

## **Die Zucht hochleistender und gesunder Milchkühe – nur ein Traum?**

M. SCHWERIN<sup>1,2</sup>

### **Zusammenfassung**

Der züchterische Fortschritt und das bessere Wissen über den Nährstoffbedarf der Tiere haben die Milchleistung der Kühe im vergangenen Jahrhundert um ein Mehrfaches ansteigen lassen. Für die funktionalen Merkmale wie Gesundheit oder Fruchtbarkeit ist – trotz ihrer zunehmenden Berücksichtigung im Zuchtziel – kein oder ein nur sehr geringer Zuchtfortschritt erzielt worden. Erste Befunde zur Nährstoff abhängigen Steuerung der Funktion von proliferierenden Lymphozyten bzw. Entwicklung von Follikeln beim Rind weisen darauf hin, dass es offensichtlich keinen genetisch fixierten Antagonismus im Sinne pleiotroper Genwirkungen zwischen der Laktationsleistung und der Gesundheit bzw. Fruchtbarkeit der Milchkuh gibt. Die Laktationsleistung ist indirekt über die negative Energiebilanz zu Beginn der Laktation negativ mit beiden funktionalen Merkmalen korreliert. Die Selektion auf hohe Milchleistung muss dabei nicht im Widerspruch zur Haltung gesunder Kühe stehen. So wurde in epidemiologischen Studien gezeigt, dass mehr als zwei Drittel aller hochleistenden Milchkühe eine normale Gesundheit und Fruchtbarkeit aufweisen. Dabei sind es oft die gleichen Tiere, die Gesundheits- und Fruchtbarkeitsprobleme zeigen. Grundsätzlich stellen optimale Management-, Fütterungs- und Haltungsbedingungen für die Ausschöpfung des genetischen Potentials und damit für die Haltung hochleistender und gesunder Milchkühe wesentliche Rahmenbedingungen dar. Die zukünftige Zucht hochleistender und gesunder Milchkühe erfordert zwingend weitere Forschung wie z. B. zu den neuroendokrinen und gastrointestinalen Regulationsmechanismen der Futteraufnahme oder den molekularen Mechanismen der differentiellen Verwertungskapazität von Kühen.

**Schlüsselwörter:** Milchleistung, Gesundheit, Fruchtbarkeit, Züchtung, Milchrind

### **Summary**

#### **Breeding of high performance and healthy dairy cows – only a dream?**

Due to breeding progress and improved knowledge about nutrition requirements of animals, milk performance of cows increased several times during the last century. No or only little breeding progress was obtained for functional traits like animal health or fertility despite their increasing consideration within the breeding aim. First results of nutrition dependent regulation of proliferating lymphocytes and follicle development in

---

<sup>1</sup> Institut für Nutztierwissenschaften und Technologie, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der Universität Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 8, 18059 Rostock

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN), Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf, E-Mail: schwerin@fbn-dummerstorf.de

cattle, respectively, indicate that there is no genetically fixed antagonism between lactation performance and animal health and fertility, respectively, in the sense of pleiotropic gene effects. The lactation performance is indirectly negatively correlated with both functional traits via a negative energy balance at the beginning of lactation. However, selection for high milk performance must not stand in contradiction to keeping of healthy animals. So, epidemiological studies showed that more than two third of all high performance dairy cows exhibit normal health and fertility and that mostly same animals show health and fertility problems. In principle, optimal management, feeding and keeping conditions are essential prerequisites for exhaustion of the genetic potential and by this for keeping of high performance healthy dairy cows. Future breeding of high performance and healthy dairy cows requires further research e. g. of the neuroendocrine and gastrointestinal mechanisms of regulation of feed consumption or of the molecular mechanisms of the different capacity for feed utilization of cows.

**Keywords:** Milk performance, animal health, fertility, breeding, dairy cattle

## 1 Einleitung

Der züchterische Fortschritt und das bessere Wissen über den Nährstoffbedarf der Tiere haben die Milchleistungen (Milch-, Fett- und Eiweißmenge) der Kühe im vergangenen Jahrhundert um ein Mehrfaches ansteigen lassen (siehe Abb. 1).

