

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires
<b>Herausgeber:</b>	Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte
<b>Band:</b>	142 (2000)
<b>Heft:</b>	5
<b>Artikel:</b>	Bovines Kolostrum : mehr als nur ein Immunglobulinlieferant
<b>Autor:</b>	Blum, J.W. / Hammon, H.M.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-591786">https://doi.org/10.5169/seals-591786</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Bovines Kolostrum: Mehr als nur ein Immunglobulin-lieferant

J. W. Blum und H. M. Hammon

Abteilung für Ernährungspathologie, Institut für Tierzucht der Universität Bern

## Zusammenfassung

Die Aufnahme von Kolostrum beim neugeborenen Kalb beeinflusst nicht nur den Immunstatus, sondern auch die Entwicklung des Gastrointestinaltrakts und anderer Organe, den Stoffwechsel und endokrine Systeme. Neben Nährstoffen sind auch biologisch aktive Substanzen des Kolostrums zusätzlich zu berücksichtigen. Die metabolischen und endokrinen Effekte sind vorübergehend, Hinweise für eine metabolische und endokrine Prägung durch unterschiedliche Fütterung in der ersten Lebenswoche wurden aber bis jetzt nicht gefunden. Dennoch sind die im Zusammenhang mit Fütterung insbesondere von Kolostrum beobachteten Veränderungen für die kritische erste Lebenswoche als wichtig anzusehen.

**Schlüsselwörter:** Kalb – Neonatologie – Kolostrum – Stoffwechsel – Endokrinologie

## Colostrum bovin: plus d'uniquement un fournisseur d'immunoglobulins

Colostrum bovin: plus qu'uniquement un fournisseur d'immunoglobulins  
L'ingestion de colostrum chez le veau nouveau-né n'influence pas uniquement le système immunologique, mais aussi le développement gastrointestinale, ainsi que celui d'autres organes, le métabolisme et les systèmes endocrinologiques. A côté des nutriments il faut aussi considérer les substances bioactives du colostrum. Les effets métaboliques et endocrinologiques sont passagères, il n'y a pas d'indications d'empreinte métabolique et endocrinologique par la nutrition pendant la première semaine de vie. Mais les associations entre les variations observées avec l'ingestion de colostrum sont importantes.

**Mots-clés:** veau – néonatalogie – colostrum – métabolisme – endocrinologie

## Einleitung

Selbst beim Kalb, das entwicklungsmässig relativ reif geboren wird, sind postnatal massive morphologische und funktionelle Veränderungen notwendig. Diese sind teilweise konstitutioneller Art und unabhängig von der Fütterung. Dies betrifft z.B. das Verhalten von Nitrat, Kreatinin und Lactat: deren zirkulierende Konzentrationen sind bei der Geburt hoch und nehmen innerhalb der ersten Lebenstage schnell ab. Unsere Untersuchungen bezüglich Nitrat haben gezeigt, dass dieses endogen produziert wird und nicht durch die Fütterung beeinflusst wird, ausser wenn  $\geq 200 \mu\text{mol}$  Nitrit oder Nitrat über die Milch verabreicht werden (Blum et al., 1998).

Während der postnatalen Entwicklung der Neugeborenen sind zahlreiche Anpassungsreaktionen an die neue Umwelt und damit auch an die Fütterung notwendig. So erfolgt die Nährstoffversorgung nicht mehr parenteral (via Plazenta), sondern oral, und die Energieversorgung basiert mehr auf Fetten und weniger auf Kohlenhydraten.

Im Rahmen unserer Studien vor allem über hämatologische, metabolische und endokrine Aspekte sowie über das Wachstum und die Gesundheit bei

mit Milch gefütterten Kälbern, haben wir uns insbesondere mit der Bedeutung von Kolostrum (K) bei neonatalen Kälbern auseinandergesetzt. Eine möglichst frühe Verabreichung von Kolostrum nach der Geburt wird allgemein als essentiell anerkannt. Wie viel Kolostrum für ein Kalb optimal ist, wurde nicht detailliert abgeklärt. Unsere Untersuchungen in Mutterkuhbetrieben, in denen Kälber K grundsätzlich ad libitum aufnehmen können, zeigen deutliche Unterschiede bezüglich Wachstum sowie einigen metabolischen und endokrinen Parametern gegenüber Kälbern, die K restriktiv, aber in allgemein üblichen Mengen erhalten (Egli and Blum, 1998). Derzeit laufen Untersuchungen mit neonatalen Kälbern, die K über einen Tränkeautomaten ad libitum aufnehmen können (Nussbaum, Schiessler, Hammon und Blum, unveröffentlicht). Erste Daten zeigen, dass die Aufnahme von K deutlich höher ist als allgemein empfohlen und die Kälber haben auch einen stärkeren Tageszuwachs als normalerweise beobachtet wird.

Bovines K enthält neben viel Nährstoffen, Mengen- und Spurenelementen sowie Vitaminen und Immunglobulinen auch grosse Mengen an bioaktiven Substanzen, z.B. Insulin (I), Prolaktin, insulinähnliche Wachstumsfaktoren (IGF-I und -II), den

Transformierenden Wachstumsfaktor- $\beta$ , Cytokine (z.B. Tumornekrosefaktor- $\alpha$ ), Steroidhormone, Schilddrüsenhormone, Enzyme und weitere biologisch wichtige Peptide und Proteine (z.B. Lactoferrin) sowie Polyamine und Nukleotide (Blum und Hammon, 1999a). Die Konzentration von Wachstumshormon (GH) im Kolostrum ist höher als in der Vollmilch, aber nicht speziell angereichert, wie dies bei IGF-I und I der Fall ist. Bei der Aufnahme von Kolostrum werden auch zelluläre Elemente (spez. weisse Blutzellen) und deren Bestandteile aufgenommen, denen ebenfalls eine direkte biologische Wirkung zugeschrieben wird.

