



# Berichte über Landwirtschaft

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

BAND 94 | Ausgabe 3

Dezember 2016

AGRARWISSENSCHAFT

FORSCHUNG

—  
PRAXIS



# Kritische Anmerkungen zur Bewertung des Tierwohls mittels Genotyp-Phänotyp-Beziehungen bei hochleistenden Milchrindern

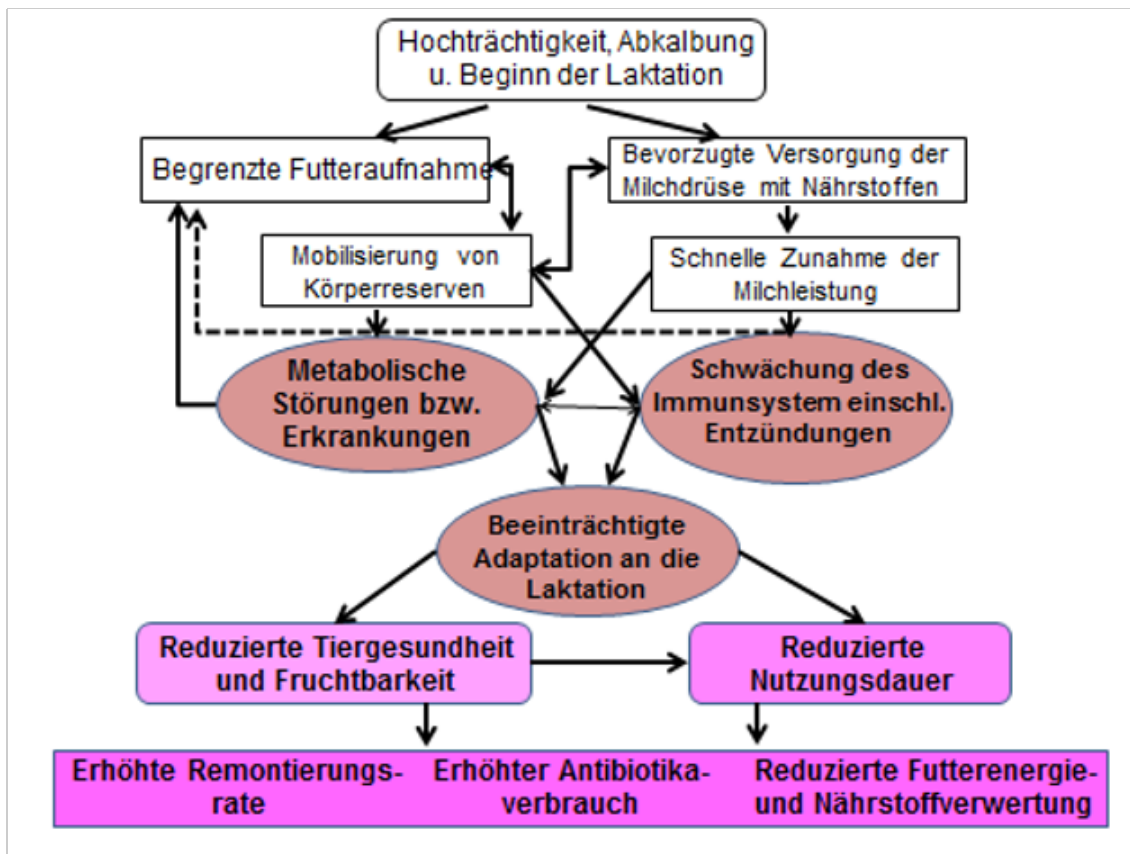
Prof. Dr. habil. Wilfried Brade, TiHo Hannover

## 1. Einleitung

Die Tierwohldebatte hat längst weite Bereiche der Gesellschaft erreicht; beginnend bei der Eier- und Geflügel- sowie bei der Schweinefleischerzeugung. Zwischenzeitlich steht auch die sehr intensive Milcherzeugung, speziell mit Holstein-Rindern, in der öffentlichen Kritik. In der wissenschaftlichen Literatur zur Thematik ‚Beziehungen zwischen Höhe der Milchleistung und Erkrankungshäufigkeit‘ findet man sehr widersprüchliche Aussagen; vor allem in neueren deutschen Publikationen. Die Ergebnisse und Ansichten der Autoren könnten unterschiedlicher kaum sein (16). Hier bedarf es einer Stellungnahme einschließlich der Kritik an unzureichenden statistischen Auswertungen sowie vor allem simplifizierten Schlussfolgerungen. Die Arbeit hat das Ziel einige häufig begangene Fehler (beginnend in der statistischen Auswertung) aufzuzeigen; wohl wissend, dass das Interesse an der Biometrie/mathematischen Statistik bereits im Studium häufig nicht sonderlich groß ist.

