrückgewinnungsschritt. Wie zu sehen, enthält das Molkenproteinkonzentrat am Anfang etwa 70 % funktionelle Molkenproteine ( $\beta$ -Lactoglobulin,  $\alpha$ -Lactalbumin, BSA, Caseinpartikel) und etwa 20 % Caseinomakropeptid. Wird dieses Konzentrat der Käseemilch beigefügt und die anfallende Molke wieder mit Hilfe von Ultrafiltration auf 10 % Protein aufkonzentriert, nimmt der relative Anteil an funktionellen Molkenproteinen durch den steigenden Gehalt an CMP ab, obwohl der Gesamtproteingehalt des Ultrafiltrationsmolkenkonzentrates auf einem konstantem Niveau gehalten wird. Die denaturierten Molkenproteine werden in der Käsematrix zurückgehalten.

Das CMP wird im Kreislauf aufkonzentriert und immer wieder zurückgeführt, ohne aber in die Käsematrix eingebaut zu werden.

Die Lösungswege für das Umgehen des Problems werden am Institut in der Arbeitsgruppe „Proteintechnologie“ weiterhin erforscht. Bereits jetzt können folgenden Alternativen vorgeschlagen werden: der Einsatz von Mikrofiltration zur Aufbereitung der Molkenproteinkonzentraten; die genaue analytische Bestimmung des Gehaltes an funktionellen und nichtfunktionellen Molkenprotein sowie die mathematische Modellierung des Gehaltes an nichtfunktionellen Molkenproteinen in der Konzentraten.

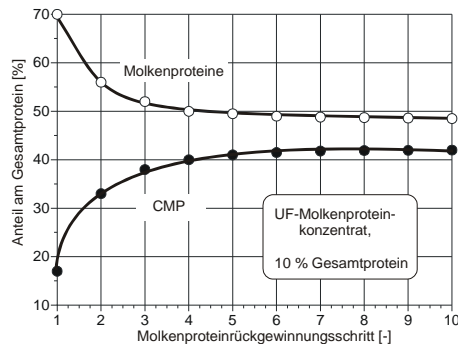


Abb. 2: Einfluss des Molkenproteinrückgewinnungsschrittes auf die Proteinzusammensetzung des zugegebenen Molkenproteinkonzentrates

## Arbeitsgruppe Rheologie und Mikrostruktur

Leitung: Dr. -Ing. Britta Rademacher

### Die thermische Denaturierung der Eigelbproteine und deren Einfluss auf die Emulgier-eigenschaften von Eigelb in Öl-in-Wasseremulsionen

*Thermal denaturation of egg yolk proteins and its influence on egg yolk's emulsifying properties in oil-in-water emulsions*

Guilmineau, F.

Um die mikrobiologische Sicherheit zu gewährleisten, wird Eigelb in seiner ursprünglichen Zusammensetzung (TS  $\approx$  52 %) im Allgemeinen bei 60 bis 68°C für 3 bis 10 Minuten pasteurisiert. Der Temperaturbereich, in dem industrielles Eigelb pasteurisiert werden kann, ist wegen der Tendenz zur Gelbildung nach der Erhitzung extrem begrenzt. Die meisten Eigelbproteine und -lipoproteine denaturieren jedoch erst bei einer Temperatur über 69°C und sind folglich nach industrieller Pasteurisierung noch in ihrem nativen Zustand. Eine Denaturierung der Proteine, bzw. ein Ausbilden einer festen Gelstruktur könnte verhindert werden, indem man das Eigelb vor dem Erhitzen verdünnt. Dieses Vorgehen wird in diesem Vorhaben untersucht, da es in der Praxis nicht üblich ist. Ein erhöhtes Lösungsmittel/Protein-Verhältnis stellt einen hinreichenden Abstand zwischen den Proteinmolekülen sicher, um die Anordnung eines ununterbrochenen Netzwerkes zu vermeiden. Proteinaggregate werden gebildet, sobald die Proteine denaturieren und miteinander reagieren; die Viskosität der Lösung nimmt zu, aber sie bleibt flüssig und kann folglich leicht in Öl-in-Wasseremulsionen eingebunden werden.



Die Funktionalität der Proteine ist häufig eng an ihre Konformation und damit an den Denaturierungsgrad gebunden. Es hat sich gezeigt, dass ein bestimmter Denaturierungsgrad einen positiven Effekt auf die Grenzflächeneigenschaften vieler Proteine hat, besonders durch eine erhöhte molekulare Flexibilität und Oberflächenhydrophobizität. Das Denaturierungsverhalten der Eigelbproteine ist nur lückenhaft dokumentiert, und es liegen keine Daten über die Kinetik dieser Reaktion vor. Ebenso wenig ist der Zusammenhang zwischen thermischer Denaturierung und den Emulgiereigenschaften bekannt, abgesehen von isoliertem LDL, für das einige Ergebnisse publiziert wurden. Im Allgemeinen heißt es, dass eine moderate Wärmebehandlung, wie sie in ähnlicher Weise für die industrielle Pasteurisierung angewandt wird, keine messbare bzw. eher negative Auswirkung auf die Emulgiereigenschaften des Produktes hat. In einer neuen Studie wurde festgestellt, dass eine thermische Behandlung des Eigelbs von ca. 3 Minuten bei einer Temperatur bis zu 76°C zu einer geringfügigen Abnahme der Emulgierfähigkeit aber zu keinen Veränderungen der emulsionsstabilisierenden Eigenschaften führt. In dieser Arbeit wird die Denaturierungskinetik der Eigelbproteine in einem weiten Bereich des Denaturierungsgrads untersucht. Es wird mit verdünnten Eigelblösungen gearbeitet, um die Gelaubildung beim Erhitzen zu vermeiden. Somit ergibt sich ein erster Versuch, für die Eigelb-Proteindenaturierung die Korrelation des Denaturierungsgrades mit den Emulgiereigenschaften des Eigelbs durch Anwenden formaler Reaktionskinetik zu beschreiben.

#### Die Thermische Denaturierungskinetik der Eigelbproteine

Frisches Eigelb (EY) aus bekannter und kontrollierter Herkunft wurde mittels einer 1 %igen NaCl Lösung verdünnt (Lösung: 20 % (w/w) Eigelb). Für die thermische Behandlung dieser Lösung wurden 3 ml in dünne Stahlröhrchen gefüllt und in einem Wasserbad bei verschiedenen Temperaturen erhitzt. Anschließend wurden die denaturierten und nicht mehr löslichen Proteine abgetrennt. Der Verlust der Löslichkeit der Eigelbproteine in ihrer Gesamtheit wird als Maß zur Ermittlung der Denaturierungskinetik verwendet. Außerdem wurden die löslichen Proteine auch quantitativ durch SDS-PAGE analysiert, um später die Denaturierungskinetik für einzelne Proteinfractionen zu ermitteln. Es scheint, dass die Denaturierung der Eigelbproteine während der Erhitzung durch eine Reaktion der Ordnung  $n=1,7$  kinetisch beschrieben werden kann (Abb. 1). Mittels der Arrheniusdarstellung der temperaturabhängigen Geschwindigkeitskonstanten  $k$ , (Steigung der Kurven in Abb. 1), konnte die Aktivierungsenergie mit  $E_a = 435$  kJ/mol und die Geschwindigkeitskonstante  $k_0$  der Denaturierungsreaktion berechnet werden (Abb. 2).

#### Einfluss der thermischen Denaturierung auf die Emulgiereigenschaften des Eigelbs

Zur Vorbereitung der Emulsionen wurde eine Mischung hergestellt, welche 5 % reines Eigelb, 1 % NaCl (w/w) und kommerzielles Sonnenblumenöl enthält, so dass ein Ölphasen-Anteil von 30 % ( $\varphi = 0,3$ ) erreicht wurde. Das Emulgieren wurde mit einem Hochdruckhomogenisator durchgeführt. Die Emulsionen wurden mit Eigelb versetzt, welches folgende Denaturierungsgrade aufwies: 0, 10, 18, 31, 41, 55 und 73 % Denaturierung. Die Emulsionen wurden in Bezug auf die Öltröpfchengrößenverteilung, die Stabilität gegenüber Aufrahmen und ihr rheologisches Verhalten charakterisiert.

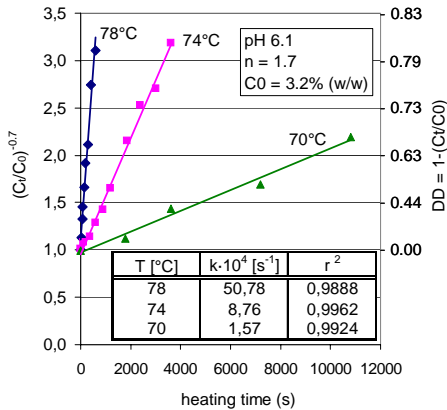


Abb. 1: Eigelbproteinendenaturierung bei verschiedenen Temperaturen (20 % Eigelb (w/w); 0,17 M)

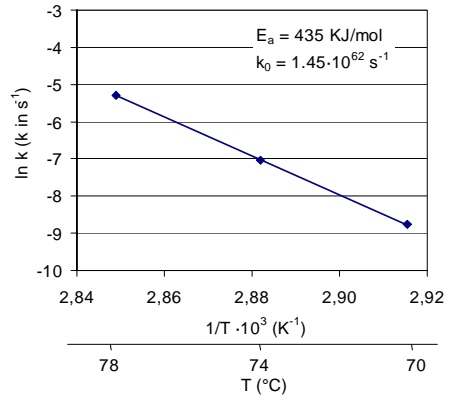


Abb. 2: Arrhenius-Darstellung der Eigelbproteinendenaturierung

Diese Arbeit zeigt im Besonderen, dass Eigelbproteine die Fähigkeit haben, Öl-in-Wasser Emulsionen (O/W) zu stabilisieren, selbst bzw. gerade wenn sie in hohem Grade denaturiert und aggregiert sind. Tatsächlich wurde eine erhöhte Aufrahmstabilität in den Emulsionen, welche mit denaturiertem Eigelb (Denaturierungsgrad  $\geq 20\%$ ) hergestellt wurden, beobachtet (siehe Abb. 3). Diese verbesserte Stabilität findet trotz einer geringfügigen statistisch nicht signifikanten Zunahme des mittleren Öltröpfchendurchmessers mit zunehmendem Proteindenaturierungsgrad statt (Abb. 4).

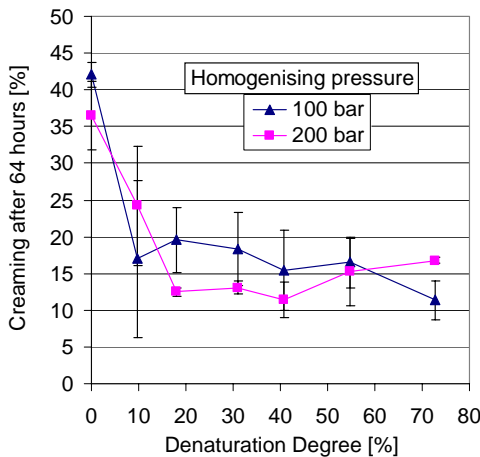


Abb. 3: Prozentuale Aufrahmung in O/W Emulsionen nach 64 h Lagerung bei 25 °C in Abhängigkeit vom Denaturierungsgrad

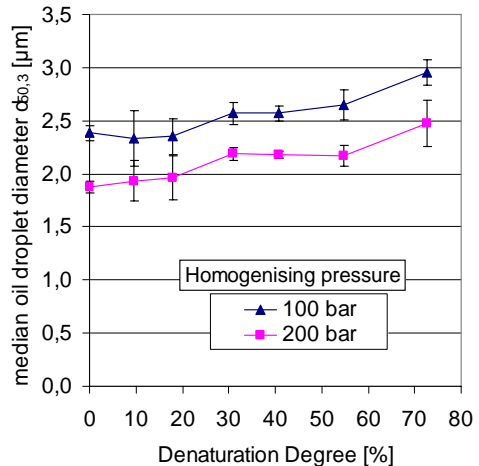


Abb. 4: Medianöltropfendurchmesser der Ö/W Emulsionen in Abhängigkeit vom Denaturierungsgrad des Eigelbes

Eine Erklärung für die höhere Stabilität ist die in Folge der Proteinaggregation steigende Viskosität der kontinuierlichen Phase. Hierbei ist zu beachten, dass eine Veränderung der Dichte und der Eigenschaften der Grenzflächenschicht, welche die Öltröpfchen umhüllt, einen zu-

sätzlichen Einfluss auf die Emulgiereigenschaften haben kann. Das Verständnis für den Einfluss der Eigelbdenaturierung in Bezug auf die Eigenschaften der Grenzflächenproteinschicht soll im weiteren Verlauf des Projektes erarbeitet werden. Die Ergebnisse zeigen das Potential für die Verwendung von denaturierten Eigelbproteinen in O/W Emulsionen, wodurch die Stabilität und die strukturellen Eigenschaften des Endproduktes positiv beeinflusst werden. Des Weiteren sollte hervorgehoben werden, dass die intensivere Wärmebehandlung im Vergleich zur derzeitigen Pasteurisierung die Möglichkeit hervorbringt, höherfunktionelle Eiprodukte mit einer längeren Lagerbeständigkeit zu produzieren, als derzeit auf dem Markt verfügbar.

Literaturverzeichnis:

Morr C.V., German B., Kinsella J.E., Regensteinst J.M., Van Buren J.P., Kilara A., Lewis B.A., Mangino M.E. (1985). A collaborative study to develop a standardized food protein solubility procedure. *Journal of Food Science*, 50, 6, pp.1715-1718

### **Herstellen von Emulsionen und Gelen mittels hochdruck- und hitzebehandelter Molkenproteine**

*Preparation of fat-filled protein gels by use of heat and high-pressure modified whey proteins*

Brack, M., Rademacher, B., Aguilera J.

Eine besondere Form von Gelen stellen die sogenannten „gefüllten Gele“ dar. Hierbei handelt es sich um eine Gelmatrix (Ein- oder Mehr-Komponenten) mit Einschlüssen, wie z.B. Fasern, Gasblasen, Flüssigkeitstropfen, Kristallen, zellulären Komponenten oder Fettkugeln. Wenn diese Gele aus Emulsionen gewonnen werden, spricht man von Emulsionsgelen. Diese Gelstrukturen werden durch einen technologischen Prozess erzeugt, z.B. durch Hitze, Hochdruckbehandlung, Variation des pH-Werts (Säurefällung von Casein) oder durch chemisch / enzymatische Reaktionen (Labfällung). Aufgrund ihres speziellen Aufbaus sind die Emulsionsgele für das Herstellen definierter Gelstrukturen technologisch interessant. Sie bestehen aus einer dispergierten flüssigen Phase, die in eine gelierte Proteinmatrix eingebunden ist (z.B. Fettkügelchen in einer Molkenproteinmatrix).

Bei der dispergierten Phase kann es sich entweder um einen passiven Füllstoff handeln, der keinerlei Einfluss auf die Gelstruktur hat, oder um einen aktiven Füllstoff, der sowohl das Synäreseverhalten, als auch die Gelstruktur bzw. -festigkeit beeinflusst. Hierbei kommt es auf die Beschaffenheit der Füllstoff-Membran und die jeweiligen, daraus resultierenden Wechselwirkungen mit dem Proteinnetzwerk an. Die Fettkugeln können über Protein-Protein Interaktionen direkt mit der Gelmatrix verknüpft sein, oder sie sind nicht verknüpft, sondern nur räumlich eingeschlossen. Je nach Größe können sie das vorhandene Proteinnetzwerk verstärken oder aber auch sterisch behindern und schwächen.

Ziel der Arbeit war es, den Einfluss von verschiedenen erzeugten Füllstoffgrenzflächen und der Partikelgrößen der dispergierten Phase auf die Geleigenschaften von Emulsionsgelen aus Milchfett und Molkenproteinen zu analysieren und die Unterschiede zwischen hochdruck- und hitze-vorbehandeltem Membranmaterial bzw. zwischen hitze- und hochdruckinduzierter Gelbildung herauszuarbeiten.