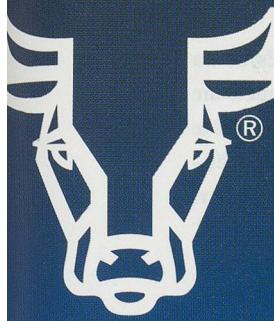
## Effekte auf den Gastrointestinaltrakt

Übersichten über gastrointestinale und pankreatische Enzyme und Hormone wurden kürzlich publiziert (Guilloteau et al., 1995, 1997; Blum und Hammon, 1999b). Die Aufnahme von K ist für das Wachstum und für die funktionelle Entwicklung des Gastrointestinaltrakts (GIT) von grosser Bedeutung. Wir konnten zeigen, dass bei neonatalen Kälbern, die nur mit Milchaustauscher (MAT), d.h. ohne K gefüttert wurden, die Absorption von Xylose (die als Indikator für die Absorptionskapazität verabreicht wurde) verringert war. Gleichzeitig wurden kleinere Dünndarmzotten als bei mit K gefütterten Kälbern gefunden (Hammon und Blum, 1997a; Bühler et al. 1998). Die Effekte waren bei K dosisabhängig. Die Entwicklung des GIT scheint aber nicht nur durch hohe Nährstoffaufnahmen gefördert zu werden. Bei verschiedenen Spezies wurde gezeigt, dass oral verabreichte Wachstumsfaktoren die Entwicklung des Neugeborenen und besonders des GIT beeinflussen (Odle et al., 1996). Um dies zu testen, haben wir Kälber während der ersten drei Tage nach der Geburt nur mit einem K-Ersatz gefüttert, der in seiner groben Nährstoffzusammensetzung zwar dem jeweiligen K-Gemelk (Tage 1–3) entsprach, der aber biologisch aktive Substanzen (z.B. IGF-I) nur in sehr geringen Mengen enthielt (Rauprich et al., 2000a). Bei den mit K-Ersatz gefütterten Kälbern war die Xyloseabsorption im Vergleich zu Kälbern, die im gleichen Zeitraum mit K gefüttert wurden, reduziert. Histo-morphometrische Untersuchungen der Darmmucosa dieser Kälber zeigten eine Reduktion der Zottenfläche im Jejunum und Ileum um ca. 20% im Vergleich zu den mit K-Ersatz gefütterten Kälbern (Blättler, Hammon und Blum, nicht publiziert). Zudem fanden wir eine um 20% reduzierte Proliferation der epithelialen Zellen des Dünndarms (basierend auf Messung der Inkorporation von Bromdeoxyuridin in die DNA). Neben der hohen

Nährstoffversorgung scheinen somit weitere Faktoren, die das Kalb mit K aufnimmt, für die Entwicklung des GIT von Bedeutung zu sein. Untersucht wurden bisher vor allem IGFs und I. Rezeptoren für IGF-I, IGF-II und I konnten wir in der Mucosa des Dünndarms neonataler Kälber nachweisen und die Rezeptordichte für diese Substanzen war höher bei mit K als mit MAT gefütterten Kälbern (Baumrucker et al., 1994a; Hammon und Blum, 1998b). Es ist denkbar, dass IGFs und I das Wachstum der Darmmucosa fördern. So erhöhte oral verabreichter rekombinierter humaner IGF-I (rhIGF-I, der die gleiche Aminosäuresequenz aufweist wie boviner IGF-I), basierend auf der Inkorporation von [<sup>3</sup>H]-Thymidin, die Mitoserate der epithelialen Dünndarmzellen neonataler Kälber (Baumrucker et al., 1994a). Andererseits hatte oral verabreichter hIGF-I (sezerniert in grossen Mengen durch die Milchdrüse genmanipulierter Kaninchen; Wolf et al., 1997) keine Effekte auf Zellproliferation und Grösse der Dünndarmzotten und auf die Kryptengrösse von Dünndarm (Fäh, Hammon, Brem und Blum, unveröffentlicht). Die Situation bezüglich Effekten von IGF-I auf das Darmwachstum ist zumindest beim neonatalen Kalb derzeit widersprüchlich. Die Fütterung und die Matrix (z.B. Bindungsproteine), in der die Wachstumsfaktoren (und andere bioaktive Substanzen) eingeschlossen sind, könnte die Wirkung dieser Substanzen massiv beeinflussen. Wir verfolgen weiter die Hypothese, dass nicht ein einzelner Wachstumsfaktor, sondern das synergistische Zusammenwirken mehrerer Wachstumsfaktoren, die durch K aufgenommen werden, die Entwicklung des GIT fördert.

## Metabolische Effekte

Die Aufnahme von Kolostrum verursacht erhebliche metabolische Veränderungen. Nach der ersten K-Aufnahme steigen die Plasmakonzentrationen von Gesamtprotein aufgrund der Absorption von Immunglobulinen (speziell IgG) bekanntlich rasch an. Eine reduzierte sowie eine verzögerte K-Aufnahme führte in unseren Untersuchungen zu einem erniedrigten IgG- und damit Gesamtproteinstatus (Hadorn et al., 1997; Hadorn und Blum, 1997; Hammon und Blum, 1999; Kühne et al., 2000; Rauprich et al., 2000a, b; Zanker et al., 2000). Zudem erhöhte eine intensive K-Versorgung die Plasma-Albuminkonzentrationen, was auf eine erhöhte Proteinsynthese in der Leber hinweist (Kühne et al., 2000; Rauprich et al., 2000b). So stiegen bei Kälbern, die in den ersten drei Lebenstagen mit K gefüttert wurden, die Albuminkonzentrationen während der ersten Lebenswoche an. Dies war



**Neu  
Nouveau**

**Wirksam gegen/  
Efficace contre !**  
Magen- und Darmrundwürmer/  
Vers ronds gastro intestinaux :  
*Ostertagia ostertagi*  
(inkl. hypobiotische L4) y c. L4 en hypobiose),  
*Ostertagia spp.*,  
*Cooperia oncophora*,  
*Cooperia spp.*,  
*Nematodirus spp.*,  
*Haemonchus spp.*,  
*Trichostrongylus axei*,  
*Trichostrongylus spp.*,  
*Oesophagostomum spp.*,  
*Bunostomum phlebotomum*,  
*Trichuris spp.*  
Lungenwürmer/  
Vers pulmonaires :  
*Dictyocaulus viviparus*.  
Dasselbigen/Varron :  
*Hypoderma bovis*, *H. lineatum*.  
äuse/Poux :  
*Linognathus vituli*,  
*Haematopinus eurysternus*,  
*Solenopotes capillatus*.  
Haarlinge/Malophages :  
*Bovicola bovis*.  
Raudemilben/Gale :  
*Chorioptes bovis*,  
*Sarcopetes bovis*.  
Kleine Weideschaffliege/  
Mouche des cornes :  
*Haematobia irritans*.