## 2. Antagonistische Beziehungen in der aktuellen Zuchtzielsetzung bei Holsteins

Die Leistungen der Milchkühe sind in Deutschland – speziell in den zurückliegenden Jahren – aufgrund einer intensiven Selektion auf höhere Milchleistung bei gleichzeitig verbesserter Fütterung, Haltung und tierärztlicher Betreuung rasant gestiegen. Mittlere Herdenleistungen von über 12.500 kg Milch/Kuh/Jahr sind heute keine Seltenheit mehr. Vor allem die Holstein-Rinder wurden in den letzten Jahrzehnten konsequent auf hohe Milcheinsatzleistung gezüchtet, verbunden mit einem zunehmenden Energiedefizit in der Früh lactation. Eine aktuelle Bewertung des offiziellen Gesamtzuchtwertes (= RZG, Stand: Dezember 2015) zeigt, dass seine konsequente Anwendung in der Zuchttierauslese, speziell in der Vatertierauswahl (= KB-Bulleneinsatz), zur weiteren Vergrößerung der bereits bestehenden negativen Energiebilanz (NEB) in der Folgegeneration beiträgt (7). Hohe Zwangsmernungen bei Milchkühen sind derzeit vor allem auf enorme Fruchtbarkeitsprobleme, metabolischen Stress sowie Erkrankungen des Euters, des Bewegungsapparates bzw. der weiblichen Geschlechtsorgane zurückzuführen. Bereits in der Früh lactation erstlaktierender Kühe gehen überproportional viele Kühe ab (8). (20) nennt in diesem Zusammenhang regelmäßige Erkrankungsraten von bis zu 60% der Kühe im Laktationsverlauf, ein vorzeitiger Abgang von ca. 20% aller Kühe pro Jahr und vermehrte Todesfälle (ca. 5 % pro Laktation). Dies stimmt mit detaillierten Untersuchungen von (25) in zahlreichen Testherden in Mecklenburg-Vorpommern gut überein. Einige bestehenden Zusammenhänge bei hochleistenden Milchkühen, speziell in der Früh lactation, sind nachfolgend vereinfacht schematisch aufgezeigt (Abbildung 1):



**Abbildung 1:** Vereinfachtes Schema bestehender Zusammenhänge bei hochleistenden Milchkühen in der Früh lactation.

**Quelle:** Eigene Darstellung.

Gut bekannt sind in diesem Zusammenhang auch solche Ernährungs- und Managementstrategien wie eine limitierte Energieversorgung der Milchkühe in der Trockenstehzeit, die Verbesserung der Energieaufnahme in der frühen Laktation oder die diätetische Unterstützung des Fett- oder Kohlenhydratstoffwechsels.

Der Erfolg der verschiedenen Strategien bleibt jedoch begrenzt, wenn seitens der Züchtung nach wie vor eine schnelle weitere Steigerung der Einsatzleistung in der Zuchttierbewertung hoch bewertet wird.

Eine moderne Zuchttierbewertung und Milchkühhaltung hat notwendigerweise das Tierwohl zu berücksichtigen; speziell vor dem Hintergrund bestehender Merkmalsantagonismen im Zuchtziel und der Sicherstellung einer hohen Verbraucherakzeptanz.

Beim Holstein-Rind sind derartige ungünstige Zusammenhänge zwischen der Milchmenge und Nutzungsdauer, der Milchmenge und Fruchtbarkeit oder der Milchmenge und Mastitishäufigkeit bzw. Milchmenge und ausgewählten Exterieurmerkmalen gut beschrieben (2, 5, 9, 11, 13, 14, 17, 19, 26, 27, 28).