In den durchgeführten Versuchsreihen wurde als kontinuierliche Phase eine Molkenproteinlösung aus 90 %igem Molkenproteinisolat und als disperse Phase ein 30 %iger Rahm verwendet. Die Gelbildung erfolgte durch eine Hochdruck- (600 MPa, 30 min, 50 °C) bzw. Hitzebe-

handlung (90 °C, 20 min). Die daraus resultierenden Gelkörper wurden durch eine Deformationsmessung am Texture Analyser auf ihre Festigkeit hin untersucht (Deformationsgrad: 50 %; Prüfkörper: Acrylzylinder  $d = 38$  mm). Als Maß für die Gelfestigkeit diente das Elastizitätsmodul. Die disperse Phase wurde in verschiedenen Konzentrationen der Molkenproteinlösung zugesetzt (0, 10, 20 und 30 %) und die jeweiligen Emulsionen auf einen Proteingehalt von 15 % und einem pH-Wert von 6,7 eingestellt.

Bei dem verwendeten Rahm wurden zunächst die enthaltenen Serumproteine durch Separation entfernt, anschließend eine Menge von 1,5 % unterschiedlich vorbehandelter Molkenproteine (Hochdruck / Hitze denaturiert bzw. nativ) zugesetzt und auf einen Fettgehalt von 30 % eingestellt. Durch anschließende Homogenisierung hefteten sich die zugesetzten Molkenproteine als Membranmaterial an die Fettkügelchen. Auf diese Weise wurde ein modifizierter Rahm mit einer definierten Fettkugel-Membran erhalten.

Generell konnten bei allen Versuchsreihen durch einen vermehrten Rahmanteil in der Emulsion festere Gele erzeugt werden, was auf die damit verbundene Trockenmasseerhöhung zurückzuführen ist. Bei der Herstellung von modifiziertem Rahm, dem Membranproteine zugesetzt wurden ohne anschließend zu homogenisieren, hatte der Zusatz und die Art des zugesetzten Membranmaterials keinen Einfluss auf die Festigkeit der induzierten Gele. Wurde der Rahm homogenisiert, ohne dass Molkenproteine als Membranmaterial zugeben wurde, konnte wegen des fehlenden Serumproteins keine modifizierte Sekundärfettkugelmembran gebildet werden. Dadurch lagerten sich die einzelnen Fettkügelchen zu größeren Aggregaten zusammen, die schlechter in das Proteinnetzwerk integriert wurden und somit zu einer verminderten Gelfestigkeit führten.

Emulsionsgele mit modifiziertem Rahm, bei dem die Sekundärfettkugelmembran aus hochdruckdenaturierten Molkenproteinen bestand (Denaturierungsgrad  $> 90$  %), waren im Gegensatz zu den anderen Variationen des Membranmaterials (hitzedenaturiert  $DG > 90$  % und nativ) fester (vgl. Abb. 1). Obwohl die Molkenproteine durch die Hochdruckbehandlung aufgefaltet wurden und somit schon untereinander aggregieren können, wurde im Vergleich zu Emulsionsgelen mit unbehandeltem Rahmzusatz kein Gelfestigkeitsverlust festgestellt (vgl. Abb. 2). Die Elastizitätsschwankungen innerhalb der reinen Molkenproteingele (0 % Rahmzusatz) waren auf Tagesschwankungen zurückzuführen.

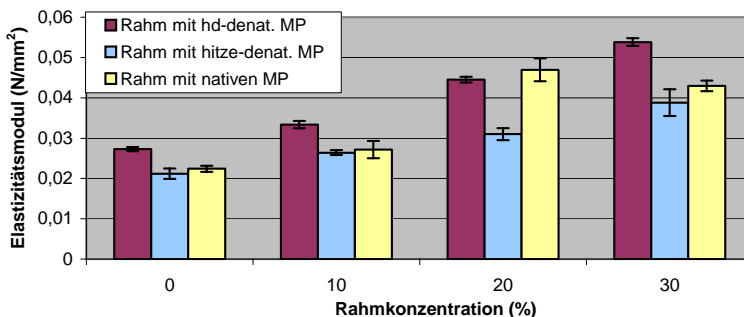


Abb. 1: Elastizitätsmodul in Abhängigkeit von der Rahmkonzentration (homog. mit nativen oder hitze- bzw. hochdruck-denat. Molkenproteinen)

Im Vergleich zu den hitzeinduzierten Gelen wiesen die Hochdruckgele verstärkt Synärese auf, jedoch konnten bezüglich optischer Beschaffenheit und Gelfestigkeiten für beide Gelarten keinerlei Unterschiede festgestellt werden. In allen durchgeführten Versuchsreihen war der jeweilige modifizierte Rahm mit dem Molkenproteinnetzwerk kompatibel, führte aber, im Vergleich zum unbehandelten Rahm, nicht wie erwünscht zu einer stärkeren Einbindung der dispergierten Rahmphase in die Proteinmatrix. Es kann daher gefolgert werden, dass keine aktiven Wechselwirkungen zwischen Fettkugelmembran und Proteinmatrix des Gels ausgebildet wurden.

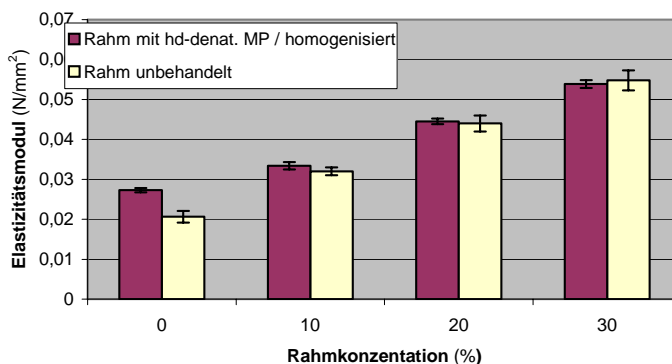


Abb. 2: Elastizitätsmodul in Abh. von der Rahmkonzentration von Emulsionsgelen mit unbeh. Rahm bzw. mit modif. Rahm homogenisiert mit hochdruckdenaturierten Molkenproteinen)

Dank: Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. José Miguel Aguilera, Universidad Católica de Chile, Santiago/Chile, Forschungspreisträger der Alexander-von-Humboldt-Stiftung während seines Aufenthaltes an der TU München durchgeführt.

### **Einfluss der Entspannungsrate bei einer hydrostatischen Hochdruckbehandlung auf die Strukturbildung von Casein und Carrageenan**

*Influence of the pressure decreasing rate of a hydrostatic pressure treatment on the structure formation of casein and carrageenan*

Metzler, A., Merel, E., Rademacher, B.

Die hydrostatische Hochdruckbehandlung kann bei Milchproteinen gezielt zur Strukturierung angewendet werden. Auf der Basis von Casein in Kombination mit Hydrokolloiden lassen sich durch Variation von Prozess- und Milieuparametern die Struktureigenschaften beeinflussen. Die laufenden Untersuchungen haben zum Ziel, die Eigenschaften dieser druckinduzierten Strukturen aus Milchproteinen und Hydrokolloiden zu charakterisieren und den Zusammenhang zwischen Struktur und Prozess- und Milieuparametern aufzuzeigen.

Als Ausgangsmaterial wurde natives Casein, das mittels Mikrofiltration/Diafiltration aus Magermilch und anschließender Sprühtrocknung hergestellt wurde, und Carrageenan eingesetzt. Die Druckbehandlung erfolgte bei 30 °C bei 600 MPa, mit einer Druckaufbaugeschwindigkeit von 200 MPa/min, einer Druckhaltezeit von 30 min und einer Variation der Druckabbaugeschwindigkeit von 20, 200 und 600 MPa/min (nachfolgend als langsam, mittel und schnell bezeichnet). Die Proben wurden nach der Hochdruckbehandlung mit rheologischen Messungen,

Partikelgrößenmessung und Texturprofilanalyse untersucht. Die gebildeten Strukturen sind in Abb. 1 (ohne Carrageenan) und Abb. 2 (mit 0,1 % Carrageenan) vereinfacht als Phasendiagramm mit einer qualitativen Bewertung der vorhandenen Strukturen dargestellt.

Während des Druckaufbaus und der Druckhaltezeit zerfallen die Caseine in Submicellen, bedingt durch die Schwächung nicht-kovalenter Bindungskräfte. Bei der Entspannung werden diese Bindungskräfte wieder wirksam und es kommt zur Assoziation dieser Fragmente. Abhängig von der Konzentration der eingesetzten Biopolymere und von der Entspannungsgeschwindigkeit bilden sich aber neue und unterschiedliche Strukturen aus.

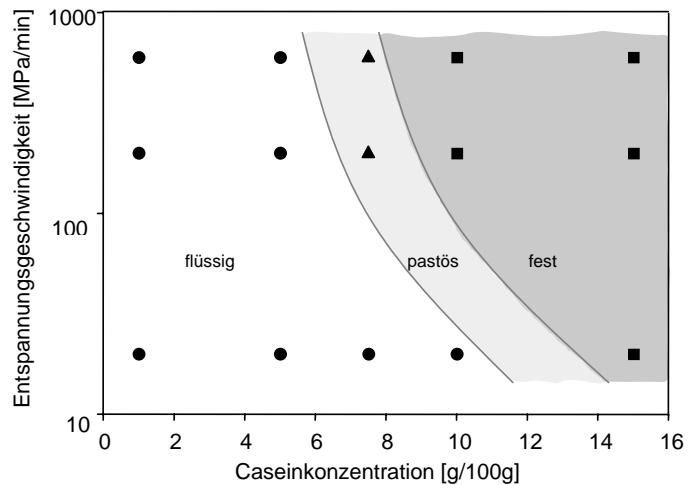


Abb. 1: Zustandsdiagramm von hochdruckbehandelten Caseinlösungen (ohne Carrageenan), in Abhängigkeit von der Caseinkonzentration und der Druckentspannungsgeschwindigkeit

Mit zunehmenden Konzentrationen an Casein ergeben sich Strukturen von *flüssig* über *pastös*, hin zu *fest*, d.h. mit einem durchgehenden Gelnetzwerk. Enthalten die Proben zusätzlich Carrageenan in zunehmender Menge (0,01 %, 0,05 %, 0,1 %), so verschieben sich diese Phasenübergänge hin zu niedrigeren Caseingehalten. Die pastöse bzw. feste Struktur ist damit erklärbar, dass beim Druckabbau wieder nicht-kovalente Bindungen entstehen, die bei höheren Caseingehalten zur Ausbildung von durchgehenden oder teilweise durchgehenden Netzwerkstrukturen führen.

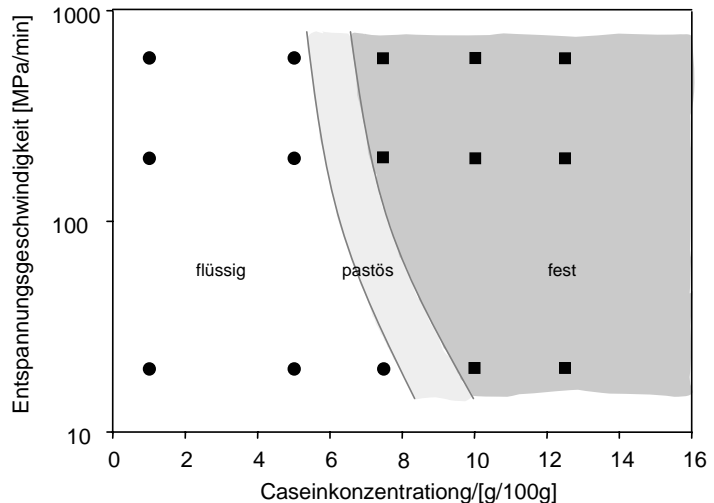


Abb. 2: Zustandsdiagramm von hochdruckbehandelten Mischungen aus Casein und 0,1 % Carrageenan, in Abhängigkeit von der Caseinkonzentration und der Druckentspannungsgeschwindigkeit

Bei Proben gleicher Zusammensetzung und Variation der Entspannungsgeschwindigkeit zeigen sich Unterschiede in der Viskosität bzw. der Gelfestigkeit. Im flüssigen Bereich mit 5 % Casein führt beispielsweise eine Erhöhung der Entspannungsgeschwindigkeit zu größeren Viskositäten. Bei mittleren Caseinkonzentrationen können nur durch den Unterschied in der Entspannung flüssige, pastöse und feste Ergebnisse mit einer Probenlösung erzielt werden. Dies ist z.B. bei Proben mit 7,5 % Casein und 0,05 % Carrageenan der Fall, wobei die langsame Entspannung die flüssige Struktur ergibt, die mittlere Entspannung die pastöse und die schnelle Entspannung die feste Struktur. Im Bereich druckinduzierter Gele mit hohen Caseingehalten zeigen sich die Unterschiede der Entspannungsgeschwindigkeit in der Gelstärke. Dabei führt eine schnelle Entspannung zu höheren Werten der Gelstärke als eine langsame Entspannung. Eine mögliche Erklärung für die Auswirkung der Entspannungsgeschwindigkeit ist, dass abhängig vom Druckniveau bei einer langsamen Entspannung die Ausbildung von Bindungen in einem Gleichgewicht des Auf- und Abbaus steht. Erst bei niedrigem Druck kommt es zu einem Überwiegen des Bindungsaufbaus und so zur Bildung von Partikeln oder Gelen, die durch einen inhomogenen Aufbau sehr weich sind. Bei einer schnellen Entspannung kommt es dagegen zu einem sehr plötzlichen Aufbau der Bindungen und so zu sehr homogenen, bei Gelen festen Strukturen. Wie in Abb. 1 und 2 zu sehen, müssen noch weitere Messpunkte untersucht werden, um eine genauere Abgrenzung zwischen den einzelnen Phasen bestimmen zu können.

Speziell die Wechselwirkungen zwischen den beiden Biopolymeren, die sich abhängig von den eingesetzten Konzentrationen fördernd oder hemmend auf einzelne Eigenschaften auswirken können, sollen in den weiteren Arbeiten untersucht werden.

Dank: Dieses Projekt wird aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen der Forschergruppe „Einfluss von Hochdruck auf molekulare und zelluläre Systeme in Lebensmitteln“ gefördert. DFG-Projekt Nr. FOR 358/2-1, FOR 358/2-2.

### **Einfluss einer Hochdruckbehandlung auf die Stabilität und Labfähigkeit von Caseinmicellen – Vergleich mit thermischen Effekten**

*Effect of hydrostatic pressure treatment on the stability and rennetability of casein micelles and comparison with heat induced changes*

Rademacher, B., Rat, A., Doster, G.

Casein liegt in Milch in Form von kolloidalen Micellen, die durch Calciumphosphat stabilisiert sind, vor. Auf diese Weise kann eine größere Menge des ansonsten schlecht löslichen Calciumphosphats in den Micellen gehalten werden. Das Gleichgewicht von gelöstem und kolloidal gebundenem Calcium, sowie die Struktur und Stabilität von Caseinmicellen hängt von der Temperatur, dem pH-Wert und dem hydrostatischen Druck ab. Im Rahmen der in Weihenstephan bestehenden DFG-Hochdruck-Forschergruppe wird der Einfluss des Druckes und verschiedener Milieuparameter, wie z. B. pH-Wert und Ionenstärke auf die Stabilität und Größe von Caseinmicellen untersucht. Damit sollen einerseits Erkenntnisse über die Struktur der Caseinmicelle gewonnen werden, andererseits sollen die Möglichkeiten eruiert werden, um die Struktureigenschaften von Milchprodukten gezielt beeinflussen zu können. Im bisherigen Verlauf des Projektes wurde an Hand der optischen Dichte der Lösung sowie der Partikelgrößenverteilung gezeigt, dass es in einer Caseinlösung bereits bei Druckbehandlungen oberhalb von 100 MPa zu einer Dissoziation der nativen Caseinmicellen kommt, die bis ca.

400 MPa stetig zunimmt. Untersuchungen zur Abhängigkeit der Dissoziation von der Druckhaltezeit ergaben, dass die Dissoziationsreaktion bereits nach wenigen Minuten nahezu vollständig abgelaufen ist und längere Druckhaltezeiten den Effekt nicht verstärken.

Im Berichtsjahr 2003 lag der Schwerpunkt der Untersuchungen darauf, druckinduzierte Veränderungen an der Caseinmicelle mit thermisch bedingten Effekten, z. B. einer UHT-Erhitzung zu vergleichen. Zudem sollte die Frage beantwortet werden, ob die nach einer UHT-Erhitzung beobachtete schlechtere Labfähigkeit der Caseinlösung durch eine Hochdruckbehandlung aufgehoben werden kann (siehe auch Bericht von S. Bulca). Erste Hinweise darauf liefert eine Untersuchung von Shibauchi [1], in der gezeigt wird, dass die Gerinnungszeit einer UHT-Milch durch eine anschließende Druckbehandlung deutlich verkürzt werden kann und wieder die Werte einer nicht behandelten Rohmilch annimmt.