# Eprinex®

(Eprinomectin)

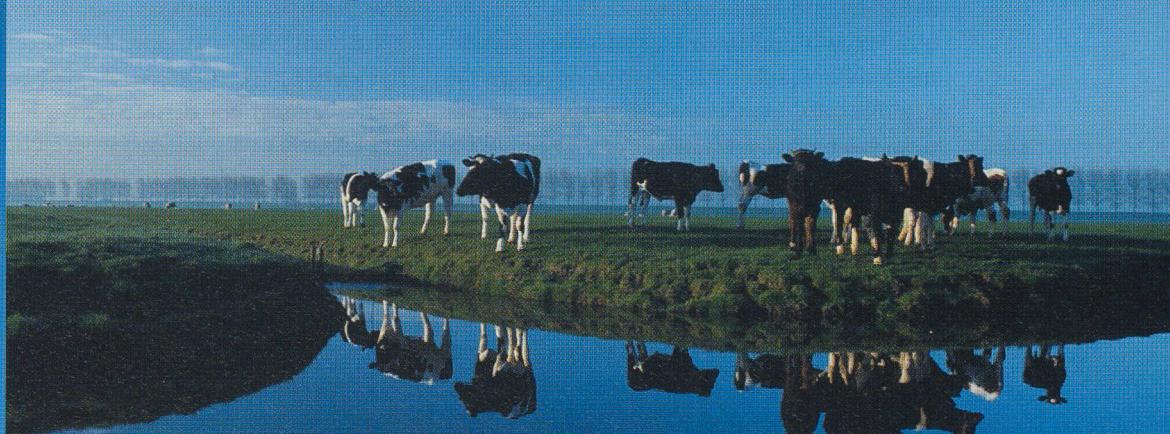
## Pour-On

# Die endektozide Revolution !

# La révolution endectocide !

**Pour-On – Für Rinder  
aller Altersklassen, inkl. Milchkühe**

**Pour-On – Pour bovins de toute  
classe d'âge, y c. les vaches laitières**



**Die Weiterentwicklung  
des Welterfolges IVOMEC®**

**Issu du succès mondial IVOMEC®**



© Merial

Produit par/Hersteller : Merck Sharp & Dohme - NL

Distribué par/Vertrieb durch : **biokema**

**BIOKEMA SA, 1023 Crissier-Lausanne, tél. 021/ 633 31 31, fax 021/ 633 31 00**

**KOMPOSITION :** 1 ml contient : Eprinomectine 5 mg, Antioxydant : E 321, Excip. **PROPRIÉTÉS/EFFETS :** L'éprinomectine, un avermectine, appartient en tant qu'endectocide au groupe des lactones macrocycliques. Ces substances sont liées de façon sélective, et avec une haute affinité, aux récepteurs de glutamate des canaux ions chloré situés dans les neurones et myocytes des invertébrés. Il en résulte une plus grande perméabilité de la membrane cellulaire aux ions Cl<sup>-</sup> et partant une hyperpolarisation des cellules nerveuses et musculaires, aboutissant à la paralysie et à la mort du parasite. Les représentants de ce groupe de substance peuvent également réagir avec d'autre récepteurs des canaux d'ions chloré, par exemple avec ceux qui répondent au médiateur chimique GABA (acide gamma-amino-butyrique). La marge de sécurité importante de ces substances chez les mammifères s'explique par le fait que ces animaux ne possèdent pas de récepteurs de glutamate au niveau des canaux d'ions chloré, et que chez les mammifères, l'affinité des lactones macrocycliques pour d'autres récepteurs est minime. Normalement, la barrière hémato-encéphalique n'est pas franchie. **POSOLOGIE/MODE D'EMPLOI :** 1 ml d'EPRINEX Pour-On par 10 kg de poids corporel, correspondant à 0,5 mg d'éprinomectine par kg de poids corporel. **Mode d'emploi :** Application sur la peau du dos de l'animal. **Durée :** Application unique. **Remarque :** L'application d'EPRINEX Pour-On sur des surfaces cutanées fortement souillées risque de diminuer l'effet. En revanche, les averses aquatiques pourraient être exposé l'animal avant ou après le traitement n'influent pas sur l'efficacité du produit. En cas de gale sarcoptique sévère, il convient de n'appliquer l'EPRINEX Pour-On que sur une peau saine pour s'assurer une résorption correcte de l'éprinomectine, ce dernier exerçant une action systémique.

**Surdosage :** Lors d'application de concentrations croissantes (allant jusqu'à 10 fois la dose thérapeutique), des symptômes toxiques constants en une mydriase passagère ont été observés. Il n'existe pas d'antidote. **LIMITATIONS D'EMPLOI :** L'emploi est strictement externe. **EFFETS INDÉSIRABLES :** Aucun n'a été observé jusqu'à ce jour. Au cas où vous constatez un effet secondaire indésirable chez votre animal, veuillez le signaler à votre vétérinaire. **DELAI D'ATTENTE :** musculature : 12 jours, foie, reins : 17 jours, lait : aucun. **INTERACTIONS :** Une vaccination contre les vers pulmonaires exécutée auparavant, ne devrait être suivie d'un traitement par EPRINEX Pour-On qu'au bout de 14 jours au minimum après la deuxième vaccination.