Prinzipiell sollten folgende Zusammenhänge anerkannt werden (7):

1. generell höhere Stoffwechselbelastung bei höherer Leistung;
2. Abhängigkeit der Erkrankungshäufigkeit vom Laktationsstadium und Alter der Kuh; der Transit-Periode kommt hier eine besondere Bedeutung zu;
3. deutliche Zunahme der NEB (= negative Energiebilanz) in der Früh lactation mit zunehmender Leistungshöhe;
4. spezifische Vorerkrankungen haben z.T. weitere Folgeerscheinungen innerhalb der Laktation;
5. Vorerkrankungen in der vorangegangenen Laktation können die Erkrankungshäufigkeit in der Folgelaktation zusätzlich beeinflussen.

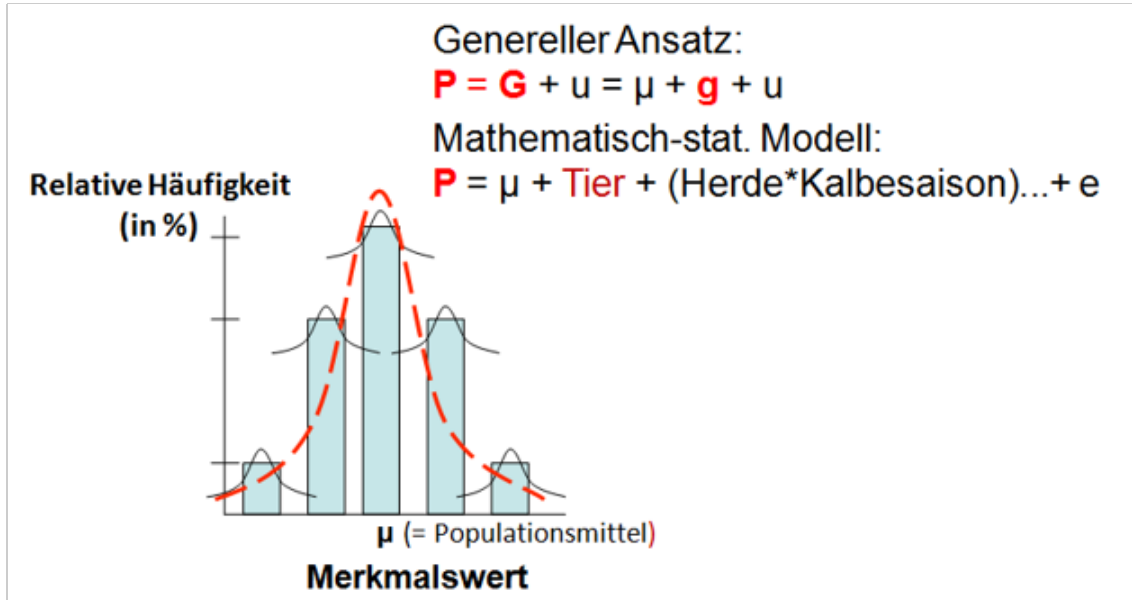
### 3. Definitionen und Zusammenhänge

#### 3.1 Der phänotypische und genotypische Wert

Als Phänotypen bezeichnet man die Merkmalswerte eines Tieres, die bezüglich eines bestimmten Merkmals auf Ebene einer Fortpflanzungsgemeinschaft (= Rasse, Herde) beobachtet werden können (z.B. Milchmengenleistung oder Körpermasse etc.) .

Die genetische Ausstattung eines Organismus, die durch seine DNA bestimmt wird, nennt man hingegen Genotyp .

Der Phänotyp wird durch das Zusammenwirken von Erbanlagen und Umweltfaktoren bestimmt und folgt häufig auf Ebene einer Population (Rasse) der Normalverteilung (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Verteilung der phänotypischen Merkmalswerte in einer Population (Rasse).

Der Phänotyp (P) ist im einfachsten Fall gleich dem genotypischen Wert (G) plus (oder minus) einer umweltbedingten Abweichung (u):

$$P = G + u = \mu + g + u$$

mit

P = phänotypischer Wert

G = genotypischer Wert

g = genetisch bedingter Effekt

$\mu$  = Populationsmittel (Gesamtmittel)

u = Abweichung verursacht durch die Umwelt.

Die phänotypische Varianz ( $s^2_p$ ) beschreibt die Gesamtheit der genetischen Variabilität und der hinzukommenden Umwelteinflüsse.