Für die Druckexperimente wurde eine reine Caseinlösung ohne Molkenproteine verwendet, die durch Mikrofiltration und Diafiltration aus Magermilch gewonnen wurde. Die irreversiblen Effekte der Druckbehandlung wurden an Hand der optischen Dichte und der Partikelgrößenverteilung vor und nach der Druckeinwirkung bestimmt. Des Weiteren wurde der Polymerisationsgrad der Caseine mittels Gelpermeationschromatographie sowie der Übergang von einzelnen Caseinfraktionen aus der Micelle in das Serum mittels Gelelektrophorese gemessen. Die Labfähigkeit der Caseinlösungen wurde an Hand ihres Gelbildungsverlaufes beurteilt. Die Labgelbildung wurde dazu on-line im Oszillationsrheometer aufgezeichnet.

Abb. 1 zeigt die an Hand der optischen Dichte gemessene druckinduzierte Dissoziation von nativen und UHT-erhitzten Caseinlösungen. Erkennbar ist, dass mit steigender Erhitzungsintensität die Caseinlösungen stärker dissoziieren. Dies ist bemerkenswert, da durch die Erhitzung der Polymerisationsgrad der Caseine ansteigt, wie bereits berichtet wurde. Die durch die UHT-Vorbehandlung geknüpften kovalenten Bindungen stabilisieren die Micelle offensichtlich nicht gegenüber einer druckinduzierten Dissoziation in kleinere Einheiten. Die Hochdruckbehandlung selbst hat keinen Einfluss auf den Polymerisationsgrad, die Proben unterschieden sich diesbezüglich vor und nach der Hochdruckbehandlung nicht.

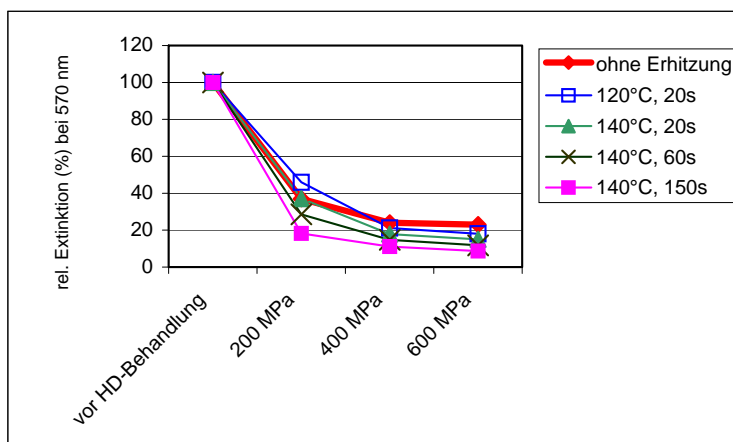


Abb. 1: Optische Dichte von nativer und UHT-erhitzter Caseinlösung nach einer Druckbehandlung mit 200, 400 oder 600 MPa



Durch Bestimmung der Proteine im Serum sollte geprüft werden, ob es durch die Hochdruckbehandlung zu einer Abwanderung einzelner Caseinfraktionen aus der Micelle in das Serum kommt, wie dies z. B. nach intensiver Kühlung oder nach Hoherhitzung beobachtet wurde. Dazu wurden eine native, eine hochdruckbehandelte (600 MPa, 15 min), eine erhitzte (140 °C, 100 s) sowie eine zuerst erhitzte und dann hochdruckbehandelte Caseinlösung miteinander verglichen (Tab. 1).

Tab. 1: Serumproteingehalt von verschiedenen behandelten Caseinlösungen (2,8 % Protein)

| Behandlung                           | Serumproteingehalt in % |
|--------------------------------------|-------------------------|
| nativ                                | 0,31 ± 0,007            |
| UHT-erhitzt (140 °C, 100 s)          | 0,61 ± 0,005            |
| Hochdruckbehandelt (600 MPa, 15 min) | 0,32 ± 0,007            |
| UHT-erhitzt, dann hochdruckbehandelt | 0,35 ± 0,006            |

Während die Erhitzung der Caseinlösung zu einem deutlichen Anstieg des Serumproteingehaltes um den Faktor 2 führt, verändert eine Hochdruckbehandlung die Serumproteinkonzentration nicht. Wird die Hochdruckbehandlung nach der Erhitzung durchgeführt, werden die durch Erhitzung freigesetzten Proteine wieder in die Micelle integriert. In Ergänzung dazu sollte untersucht werden, ob die nach intensiver Erhitzung beobachteten schlechteren Labeigenschaften durch eine nachfolgende Hochdruckbehandlung verbessert werden können.

In Abb. 2 ist die Entwicklung des Speichermoduls  $G'$  während der Labelbildung als Maß für die Labeigenschaften von verschiedenen behandelten Caseinlösungen dargestellt. Die Entwicklung des Speichermoduls  $G'$ , das auch als Maß für die Gelstärke betrachtet werden kann, in Abb. 2 zeigt, dass eine Hochdruckbehandlung nach der UHT-Erhitzung nicht nur die thermisch verursachte Behinderung der Gelbildung aufhebt, sondern darüber hinaus die Labeigenschaften der behandelten Caseinlösung gegenüber der nativen Probe verbessert. Dies wird einerseits an einem früheren Anstieg des Speichermoduls, d.h. einem früheren Beginn der Koagulation deutlich, andererseits wird innerhalb von 60 min eine höhere Gelfestigkeit erreicht.

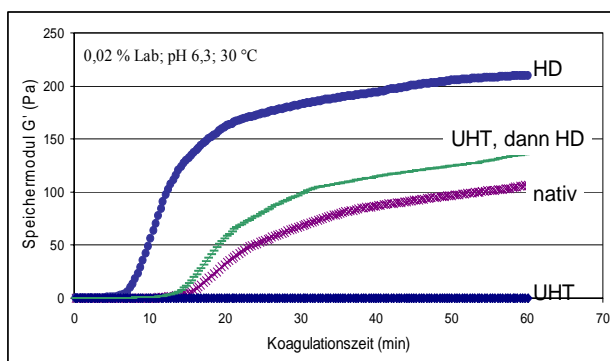


Abb. 2: Labeigenschaften von nativer und hitze- bzw. hochdruckbehandelter Caseinlösung, dargestellt als zeitliche Entwicklung des Speichermoduls  $G'$

Die Ergebnisse lassen sich damit erklären, dass zum einen durch die druckinduzierte Dissoziation der Micellen eine größere Caseinoberfläche als Angriffsstelle für das Labenzym zur Verfügung steht. Daraus lassen sich u.U. neue Erkenntnisse zur Verteilung von k-Casein innerhalb der Caseinmicelle gewinnen. Zum anderen führt die Druckbehandlung zu einem höheren Gehalt an freiem Calcium, was sich förderlich auf die Labgelbildung auswirkt. Unter praktischen Gesichtspunkten könnte eine Hochdruckbehandlung der Caseinlösung genutzt werden, um die Produktionssicherheit von Käse zu erhöhen und gleichzeitig die Gelbildung zu beschleunigen.

Dank: Dieses Projekt wird aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen der Forschergruppe „Einfluss von Hochdruck auf molekulare und zelluläre Systeme in Lebensmitteln“ gefördert. DFG-Projekt Nr. FOR 358/2-1, FOR 358/2-2.

Literatur: [1] Shibauchi, Y.; Yamamoto, H.; Sagara, Y. (1992): Conformational change of casein micelles by high pressure treatment. In: High Pressure and Biotechnologie Vol. 224, 239-242.

### **Kompatibilität von Milchproteinen und Carrageenan: Einfluss von minoren Komponenten und Homogenisation auf die Stabilität von Trinkkakao**

*Influence of minor components and homogenisation on the stability of chocolate milk*  
Sedlmeyer, F., Rademacher, B.

Die Kompatibilität von Biopolymermischungen wird durch verschiedene Faktoren wie die Systemzusammensetzung oder die Prozessführung beeinflusst. Zwar ist der Hintergrund zu einigen Entmischungsphänomenen zwischen Proteinen und Hydrokolloiden im Prinzip bekannt, es fehlt jedoch eine systematische Untersuchung, welche die Prozesseinflüsse auf Mischsysteme berücksichtigt. In den vergangenen Jahresberichten wurden bereits erste Ergebnisse anhand von Modellsystemen vorgestellt. Darauf aufbauend wurden in diesem Jahr die Untersuchungen auf komplexe Lebensmittel ausgeweitet.

In Trinkkakao und Schokoladenmilch wird Carrageenan eingesetzt, um die Sedimentation und das Zusammenklumpen der Kakaopartikel zu verhindern. Eine optimale Stabilisierung ist jedoch von verschiedenen Einflüssen abhängig, von denen zwei Faktoren in der folgenden Untersuchung herausgegriffen werden.

Kakaopulver wird üblicherweise mit KOH behandelt. Der Vorteil dieser Vorbehandlung liegt in einem kräftigeren, dunkleren Farbton und einer deutlicheren Geschmacksnuance. Dies erlaubt im Allgemeinen eine niedrigere Dosierung. Abhängig vom Alkalisierungsgrad weisen die Pulver jedoch einen unterschiedlichen Kaliumgehalt auf. In vorangegangenen Untersuchungen (vgl. Jahresbericht 2001) war jedoch ein reduzierender Einfluss des Kaliumionengehaltes auf die Gelbildung durch Carrageenan festgestellt worden. Der Mechanismus, durch den die Sedimentation der Kakaopartikel verhindert wird, beruht schließlich auf der Bildung eines schwachen Gelnetzwerks. Mit diesem Hintergrund war es das erste Ziel dieser Versuchsreihen, die Auswirkung des Kaliumgehalts auf die Netzwerkstruktur zu untersuchen. Aus dem Bereich Prozessparameter wurde die Variable Homogenisierungsdruck gewählt, um Einsichten in die Scherempfindlichkeit des Carrageenannetzwerks zu gewinnen, da Trinkkakao üblicherweise homogenisiert wird. Durch Scherbehandlung werden Kakaopartikelagglomerate zerkleinert, was einen Stabilitätsgewinn hinsichtlich Sedimentation der Kakaopartikel bedeutet. Die Auswirkungen auf den Stabilisator Carrageenan wurden jedoch bisher nicht beachtet.

Bei der Herstellung der Proben wurde eine praxisübliche Rezeptur von Magermilch, 6 % Zucker, 0,04 % Carrageenan und 2 % Kakaopulver verwendet. Es kamen drei Kakaopulvertypen zum Einsatz. Sie unterscheiden sich im Alkalisierungsgrad, welcher den Kaliumgehalt beeinflusst, da die Behandlung üblicherweise mit Kalilauge erfolgt. Der Prozess wurde im Technikummaßstab an einer Pilot-UHT-Anlage mit nachfolgender Homogenisierung durchgeführt. Es wurden jeweils Proben bei den Druckstufen 20, 200, 500 und 800 bar hergestellt. Die Proben wurden jeweils visuell und rheologisch charakterisiert.

### Einfluss des Kaliumgehalts auf die Funktionalität von Carrageenan:

Abb. 1 zeigt zwei Proben mit UHT-Trinkkakao mit unterschiedlichem Kaliumgehalt, welcher sich aus dem Einsatz von unterschiedlich alkalisierten Kakaopulvern ergab. Deutlich ist hier auch eine Phasentrennung im oberen Bereich zu sehen, welche sich bei Lagerung über 24 h hinaus noch weiter verstärken würde. Die Ursache für dieses Phänomen ist in der Sensitivität des Carrageenans gegenüber  $K^+$ -Ionen zu sehen. Höhere  $K^+$ -Gehalte führen zu einer verstärkten Kontraktion des Carrageenannetzwerks. Das somit nicht mehr eingeschlossene Serum sondert sich ab und wird als Phasentrennung im oberen Bereich der Probe sichtbar. Eine Quantifizierung dieses Effektes kann aus Abb. 2 entnommen werden. Hier wurde unabhängig vom komplexen Lebensmittelsystem Trinkkakao in einem Modellsystem der  $K^+$ -Gehalt durch Einsatz von KCl eingestellt, wobei der pH-Wert unbeeinflusst blieb. Zu erkennen ist in Anhängigkeit vom  $K^+$ -Gehalt eine lineare Zunahme der Gelstärke. Dies äußert sich bei einem komplexen Lebensmittel wie Trinkkakao mit einer niedrigen Carrageenandose von 0,04 % in einer sichtbaren Strukturänderung infolge Gelkontraktion. Das auch in der Praxis oft beobachtete Phänomen der sichtbaren Phasentrennung in Kakaogetränken kann also auf ungeeignete Milieubedingungen bezüglich der bestmöglichen Funktionalität von Carrageenan als Stabilisator zurückgeführt werden. Selbst versteckte Faktoren wie hier der Kaliumgehalt können sich in scheinbar geringen Unterschieden deutlich auswirken.

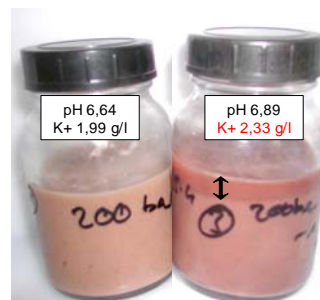


Abb. 1: Milchmixgetränke mit 6 % Zucker; 0,04 % Hybridcarrageenan und 2 % Kakaopulver mit verschiedenen Alkalisierungsgraden

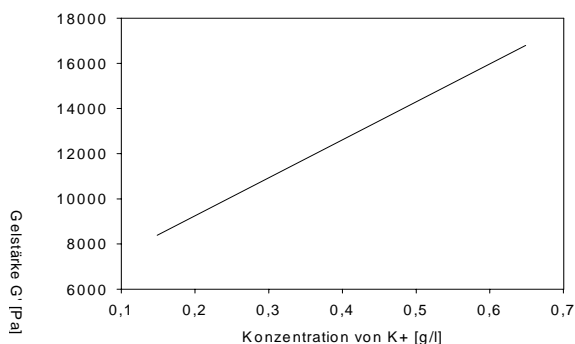


Abb. 2: Einfluss des Kaliumgehalts auf die Gelstärke  $G'$  in Carrageenangelen

### Einfluss des Homogenisierdrucks

In Abb. 3 sind Proben eines Trinkkakaos nach verschieden starker Homogenisierung zu sehen. Damit sollte untersucht werden, ob es hinsichtlich der Homogenisierbedingungen zum Überschreiten eines Optimums und darüber hinaus zu Fehlstrukturen kommen kann. Ein höherer Homogenisierdruck könnte sich vorteilhaft auf die Feinverteilung der Kakaopartikel auswirken. Die Frage aber war, ob dabei nicht die Carrageenanfunktionalität negativ beeinflusst wird. Bei den Proben, die bei 20 bzw. 200 bar hergestellt wurden, ist keine Entmischung erkennbar. Die Proben mit 500 bzw. 800 bar zeigen dagegen einen Marmoreffekt, d.h. eine ungleiche Farbverteilung (Abb. 3), welche einen beginnenden Sedimentationsvorgang anzeigt. Offensichtlich kommt es hier zu einer Beeinträchtigung der Carrageenanfunktionalität. Das Netzwerk ist nicht mehr homogen.



Abb. 3: Milchmixgetränke mit 6 % Zucker; 0,04 % Hybridcarrageenan und 2 % Kakaopulver ( $K^+$ : 1,90 g/l).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich neben bekannten Parametern wie Milchqualität, Erhitzungstemperatur oder Carrageenankonzentration auch weniger offensichtliche Faktoren wie der Kaliumeintrag durch das Kakaopulver und die Scherempfindlichkeit des Carrageenans beim Homogenisieren erheblich auf die Strukturausbildung auswirken. Eine detaillierte Auseinandersetzung mit den stofflichen Eigenschaften bzw. der Funktionalität der Inhaltsstoffe einschließlich der Auswirkung von Prozessbedingungen ist demnach unerlässlich, um Produkte hoher Qualität im Erscheinungsbild zu erzeugen.

Dank: Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (BMW/AiF über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert. AiF-Projekt Nr. 12779N.