**ZUSAMMENSETZUNG :** 1 ml enthält : Eprinomectin 5 mg, Antiox.: E 321, Excip. **EIGENSCHAFTEN/WIRKUNGEN :** Eprinomectin, ein Avermectin, gehört als Endektoid in die Substanzklasse der makrozyklischen Laktonen. Diese Stoffe werden selektiv und mit hoher Affinität an Glutamat-Rezeptoren von Chloridionenkanälen gebunden, die in Nerven- bzw. Muskelzellen von wirbellosen Tieren vorkommen. Dadurch wird die Permeabilität der Zellmembran gegenüber Chloridionen erhöht. Es kommt zur Hyperpolarisation der Nerven bzw. Muskelzelle, was zur Paralyse und zum Tod des Parasiten führt. Vertreter dieser Substanzklasse können auch mit anderen Rezeptoren der Chloridionenkanäle reagieren, beispielsweise mit solchen, die auf den Neurotransmitter Gamma-Aminobutyraum (GABA) ansprechen. Die breite Sicherheitsmarke dieser Substanzen in Säugetieren erklärt sich dadurch, dass diese Tiere kein Glutamat-Rezeptor an Chloridionenkanälen besitzen, und die Affinität der makrozyklischen Laktone gegenüber anderen Säugetier-Rezeptoren sehr niedrig ist. Die Blut-Hirnschranke wird in der Regel nicht durchbrochen. **DOSIERUNG/ANWENDUNG :** 1 ml EPRINEX Pour-On pro 10 kg KGW, entsprechend 0,5 mg Eprinomectin pro kg KGW. **Art der Anwendung :** Zum Auftragen auf die Rückenhaut. **Dauer der Anwendung :** Einmalige Anwendung. **Hinweis zur sichereren Anwendung :** Die Applikation von EPRINEX Pour-On auf stark verschmutzte Hautareale kann die Wirkung beeinträchtigen. Dagegen haben Regenschauer vor oder nach der Behandlung keinen Einfluss auf die Wirksamkeit des Produktes. Eprinomectin wirkt systemisch. Um die Resorption bei schwerer Sarcoptose sicherzustellen, EPRINEX Pour-On nur auf gesunde Haut applizieren. **Überdosierung :** Toxische Symptome bei steigenden Konzentrationen (bis zum 10-fachen der therapeutischen Dosis) bestanden in vorübergehender Mydriasis. Ein Gegenmittel existiert nicht. **ANWENDUNGSEINSCHRÄNKUNGEN :** Nur zur äußerlichen Anwendung bestimmt. **UNERWÜNSCHTE WIRKUNGEN :** Bisher keine beobachtet. Sollte eine Nebenwirkung bei Ihrem Tier feststellen, teilen Sie diese Ihren Tierarzt mit. **ABSETZFRISTEN :** Muskulatur : 12 Tage, Leber, Nieren : 17 Tage, Milch : keine. **WECHSELWIRKUNGEN :** Bei vorher durchgeführter Lungenwurmkontinenz sollte die Behandlung mit EPRINEX Pour-On nicht vor Ablauf von 14 Tagen nach der zweiten Vakzinierung durchgeführt werden.

**PRÄSENTATION :** Flacons de 250 ml et 1000 ml. **PACKUNGEN :** Flaschen zu 250 ml bzw. 1000 ml.

OICM/IKS-Nr. 54/259 (A)

nicht der Fall, wenn in den ersten drei Tagen nur MAT gefüttert wurde.

In verschiedenen Untersuchungen haben wir deutliche Fütterungseffekte auf den Harnstoffstatus festgestellt. So reagierte die Harnstoffkonzentration im Blutplasma auf eine um 24 h verzögerte K-Versorgung mit einem Anstieg (Hadorn et al., 1997; Zanker et al., 2000). Die Harnstoffkonzentrationen im Plasma der Kälber nahmen mit steigender Aufnahme an K zu (Kühne et al., 2000), dagegen blieben bei Kälbern aus einer Mutterkuhhaltung mit einer erwartungsgemäss relativ hohen K-Versorgung bei gleichzeitigem Anstieg der Albuminkonzentrationen die Harnstoffkonzentrationen im Plasma während der ersten Woche unverändert (Egli und Blum, 1998). Wurden Kälber mit K-Ersatz gefüttert, stiegen die Harnstoffkonzentrationen im Plasma stärker an als bei mit K gefütterten Kälbern, obwohl die Protein- und Energiezufuhr vergleichbar war (Rauprich et al., 2000a; Kühne et al., 2000). Die Fütterungseffekte auf die Harnstoffkonzentration sind vorwiegend auf unterschiedliche Desaminierung absorbiert oder aus Körperproteinen stammender Aminosäuren zurückzuführen.

Die K-Aufnahme beeinflusst auch das Verhalten der freien Aminosäuren (AA) im Blut. Wir fanden, dass eine verzögerte K-Aufnahme um 24 h den Gehalt an mehreren essentiellen AA beeinflusst (Zanker et al., 2000). Wir konnten auch zeigen, dass Kälber, denen K während dreier Tage verfüttert wurde, höhere Plasmakonzentrationen an freien essentiellen Aminosäuren hatten als Kälber, die nur einmal mit K gefüttert wurden oder die nach der Geburt nur MAT erhielten (Hammon und Blum, 1999). Die Plasmakonzentrationen von freier Glutaminsäure (Glu) und freiem Glutamin (Gln) wurden ebenfalls stark von der K-Aufnahme beeinflusst. Interessanterweise stieg die Plasmakonzentration der freien Glu nach der K-Aufnahme an, nicht aber nach Fütterung von MAT, und gleichzeitig sank die Plasmakonzentration von freiem Gln nach der ersten K-Fütterung ab, nicht aber nach Fütterung von MAT. Es scheint, dass die Fütterung von K die Verwertung von Gln, das für das Wachstum schnell sich teilen der Zellen (z.B. Darmzellen) wichtig ist, stimuliert und deshalb eine Reduktion der Plasmakonzentration verursacht.

Die Aktivität von Enzymen wie  $\gamma$ -Glutamyltransferase ( $\gamma$ GT), Laktatdehydrogenase, Aspartatamino transferase und Glutamatdehydrogenase ist in K höher als in Vollmilch und wir fanden einen Anstieg von deren Aktivitäten im Plasma neonataler Kälber nach der ersten K-Aufnahme, nicht aber nach Fütterung von MAT oder wenn die Kälber das erste K erst 24 h nach der Geburt erhielten (Hadorn and Blum, 1997; Hammon und Blum, 1998c; Zanker,

Hammon und Blum, unveröffentlicht). Es ist zu vermuten, dass nicht nur  $\gamma$ GT, sondern auch die anderen Enzyme intakt absorbiert werden. Die biologische Bedeutung ist aber nicht klar. Das post-absorptive kinetische Verhalten von  $\gamma$ GT ist anders als dasjenige von IgG, da die Aktivität von  $\gamma$ GT deutlich schneller abnimmt als die Plasmakonzentration von IgG (Baumrucker et al., 1994b; Hadorn und Blum, 1997).

Die Aufnahme von MAT unmittelbar nach der Geburt verursachte beim Kalb einen stärkeren Anstieg der Plasmakonzentration von Glucose (G) als die Aufnahme von K, bedingt durch einen höheren Laktosegehalt (bezogen auf die Trockenmasse) im MAT als im K (Hammon und Blum, 1998c; Kühne et al., 2000), während eine um 24 h verzögerte Kolostrumaufnahme eine deutliche Reduktion der G-Konzentration zur Folge hatte (Hadorn et al., 1997). Allerdings waren nach mehrmaliger K-Fütterung die Plasmakonzentrationen von G höher als nach ausschliesslicher Fütterung von MAT (Hammon und Blum, 1998c; Kühne et al., 2000). Letzteres deutet darauf hin, dass die intestinale Verdauung von Lactose oder die Absorption von G oder die Gluconeogenese durch die Versorgung mit K verbessert wird. Möglicherweise wird auch die Fetsäureoxidation durch die Aufnahme von K stimuliert, wodurch G eingespart werden kann.