Kühe, die täglich mehr als 50 kg Milch produzieren, sind heute keine Seltenheit mehr. Solche sogenannten „Hochleistungskühe“ – für die Ernährung des Kalbes reichen täglich etwa 8 kg Milch der Mutterkuh – scheiden mit der Milch etwa 1,6 kg Eiweiß, 2,0 kg Fett

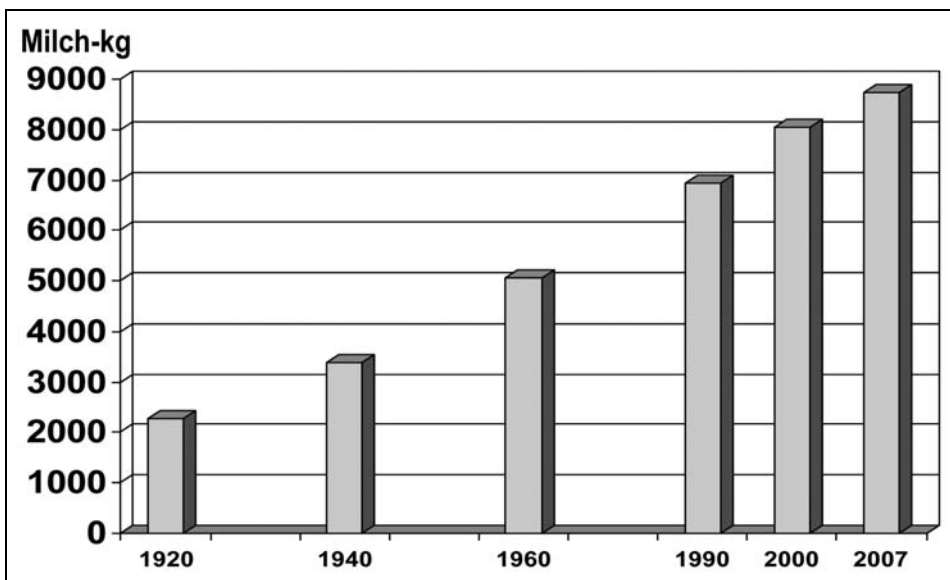


Abb. 1. Entwicklung der mittleren Laktationsleistung des Deutschen Holstein Rindes seit 1920.  
*Development of mean lactation performance of the German Holstein cattle since 1920.*

und 2,4 kg Zucker je Tag aus. Die Synthese dieser Stoffe bedeutet für den Stoffwechsel dieser Tiere eine enorme Belastung. Pro Kilogramm Körpergewicht und Tag sind zu ihrer Erzeugung etwa 0,5 MJ im Intermediärstoffwechsel umzusetzen. In der Phase der höchsten Milchleistung reichen für die Synthese der Milchinhaltsstoffe die Nährstoffe des Futters nicht mehr aus, so dass die Kuh auch eigene Körpergewebe – insbesondere Fett – mobilisieren muss, um den Energiebedarf zu decken. So ist es letztlich nicht verwunderlich, dass mit steigender Milchleistung und folglich zunehmender metabolischer „Beanspruchung“ der Kuh auch vermehrt Beeinträchtigungen der Gesundheit und Fruchtbarkeit beobachtet werden (BUTTLER, 2003).