### **Einfluss von Prozessschrittfolge und Proteindenaturierung auf Mischgele**

#### *Influence of process history and protein denaturation on mixed gels*

Sedlmeyer, F., Kerschbaumer, T., Rademacher, B., Hinrichs, R.<sup>1</sup>, Götz, J.<sup>1</sup>

Bestimmte Carrageenotypen übernehmen in Mischgelen die Rolle des Gelbildners. In der Kombination mit Casein wird dies aufgrund unterschiedlicher Partialladungen durch elektrostatische Wechselwirkungen zwischen den Sulfatgruppen des Hydrokolloids und Bereichen der Caseinmicelle mit positiven Partialladungen verstärkt. Aus der Joghurttechnologie ist jedoch bekannt, dass während einer Milchhoherhitzung die Molkenproteinfraktionen auffalten und sowohl untereinander wie auch an der Caseinmicelloberfläche aggregieren können. Vor diesem Hintergrund ist vorstellbar, dass eine gemeinsame Erhitzung von Molkenproteinen, Carrageenan und Caseinen zu einer Konkurrenzsituation um die zur Wechselwirkung befähigten Bereiche der Caseinmicelloberfläche führt. Bei einer getrennten Vorerhitzung von Molkenproteinen und Casein vor der Beigabe von Carrageenan stellt sich zudem die Frage, in wie weit die spezifische Carrageenan-Caseinwechselwirkung durch die Oberflächenmodifikation

der Micellenoberfläche, wie beispielsweise durch eine Belegung durch denaturierte Molkenproteine, beeinträchtigt wird. Zum Überprüfen dieser Fragestellung wurde die Gelstärke  $G'$  als Maß für die Textur herangezogen, während die Auswirkungen auf die Wasserbindungsverhältnisse durch Kernresonanzspektroskopie ( $^1\text{H-NMR}$  Messung) erfasst wurden. In den Versuchsreihen wurden folgende Größen variiert:

- Proteinzusammensetzung (Casein : Molkenproteinverhältnis 80:20; 60:40; 40:60)
- Prozessabfolge (Getrennte bzw. gemeinsame Erhitzung von Hydrokolloid und Proteinen)
- Erhitzungstemperatur (55, 70, 77, 90 °C) bzw. Molkenproteindenaturierungsgrad.

Ein steigender Molkenproteinanteil in der Proteinzusammensetzung wirkt sich unabhängig von der Prozessschrittabfolge vermindert auf die Gelfestigkeit aus (Abb. 1). Eine signifikante Erhöhung der Gelfestigkeit lässt sich dagegen durch eine gemeinsame Erhitzung von Carrageenan und Milchproteinen erzielen, vgl. Abb. 1 und Abb. 2.

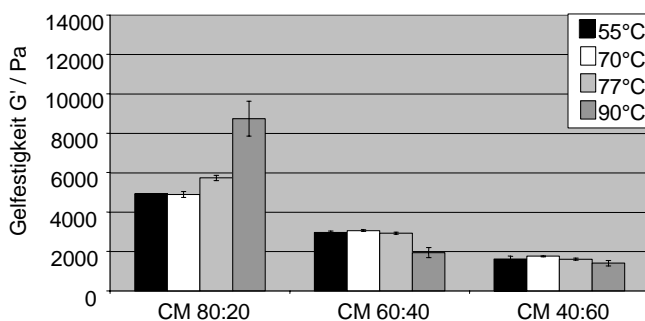


Abb. 1: Gelfestigkeit verschiedener Mischgele (gemeinsame Erhitzung von Carrageenan und Casein).

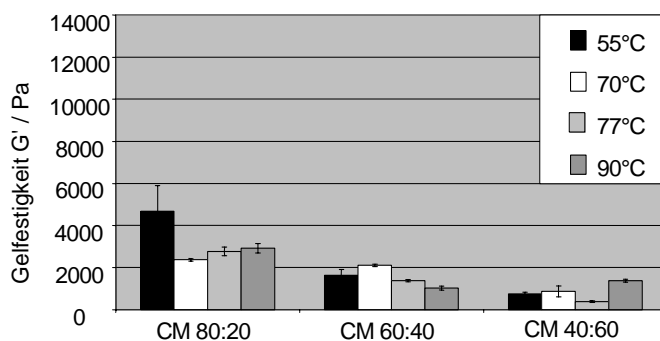


Abb. 2: Gelfestigkeit verschiedener Mischgele. Erhitzung der Proteine vor Zugabe von Carrageenan

Diese Beobachtungen lassen sich mit der speziellen Wechselwirkung des eingesetzten Carrageenans mit den Caseinmicellen begründen. Diese führt zu einer deutlichen Verstärkung des Netzwerks aus Carrageenan. Ersetzt man dagegen einen steigenden Anteil von Casein durch Molkenproteine, macht sich diese fehlende aktive Wechselwirkung in einer sinkenden Gelstärke bemerkbar. Das niedrigere Niveau der Gelfestigkeit bei getrennter Erhitzung der

Proteine für Zugabe des Carrageenans bestätigt die Hypothese, dass durch die Komplexierung der Caseinmicellenoberfläche mit denaturierten Molkenproteinen reaktive Zentren für die Wechselwirkung mit Carrageenan verloren gehen.

Auffällig ist dagegen bei einer gemeinsamen Erhitzung und einem Verhältnis von Casein : Molkenproteinen = 80:20 die positive Auswirkung eines steigenden Molkenproteindenaturierungsgrades. Dies lässt auf eine zusätzliche Verstärkung der Casein-Carrageenan-Verknüpfungen durch angelagerte Molkenproteinkomplexe schließen, wie aus der Joghurtechnologie bekannt ist. Die Auswirkungen der Prozessvariation auf die Wasserbindungszustände wurden mittels NMR erfasst (Abb. 3). Die mittlere  $T_2$ -Zeit als Maß für die Wassermobilität nimmt mit abnehmendem Casein/Molkenprotein-Verhältnis zu und ist für gemeinsam erhitzte Proben größer als für getrennt erhitzte. Eine hohe Relaxations- $T_2$ -Zeit indiziert eine hohe Wassermobilität, eine hohe  $T_2$ -Zeit deutet eine schwächere Wasserbindung an. Die Zunahme der  $T_2$ -Zeit mit steigendem Molkenproteinanteil lässt sich mit der größeren Gesamtoberfläche von einer größeren Anzahl kleiner, globulärer Proteine erklären (größere Gesamthydrathülle). Durch vollständige Denaturierung bei 90 °C reagieren sie untereinander bzw. mit Caseinen, was sich in einer Abnahme der Gesamtoberfläche bzw.  $T_2$ -Zeit bemerkbar macht.

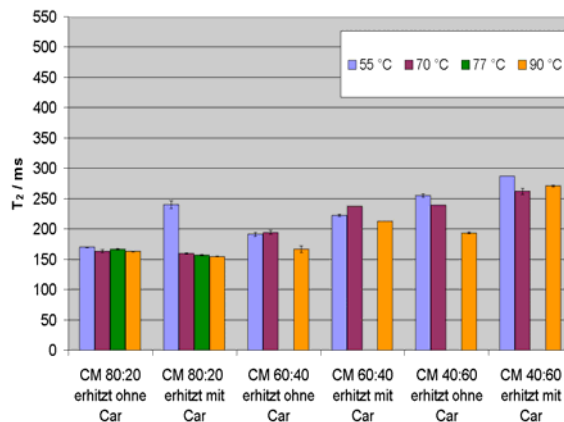


Abb. 3: Erfassung der Wasserbindungszustände. Je höher die sogenannte  $T_2$ -Zeit ist, desto mobiler, weniger stark immobilisiert ist das Wasser.

Eine Erhitzung in Präsenz von Carrageenan führt im caseindominierten System CM=80:20 zu einer Abnahme der Wassermobilität, d.h. zu einer Abnahme der  $T_2$ -Zeit. Gleichzeitig beobachtet man hier mit zunehmender Temperatur eine Zunahme der Gelfestigkeit gegenüber einem System mit getrennter Erhitzung. Aus der rheologischen Messung kann auf eine bessere elektrostatisch bedingte Interaktion zwischen Carrageenan und Casein geschlossen werden. Der damit verbundene Partialladungsausgleich, führt zu einer geringeren Hydrathüllendichte, was sich in einer geringeren  $T_2$ -Zeit bemerkbar macht.

Dank: Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) via AiF über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert. AiF-Projekt Nr. 12779N.

## **Funktionalität von Eiklarproteinen: Einfluss einer thermischen Behandlung auf den Denaturierungsgrad der Proteine**

*Functional properties of egg white proteins- Impact of a thermal treatment on the denaturation degree of the proteins*

Tilgner, M., Ron, N., Tolkach, A.

Eiklar stellt ein sehr komplexes Proteinsystem dar und weist in dieser Form gute Schaumbildungseigenschaften auf. Aus lebensmittelhygienerechtlichen Gründen wird in der Industrie pasteurisiertes Eiklar eingesetzt. Diese Wärmebehandlung hat neben einer Verbesserung der hygienischen Situation und Haltbarkeit eine unterschiedlich starke strukturelle Veränderung (Denaturierung) der Eiklarproteine je nach Intensität der Pasteurisierung sowie in Abhängigkeit von den Milieubedingungen (z.B. Salz- oder Zuckerzusatz) zur Folge. Eine einheitliche Regelung hinsichtlich der Zeit-Temperatur-Relationen wird in Deutschland vom Gesetz nicht vorgenommen, es werden hierzu bei den Eiproduktenherstellern empirisch gefundene prozessbedingte Angaben, z.B. von 56°C für 7 Minuten oder 65 °C für 5 Minuten angewendet, so dass auch unterschiedliche Qualitäten hinsichtlich der Verschäumungseigenschaften resultieren. Eine moderate thermische Behandlung der Eiklarproteine, also eine partielle Denaturierung ohne Koagulatbildung, wird in der Literatur als Möglichkeit zur Verbesserung der Grenzflächenaktivität und damit auch der Verschäumungseigenschaften (Schaumvolumen, Schaumstabilität) beschrieben [Kato et al., 1981<sup>1</sup>]. Hierbei bleibt zu klären, welche strukturellen Veränderungen der Proteine durch die Wärmebehandlung verursacht werden und welcher Grad der Denaturierung die Verschäumungseigenschaften des Eiklars verbessert. Im Laufe des Projektes soll ein Verständnis der schaumbildenden und -stabilisierenden Eigenschaften von Eiklarproteinen erarbeitet, analytische Verfahren zur Charakterisierung molekularer Phänomene im Zusammenhang mit dem Grenzflächenverhalten der Proteine entwickelt und so eine Grundlage zur gezielten Steuerung des Grenzflächenverhaltens von Eiklarproteinen geschaffen werden.

Für die Bestimmung des Proteinstatus nach einer Hitzedenaturierung mit Hilfe der SDS-Polyacrylamid-Gelelektrophorese (im folgenden: SDS-PAGE) wurden Eier aus der universitätseigenen Zuchtstation Thalhausen, von Hühnern bekannter Rasse, Alter und Haltungsbedingungen bezogen, manuell getrennt und hieraus das Eiklar mit 11 % Ausgangsproteingehalt mit 0,5 % (w/w) Kochsalzlösung auf 1 % (w/w) Proteingehalt verdünnt. Diese Lösungen wurden in Edelstahlröhrchen mit einem Fassungsvermögen von ca. 3 ml im Wasserbad in einem Temperatur-Zeit-Feld von 56 °C bis 72 °C erhitzt und anschließend im Eiswasserbad abgekühlt.

Die elektrophoretischen Untersuchungen dazu wurden mit Hilfe einer Multiphor II Elektrophorese Einheit mit EXCEL<sup>®</sup> SDS-Gelen, Gradient 8-18 und SDS Pufferstreifen (alles Pharmacia) durchgeführt. Die unterschiedlich erhitzten Eiklarlösungen wurden mit einem nicht-reduzierenden 6 M Harnstoffpuffer auf eine Proteinkonzentration von 0,15 % (v/v) verdünnt und nach weiteren Behandlungsschritten für die SDS-PAGE eingesetzt. Nach Beendigung des Elektrophoreselaufs wurden die Gele mit Coomassie R-350 (PhastBlue R, Pharmacia) gefärbt und im getrockneten Zustand mit Hilfe des Laborscanners Image Scanner und der Software Image Master<sup>™</sup> 1D Elite (beides Pharmacia) hinsichtlich des Volumens ihrer Banden ausgewertet. Der Denaturierungsgrad der identifizierten Eiklarproteine wurde mittels nachstehender Formel berechnet,

$$DG [\%] = \left( 1 - \left( \frac{V_t}{V_o} \right) \right) \cdot 100$$

wobei  $V_0$  das Bandenvolumen der nativen Probe ist und  $V_t$  dasjenige der für die Dauer  $t$  heissgehaltenen Proben.

Im nachfolgenden Elektropherogramm (Abb. 1) sind exemplarisch drei Proteinfractionen gekennzeichnet, die mit einem Anteil von 54 % (Ovalbumin), 12 % (Conalbumin) bzw. 3,5 % (Lysozym) am Gesamtproteingehalt zu den Hauptfraktionen im Eiklar gehören. Diese drei Banden zeigen bei 56 °C (nicht dargestellt) keine Veränderung bei steigenden Heisshaltezeiten. Dagegen werden von bei 72 °C erhitzten Eiklarproben deutliche Veränderungen der Bandenvolumina von Conalbumin und Lysozym mit steigenden Heisshaltezeiten sichtbar, diejenigen von Ovalbumin bleiben dagegen nahezu konstant

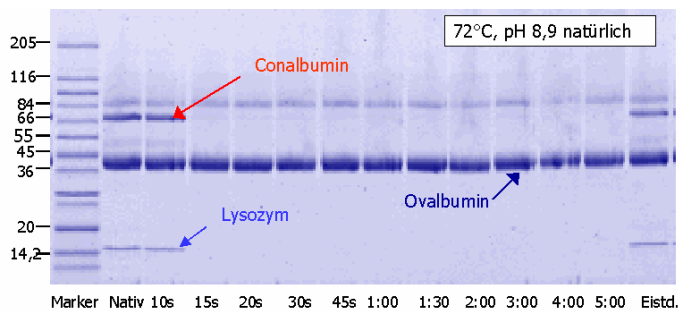


Abb. 1: SDS-PAGE von bei 72 °C für unterschiedliche Heißhaltezeiten erhitzten Eiklarproben

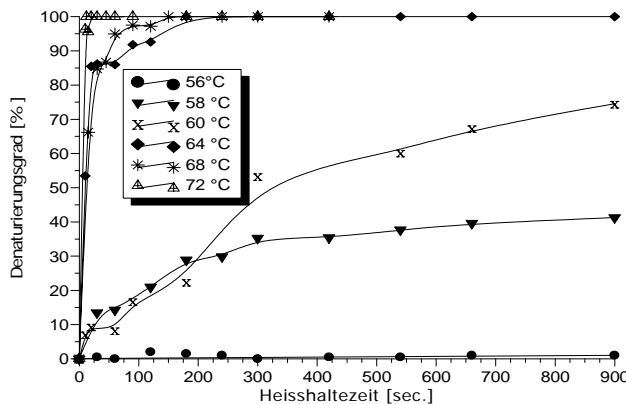


Abb. 2: Denaturierungsgrade des Eiklarproteins Conalbumin bei unterschiedlichen Erhitzungstemperaturen Abhängigkeit von der Heisshaltezeit

Abb. 2 stellt eine Übersicht der bei Erhitzungstemperaturen von 56°C bis 72°C erzielten Denaturierungsgrade von Conalbumin dar. Wie hieraus ersichtlich, steigt bereits nach 180 s Heisshaltezeit bei 64 C der Denaturierungsgrad auf 100 % an. Conalbumin wird neben Ovalbumin in der Literatur auf Grund seines hohen Molekulargewichtes als ein Eiklarprotein beschrieben, das dicke Grenzflächenfilme ausbildet und somit zur Schaumstabilität beiträgt. Des



weiteren wird es als ein sehr hitzelabiles Eiklarprotein beschrieben, wie auch aus Abb. 2 erkenntlich wird. [Johnson & Zabik, 1981<sup>2</sup>]. Zur Untersuchung des Einflusses einer moderaten Erhitzung sollen im weiteren die oben exemplarisch dargestellten Ergebnisse für die mittels SDS-PAGE bestimmbaren Eiklarproteine reaktionskinetisch ausgewertet und dann ausgewählte Zeit-Temperatur-Relationen hinsichtlich einer Veränderung der Verschäumungseigenschaften des Eiklars betrachtet werden.