Die Plasmakonzentrationen von nicht veresterten Fettsäuren (NEFA), Triglyceriden (TG), Phospholipiden (PL) und Cholesterin werden sehr stark vom Zeitpunkt und der Menge der K-Aufnahme beeinflusst. Die Konzentration der NEFA ist bei der Geburt relativ hoch und sinkt im Verlaufe der ersten Lebenswoche schnell ab. Fehlende Fütterung am ersten Lebenstag verursachte einen schnellen Anstieg der NEFA-Konzentration als Ausdruck vermehrter Depotfettmobilisation und (damit kausal gekoppelt) einer Zunahme von Gesamtbilirubin im Blutplasma (Hadorn et al., 1997). Weiter waren die Konzentrationen von TG, PL und Cholesterin und die Konzentrationen essentieller und nicht essentieller Fettsäuren in den verschiedenen Lipidfraktionen bei Kälbern, die K erst 24 h nach der Geburt erhielten, deutlich niedriger als bei Kälbern, die K unmittelbar nach der Geburt erhielten (Blum et al., 1997). Dies galt auch für die Plasmakonzentrationen fettlöslicher Vitamine oder deren Vorstufen ( $\beta$ -Carotin, Retinol, ( $\alpha$ -Tocopherol), nicht aber für wasserlösliche Vitamine (B-6, B-12, Folsäure). Die Plasmakonzentrationen von TG, PL und Cholesterin waren in der ersten Lebenswoche niedriger bei nur mit MAT gefütterten Kälbern im Vergleich zu Kälbern, die während dreier Tage K erhielten (Hammon und Blum, 1998c; Kühne et al., 2000). Die Konzentrationen dieser Lipide und die Konzentrationen essentieller

und nicht essenzieller Fettsäuren waren auch dann niedriger, wenn K-Ersatz mit einem Rohfettgehalt entsprechend K gefüttert wurde (Rauprich et al., 2000a). Der Lipidstatus ist also nicht nur abhängig von der aufgenommenen Fettmenge, sondern wird durch die Aufnahme von K direkt gefördert. Interessanterweise war bei Kälbern, denen hIGF-I zusammen mit K-Ersatz gefüttert wurde, die TG-Konzentration im Blut erhöht (Fäh, Hammon, Brem und Blum, unveröffentlicht). Die zugrunde liegenden Mechanismen sind derzeit unklar. Wir vermuten, dass Kolostrum (bzw. dessen Bestandteile, z.B. IGF-I) gewisse Komponenten der Verdauung und Absorption beeinflussen, z.B. die Lipaseaktivität oder die Bildung von Fettsäurebindungsproteinen.

### Endokrine Effekte

Die Aufnahme von Kolostrum hat deutliche Effekte auf gastrointestinale und pankreatische Hormone (Guilloteau et al. 1995, 1997; Blum und Hammon, 1999a,b). So fanden wir deutlich verminderte Plasmakonzentrationen von Gastrin und G-abhängigem insulinotropem Polypeptid (GIP) bei Kälbern, die während der ersten 24 h nach der Geburt kein K erhielten (Hadorn et al., 1997). Deinen Konzentration normalisierte sich aber nach Fütterung von K ab dem zweiten Lebenstag, was einer vergleichsweise raschen Anpassung entspricht.

Die Plasmakonzentration von I stieg in Abhängigkeit von der G-Konzentration nach der ersten postnatalen Fütterung schnell an, besonders wenn MAT an Stelle von K gefüttert wurde (Hammon und Blum, 1998c; Kühne et al., 2000), eine Absorption von kolostralem Insulin konnte aber nicht nachgewiesen werden (Grütter und Blum, 1991a). Die postprandiale Reaktion ist vor allem auf die Hyperglykämie zurückzuführen. Im Vergleich zu älteren Tieren (Hostettler-Allen, 1994; Hugi et al., 1997) ist der postprandiale Anstieg von I aber relativ gering, was bedeutet, dass die sekretorische Kapazität von Insulin bei neonatalen Kälbern noch nicht voll ausgebildet ist. Die postprandialen Plasmakonzentrationen von I waren während der ersten Lebenswoche reduziert bei Kälbern, die erst 24 h nach der Geburt K, die MAT an Stelle von K erhielten oder die während 24 h nicht gefüttert wurden (Kinsbergen et al., 1994; Hadorn et al., 1997; Hammon et al., 2000; Hammon und Blum, 1998c; Kühne et al., 2000). Der leicht verminderte I-Status war vermutlich in dieser Situation z.T. die Folge leicht reduzierter G-Konzentrationen.

Das pankreatische Glucagon hat antagonistische Effekte zu I und die Plasmakonzentrationen ver-

halten sich dementsprechend anders. In unseren Untersuchungen stiegen die Plasmakonzentrationen von Glucagon nach der ersten Fütterung stärker an bei Kälbern, die K statt MAT erhielten (Hammon und Blum, 1998c; Kühne et al., 2000). Zusätzliche K-Fütterungen verbesserten während der ersten zwei Lebenstage den Glucagonstatus im Blutplasma (Kühne et al., 2000; Rauprich et al., 2000b). Allerdings waren die Plasmakonzentrationen von Glucagon ab drittem Lebenstag höher bei Kälbern mit K-Ersatz oder MAT statt K. Ebenfalls höher waren die Plasmakonzentrationen von Cortisol bei MAT oder K-Ersatz im Vergleich zu K gefütterten Kälbern (Hammon und Blum, 1998c; Kühne et al., 2000; Rauprich et al., 2000a). Für die Deckung des G-Bedarfs beim Neugeborenen ist die Bereitstellung von G mittels Gluconeogenese unerlässlich. Glucagon und Cortisol stimulieren beide die Gluconeogenese und dürften bei Kälbern mit reduzierter K-Aufnahme für die G-Homeostase wichtig sein. Andererseits deuten die höheren Glucagonkonzentrationen im Plasma bei gleichzeitig ansteigenden I-Konzentrationen nach der ersten K-Fütterung auf einen intensiveren Stoffumsatz bei mit K gefütterten Kälbern hin.