In der Abb. 2 sind die mittleren Zuchtwerte ausgewählter Milchleistungs- und funktionaler Merkmale der Bullenjahrgänge 1992 – 2003 des Deutschen Holstein Rindes (DH) dargestellt. Auf der einen Seite wird deutlich, welche Zuchtfortschritte nach wie vor im Leistungsmerkmal Milchmenge erreicht werden. Auf der anderen Seite zeigt sich aber auch, dass in den funktionalen Merkmalen, trotz ihrer zunehmenden Berücksichtigung im Zuchtziel, kein oder nur ein sehr geringer Zuchtfortschritt erzielt wird (BERGLUND, 2008). Dieser sehr unterschiedliche genetische Trend wird auch an der Entwicklung der Leistungs- und funktionalen Merkmale der DH-Population sichtbar. Während die mittlere Milchleistung von Deutschen Holstein Kühen von 1994 bis 2006 um 1623 kg stieg, sank das Abgangsalter der Kühe im gleichen Zeitraum von 68,4 auf 63,6 Monate (ADR, 1995; ADR, 2007).

Diese reziproke Entwicklung zwischen der Laktationsleistung und der funktionalen Nutzungsdauer ist vermutlich die Ursache der nur unwesentlich gesteigerten durchschnittlichen Lebensleistung der Kühe. Die Ursache dieser negativen genetischen Korrelation zwischen Leistungs- und Gesundheits- bzw. Reproduktionsmerkmalen könnte zum einen auf einem „echten“ genetischen Merkmalsantagonismus, d. h. auf der pleiotropen Wirkung von Genen, oder zum anderen auf einem „scheinbaren“ Merkmalsantagonismus, d. h. z. B. auf der indirekten phänotypischen Korrelation dieser Merkmale über dritte Merkmale, beruhen. Während bei Bestehen eines echten genetischen Antagonismus nur der Weg über die Identifizierung und Eliminierung der Negativallele bleibt, könnte bei einem scheinbaren Antagonismus durch eine entsprechende Zuchtzielgestaltung einer offensichtlich negativen genetischen Korrelation begegnet werden. Die Kenntnis der molekularen Ursachen der beobachteten negativen genetischen Korrelation zwischen der Laktationsleistung und der Gesundheit bzw. Fruchtbarkeit stellt deshalb eine wesentliche Voraussetzung für die Zucht hochleistender und gesunder Milchkühe dar.

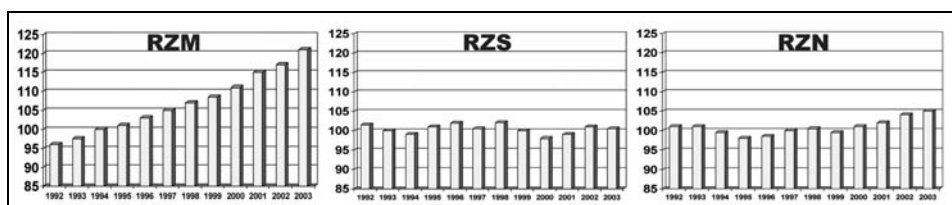


Abb. 2. Relativzuchtwerte Milchmenge (RZM), Eutergesundheit (RZS) und funktionale Nutzungsdauer (RZN) der Deutschen Holstein Besamungsbullen der Geburtsjahrgänge 1992 – 2003 (VIT, 2008).

*Relative estimated breeding values of milk yield (RZM), udder health (RZS) and functional herd life (RZN) of German Holstein breeding bulls of the 1992 – 2003 age-groups (VIT, 2008).*

## 2 Merkmalsantagonismus zwischen Laktation und Gesundheit/Fruchtbarkeit – Biologische Erklärungen

Auf der Suche nach biologischen Erklärungen für die funktionelle Ausprägung von zur Milchbildung antagonischen Merkmalen scheint die „Ressource Allocation Theory“ am plausibelsten, die besagt, dass die für den Stoffwechsel verfügbare Energie entsprechend einer Hierarchie der physiologischen Bedeutung eingesetzt wird (RAUW et al., 1998). Die entsprechende Nutzung durch den Organismus ist ein bekanntes biologisches Phänomen in natürlich lebenden Populationen (OFTEDAHL, 1993). So werden die metabolen „Brennstoffe“ entsprechend folgender Hierarchie eingesetzt (nach WADE and JONES, 2004):

- 1) Essentielle Prozesse wie Aufrechterhaltung der Zellen, Zirkulation und Nervenaktivität,
- 2) Reduzierbare Prozesse wie Bewegung, Thermoregulation, Wachstum,
- 3) Entbehrliche Prozesse wie Reproduktion, Fettspeicherung.