Literatur:

- [1] Kato, A.; Tsutsui, N.; Matsudomi, N.; Kobayashi, K.; Nakai, S. [1981]: Effects of partial denaturation on surface properties of ovalbumin and lysozyme, *Agric. Biol. Chem.*, 45, 12, 2755 – 2760
- [2] Johnson, T.; Zabik, M. [1981]: Egg albumen protein interactions in an angel food cake system. *J. Food Sci.*, 46, 1231 – 1236

### **Untersuchung der Proteindenaturierung mit niedrig energetischem Ultraschall**

*Investigation of the denaturation of proteins with low power ultrasound*

Wang, Q.

Die Ultraschallgeschwindigkeit und -absorption hängen stark von der molekularen Anordnung der Moleküle in der Probe ab. Daher ist es möglich, mit Hilfe von Ultraschall signifikante Strukturänderungen auf der molekularen Ebene zu erfassen. Jedoch ist die Ultraschallmethode als eine Analysenmethode im Lebensmittelbereich nur wenig erforscht. Ziel der Arbeit ist es daher, die Ultraschallmethode als eine neue Analysenmethode für die Anwendung im Lebensmittelbereich zu eruieren. Die Proteindenaturierung und die damit häufig verbundene Änderung der funktionellen Eigenschaften ist ein wichtiger Vorgang bei der Lebensmittelherstellung. Bei der Denaturierung vollzieht sich zunächst eine Auffaltung der Proteinmoleküle. Anschließend aggregieren die aufgefalteten Moleküle. Dabei ändert sich sowohl die Struktur als auch die Hydratation an den Molekülen. Diese Änderungen führen zu einer Änderung der Kompressibilität der Probe. So konnten Chalikian et al. [1995] z.B. mit Ultraschall eine unterschiedliche Kompressibilität für Moleküle im sogenannten nativen Molten-Globule-State und im aufgefalteten Zustand des Cytochrom c messen.

Hühnereiklar ist eine Mischung aus verschiedenen globulären Proteinen. Die Hauptfraktionen der Proteine sind Ovalbumin und Conalbumin. Aufgrund seiner funktionellen Eigenschaften wird Eiklar in Lebensmitteln vielseitig eingesetzt, u.a. zur Schaumbildung. In dieser Arbeit wurde die thermische Denaturierung von Eiklarproteinen mit Ultraschall untersucht und den Ergebnissen aus einer DSC-Messung gegenüber gestellt. DSC ist eine gängige Methode zur Untersuchung thermisch induzierter Veränderungen von Eiklarproteinen [Donovan et al., 1975, Back et al., 1979, Watanabe et al., 1985]. Zur Vorbereitung für die Messung wurde das Eiklar vom Eigelb abgetrennt und mit einem Magnetrührer homogenisiert. Das homogene Eiklar wurde mit 0,5 %iger (w/v) NaCl-Lösung auf 2 %ige (w/w) Eiklarlösung verdünnt und auf pH 8,5 eingestellt.

Während der Ultraschallmessung wurde die Probe im Ultraschallmessgerät ResoScan (Fa. TF Instruments GmbH, Heidelberg, Deutschland, ehemals Fa. Resonic Instruments AG, Ditzingen, Deutschland) mit einer Temperaturrampe von 0,3 °C/min erhitzt. Dabei wurde die Ultraschallgeschwindigkeit und -absorption bei einer Frequenz von 7-9 MHz gemessen. Als Referenzprobe wurde eine 0,5 %ige NaCl-Lösung verwendet. Die DSC-Messung wurde mit dem Gerät Q1000 von TA Instruments (Alzenau, Germany) durchgeführt. Es wurden High-

Volume-Tiegel aus Aluminium mit einer Probemenge von 75 mg verwendet. Die Referenzprobe und die Heizrate waren gleich wie bei der Ultraschallmessung.

Da die Schallgeschwindigkeit sehr stark von der Temperatur abhängt, wurde die Änderung der Geschwindigkeitsdifferenz  $\Delta U$  zwischen Probe und Referenz aufgetragen, um den Temperatureffekt bei der Darstellung zu minimieren. Die Schallabsorption hängt dagegen nur schwach von der Temperatur ab. Deshalb wurde hier die Änderung der absoluten Absorption  $A$  dargestellt. Sowohl für die Schallgeschwindigkeit als auch für die Absorption wurde die 1. Ableitung der Messwerte nach der Zeit ( $d(\Delta U)/dt$  und  $dA/dt$ ) über der Temperatur aufgetragen, um die Änderungen besser erkennen zu können.

In Abb. 1 und 2 ist ersichtlich, dass sowohl mit Schallgeschwindigkeit als auch mit der Schallabsorption zwei Peaks detektiert wurden, die jeweils bei der gleichen Temperatur lagen. Bei der Peakmaximums- bzw. Peakminimumstemperatur ist die Änderung der Ultraschallgeschwindigkeit bzw. -absorption und damit die Änderung an den Molekülen am schnellsten. In der DSC-Messung mit der gleichen Heizrate (Abb. 3) sind ebenfalls zwei endotherme Peaks aufgetreten, die durch die Auffaltung der Moleküle entstanden sind. Das Peakmaximum korreliert mit der maximalen Geschwindigkeit der Auffaltung. Die mit den beiden Methoden ermittelten Peakmaximumstemperaturen stimmen gut überein. Der erste Peak kann der Denaturierung von Conalbumin und der zweite der Denaturierung von Ovalbumin zugeordnet werden. Die Denaturierung der anderen Eiklarproteine, z. B. Ovomucin und Lysozym, könnte von dem großen Ovalbuminpeak verdeckt sein. Zur genauen Identifizierung der Peaks sollen weitere Untersuchungen führen.

Wie in Abb. 1 und 2 gezeigt wird, verursacht die Denaturierung der Proteinfractionen eine Abnahme der Schallgeschwindigkeit und eine Zunahme der Schallabsorption. Die Abnahme der Schallgeschwindigkeit ist auf die Auffaltung und die Aggregation der Proteine zurückzuführen. Im Vergleich zur nativen Form haben die aufgefalteten Proteinmoleküle eine lockere Struktur, die zur Zunahme der Kompressibilität führt. Durch die anschließende Aggregation nimmt der Anteil an Hydratwasser an den Molekülen ab. Das führt ebenfalls zu einer steigender Kompressibilität. Nach der Newton-Laplace-Gleichung (Gl. 1)

$$U = \sqrt{\frac{1}{\rho \cdot k}} \quad (1)$$

$U$  : Schallgeschwindigkeit;  $\rho$  : Dichte der Probe;  $k$  : adiabatische Kompressibilität

sinkt die Schallgeschwindigkeit mit steigender Kompressibilität. Die Zunahme der Absorption bei der Proteindenaturierung könnte an der steigenden Partikelgröße der gebildeten Aggregate liegen, welche die Ultraschallenergie stärker streuen, so dass sie mit geringer Intensität detektiert wird.

Diese Untersuchungen am Beispiel der Denaturierung von Eiklarproteinen zeigen, dass die Ultraschallmethode eine neue potentielle Möglichkeit für die Untersuchung der Proteindenaturierung darstellt. Mit der Ultraschallmethode wurden ähnliche Peakmaximumstemperaturen festgestellt wie mit der DSC-Methode. Da die beiden Methoden auf unterschiedlichen physikalischen Grundlagen basieren, könnte die Ultraschallmethode noch zusätzliche Informationen über die Struktur der Probe liefern. In einem weiteren Schritt soll versucht werden, unter Verwen-

derung von DSC, HPLC und Rheologie erklären zu können, mit welchen Vorgängen der Proteinendenaturierung bzw. der Strukturausbildung die Änderung der Ultraschallparameter korreliert.

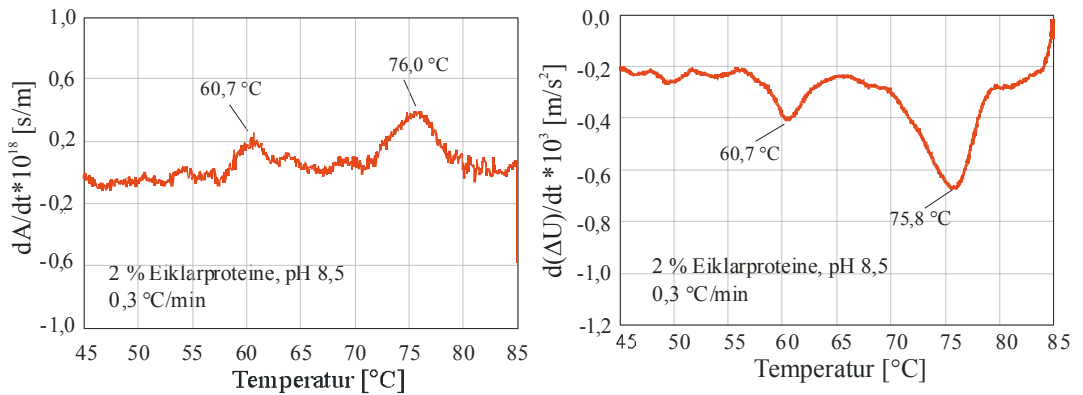


Abb. 1: Änderung der Schallabsorption A und Schallgeschwindigkeit U in 2 %iger Eiklarproteinlösung in Abhängigkeit von der Temperatur

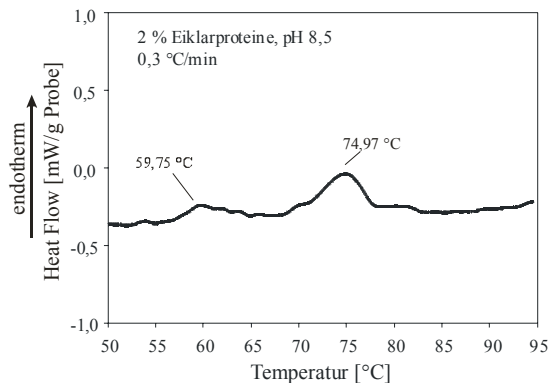


Abb. 2: DSC-Thermogramm einer 2 %igen Eiklarlösung

Literatur:

Back, J.F., Oakenfull, D., Smith, M.B. (1979): increased thermal stability of proteins in the presence of sugars and polyols. *Biochemistry* 18, 1591-1596

Chalikian, T.V., Gindikina, V.S., Breslaue, K.J. (1995): Volumetric characterizations of the native, molten globule and unfolded states of cytochrome c at acidic pH. *J. Mol. Biol.* 250, 291-306

Dovovan, J.W., Mapes, C.J., Davis, J.G., Garibaldi, J.A. (1975): A differential scanning calorimetric study of the stability of egg white to heat denaturation. *J. Sci. Food Agric.* 26, 73-83

Watanabe, K., Matsuda, T., Nakamura, R. (1985): Heat-induced aggregation and Denaturation of egg white proteins in acid media. *J. Food. Sci.* 50, 507-510

## Diplomarbeiten, Masterarbeiten und Semesterarbeiten

### Diplom- und Masterarbeiten

**Bekturowa, R.:** „Thermische Denaturierung von  $\alpha$ -Lactalbumin in fraktionierten Molkenproteinkonzentrationen - Einfluss von Milieuzusammensetzung auf reaktionskinetische Parameter“

**Bretz, A.:** „Untersuchungen zur Abtrennung von Caseinpartikeln aus molkeproteinfreier Molke unter Berücksichtigung der Ausbeute von Caseinmakropeptid“

**Edlinger, I.:** „Einfluss der Wasserstoffperoxidkonzentration beim Inaktivieren von *Bacillus atrophaeus* Sporen auf festen Oberflächen mit gasförmigem Wasserstoffperoxid“

**Geiler, B.:** „Untersuchungen zum Einsatz von Glykomakropeptid als Wachstumspromotor und Stabilisator für *Bifidobacterium lactis* in Joghurt“

**Haseta, S.:** „Einfluss von Inhaltsstoffen und Prozessparametern auf Geleigenschaften von Stärke-Carrageenan-Milchproteinssystemen“

**Heilig, A.:** „Untersuchung des Einflusses verschiedener Prozessparameter auf die Strukturierung einer Protein-Fett-Matrix (The creaming reaction in fresh cheese production - how to control final product texture by heat and shear)“

**Hummel, B.:** „Entkeimung von Deckelplatinen mittels Infrarotstrahlen bei Atmosphären unterschiedlicher Zusammensetzung“

**May, M.:** „Untersuchungen zu thermisch bedingten Veränderungen an der Caseinmicelle und deren Einflüsse auf die rheologischen Eigenschaften am Beispiel der Labgelbildung“

**Meuleye Seumo, B.:** „Kinetische Beschreibung der Denaturierung von Eigelbproteinen“

**Muranyi, P.:** „Anfertigung verschiedener Inaktivierungskinetiken bei der Entkeimung von Packstoffen mit einem kontinuierten UV-Plasmaverfahren“

**Rat, A.:** „Einfluss einer Ultrahochdruckbehandlung auf die Stabilität von Caseinmicellen“

**Reiter, T.:** „Enzymatische Vernetzbarkeit von Milchproteinfraktionen mittels mikrobieller Transglutaminase“

**Seis, T.:** „Einfluss der Auftragungstechnik beim künstlichen Inokulieren von Probenträgern auf die Inaktivierung von Bazillus-Sporen mittels dampfförmigem Wasserstoffperoxid“

**Sperber, E.:** „Untersuchungen zur Freisetzung von Caseinmacropeptid durch die enzymatische Hydrolyse von molkenproteinfreier Milch“

**Wittmann, R.:** „Vergleichende Studien zur Hitzeabtötung thermoresistenter Bakteriensporen unter Einsatz zweier Testverfahren“

**Zhao, J.:** „Einflüsse individueller Proteinfraktionen in Verbindung mit thermischer Vorbehandlung der Milch auf die Struktur und Qualität von Magermilchjoghurt“

### Semester- und Bachelorarbeiten

**Baráč, D.:** „Gefrier- und Auftauverhalten verschiedener Sauermilchprodukte“

**Igl, N.:** Charakterisierung eines Mess-Systems zur Viskositätsmessung in Lebensmittel

**Dopfer, D.:** Charakterisierung von Casein/Molkenproteinmischungen

## Vorträge und Posterpräsentationen, Messepräsentationen

### I Internationale Kongresse, Tagungen und Seminare

**Bulca, S.:** „Heat induced changes in native casein micelles obtained by microfiltration“ International Dairy Federation (IDF) World Dairy Summit & Centenary, Advances in Fractionation and Separation - Processes for Novel Dairy Application, Brügge/Belgien, 08./12.09.2003

**Benning, R.; Petermeier, H.; Delgado, A.; Hinrichs, J.; Kulozik, U.; Becker, T.:** Process Design for Improved Fouling Behaviour in Dairy Heat Exchangers Using a Hybrid Modelling Approach, TransIchemE, Part C (Food and Bioproducts Processing), Volume 81, No. 83, September 2003, p 266-274.