Die somatotrope Achse funktioniert grundsätzlich beim neugeborenen Kalb (Hammon und Blum, 1997b). So wird die Sekretion von Wachstumshormon (GH) durch Verabreichung von GH-Releasingfaktor stimuliert, allerdings unabhängig von der Menge an gefüttertem K. Die Verabreichung von GH verursachte jedoch nur einen mäßigen Anstieg der IGF-I-Konzentration im Blutplasma (Grütter und Blum, 1991b; Hammon und Blum 1997b). Da beim neugeborenen Kalb GH-Rezeptoren in der Leber nur in geringer Zahl vorkommen, könnte dies eine Erklärung für die geringe GH-Wirkung auf IGF-I sein (Breier und Sauerwein, 1995). Die Injektion von Long-R<sup>3</sup>-IGF-I (einem IGF-I-Derivat), das nicht an IGF-Bindungsproteine (IGFBPs) bindet und deshalb biologisch sehr viel wirksamer ist als IGF-I, reduzierte die Plasmakonzentration von GH und IGF-I bei gleichzeitigem Anstieg (relativ zu IGFBP-3) der Konzentrationen IGFBP-2 (das im Gegensatz zu IGFBP-3 die Blutkapillaren verlassen kann und deshalb die Clearance von IGF-I aus dem Blutplasma erhöht).

Die Plasmakonzentrationen von IGF-I werden auch beim neonatalen Kalb durch die K-Aufnahme beeinflusst. Sowohl eine um 24 h verzögerte K-Aufnahme als auch die Fütterung von MAT anstelle von K reduzierten die Plasmakonzentrationen von IGF-I in der ersten Lebenswoche, während die Plasmakonzentrationen von GH kaum beeinflusst wurden oder eher zunahmen (Hadorn et al., 1997; Hammon et al., 2000; Hammon und Blum, 1997b; Kühne et al., 2000). Ein entspre-

chendes Verhalten findet man allgemein nach reduzierter Futteraufnahme (Thissen et al., 1994). Eine ungenügende Energie- und Proteinversorgung könnte somit auch beim neugeborenen Kalb für niedrige Konzentrationen von IGF-I verantwortlich sein. IGF-I im K scheint für den IGF-I-Plasmaspiegel aber unbedeutend zu sein. In mehreren Studien konnten wir nämlich keine Absorption von IGF-I aus K nachweisen (Baumrucker et al., 1994a; Hammon und Blum, 1997b; Fäh, Hammon, Brem und Blum, unveröffentlicht). Auch wenn direkt in den Dünndarm infundiert, war die Absorption von IGF-I äusserst niedrig oder nicht nachweisbar (Vacher et al., 1995). Ähnliche Beobachtungen wurden auch bei neugeborenen Schweinen gemacht (Donovan et al., 1997). Dagegen konnten wir nachweisen, dass IGF-I beim 8 Tage alten Kalb im GIT, im Pankreas, in der Niere, in der Milz, in (Bug-)Lymphknoten, im Thymus und vor allem in der Leber exprimiert wird (Cordano et al., 1998), was auch immunhistochemische Untersuchungen bezüglich Lokalisation von IGF-I in der Leber und im Pankreas zeigen (Bestetti et al., 1992; Hammon und Blum, unveröffentlicht). Beim neugeborenen Kalb korrelierte die Exprimierung von IGF-I in der Leber sehr gut ( $r = 0.9$ ) mit der Plasmakonzentration von IGF-I und somit war die endogene IGF-I Produktion in der Leber massgebend für die Plasmakonzentrationen von IGF-I (Cordano, Hammon und Blum, unveröffentlicht). Quantitative Studien über die IGF-I-Exprimierung in der Leber wiesen weiter auf einen Zusammenhang mit der K-Aufnahme hin. So war die Exprimierung von IGF-I am höchsten bei Kälbern, die während der ganzen ersten Lebenswoche Erstkolostrum in abgestuften Mengen erhielten, und war höher bei mit K gefütterten Kälbern als bei Kälbern, die K-Ersatz erhielten. Grundsätzlich nehmen die Plasmakonzentrationen von IGF-I bei limitiert gefütterten Kälbern in der ersten Lebenswoche eher ab und es ist in diesem Zeitraum keine deutliche Gewichtszunahme feststellbar. Kälber aus Mutterkuhherden, die K nach freiem Belieben und vermutlich in sehr viel höheren Mengen aufnehmen als Kälber aus konventioneller Aufzucht, zeigten dagegen neben einer signifikanten Gewichtszunahme auch ansteigende IGF-I-Konzentrationen in der ersten Lebenswoche (Egli und Blum, 1998).

Es gibt sechs IGFBPs, deren Konzentration sich auch beim Kalb ontogenetisch verändert (Skaar et al., 1994). IGFBPs sind für die Regulation der Plasmakonzentration von IGF-I und von dessen biologischen Effekten von grosser Bedeutung. Wir konnten zeigen, dass die IGFBPs auch beim neonatalen Kalb durch die K-Fütterung beeinflusst werden. So waren die Plasmakonzentrationen von IGFBP-2, das als kleinmolekulares IGFBP den

Blutkreislauf verlassen kann, höher bei Kälbern, die ausschliesslich mit MAT gefüttert wurden im Vergleich zu mit K gefütterten Kälbern. Die Plasmakonzentrationen von IGFBP-3, das den Hauptteil des IGF-I im Plasma bindet, sanken dagegen während der ersten Lebenswoche bei neugeborenen Kälbern ab, unabhängig davon, ob die Kälber K oder von Anfang an nur MAT erhielten (Hammon und Blum, 1997b). Auch eine verzögerte K-Aufnahme beeinflusst die Plasmakonzentrationen der IGFBPs. Die Konzentrationen von IGFBP-3 sanken ab und diejenigen von IGFBP-2 stiegen im Blutplasma nach 24 h verzögerter K-Fütterung an (Hammon et al., 2000). Da die Zunahme der IGFBP-2-Konzentrationen im Blutplasma mit einem gleichzeitigen Abfall der IGF-I-Konzentrationen einhergeht, ist anzunehmen, dass eine Verschiebung der IGFBP-Konzentrationen hin zu den kleinmolekularen Bindungsproteinen bei der Regulation von IGF-I im Blutplasma eine wichtige Rolle spielt. Ein reduzierter I-Status im Plasma, wie er bei ausschliesslich mit MAT oder bei 24 h verzögert gefütterten Kälbern beobachtet wurde, führt ebenfalls zu einer Erhöhung der Konzentrationen der kleinmolekularen IGFBPs im Blutplasma. Neue Untersuchungen zeigen hohe postnatale Konzentrationen und eine schnelle postprandiale Reduktion der Konzentration von IGFBP-1 (Hammon, Breier und Blum, unveröffentlicht).