Bezieht man in diese hierarchische Betrachtung der nutritiven Versorgung von Geweben deren Funktion mit ein (HAMMOND, 1952), wird deutlich, dass Nährstoffimbalancen zu sehr unterschiedlichen funktionellen Auswirkungen auf den Organismus führen können. Während z. B. die Reproduktion in Hinsicht auf die Energieversorgung zu den entbehrlichen Prozessen zählt, werden durch den Organismus für die Milchbildung bevorzugt exo- und endogene Nährstoffe bereitgestellt. Diese nutritive Priorisierung der Milchbildung ist evolutionär bedingt und dient der Ernährung des Kalbes. Die entsprechend dem Laktationskurvenverlaufe nach der Geburt schnell ansteigende, aber zeitlich begrenzte, weil abnehmende Bereitstellung einer ausreichenden Menge an Milch mit hoher physiologischer Priorität durch die Mutter, d. h. weitgehend unabhängig von ihrer Versorgung mit Nährstoffen während der Laktation, sichert dem jungen Säuger nicht nur die frühe Etablierung eines voll homöothermen Organismus (durch die hohe Energiedichte und funktionsauslösende bzw. -steuernde Inhaltsstoffe der Milch), sondern stellt auch einen effektiven Puffer gegenüber Schwankungen der adulten Nährstoffversorgung dar. Eine für den jungen Säuger ausreichend hohe Milchmenge, welche bei Nahrungsmangel auch zu Lasten der Körperreserven des Muttertieres gewährleistet wird, sichert das Überleben der Art. Darüber hinaus ermöglicht die Säugung die Beibehaltung der Nahrungsspezialisierung des Muttertieres und eine verlängerte „Mutter-Kind-Beziehung“ bei gleichzeitig möglichem Aufbau sozialer Verbände.

Mit der steil ansteigenden Laktationsleistung steigt der Energiebedarf der hochleistenden Kuh deutlich stärker, als die Energieaufnahme über das Futter ansteigen kann: das Tier gerät in eine negative Energiebilanz. Verstärkt wird diese durch die beobachtete initial deutlich begrenzte Futtermittelaufnahme der hochleistenden Tiere. Die Kuh mobilisiert in großem Umfang eigene Körperreserven, um den Energiebedarf zu decken. In diesem Zusammenhang konnte gezeigt werden, dass trotz einer Belastung des Energiestoffwechsels die Milchsekretion unverändert durch die Mobilisierung von Körperreserven fortgesetzt wird (BRADFORD and ALLEN, 2005; KRAUSE and OETZEL, 2005). Das Ausmaß der Mobilisation kann an Hand der Abnahme der Rückenfettdicke oder des ‚Body Condition Score‘ (BCS) gemessen werden. Diese negative Energiebilanz der Milchkuh in der frühen Laktation kann in einen kausalen Zusammenhang mit den in den ersten Laktationswochen bei hochleistenden Kühen häufig beobachteten spezifischen Gesundheits- und Fruchtbarkeitsproblemen (siehe Abb. 3) gebracht werden.

Während DE HAAS et al. (2007) den genetischen Zusammenhang zwischen dem BCS und der Fruchtbarkeit bei Milchrindern zeigen, konnten in ersten Untersuchungen zur Nährstoff abhängigen Funktionssteuerung von proliferierenden Lymphozyten (Fox et al., 2005) bzw. zum Zusammenhang von Energieimbalancen und der Follikelentwicklung