**Först, P.; Delgado, A.:** „Pressure effects on the viscosity of water and aqueous sugar solutions at low and moderate temperatures in comparison to concentration and temperature effects“ 15<sup>th</sup> International Conference on Thermophysical Properties, Boulder/Colorado, 22.-27.06.2003

**Geiler, B.; Fachin, L.; Gândara, A.L.N.; Först, P.; Kulozik, U.; Viotto, W.H.:** „Effect of the addition of glycomacropeptide (GMP) as growth promoter factor for Bifidobacteria in milk and during yogurt fermentation“, Brazilian Congress of Microbiology, Florianopolis/Brasilien, 17.-21.11.2003

**Kulozik, U.:** „New Process Technologies and Possibilities for Fermented Dairy and Dessert Products“, Seminar „Fermented Dairy Products“, Stockholm/Schweden, 22.01.2003

„The role of processing and matrix design in development and control of microstructures in dairy food production - a survey“, 3<sup>rd</sup> Nizo Dairy Conference, Papendal/Arnhem/Niederlande, 11.06.2003

„Fractionation of Dairy Proteins by Membrane Technology, Thermal Processing and Enzymatic Methods“, CIBIA IV, Iberio-American Congress of Food Engineering, Valparaiso/Chile, Oct. 5-8, 2003

„Membrane Processing: Application to Cheese“, 7<sup>th</sup> Cheese Symposium, Cork/Irland, 21.10.2003

„Novel Approaches Combining Processing Engineering and Nutritional Criteria“

Food & Beverage Innovations, Noordwijk/Niederlande, 26.10.2003

**Tolkach, A.:** Fractionation of whey proteins and peptides by means of membrane techniques in connection with chemical and physical pretreatments. International Dairy Federation (IDF) World Dairy Summit & Centenary, Advances in Fractionation and Separation - Processes for Novel Dairy Application, Brügge/Belgien, 08./12.09.2003

**Thomä, C.:** Methods to obtain isolated caseinmacropeptide from milk and whey and functional properties, IDF World Dairy Summit & Centenary, 7<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> of September 2003, Bruges (Belgium)

**Rademacher, B.; Hinrichs, R.:** „Influence of freezing and thawing of different milk products on their rheological behaviour, sensorial attributes and water-holding capacity“, EUCHEM-Conference „Structure and molecular mobility in heterogeneous systems“, Fiskebäckskil/Schweden, 27.-29.08.2003

**Rademacher, B.; Keim, S.; Lauber, S.:** „Use of ultra-high pressure for structure engineering in milk products“, Annual Dairy IDF Summit, Brügge/Belgien, 08.09.2003

**Sedlmeyer, F.; Brack, M.; Rademacher, B.; Kulozik, U.:** Effect of protein composition and homogenisation on stability of acidified milk drinks, 3<sup>rd</sup> Nizo Dairy Conference, Papendal/Arnhem/Niederlande, 11.06.2003

## II Nationale Kongresse, Tagungen und Seminare

**Bönisch, M.; Huß, M.; Kulozik, U.:** „Neue Erkenntnisse zur Quervernetzung von Milchproteinen durch Transglutaminase: Einflüsse auf die Strukturbildung in fermentierten Milchprodukten“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

**Bönisch, M.; Huß, M.; Spence, S.; Kulozik, U.:** „Lactosehydrolyse in Milch, Molke und Molkenpermeat“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

**Bönisch, M.; Gahm, H.; Lauber, S.; Kulozik, U.:** „Kinetik der thermischen Inaktivierung von Transglutaminase in Abhängigkeit von den Prozess- und Milieubedingungen“, Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Bönisch, M.; Huß, M.; Kulozik, U.:** „Einfluss der UHT-Erhitzung von Milch auf die Proteinquervernetzung mittels Transglutaminase“, Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Brack, M.; Huss, M.; Aguilera, J.M.; Rademacher, B.:** „Herstellen von Emulsionen und Gelen mittels hochdruck- und hitzebehandelter Molkenproteine“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

**Bulca, S.:** „Technologien für Käse aus ultrahocherhitzter Milch - Erhöhte Produktsicherheit ohne mikrobizide Zusätze“, AiF-Workshop, Freising-Weihenstephan, 24.01.2003

„Thermisch bedingte Veränderungen an der Caseinmicelle und Einflüsse auf rheologisch-strukturelle Eigenschaften am Beispiel der Labgelherstellung“, GVC-Fachausschusssitzung „Lebensmittelverfahrenstechnik“, Freising-Weihenstephan, 12.-14.03.2003

„UHT-Behandlung von Käsereimilch“, Anuga FoodTec 2003 - DLG FoodTec Forum, Fortschritte bei der Hitzebehandlung von Lebensmitteln, Köln, 08./11.04.2003

„Hitzeinduzierte Veränderungen an der Caseinmicelle im UHT-Bereich“, Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, Freising-Weihenstephan, 09./10.10.2003

**Bulca, S.; Lange, I.; May, M.; Tolkach, A.; Kulozik, U.:** „Kinetik von thermisch bedingten Veränderungen an der Caseinmicelle und deren Bezug zur Labgelbildung“, Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Engelhard, P.:** „Inaktivierung von Mikroorganismen auf festen Oberflächen mittels elektrolysiertem Wasser“, GVC-Fachausschusssitzung „Lebensmittelverfahrenstechnik“, Freising-Weihenstephan, 12.-14.03.2003

**Engelhard, P.; Kulozik, U.:** „Generation of defined atmospheres from hydrogen peroxide, water vapour and air for the inactivation of microorganisms on solid surfaces“, Workshop „Food Technology“, Frankfurt, 23.05.2003

**Engelhard, P.; Holzmann, M.; Misira, A.; Kulozik, U.:** „Oberflächenentkeimung mittels Hypochlorid - hergestellt in einem Inline-Verfahren (Purester®) durch Elektrolyse von HCl-Lösung, Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Engelhard, P.; Hummel, B.; Kulozik, U.:** „Entkeimung von Deckelplatinen mittels Hochleistungs-Infrarot-Strahlern“, Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Först, P., Boxler, C.:** „Bedeutung der Trocknungsparameter Druck und Druckrampe sowie des Restwassergehalts bei der Vakuumtrocknung von Starterkulturen“, GVC-Fachausschusssitzung „Lebensmittelverfahrenstechnik“, Freising-Weihenstephan, 12.-14.03.2003

**Guilmineau, F.:** „Influence of a moderate heat treatment on its emulsifying properties in mayonnaise“, GVC-Fachausschusssitzung „Lebensmittelverfahrenstechnik“, Freising-Weihenstephan, 12.-14.03.2003

„Steigerung der Emulgierfunktionalität von Eigelbproteinen durch optimierte Erhitzungsverfahren“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

**Huß, M.:** „Ausbeutesteigerung in der Weichkäseproduktion durch Proteinstandardisierung und Teildenaturierung der Molkenproteine in Käseeremilch“, Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, Freising-Weihenstephan, 09./10.10.2003

**Kulozik, U.:** „Verfahren zur Beeinflussung der technologischen Eigenschaften durch Denaturierung und Aggregation: Thermische Behandlung, Hochdruck, Enzymatische Verfahren, Isoelektrische Fällung“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

**Lauber, S.:** „Untersuchung zur enzymatischen Quervernetzung von Milchproteinen unter Hochdruck“, GVC-Fachausschusssitzung „Lebensmittelverfahrenstechnik“, Freising-Weihenstephan, 12.-14.03.2003

**Rademacher, B.:** „Untersuchungen zur gezielt induzierten Grießigkeit an realen Produkten“, AiF-Workshop, Freising-Weihenstephan, 06.05.2003

„Keiminaktivierung unter Dichtungen“, Seminar der Firma Busak + Shamban „Dichtungen in Chemie- und Prozesstechnik, Bereich Pharma und Food“, Stuttgart, 24./25.06.2003

„Warum hat Käse Löcher und Butter nicht? - Moderne Herstellungsverfahren für Milch und Milchprodukte“, Drei-Länder-Tagung Landesvereinigung Milch Hessen, Mannheim, 07.10.2003

**Rademacher, B.; Hinrichs, J.; Kulozik, U.; Merel, E.; Metzler, A.:** „Einfluss einer hydrostatischen Hochdruckbehandlung auf die Interaktionen zwischen Milchproteinfractionen und Hydrokolloiden“, Seminar „Hochdruckbehandlung von Lebensmitteln“, Berlin, 01./02.10.2003

**Rademacher, B.; Sedlmeyer, F.; Kerschbaumer, T.; Kulozik, U.:** „Milchprotein-Hydrokolloid-Wechselwirkungen bei der Herstellung von Mischgelen und deren Erfassung durch bildgebende Analytik“, Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Rat, A.; Metzler, A.; Rademacher, B.:** „Beeinflussung der Caseinmicellstruktur durch Hochdruck“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

**Röck, S.:** „Möglichkeiten bildgebender Verfahren zur Untersuchung von Strukturbildungsreaktionen in Milchprodukten“, Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, Freising-Weihenstephan, Freising-Weihenstephan, 09./10.10.2003

**Sedlmeyer, F.; Hinrichs, J.; Rademacher, B.; Götz, J.; Weisser, H.; Kulozik, U.:** „Milchprotein-Hydrokolloid-Wechselwirkungen bei der Herstellung von Mischgelen und deren Erfassung durch Rheometrie und NMR“, Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Sedlmeyer, F.; Rademacher, B.; Kulozik, U.:** „Einfluss der Prozessführung beim Erhitzen auf Milchproteinwechselwirkungen mit Hydrokolloiden“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

**Sedlmeyer, F.; Rademacher, B.; Kulozik, U.:** „Rheologische Untersuchungen in Lebensmitteln“, Anwenderseminar von TA Instruments in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Polymere, Universität Erlangen, Erlangen, 16./17.10.2003

**Thomä, C.:** „Gewinnung und technologische Nutzung des Caseinomakropeptids aus Milch“, Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, Freising-Weihenstephan, 9./10.10.2003

**Tilgner, M.:** „Optimierung des Aufschäumverhaltens von Eiklarproteinen durch Vorerhitzen unter verschiedenen Milieubedingungen“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

„Synergistische Effekte beim Aufschäumen von  $\beta$ -Lactoglobulin-/Eiklar-Gemischen“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

„Kontinuierliche Gewinnung von Glycomakropeptid durch Membranverfahren und Einsatz seiner technologischen Funktionalität in Milch und Diätprodukten“, AiF-Workshop, Freising-Weihenstephan, 27.11.2003

„Untersuchungen zu den technologisch-funktionellen Eigenschaften von Caseinmakropeptid“ AiF-Workshop, Freising-Weihenstephan, 27.11.2003

**Thomä, C.:** „Neue Konzepte zum Gewinnen von Caseinmakropeptid durch Fraktionieren aus Milch und Molke“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

„Gewinnung von Caseinmakropeptid durch Membranverfahren“, GVC-Fachausschusssitzung „Lebensmittelverfahrenstechnik“, Freising-Weihenstephan, 12.-14.03.2003

**Thomä, C.; Bretz, A.; Kulozik, U.:** „Abtrennung von Caseinpartikeln aus Labmolke von Caseinkonzentraten“, Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Thomä, C.; Sperber, L.; Steinle, S.; Kulozik, U.:** „Einflüsse von Prozessfaktoren auf die Freisetzung von Caseinmakropeptid aus Caseinkonzentraten“, Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Thomä, C.; Steinle, S.; Kulozik, U.:** „Neue Erkenntnisse zur Analytik von Caseinmakropeptid“, Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Tolkach, A.:** „ $\beta$ -Lactoglobulin-freie Milch zur Reduzierung des Allergenpotenzials - Möglichkeiten und technologische Grenzen“, Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, Freising-Weihenstephan, Freising-Weihenstephan, 09./10.10.2003



„Besonderheiten von Methoden zur Ermittlung und analytischen Beschreibung von Proteindenaturierung“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

„Neue Wege zur Funktionalisierung und Strukturbildung von Molkenproteinen: Verfahrens- und Milieueinflüsse“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

„Molke ist nicht gleich Molke: Einfluss der Zusammensetzung auf Ausbeute und Einsatzmöglichkeiten“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

„Mikrofiltration für die Molken- und Molkenkonzentratbehandlung: Effekte von Membranart und Porengröße, Proteinkonzentration und Prozessfaktoren“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

„Prozesstechnische Optimierung der Mikrofiltration zur Fraktionierung von Proteinaggregaten und nativen Molkenproteinen“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

„Viskositätssteigerung und Gelbildung in Abhängigkeit von der thermischen Vorbehandlung bei Casein-Molkenprotein-Gemischen“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

„Lactulosebildung in Molke oder Molkenpermeat: Gewinnungsmöglichkeiten und Einsatz“, Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja“, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

**Tolkach, A.; Huß, M.; Kulozik, U.:** „Verfahren zur Herstellung von  $\beta$ -lactoglobulinfreier Milch zur Reduzierung des allergenen Potenzials - Möglichkeiten und technologische Konsequenzen“

**Tolkach, A.; Kulozik, U.:** „Fraktionieren von Proteinen und Peptiden durch Membrantrenntechnik in Verbindung mit einem chemisch-physikalischen Upstream Processing“, 9. Aachener Membrankolloquium 2003, Aachen, 18.-20.03.2003

„Modellierung von DSC-Messungen zur Molkenproteindenaturierung mit Hilfe der Reaktionskinetik“, Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Tolkach, A.; Steinle, S.; Kulozik, U.:** „Proteindenaturierung von Molkenproteinen in isolierten Fraktionen und im natürlichen Gemisch“, Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

### III Internationale und nationale Posterpräsentationen

**Bulca, S.:** „Investigations of heat-induced changes in casein solution produced by means of microfiltration/diafiltration for the cheese manufacturing“, 4<sup>th</sup> International Symposium on Industrial Proteins, Wageningen/Niederlande, 15./16.05.2003

„Heat-induced dissociation/aggregation processes on casein micelles and influences on the gel formation mechanism of the rennet casein gels“, 3<sup>rd</sup> Nizo Dairy Conference, Papendal/Arnhem/Niederlande, 11.06.2003

„Heat-induced dissociation/aggregation processes on casein micelles and influences on the gel formation mechanism of the rennet casein gels“ GDL-Kongress Lebensmitteltechnologie, Stuttgart-Hohenheim, 25.-27.09.2003

**Delgado, A.; Kulozik, U.:** „DFG-Forschergruppe FG 358/2 in Weihenstephan - Einfluss von Hochdruck auf molekulare und zelluläre Systeme in Lebensmitteln“ Anuga FoodTec 2003, Köln, 08.04.2003

**Gebhard, R.; Doster, W.; Takeda, N.; Petry, W.; Rademacher, B.; Kulozik, U.; Budjarek, H.; Lesch, H.; Friedrich, J.:** „Pressure - Induced Discussion of Casein Micelles: Effect of Temperature and Calcium Concentration“ Seminar „Hochdruckbehandlung von Lebensmitteln“, Statusseminar von BMBF-, DBU- und DFG-geförderten Forschungsprojekten, Berlin, 01./02.10.2003

**Rademacher, B.; Sedlmeyer, F.; Kerschbaumer, T.; Kulozik, U.:** „Milchprotein-Hydrokolloid-Wechselwirkungen bei der Herstellung von Mischgelen und deren Erfassung durch bildgebende Analytik“ Milchkonferenz 2003 der Dt. Ges. für Milchwissenschaft, Osnabrück, 18./19.09.2003

**Santivarangkna, C.; Först, P.; Kulozik, U.:** „Einfluss der Zugabetechnik, Zuckerart und Zuckerkonzentration auf den Vitalitätserhalt von Lb. helveticus bei der Vakuumtrocknung“ DECHEMA-Jahrestagung der Biotechnologen, Garching, 02.-04.04.2003

**Sedlmeyer, F.; Rademacher, B.; Kulozik, U.:** „Investigations on mixed systems containing milk proteins, starch and carrageenan“ 3<sup>rd</sup> Intern. Symposium on Food, Rheology and Structure, Zürich/Schweiz, 10.-14.02.2003

**Sedlmeyer, F.; Igl, N.; Rademacher, B.; Kulozik, U.:** „Comparisation of a mixer-vessel geometry with standard geometries on a stress-controlled rheometer“ Annual European Rheology Conference 2003, Guimarães/Portugal, 11.-13.09.2003

**Sedlmeyer, F.; Rademacher, B.; Kulozik, U.:** „Einfluss der Integrität der Stärkekörner auf Mischgele mit Carrageenan“ Deutscher Lebensmittelchemikertag / Jahrestagung der GDCh, München, 09.-11.10.2003

## Messepräsentation



Unter dem Motto „Wissenschaft zum Anfassen braucht Kommunikation“ war das Wissenschaftszentrum Weihenstephan der TU München auf der größten Fachmesse im Bereich Lebensmitteltechnologie, der in dreijährigem Turnus stattfindenden ANUGA FOODTEC Messe, vom 08.-11.04.03 in Köln mit großem Erfolg vertreten. Das For-

schungsdepartment für Lebensmittel und Ernährung in Kooperation mit den Studienfakultäten für Brauwesen und Lebensmitteltechnologie sowie Ernährungswissenschaft und dem Lehrstuhl für Lebensmittelverfahrenstechnik und Molkereitechnologie präsentierten ihr Forschungsprofil und die Studienmöglichkeiten in Weihenstephan mit besonderem Fokus auf die Studiengänge der beteiligten Studienfakultäten. Die Messebeteiligung wurde von Prof. Dr.-Ing. Ulrich Kulozik (Lehrstuhl für Lebensmittelverfahrenstechnik und Molkereitechnologie) initiiert und unterstützt von Departmentsprecher und Studiendekan Prof. Dr.-Ing. Antonio Delgado. Durchführung und Organisation lagen bei Dipl.-Ing. Manfred Huss. Den finanziellen Grundstock für die Präsentation leistete das Hochschulreferat für Wissenstransfer und Messewesen (WIMES) der Technischen Universität München.