Die Plasmakonzentration von Prolactin nimmt nach der Geburt zu (Hadorn et al., 1997; Hammon und Blum, 1998a, c; Kühne et al., 2000). Wir haben aber in allen unseren Untersuchungen keine Unterschiede bezüglich dem Verhalten von PRL gefunden zwischen Kälbern, die K, MAT, Milch oder kein Futter erhielten. Hinweise für eine Absorption durch das neonatale Kalb von kolostralem PRL konnten bis jetzt nicht erbracht werden. PRL wird offensichtlich beim neonatalen Kalb durch die Fütterung nicht beeinflusst.

Die Plasmakonzentrationen von 3,5,3'-Triiodthyronin (T3) und Thyroxin (T4) nahmen im Verlauf der ersten Lebenswoche ab (Ronge und Blum 1988; Hammon und Blum, 1998c; Rauprich et al., 2000a, b). Nach all unseren Untersuchungen erfolgten die Veränderungen unabhängig von der Fütterung. Diese Befunde stehen im Gegensatz zu Befunden von Grongnet et al., (1985), die bei fehlender Fütterung eine Reduktion der T4- und T3-Konzentration feststellten, ähnlich wie dies bei älteren wachsenden Rindern der Fall ist (Blum et al., 1985).

## Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen zeigen, dass Kolostrum für die morphologische und funktionelle Entwicklung des Kalbes wichtig ist. Die Aufnahme des ersten Kolostrums verursacht postprandiale Reaktionen, die z.T. spezifisch sind. Das metabolische und endokrine Verhalten bei neonatalen Kälbern bei Futterentzug ist wesentlich komplexer als bei älteren Kälbern und Rindern.

## Dank

Die Studien wurden vor allem durch den Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Projekte Nr. 32-30188.90, 32-36140.92, 32-49729.96, 32-51012.97), zudem teilweise durch die H.-W.Schaumann-Stiftung, Hamburg, F.Hoffmann-La Roche, Basel, Novartis AG, Basel, und Gräub AG, Niederwangen unterstützt.

### Bovine colostrum – more than just an immunoglobulin supplier

The intake of colostrum in newborn calves not only influences the immune status, but also the development of the gastrointestinal tract and other organs, metabolism and endocrine systems. Besides nutrients bioactive substances of colostrum have additionally to be considered. Metabolic and endocrine effects are transient, indications for metabolic and endocrine imprinting by differences in feeding in the first week of life have so far not been found. Nevertheless, changes observed in association with feeding especially of colostrum are considered important for the critical first week of life.

**Key words:** calf – neonatology – colostrum – metabolism – endocrinology

## Literatur

- Baumrucker C.R., Blum J.W. (1994): Effects of dietary recombinant insulin-like growth factor on concentrations of hormones and growth factors in the blood of newborn calves. *J. Endocrinol.* 140, 15–21.
- Baumrucker C.R., Hadsell D.L., Blum J.W. (1994a): Effects of dietary rhIGF-I in neonatal calves: Intestinal growth and IGF receptors. *J. Anim. Sci.* 72, 428–433.
- Baumrucker C.R., Green M.H., Blum J.W. (1994b): Effects of dietary rhIGF-I in neonatal calves on the appearance of glucose, insulin, D-xylose, globulins and gamma-glutamyltransferase in blood. *Domest. Anim. Endocrinol.* 11, 393–403.
- Bestetti G.E., Blum J.W., Rossi G. (1992): Immunohistochemistry of hepatic IGF-I in calves, pigs and rats. *J. Vet. Med. A* 39, 747–751.
- Blum J.W., Schnyder W., Kunz P.L., Blom A.K., Bickel H., Schuerch A. (1985): Reduced and compensatory growth: endocrine and metabolic changes during energy restriction and realimentation in steers. *J. Nutr.* 115, 417–425.
- Blum J.W., Hadorn U., Sallmann H.-P. Schuep W. (1997): Delaying colostrum intake by one day impairs the plasma lipid, essential fatty acid, carotene, retinol and ( $\alpha$ -tocopherol status in neonatal calves. *J. Nutr.* 127, 2024–2029.
- Blum J.W., Hüsler B., Morel C., Egli C.P., Kühne S., Rauprich A., Hugi D., Hammon H., Brückmaier R.M., Jaggy A., Faissler D., Zurbriggen A. (1998) Nitrite/nitrate concentrations in blood plasma, cerebrospinal fluid and saliva and in urinary excretions of calves: age dependency and nutritional effects. ESVCN Conference, Wien.
- Blum J.W., Hammon H. (1999a): Endocrine and metabolic aspects in milk-fed calves. *Domest. Anim. Endocrinol.* 17, 219–230.
- Blum J.W., Hammon H. (1999b): Pancreatic hormones (insulin and glucagon) in calves: ontogenetic changes and nutritional effects. In: *Biology of the Pancreas in Growing Animals* (Pierzynowski S.G., Zabielski R., eds.), Elsevier, Amsterdam. *Developments in Animal and Veterinary Sciences* 28, 27–44.
- Breier B.H., Sauerwein H. (1995): Regulation of growth in ruminants by the somatotropic axis. In: *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. Eds. W. Engelhardt, S. Leonhard-Marek, G. Breves, D. Giesecke. Proc. 8. Int. Symp. of Ruminant Physiology, Sept. 1994, Bad Wüllingen/Germany. F. Enke Verlag, Stuttgart., pp. 451–474.
- Bühler C., Hammon H., Rossi G.L., Blum J.W. (1998): Small intestinal morphology in eight-d old calves fed colostrum for different durations or only milk replacer and treated with Long-R3-IGF-I and growth hormone. *J. Anim. Sci.* 76, 758–765.
- Cordano P., Hammon H., Blum J.W. (1998): Tissue distribution of insulin-like growth factor mRNA in 8-day old calves. In: *Proc. of the Symposium on «Growth in Ruminants: Basic Aspects, Theory and Practice for the Future»*. Eds J.W. Blum, T. Elsasser, P. Guilloteau, Aug. 20–22, University of Berne, Switzerland, p. 288
- Donovan S.M., Chao J.C.J., Zijlstra R.T., Odle J. (1997): Orally administered iodinated recombinant human insulin-like growth factor-I (125I-rhIGF-I) is poorly absorbed by the newborn piglet. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 24, 174–182.
- Egli C., Blum J.W. (1998): Clinical, hematological, metabolic and endocrine traits during the first three months of life of suckling Simmentaler calves held in a cow-calf operation. *J. Vet. Med. A* 45, 99–118.