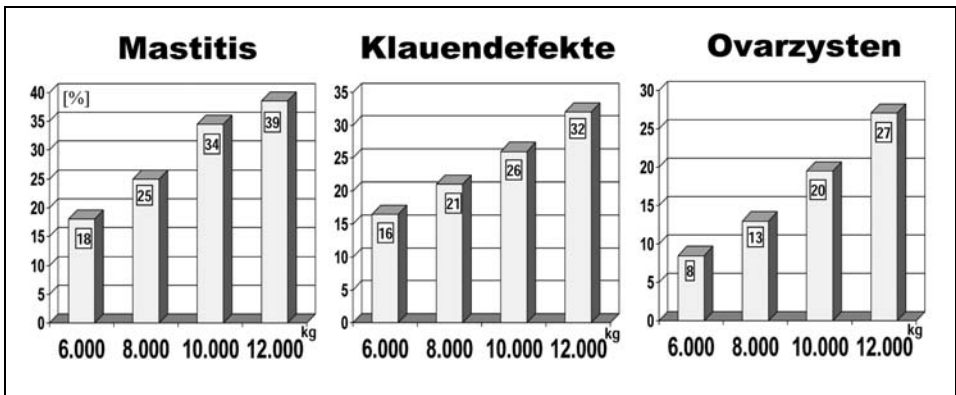


Abb. 3. Erkrankungshäufigkeit (in %) von Milchrindern mit unterschiedlicher 305-Tage-Milchleistung (nach FLEISCHER et al., 2001).

*Frequency (in %) of diseased dairy cows with different 305-days-milk yield (according to FLEISCHER et al., 2001).*

beim Rind mögliche zu Grunde liegenden Stoffwechselprozesse identifiziert werden (siehe Abb. 4). Bei der Funktionssteuerung von proliferierenden Lymphozyten dienen Kinasen (AKT, AMPK, TOR) als Nährstoff(Glukose-) Sensoren: Während bei ausreichender Nährstoffverfügbarkeit AKT die Aufnahme und den Abbau von Glukose und TOR die Proteinsynthese aktiviert, hemmt AMPK bei Nährstoffmangel die Proliferation und Effektorfunktion von Th-1-Zellen (Fox et al., 2005). Zusammen mit der eingeschränkten Granulozyten- und Makrophagenfunktion infolge der geringeren glykolytischen ATP-Bereitstellung wird dadurch eine höhere Empfindlichkeit für Infektionen bei Glukosemangel bewirkt. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass eine negative Energiebilanz über die Abnahme der pulsatischen Sekretion des luteotropen Hormons (LH) bzw. der LH-Sensitivität des Ovars zu einer verminderten Entwicklung dominanter Follikel und dadurch zu einer Zunahme des Intervalls Geburt – 1. Ovulation p. p. führt (BUTTLER, 2003). In diesem Zusammenhang konnten REPPPEL and JUNG (2008) zeigen, dass mit zunehmendem Energiemangel die embryonalen Verluste beim Milchrind steigen.

Auf Grund dieser Befunde wird deutlich, dass es offensichtlich keinen genetisch fixierten Antagonismus im Sinne pleiotroper Genwirkungen zwischen der Laktationsleistung und der Gesundheit und Fruchtbarkeit der Milchkuh gibt. Die Laktationsleistung ist indirekt über die negative Energiebilanz zu Beginn der Laktation negativ mit beiden funktionalen Merkmalen korreliert. Die enorme züchterische Milchleistungssteigerung, die maßgeblich durch die Leistung der ersten 100 Laktationstage getragen wird, konnte in vorteilhafter Weise die evolutionär/genetisch bewährten Vorgaben der nutritiven Priorisierung der Milchdrüse nutzen und ist noch fortsetzbar. Im Gegensatz dazu scheint die Persistenz der Laktationskurve weniger züchterisch beeinflussbar, die deshalb nur einen relativ geringen Beitrag zum Zuchtfortschritt beitragen wird. In bisherigen Untersuchungen, welche die züchterisch nutzbare natürliche Persistenz als Möglichkeit der Steigerung der Laktationsleistung zum Ziel hatten, konnten mit  $h^2 = 0,1$  bis  $0,2$  nur relativ geringe Heritabilitätswerte ermittelt werden. Aus evolutionärer Sicht hat Milch wohl insbesondere dann einen besonderen Wert für den Fortbestand der Art, wenn sie unmittelbar nach der Geburt als einzige Nahrungsquelle zur Verfügung steht. Mit zunehmender Aufnahme fester Nahrung sinkt ihr Wert.