## **Technologietransfer**

### **Seminare/Kongresse**

Technologieseminar „Neue Technologien zum Gewinnen und Optimieren der Funktionalität von Proteinen aus Milch, Molke, Ei und Soja, Freising-Weihenstephan, 14./15.10.2003

2. Wissenschaftstagung „Lebensmittel und Gesundheit“ 1803 – 2003, Historische Aspekte, Wissenschaftliche Perspektiven, Innovationspotenziale, Freising-Weihenstephan 24. 02.2003

### **Workshops**

AiF-FV 12718 N „Technologien für Käse aus ultrahocherhitze Milch - Erhöhte Produktsicherheit ohne mikrobizide Zusätze“; Sitzung des Projektbegleitenden Ausschusses am 24.01.2003 in Freising-Weihenstephan

AiF-FV 12779 N „Struktur und Wasserbindung in Mischgelen aus Milchproteinen und Hydrokolloiden - Messmethodik und Einfluss von Prozessparametern“; Sitzung des Projektbegleitenden Ausschusses am 06.05.2003 in Freising-Weihenstephan

AiF-FV 13202 N „Haltbarkeitsverlängerung von Milchprodukten durch Optimierung der Keiminaktivierung im Lebensmittel und auf Packstoffen“; Sitzung des Projektbegleitenden Ausschusses am 02.12.2003 in Freising-Weihenstephan

AiF-FV 13733 N „Kontinuierliche Gewinnung von Glykomakropeptid durch Membranverfahren und Einsatz seiner technologischen Funktionalität in Milch und Diätprodukten“; Sitzung des Projektbegleitenden Ausschusses am 04.12.2002 in Freising-Weihenstephan

Forschungskooperation mit Hochland, Reich, Summer & Co „Proteinfunktionalität“,

1. Workshop am 5. Mai 2003 in Freising-Weihenstephan, 2. Workshop 10. November 2003 in Dresden

### **Typprüfungen**

Im Auftrag der Firma BRAVO S.p.A., Montecchio Maggiore/Italien, hat die Prüfstelle des Instituts die Typprüfung der Speiseeismaschine TRITTICO unter Berücksichtigung der Prüfrichtlinien für Milch-Dauererhitzer nach MVO durchgeführt. Püfkenzeichen: W - ED 01/03

Im Auftrag der Firma Tetra Pak GmbH & Co. hat die Prüfstelle des Instituts die Typprüfung der aseptischen Abfüllmaschine Typ TBA/19, TBA/21, TBA/22 durchgeführt. Prüfkennzeichen: W - V 4/03

## Exkursionen

- 29.01.2003 Fachexkursion mit 32 Studenten der Vorlesung „Qualitätssicherung in der Speisenproduktion“ zur LSG Sky Chefs am Flughafen München
- 09.-10.04.2003 Fachexkursion mit 42 Studenten der Vorlesung „Lebensmittelverfahrenstechnik“ zur Anuga FOODTec in Köln
- 10.-14.06.2003 Fachexkursion mit 35 Studenten des Studienganges Lebensmittel-technologie zu Lebensmittel- und Zulieferbetrieben nach Westfalen und Niederlande (Nestlé Deutschland AG, Maggi Werk, Lüdinghausen; Nähr-Engel GmbH, Goch; Mars, Masterfoods Veghel B.V., Veghel/NL; DMV Campina Innovation Center, Wageningen/NL; Unilever R&D, Vlaardingen/NL; DSM Food Specialities, Delft/NL; SIG Combibloc Systems GmbH, Linnich)
- 23.06.2003 Fachexkursion mit 20 Studenten der Vorlesung „Lebensmittelverfahrenstechnik“ zur Firma Südstärke, Schrobenhausen
- 11.07.2003 Fachexkursion mit 17 Studenten der Vorlesung „Aseptik und Sterilprozess-technik“ zur Firma Life Science Meissner+Wurst GmbH, Stuttgart
- 31.07.2003 Fachexkursion mit 28 Studenten der Vorlesung „Lebensmittelverfahrenstechnik“ zur Firma Regensburger Milchwerke eG, Regensburg

## Medienarbeit

### Fernsehen

Aufzeichnungen und Interview zu dem neuen Studiengang „Milchwissenschaft und -technologie“; Sendung am 27.10.2003, 19.00 Uhr, im Bayer. Fernsehen

### Rundfunk

Interview zum Thema „Milchzucker, Milcheiweiß, Molkenerzeugnisse“, Bayer. Rundfunk, 19.11.2003

### Presse

Pressegespräch mit der Redaktion der Wochenzeitschrift „Die ZEIT“ am 28.01.2003 zum Thema „Käse“

Pressenotiz zum interdisziplinären Aufbaustudiengang „Milchwissenschaft und -technologie“ in der Sonderbeilage „ZeitChancen“ zur Wochenzeitschrift „Die ZEIT“, Nr. 50, 58. Jg., Dezember 2003

## **Partnerschaft Technische Universität München in den bayerischen Gymnasien**

### **Ansprechpartner für folgende Gymnasien:**

Städtisches Werner-von-Siemens-Gymnasium München, Oberstudiendirektorin Obermeier  
Staatliches Gymnasium München-Moosach, Oberstudiendirektor Dr. Peter Riedner  
Katharinen-Gymnasium Ingolstadt, Oberstudiendirektor Dr. Reinhard Kammermayer  
Gnadenthal-Gymnasium Ingolstadt, Oberstudiendirektor Kurt Müller

## **Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Expertengremien und Organisationen**

### **Kulozik, U.**

Mitglied der international besetzten Jury zur Verleihung des European FoodTec Award durch die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft

Mitglied im Editorial Board des International Dairy Journal

Mitglied im Wissenschaftlichen Ausschuss des Forschungskreises der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)

Vorsitzender (Chairman) im Standing Committee of Dairy Science and Technology der International Dairy Federation (IDF)

Technologieausschuss des Verbandes Deutscher Markt-Molkereien (VDM)

Stellvertretender Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Milchwissenschaft

Wissenschaftlicher Berater im Verein zur Förderung lebensmitteltechnologischer Innovationen (VFL) e.V., Bonn

Mitglied im Wissenschaftlichen Ausschuss des Milchindustrieverbandes (MIV) e.V., Bonn

Vorsitzender und Mitglied verschiedener Berufungskommissionen der Technischen Universität München

### **Huß, M.**

Teilnahme an amtlichen Qualitätsprüfungen

Geschäftsführer des Verbandes ehemaliger Weihenstephaner Lebensmitteltechnologien und Milchwirtschaftler e.V.

### **Rademacher, B.**

Mitglied im Wissenschaftlichen Ausschuss der Gesellschaft Deutscher Lebensmitteltechnologien e.V. (GDL)

Stellvertretende Frauenbeauftragte im Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt

Mitglied der DFG-Forschergruppe „Einfluss von Hochdruck auf molekulare und zelluläre Systeme in Lebensmitteln“

Mitglied verschiedener Berufungskommissionen der Technischen Universität München

### **Walenta, W.**

Wissenschaftliche Unterstützung der Amts- und Beratungsingenieure der Landesregierungen

## **Besucher / Besuche**

- 11.02.2003 Frau Professor Dr. Havranek, Dekanin der Fakultät für Landwirtschaft, Universität Zagreb
- 26.-28.03.2003 Dr. Curda, University of Chemical Technology, Prag/Tschechien  
Dr. Barbara Schneeman, University of California, Davis/USA
- 06.11.2003 Dr. Hugo Bernal Barragan, Landw. Fakultät der Universität Nuevo Leon/Mexiko

## **Veröffentlichungen**

### **Indexierte und referierte Zeitschriften**

**Aguilera, J. M.; Rademacher, B.:** Protein gels. In: Proteins in Food Processing, R. Yada (ed.), Cambridge: Woodhead Publ.(in print)

**Bals, A.; Kulozik, U.:** The influence of the pore size, the foaming temperature and the viscosity of the continuous phase on the properties of foams produced by membrane foaming. In: Journal of Membrane Science (220) 2003, S. 5-11

**Bals, A.; Kulozik, U.:** Effect of pre-heating on the foaming properties of whey protein isolate using a membrane foaming apparatus. In: International Dairy Journal (13) 2003, S. 903-908

**Benning, R.; Petermeier, H.; Delgado, A.; Hinrichs, J.; Kulozik, U.; Becker, T.:** Entwicklung und Anwendung eines hybriden Modells zur Optimierung von Wärmetauscherprozessen. In: Chemie Ingenieur Technik (8) 2003, S. 1072-1073

**Benning, R.; Petermeier, H.; Delgado, A.; Hinrichs, J.; Kulozik, U.; Becker, T.:** Process Design for Improved Fouling Behaviour in Dairy Heat Exchangers Using a Hybrid Modelling Approach. In: TranslChemE, Part C (Food and Bioproducts Processing), Vol. 81, No. C3, Sept. 2003, S. 266-274

**Fertsch, B.; Müller, M.; Hinrichs, J.:** Firmness of pressure-induced casein and whey protein gels modulated by holding time and rate of pressure release. In: Innovative Food Science & Emerging Technologies, Elsevier Science (4) 2003, S. 143-150

**Götz, J.; Schneider, J.; Först, P.; Weisser, H.:** A Comparative NMR and Rheological Study on Mash and Spent Grain Suspensions, Worts and Carbohydrate Solutions. J. Am. Soc. Brewing Chemists (61) 1

**Hinrichs, J.; Rademacher, B.:** High pressure processing of whey proteins: Kinetics of isothermal and isobaric denaturation. Journal of Dairy Research (submitted)

**Hinrichs, J.; Rademacher, B.:** Kinetics of combined thermal and pressure-induced whey protein denaturation in bovine skim milk. International Dairy Journal (submitted)

**Kücükçetin, A.; Yaygin, H.; Hinrichs, J.; Kulozik, U.:** Adaptation of bovine milk towards mares' milk composition by means of membrane technology for Koumiss manufacture. In: International Dairy Journal (13) 2003, S. 945-951

**Kulozik, U.; Guilmineau, F.:** Food process engineering and dairy technology at the Technical University Munich. In: International Journal of Dairy Technology (56) 2003, S. 191-197

**Kulozik, U.; Tolkach, A.; Bulca, S. Hinrichs, J.:** The role of processing and matrix design in development and control of microstructure in dairy food production - a survey. In: International Dairy Journal (13) 2003, S. 621-630

**Noonpakdee, W.; Santivarangkna, C.; Jumriangrit, P.; Sonomoto, K.; Panyim, S.:** Isolation of Nisin-Producing *Lactococcus lactis* WNC 20 Strain from Nham, a Traditional Thai Fermented Sausage, International Journal of Food Microbiology, 81, 137-145

**Sedlmeyer, F.; Brack, M.; Rademacher, B.; Kulozik, U.:** Effect of protein composition and homogenisation on the stability of acidified milk drinks. In: International Dairy Journal (available online 19.12.2003)

**Sedlmeyer, F.; Daimer, K.; Rademacher, B.; Kulozik, U.:** Influence of the composition of milk-protein  $\kappa$ /I-hybrid carrageenan gels on product properties. In: Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 31 (1-4), 13-20

**Tolkach, A.; Kulozik, U.:** Enzymatic crosslinking of caseinomacropptide in rennet whey protein concentrate and removal of crosslinked aggregates by microfiltration. In: Journal of Food Engineering (*submitted*)

## Kongressbeiträge, Proceedings

**Bulca, S.; Kulozik, U.:** Heat induced changes in native casein micelles obtained by microfiltration. In: Proceedings IDF Dairy World Summit & Centenary, 7<sup>th</sup> - 12<sup>th</sup> of September 2003, Bruges/Belgium, S. 95-99

**Kulozik, U.:** Lebensmittelgestaltung aus der Sicht von Funktion und Genuss - Schönen Appetit! In: Proceedings der Vortrags- und Diskussionsreihe der Akademie der Bildenden Künste München „Odyssee in das Dritte Jahrtausend“, ISBN 3-89391-768-3; S. 67-74

**Rademacher, B.; Pentenrieder, M.; Kulozik, U.:** Pressure effects on mixtures of hydrocolloids and milk proteins. In: Food Colloids, Biopolymers and Materials, E. Dickinson; T. van Vliet (eds.). London: Royal Society of Chemistry, 354-360

**Tolkach, A.;** Fractionation of whey proteins and peptides by means of membrane techniques in connection with chemical and physical pretreatments. In: Proceedings IDF Dairy World Summit & Centenary, 7<sup>th</sup> - 12<sup>th</sup> of September 2003, Bruges/Belgium, S. 69-74

**Thomä, C.:** Methods to obtain isolated caseinomacropptide from milk and whey and functional properties. In: Proceedings IDF Dairy World Summit & Centenary, 7<sup>th</sup> - 12<sup>th</sup> of September 2003, Bruges/Belgium, S. 143-147

## Fachjournale und sonstige Publikationen

**Kulozik, U.:** Dairy Science and Technology: New international „Masters of Science“ course at the „Center of Life and Food Science“ in Freising-Weihenstephan, Technical University Munich. In: European Dairy Magazine EDM (3), 2003, S. 32-36

Neue Forschungsrichtung in Weihenstephan - Traditionelle Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung präsentierte Themenvielfalt. In: dmz (22) 2003, S. 34-39

---

# Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler und Lebensmitteltechnologe n e.V.

---

## Adresse

Weihenstephaner Berg 1  
D- 85354 Freising-Weihenstephan

Telefon: 08161-71-3547

Telefax: 08161-71-4384

Internet: <http://www.weihenstephan.de/blm/lmvt/home/index.html>

E-mail: [manfred.huss@wzw.tum.de](mailto:manfred.huss@wzw.tum.de)

## Verbandsinformation 2003 (Stand 31.12.2003)

Mitglieder gesamt: 1.135 (Vorjahr: 1.105)

Verstorbene

Mitglieder 2003: Höble, Johann Georg, Cham  
Kempfer, Josef, Jettingen (2002)  
Klemens Egenberger, Neumarkt  
Mayer, Martin, Rosenheim

Kassenprüfer: Caroline Schmalen, Freising  
Dirk Wehnsen, Landshut

Mitgliedsbeitrag  
für 2004: 15,00 €

Versammlungen: Vorstandssitzung am 01.04.2003  
Vorstandssitzung am 08.10.2003  
Mitgliederversammlung am 09.10.2003

## Geförderte Exkursionen

- 07.02.03 unter Leitung des Lehrstuhls für Lebensmittelverfahrenstechnik und Molkereitechnologie (Prof. Dr. Kulozik) der TUM zur Firma Novartis in Kundl (A)
- 12.03.03 unter Leitung des Instituts für Lebensmitteltechnologie (Prof. Dr. Rehmann) der Fachhochschule Weihenstephan zum Deutschen Museum in München
- 09.-10.04.03 unter Leitung des Lehrstuhls für Lebensmittelverfahrenstechnik und Molkereitechnologie (Prof. Dr. Kulozik) der TUM nach Köln zur ANUGA FOODTEC Messe



- 10.04.03 unter Leitung des Instituts für Lebensmitteltechnologie (Prof. Dr. Rehmann) der Fachhochschule Weihenstephan nach Köln zur ANUGA FOODTEC Messe
- 26.-28.03.03 unter Leitung des Instituts für Lebensmitteltechnologie (Prof. Dr. Rehmann) der Fachhochschule Weihenstephan zu Lebensmittelbetrieben in Niederbayern
- 09.-13.06.03 unter Leitung des Lehrstuhls für Lebensmittelverfahrenstechnik und Molkereitechnologie (Prof. Dr. Kulozik) der TUM zu Lebensmittel- und Zulieferbetrieben in Westfalen und in den Niederlanden
- 31.07.03 unter Leitung des Lehrstuhls für Lebensmittelverfahrenstechnik und Molkereitechnologie (Prof. Dr. Kulozik) der TUM zu den Milchwerken Regensburg

## Ehrungen anlässlich der Weihenstephaner Milchwirtschaftlichen Herbsttagung

### *Ehrung langjähriger Verbandsmitglieder*

Die Herbsttagung bot wiederum die Gelegenheit, Mitglieder für ihre 40-jährige Mitgliedschaft zu ehren. Die Mitglieder traten dem Verband bei, um Kontakt mit den ehemaligen Kommiliton(inn)en zu halten und um weiterhin Einladungen zu Fortbildungsveranstaltungen von ihrer ehemaligen Ausbildungsstätte zu erhalten. Im weiteren Abschnitt war es im Interesse der Mitglieder, ständig einen Überblick über die Ausbildungssituation ihrer ehemaligen Ausbildungsstätte zu behalten, denn nun waren die Mitglieder, inzwischen in der Führungsebene im Unternehmen, mit Entscheidungen betraut, Stellen mit geeigneten Bewerbern besetzen zu müssen. Im weiteren Verlauf etablierten sich die Mitglieder beruflich so weit, dass sie durch ihre Mitgliedsbeiträge und Spenden der nachfolgenden Studentengeneration eine Unterstützung bei Hochschulveranstaltungen ermöglichen konnten. Beispielsweise können so jährlich mehrere Exkursionen unterstützt werden. Hier greift der Verband also aktiv in das Ausbildungsgeschehen ein, um die Absolventen auf ihre Tätigkeit in der Industrie vorzubereiten. Wünschenswert wäre es für alle Absolventen, die Mitgliedschaft in einem Berufsverband, wie es der Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler und Lebensmitteltechnologien ist, so langfristig zu sehen, wie es die Jubilare taten.