- Gronnet J.F., Gronnet-Pinchon E., Witowski A. (1985): Neonatal levels of plasma thyroxine in male and female calves fed a colostrum or immunoglobulin diet or fasted for the first 28 hours of life. Reprod. Nutr. Dév. 25, 537–543.
- Grütter R., Blum J.W. (1991a): Insulin and glucose in neonatal calves after peroral insulin and intravenous glucose administration. Reprod. Nutr. Dév. 31, 389–397.
- Grütter R., Blum J.W. (1991b): Insulin-like growth factor I in neonatal calves fed colostrum or whole milk and injected with growth hormone. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 66, 231–239.
- Guilloteau P., Le Huérou-Luron I., Toullec R., Chayvialle J.A., Blum J.W. (1995): Regulatory peptides in young ruminants. In: Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. Eds. W. v. Engelhardt, S. Leonhard-Marek, G. Breves and D. Giesecke. Proc. 8. Int. Symp. of Ruminant Physiology, Sept. 1994, Bad Wünnenberg/Germany. F. Enke Verlag, Stuttgart, pp. 519–537.
- Guilloteau P., Le Huérou-Luron I., Toullec R., Chayvialle J.A., Zabielski R., Blum J.W. (1997): Gastrointestinal regulatory peptides and growth factors in young cattle and sheep. J. Vet. Med. A44, 1–23.
- Hadorn U., Blum J.W. (1997): Effects of colostrum, glucose or water on the first day of life on plasma immunoglobulin G concentrations and  $\gamma$ -glutamyltransferase activities in calves. J. Vet. Med. A 44, 531–537.
- Hadorn U., Hammon H., Bruckmaier R.M., Blum J.W. (1997): Delaying colostrum intake by one day has important effects on metabolic traits and on gastrointestinal and metabolic hormones in neonatal calves. J. Nutr. 127, 2011–2023.
- Hammon H., Blum J.W. (1997a): Enhanced xylose absorption in neonatal calves by prolonged colostrum feeding. J. Anim. Sci. 75, 2915–2919.
- Hammon H., Blum J.W. (1997b): The somatotropic axis in the neonatal calf can be modulated by nutrition, growth hormone and long-R<sup>3</sup>-insulinlike growth factor-I. Am. J. Physiol. 273, E130–E138.
- Hammon H., Blum J.W. (1998a): Endocrine and metabolic changes in neonatal calves in response to growth hormone and Long-R<sup>3</sup>-insulin-like growth factor I administration. Biol. Neonate 73, 121–128.
- Hammon H., Blum J.W. (1998b): Intestinal IGF type 1 and type 2 and insulin receptors in neonatal calves: effects of feeding colostrum for different duration or only milk replacer. 3rd Int. Conference on Farm Animal Endocrinology. Brüssel.
- Hammon H., Blum J.W. (1998c): Metabolic and endocrine traits of neonatal calves are influenced by feeding colostrum for different duration or only milk replacer. J. Nutr. 128, 624–632.
- Hammon H., Blum J.W. (1999): Free amino acids in plasma of neonatal calves are influenced by feeding colostrum for different durations or by feeding only milk replacer. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 82, 193–204.
- Hammon H.M., Zanker I.A., Blum J.W. (2000): Delayed colostrum feeding affects IGF-I and insulin plasma concentrations in neonatal calves. J. Dairy Sci. 83, 85–92.
- Hostettler-Allen R., Tappy L., Blum J.W. (1994): Insulin resistance, hyperglycemia and glucosuria in intensively milk-fed calves. J. Anim. Sci. 72, 160–173.
- Hugi D., Bruckmaier R.M., Blum J.W. (1997): Insulin resistance, hyperglycemia, glucosuria, and galactosuria in intensively milk-fed calves: dependence on age and effects of high lactose intake. J. Anim. Sci. 75, 469–482.
- Kinsbergen M., Sallmann H.P., Blum J.W. (1994): Metabolic, endocrine and hematological changes in 1-week-old calves after milk intake, in response to fasting and total parenteral nutrition. J. Vet. Med. A 41, 268–282.
- Kühne S., Hammon H.M., Bruckmaier R.M., Blum J.W. (2000): Growth performance, metabolic and endocrine traits, and intestinal absorptive capacity in neonatal calves fed either colostrum or milk replacer at two levels. J. Anim. Sci., 78, 609–620.
- Odle J., Zijlstra R.T., Donovan S.M. (1996): Intestinal effects of milk borne growth factors in neonates of agricultural importance. J. Anim. Sci. 74, 2509–2522.
- Rauprich A.B.E., Hammon H.M., Blum J.W. (2000a): Effects of feeding colostrum and a formula with nutrient contents on growth performance, health status and metabolic and endocrine traits in neonatal calves. Biol. Neonate, in press.
- Rauprich A.B.E., Hammon H.M., Blum J.W. (2000b): Influence of feeding different amounts of first colostrum on metabolic, endocrine, and health status and on growth performance in neonatal calves. J. Dairy Sci., in press.
- Ronge H., Blum J.W. (1998): Somatomedin C and other hormones in dairy cows around parturition, in newborn calves and in milk. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 60, 168–176.
- Skaar T.C., Baumrucker C.R., Deaver D.R., Blum J.W. (1994): Ontogeny of circulating insulin-like growth factor (IGF) binding proteins in calves. J. Anim. Sci. 73, 421–427.
- Thissen J.P., Ketelslegers J.M., Underwood L.E. (1994): Nutritional regulation of insulin-like growth factors. Endocr. Rev. 15, 80–101.
- Vacher P.-Y., Bestetti G., Blum J.W. (1995): Insulin-like growth factor I absorption in the jejunum of neonatal calves. Biol. Neonate 68, 354–367.
- Wölf E., Jehle P.M., Weber M.M., Sauerwein H., Daxenberger A., Breier B.H., Besenfelder U., Frenyo L., Brem G. (1997): Human insulin-like growth factor I (IGF-I) produced in the mammary glands of transgenic rabbits: yield, receptor binding, mitogenic activity, and effects of IGF-binding proteins. Endocrinology 138, 307–313.
- Zanker I.A., Hammon H.M., Blum J.W. (2000): Plasma amino acid pattern during the first month of life in calves fed the first colostrum at 0–2 or at 24–25 hours after birth. J. Vet. Med. A, 46, 107–121.

## Korrespondenzadresse

Prof. Dr. J. Blum  
Abt. für Ernährungspathologie, Institut für Tierrzucht der Universität Bern  
Bremgartenstr. 109a  
CH-3012 Bern