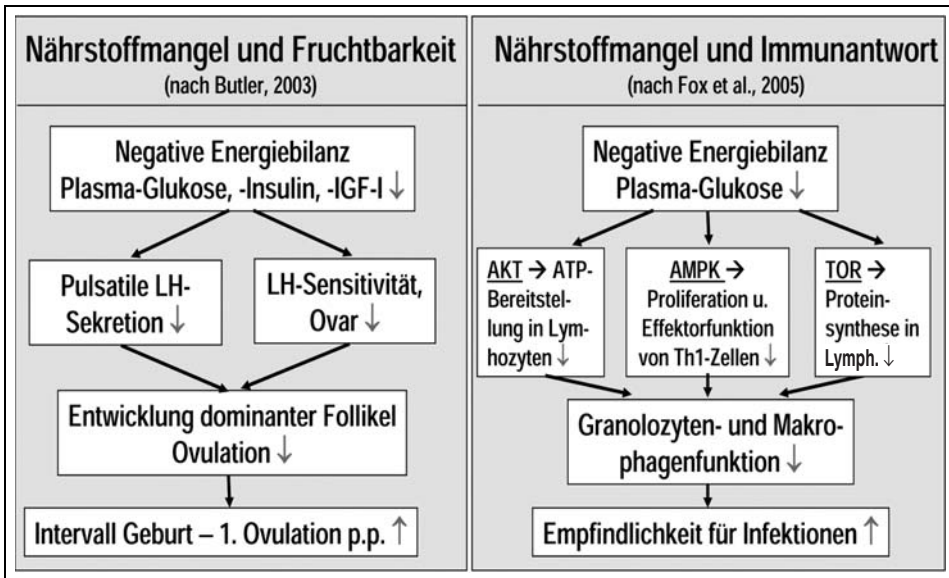


Abb. 4. Auswirkungen der negativen Energiebilanz auf Fruchtbarkeit und Immunantwort (nach BUTLER, 2003 und FOX et al., 2005).

*Effects of negative energy balance on fertility and immune response (according to BUTLER, 2003 and FOX et al., 2005).*

### 3 Herausforderungen für die Zucht hochleistender und gesunder Milchkühe

In einer Langzeitstudie konnten WÄNGLER und HARMS (2009) zeigen, dass die wesentliche Voraussetzung für eine rentable Milcherzeugung in der weiteren züchterischen Verbesserung von Milchleistung und Nutzungsdauer besteht. Bei auch zukünftig zu erwartenden hohen Milchproduktionskosten und zunehmend volatilen Milchpreisen wird eine effiziente Milchproduktion nur durch eine Steigerung der Leistung je Lebenstag möglich. Aus ökonomischer Sicht muss die Leistung einer Kuh mindestens 15 kg Milch je Lebenstag betragen, um ihre Kosten zu amortisieren und Gewinn zu erwirtschaften (WÄNGLER, 2009). Das entspricht z. B. einer Lebensleistung von  $\geq 30.000$  kg Milch bei einer Nutzungsdauer von 3,5 Laktationen. Dabei gibt es offensichtlich bei der Zucht auf Milchleistung, auch unter Beachtung der diskutierten evolutionär bewährten Vorgaben hinsichtlich der nutritiven Priorisierung der Milchdrüse, keine Alternative zur Zucht auf hohe Einstiegsleistung. So konnte gezeigt werden, dass insbesondere die Kühe mit einer hohen Einstiegsleistung und damit auch einem höheren Energiedefizit die höchste Leistungseffizienz, d. h. Leistung je Lebenstag, aufweisen und nicht die Kühe mit einer geringen Leistung zu Laktationsbeginn und damit mit einem geringeren Energiedefizit (WÄNGLER und HARMS, 2009).