Prof. Dr. Ulrich Kulozik (l.v.l), in Vertretung des Verbandsvorsitzenden, bedankt sich bei den langjährigen Verbandsmitgliedern Peter Hauder, Dr. Karl Nuber und Helmut Mader und überreicht einen Krug mit der Aufschrift „Zur Erinnerung an Weihenstephan“

### Preis für „beste Diplomarbeit“

Der zum achten Mal in Folge ausgeschriebene Preis des Verbands Weihenstephaner Milchwirtschaftler und Lebensmitteltechnologien e.V. geht in diesem Jahr an **Frau Dipl.-Ing. Qin Wang**, geb. am 26.11.1976 in Shandong, VR China.

Als Jury standen vier Professoren des ehemaligen FML zur Verfügung. Sie benannten einstimmig die mit dem Prädikat 1,0 beurteilte Diplomarbeit für die Preisverleihung durch den Verband.

Frau Wang studierte „Technologie und Biotechnologie der Lebensmittel“ an der TUM in Weihenstephan und fertigte ihre Diplomarbeit am Institut für Lebensmittelverfahrenstechnik des FML (jetzt: Abteilung Technologie am Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittel-forschung, ZIEL, mit dem Titel **„Untersuchung von thermisch induzierten Wechselwirkungen zwischen Molkenproteinen und deren Einfluss auf das Denaturierungsverhalten von  $\alpha$ -Lactalbumin und  $\beta$ -Laktoglobulin“** an.

Eine interessante Möglichkeit, Molkenproteinfraktionen zu trennen, bietet eine thermische Vorbehandlung, wobei im anschließenden Trennungsprozess die aggregierte Fraktion von einer Mikrofiltrationsmembran zurückgehalten wird und die native Fraktion permeiert. Um den Prozess optimal gestalten zu können, ist es wichtig, die Wechselwirkungen zwischen den Proteinen sowie die Randbedingungen (z.B. Einfluss des Calciumgehalts) zu kennen. Frau Wang leistete mit Ihrer Diplomarbeit einen wichtigen Beitrag zur Fraktionierung der Molkenproteinfraktionen in hoher Reinheit und Ausbeute.

Mit den Erkenntnissen dieser Diplomarbeit wird sehr deutlich gezeigt, welchen Beitrag eine ingenieurwissenschaftliche Vorgehensweise (Reaktionskinetik) zur Vorausberechnung der Aggregationszustände von Molkenproteinkonzentraten leistet. Die Gewinnung von einzelnen Proteinfraktionen, isoliert aus komplexen Proteinmischungen, ist eine Grundvoraussetzung für ernährungswissenschaftliche Arbeiten, beispielsweise in Bezug auf Allergenität von Proteinen oder die Steuerung bestimmter Produkteigenschaften.

Der Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler und Lebensmitteltechnologien e.V. wünscht sich eine anerkannte und gleichberechtigte Zusammenarbeit der Ingenieurwissenschaften mit den Ernährungswissenschaften im neuen Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung (ZIEL).

Der Verband gratuliert der Preisträgerin und ermutigt gleichzeitig die Studenten der Lebensmitteltechnologie und Milchwissenschaften, sich an den Einrichtungen der Milch- und Lebensmittelforschung in Weihenstephan weiterhin zu engagieren.



Prof. Dr. Hannes Weindlmaier und Prof. Dr. Ulrich Kulozik freuen sich, den Preis in Höhe von 1.000,- Euro an Frau Qin Wang überreichen zu können.

## **Verleihungsrichtlinien zum Preis für Diplomarbeiten von Verbandsmitgliedern**

### **Präambel**

Der Verein Weihenstephaner Milchwirtschaftler und Lebensmitteltechnologien e.V. ist einer der traditionsreichsten Hochschulverbände mit über 1100 Mitgliedern. Das stetige Wachsen des Verbands ist eng mit den Erfolgen der Absolventen der Milch- und Lebensmittelforschung in Weihenstephan verbunden. Der Verband möchte durch die Vergabe eines Preises für Diplomarbeiten die Verbundenheit zu den Forschungsinstituten noch stärker zum Ausdruck bringen und die studentischen Mitglieder dazu ermutigen, sich an den Einrichtungen der Milch- und Lebensmittelforschung weiter zu engagieren.

### **Dotierung**

Der Preis ist mit 1.000,- € dotiert und wird jährlich verliehen. Im höchsten Fall werden zwei Diplomarbeiten prämiert (jeweils 1.000,- €).

### **Auswahlkriterien**

Der/die Ausgezeichnete muss Mitglied beim Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler und Lebensmitteltechnologien e.V. sein.

Es muss sich um eine herausragende Diplomarbeit in Zusammenhang mit einer überdurchschnittlichen Gesamtdiplomnote handeln.

Die Arbeit muss aus dem Themenbereich der Milch oder Lebensmittel kommen.

### **Bewerbung und Verleihungsverfahren**

Die Diplomarbeit muss vom betreuenden Institut bzw. Lehrstuhl der Diplomarbeit nominiert werden. Die Arbeit wird zusammen mit einem Bewerbungsformular bei der Geschäftsstelle des Verbands der Weihenstephaner Milchwirtschaftler und Lebensmitteltechnologien e.V., spätestens am 30. Juni des laufenden Jahres, eingereicht. Die Diplomarbeit darf als ältestes Datum (Abgabetermin beim Lehrstuhl) den 30. Juni des Vorjahres tragen. Die Preise werden vom Vorstand des Verbands jährlich bei der Weihenstephaner Milchwirtschaftlichen Herbsttagung verliehen. Nur der Vorstand des Verbands ist berechtigt, die Preisträger öffentlich bekannt zu geben.

### **Jury**

Die Jury besteht aus 5 Professoren der TUM und der Fachhochschule Weihenstephans. Die Jury kontrolliert, ob die vorgeschlagenen Kandidaten den Bedingungen dieser Verleihungsrichtlinien entsprechen, prüft die eingereichten Unterlagen und benennt die Preisträger. Sie ist berechtigt, sich Beurteilungen von dritter Seite zu beschaffen und Kandidaten zur persönlichen Beurteilung einzuladen. Die Entscheidung der Jury ist unanfechtbar. Ein Rechtsanspruch auf Zuerkennung eines Preises besteht nicht.

*Antragsformulare können beim Geschäftsführer des Verbands angefordert werden.*

---

# Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftlichen Forschung an der TUM in Freising-Weihenstephan e.V.

---

## Adresse

c/o Lebensmittelverfahrenstechnik – WZW  
Weihenstephaner Berg 1  
D- 85354 Freising-Weihenstephan

Telefon: 08161-71-4205  
Telefax: 08161-71-4384

## Vorstand

- |                 |  |
|-----------------|--|
| 1. Vorsitzender | Prof. Dr. Jakob Stöckl (BMI, Landshut) |
| 2. Vorsitzender | Dr.-Ing. Hans Schraml (GQM, Landshut)  |
| Geschäftsführer | Prof. Dr.-Ing. Ulrich Kulozik (s.o.)   |

## Mitgliederversammlung am 9. Oktober 2003

Der 1. Vorsitzende der Vereinigung, Herr Prof. J. Stöckl, begrüßt die anwesenden Mitglieder und stellt fest, dass die Einladung zur Mitgliederversammlung mit der Tagesordnung rechtzeitig und satzungsgemäß erfolgt ist. Die Mitgliederversammlung wurde im Rahmen der Weihenstephaner Milchwirtschaftlichen Herbsttagung abgehalten. Herr Prof. Kulozik berichtet als Geschäftsführer, dass auch im vergangenen Jahr von der Vereinigung die satzungsgemäßen Aufgaben erfüllt werden konnten. Entsprechend der Satzung wurde der ständige Gedanken- und Erfahrungsaustausch mit der milchwirtschaftlichen Praxis auch 2003 gefördert; es wurden Forschungsprojekte sowie Forschungsstipendien unterstützt.

Die Milchwirtschaft wurde über laufende Forschungsvorhaben und deren Ergebnisse unterrichtet. Zurzeit werden 3 Forschungsvorhaben mit insgesamt € 82.898,32 über den Forschungsbereich der Ernährungsindustrie/AiF finanziert. Ein wichtiges Hilfsmittel zum Informationsaustausch ist der vom Forschungszentrum für Milch und Lebensmittel Weihenstephan herausgegebene "*Wissenschaftliche Jahresbericht*", der mit Unterstützung der Vereinigung zusammengestellt wurde. Neben diesem Bericht sind auch regelmäßige Rundschreiben sowie die Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung tragender Bestandteil und wesentlicher Beitrag zur Informationspolitik der Vereinigung.

Am 01.01.2003 hatte die Vereinigung 103 Mitglieder. Vertreter aus der Industrie beraten den Vorstand als Kuratoriumsmitglieder. Herr Prof. Kulozik dankt den ausgeschiedenen Kuratoriumsmitgliedern für die langjährige Zusammenarbeit, insbesondere Herrn Dr. Nuber für das Engagement für Weihenstephan.

Gemäß Auftrag aus der letzten Mitgliederversammlung hatte das Kuratorium der Vereinigung einen Entwurf für eine *neue Satzung* erarbeitet. Dieser Entwurf wurde den Mitgliedern der Vereinigung mit der Einladung zur Mitgliederversammlung fristgerecht zugeleitet. Die Ursache

für die erforderliche Satzungsänderung (Änderung der organisatorischen Struktur des Wissenschaftszentrum Weihenstephan und Überführung des FML in das neue Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung (ZIEL)) wurde dargelegt und die Satzungsänderung diskutiert. Die neue Satzung wurde einstimmig angenommen. Als Resultat der Satzungsänderung hat sich auch der Name der Vereinigung geändert. Der neue Name ist bereits in der Kopfzeile oben aufgeführt. Schwerpunkt im Förderzweck ist nach wie vor die Förderung der milchwissenschaftlichen und der damit verbundenen lebensmittelwissenschaftlichen Forschung,

Mit dem Änderungsentwurf zur Satzung war den Mitgliedern auch ein Vorschlag zur Änderung der Beitragsordnung zugeleitet worden. Der Vorschlag basiert auf einer nach Unternehmensgröße (Umsatz) gestaffelten Beitragsordnung. Die *neue Beitragsordnung* wurde eingehend diskutiert und folgende Beitragsstruktur angenommen:

- Unternehmen

| <i>Umsatz</i>        | <i>Beitrag p.a.</i> |
|----------------------|---------------------|
| < 10 Mio. EUR        | 500,00 EUR          |
| > 10 – 50 Mio. EUR   | 1.000,00 EUR        |
| > 50 – 125 Mio. EUR  | 2.500,00 EUR        |
| > 125 – 250 Mio. EUR | 3.750,00 EUR        |
| > 250 Mio. EUR       | 5.000,00 EUR        |
- Einzelmitglieder 100,00 EUR

Mit dieser neuen Beitragsstruktur soll die milchwissenschaftliche Forschung in Weihenstephan gestärkt und ausgebaut werden. Die Mittel aus den Mitgliedsbeiträgen sollen zur Einwerbung von öffentlichen Forschungsmitteln und für auf Mitgliedsunternehmen beschränkte Forschungsvorhaben eingesetzt werden. Damit verbundene Möglichkeiten, die vorhandene Infrastruktur und aktuelle Forschungsvorhaben sollen den Unternehmen an einem **Tag der offenen Tür am 17./18.6.04** vorgestellt werden. Dazu sind alle interessierten Unternehmen aus der Milch- bzw. Lebensmittelbranche herzlich eingeladen. Die Veranstaltung soll den Kontakt zwischen den Unternehmen und der Forschung stärken und zur Ableitung von gegenseitigen Forschungsinteressen dienen.

Abschließend dankte Herr Prof. Stöckl allen anwesenden Mitgliedern und lud alle Teilnehmer und Mitglieder ein, auch an der **Weihenstephaner Milchwirtschaftlichen Herbsttagung (7. und 8. Oktober 2004)** sowie an der Mitgliederversammlung teilzunehmen.

---

# Technischer Teil

---

## Hinweise auf neue Techniken und Produkte

Der technische Teil des wissenschaftlichen Jahresberichtes will den Leserkreis auch in diesem Jahr über Neuigkeiten in der milchwirtschaftlichen Technologie informieren und auf neue Produkte und Angebote von milchverarbeitenden Unternehmen hinweisen. Die Herausgeber danken den im folgenden aufgeführten Firmen, die zu diesem Zweck eine Anzeige zur Verfügung gestellt haben und den Druck des Jahresberichtes unterstützten.

Für den Druck des Jahresberichtes hat darüber hinaus die Staatliche Molkerei Weihenstephan GmbH & Co. KG finanzielle Mittel zur Verfügung gestellt.

## Verzeichnis der Fachfirmen

|   | Seite |
|---|-------|
| 1. ALPMA Alpenland Maschinenbau GmbH, Rott am Inn                   | 177   |
| 2. APV Deutschland GmbH, Unna                                       | 184   |
| 3. Bayerische Milchindustrie BMI eG, Landshut                       | 182   |
| 4. CSB-System AG, Geilenkirchen                                     | 180   |
| 5. Danisco Cultor Niebüll GmbH, Niebüll                             | 178   |
| 6. Degussa Food Ingredients GmbH, Freising                          | 183   |
| 7. Domspitzmilch eG, Regensburg                                     | 186   |
| 8. DSM Food Specialties Germany GmbH, Dortmund                      | 185   |
| 9. Gebrüder Wörle Ges.m.b.H., Henndorf b. Salzburg/Österreich       | 187   |
| 10. Goldsteig Käsereien Bayerwald GmbH, Cham                        | 181   |
| 11. Chr. Hansen GmbH, Nienburg/Weser                                | 192   |
| 12. Hochland AG, Heimenkirch/Allgäu                                 | 186   |
| 13. Hofmeister Käsewerk GmbH & Co. KG, Moosburg an der Isar         | 179   |
| 14. Humana Milchunion eG, Everswinkel                               | 181   |
| 15. Käserei Champignon, Lauben im Allgäu                            | 179   |
| 16. Karwendel-Werke Huber GmbH & Co. KG, Buchloe im Allgäu          | 187   |
| 17. Landesvereinigung der Bayerischen Milchwirtschaft e.V., München | 195   |
| 18. Milchwerke Schwaben eG, Ulm                                     | 194   |
| 19. Molkerei Gropper, Bissingen                                     | 183   |
| 20. Molkerei Alois Müller GmbH & Co., Aretsried                     | 189   |
| 21. Nordmilch eG, Bremen  | 193   |
| 22. Tetra Pak GmbH, Hochheim  | 188   |
| 23. Tirol Milch reg.Gen.m.b.H., Innsbruck/Österreich                | 190   |
| 24. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen                                  | 191   |
| 25. ZOTT GmbH & Co., Mertingen                                      | 194   |











