Die Selektion auf hohe Milchleistung muss nicht im Widerspruch zur Haltung gesunder Kühe stehen. So wurde in epidemiologischen Studien gezeigt, dass mehr als zwei Drittel aller hochleistenden Milchkühe eine normale Gesundheit und Fruchtbarkeit aufweisen (FLEISCHER et al., 2001). Dabei sind es oft die gleichen Tiere, die Gesundheits- und Fruchtbarkeitsprobleme zeigen (RUDOLPHI, 2008). In diesem Zusammenhang sind unter Beachtung der vorliegenden Erkenntnisse zur Nährstoff abhängi-

gen Steuerung der Funktion von proliferierenden Lymphozyten bzw. der Entwicklung von Follikeln beim Rind die beobachteten großen Unterschiede in der tierindividuellen Leistung bei gleicher Futtergrundlage von besonderem Interesse (RODEHUTSCORD, 2003). Zum einen weisen sie auf die hohe Variation der individuellen Energie- und Nährstoffverwertung und zum anderen auf die möglichen Reserven in Hinsicht auf das bessere Verständnis der Strukturwirksamkeit von Rationen und der Energie- und Nährstoffverteilung für die Haltung hochleistender gesunder Milchkühe hin. Das bessere Verstehen der Kinetik des Abbaus von Nährstoffen und der mikrobiellen Aktivität im Pansen werden dafür genauso eine wichtige Voraussetzung darstellen wie die Aufklärung und Quantifizierung der Wechselwirkungen mit dem Leistungsniveau (SÜDBEKUM, 2002).

Optimale Management-, Fütterungs- und Haltungsbedingungen sind essentiell für die Ausschöpfung des genetischen Potentials und damit für die Haltung hochleistender und gesunder Milchkühe. Vergleichende Betriebsuntersuchungen zeigten, dass bei annähernd gleichen Milchleistungsniveaus sich die Fruchtbarkeitsleistungen signifikant unterscheiden (RUDOLPHI, 2008). So wiesen Kühe mit einer 305-Tageleistung zwischen 10.000 und 12.000 kg in Betrieben mit guter Fruchtbarkeitsleistung annähernd die gleiche Fruchtbarkeit auf wie Kühe mit einer 305-Tageleistung zwischen 5.000 und 8.000 kg in Betrieben mit schlechter Fruchtbarkeitsleistung. Eine besondere Bedeutung kommt auch einem verbesserten Selektionsmanagement insbesondere in der Frühlaktation zu (WANGLER und HARMS, 2009; WANGLER, 2009).

#### 4 Schlussfolgerungen

Die Ursache der schlechteren Fruchtbarkeit und Gesundheit von Kühen mit höheren Laktationsleistungen ist nicht primär die Milchleistung, sondern das bei Hochleistungskühen stärker ausgeprägte Energiedefizit zu Beginn der Laktation. Diese nur indirekte Beziehung zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit/Gesundheit bildet eine günstige Voraussetzung für ihre züchterische Verbesserung: Die Zucht hochleistender und gesunder Tiere ist **kein** Traum! Das genetische Milchleistungspotential ist bisher noch nicht ausgeschöpft. Allerdings erfordert die zukünftige Zucht hochleistender und gesunder Milchkühe zwingend weitere Forschung wie z. B. zu den neuroendokrinen und gastrointestinalen Regulationsmechanismen der Futteraufnahme, den molekularen Mechanismen der differentiellen Verwertungskapazität von Kühen oder den pathophysiologischen Mechanismen einer negativen Energiebilanz. Das bessere Verstehen der molekularen Ursachen der beobachteten negativen genetischen Korrelation zwischen der Laktationsleistung und der Gesundheit bzw. Fruchtbarkeit und eine dadurch mögliche optimierte Zuchtzielgestaltung stellt eine wichtige Voraussetzung für die zukünftige Zucht hochleistender und gesunder Milchkühe dar.

#### Literatur

- ADR, (1995): Rinderproduktion in Deutschland 1994. Ausgabe 1995.  
ADR, (2007): Rinderproduktion in Deutschland 2006. Ausgabe 2007.  
BERGLUND, B., (2008): Genetic improvement of dairy cow reproductive performance. *Reprod. Dom. Anim.* **43**, 89-95.  
BRADFORD, B.J. and M.S. ALLEN, (2005): Phlorizin administration increases hepatic gluconeogenic enzyme mRNA abundance but not feed intake in late-lactation dairy cows. *J. Nutr.* **135**, 2206-2211.

- BUTTLER, R., (2003): Energy balance relationships with follicular development, ovulation and fertility in postpartum dairy cow. *Livest. Prod. Sci.* **83**, 211-218.
- DE HAAS, Y., L.L. JANSSE and H.N. KADARMIDEEN, (2007): Genetic correlations between body condition scores and fertility in dairy cattle using bivariate random regression models. *J. Anim. Breed. Gen.* **124**, 277-285.
- FLEISCHER, P., M. METZNER, M. BEYERBACH, M. HOEDEMAKER and W. KLEE, (2001): The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *J. Dairy Sci.* **84**, 2025-2035.
- FOX, C.J., P.S. HAMMERMAN and G.B. THOMPSON, (2005): Fuel feeds function: energy metabolism and the T-cell response. *Nature Rev. Immunol.* **5**, 844-852.
- HAMMOND J., (1952): Physiological limits to intensive production in animals. *Brit. Agr. Bull.* **4**, 222-224.
- KRAUSE, K.M. and G.R. OETZEL, (2005): Inducing subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* **88**, 3633-3639.
- OFTEDAHL, O.T., (1993): The adaptation of milk secretion to the constraints of fasting in bears, seals, and Baleen whales. *J. Dairy Sci.* **76**, 3234-3246.
- RAUW, W.M., E. KANIS, E.N. NOORDHUIZEN-STASSEN and F.J. GROMMERS, (1998): Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livest. Prod. Sci.* **56**, 15-33.
- REPPEL, C. and M. JUNG, (2008): Frühe Trächtigkeitsverluste in Hochleistungsbetrieben. *Rind aktuell H. 4*, 40-41.
- RODEHUDSCORD, M., (2003): Perspektiven in der Tierproduktion: Ausgewählte Aspekte der Tierernährungswissenschaft. *Landbauforschung Völknerode, Sdh.* **263**, 53-60.
- RUDOLPHI, B., (2008): Wird die Fruchtbarkeitsleistung der Kühe durch die Milchleistung und Krankheit beeinflusst? *Rind aktuell Heft 4*, 50-51.
- SÜDEKUM, K.H., (2002): Grundlagen internationaler Futterbewertungssysteme für Milchkühe und Perspektiven für die deutschen Empfehlungen (Energie, Protein, Aminosäuren). *Übers.Tierern.* **30**, 135-162.
- VIT, (2007): Trends, Fakten, Zahlen 2007. Jahresbericht des VIT.
- VIT, (2008): Beschreibung der Zuchtwertschätzung für Milchleistungsmerkmale, Zellzahl, Exterieurmerkmale, Nutzungsdauer und Zuchtleistungsmerkmale. Stand April 2008.
- WADE G.N. AND J.E. JONES, (2004): Neuroendocrinology of nutritional infertility. *Am. J. Physiol.* **287**, R1277-R1296.
- WANGLER, A. and J. HARMS, (2009): Lebensleistung, Nutzungsdauer und Gesundheit von Milchkühen in Abhängigkeit vom Leistungsniveau. Beiträge zur Tierproduktion. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, H. **41**, 16-24.
- WANGLER, A., (2009): Untersuchungen zu Abgangsraten bei Milchkühen. Beiträge zur Tierproduktion. Mitt. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, H. **41**, 25-30.