Für ein Merkmale (hier: x) sind - bei fehlenden Genotyp-Umwelt-Korrelationen (bzw. Interaktion, GUI) - folgende Beziehungen zu nennen:

$$s^2_{p(x)} = s^2_{g(x)} + s^2_{u(x)}$$

(2)

Nach Gleichung (1) resultieren die Phänotypen aus der Summe der Effekte der Genotypen und der Umwelt. Entsprechend kommt die phänotypische Varianz eines Merkmals (x) durch unterschiedliche Genotypen und modifizierende Umwelteffekte zustande.

Auch können nun die Varianzanteile in Beziehung gesetzt werden. Beispielsweise beschreibt die Heritabilität ( $h^2$ ) den genetisch bedingten Varianzanteil an der Gesamtvarianz. Die Heritabilität ist wiederum merkmalspezifisch. Folglich gilt für ein Merkmal ( $x$ ):

$$h^2_x = \frac{S^2_{g(x)}}{S^2_{p(x)}} \quad (3)$$

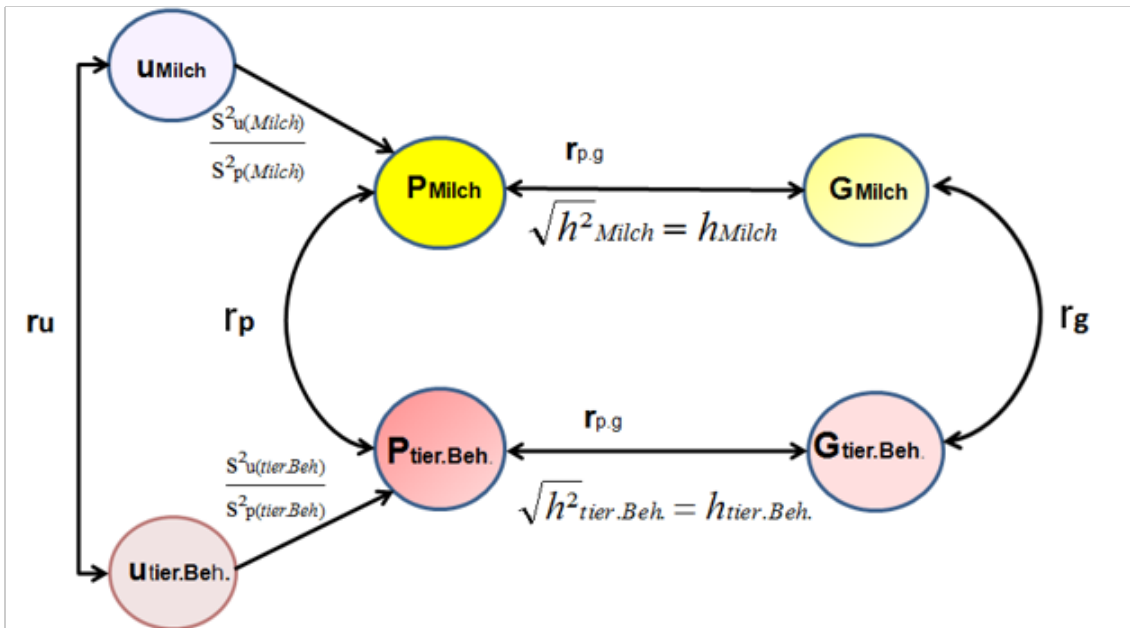
### 3.2 Korrelationen zwischen Merkmalen

In der Tierzucht müssen oft mehrere Merkmale gleichzeitig betrachtet werden. Dies entspricht dem Ansatz, dass Organismen nicht primär aus einer "Sammlung" von unabhängigen Merkmalen bestehen, sondern die Merkmale miteinander ein funktionierendes "Ganzes" bilden (2, 7). Betrachtet man die phänotypischen Merkmalswerte von zwei Merkmalen ( $x, y$ ) gleichzeitig, so resultiert auch die phänotypische Kovarianz aus der genetische Kovarianz ( $\text{cov}_{g(xy)}$ ) und der Umweltkovarianz ( $\text{cov}_{u(xy)}$ ). Die phänotypische Korrelation zwischen den beiden Merkmalen ( $r_{p(xy)}$ ) kann somit zerlegt werden in (30):

$$r_{p(xy)} = \frac{\text{COV}_{p(xy)}}{\sqrt{S^2_{p(x)} * S^2_{p(y)}}} = \frac{\text{COV}_{g(xy)} + \text{COV}_{u(xy)}}{\sqrt{(S^2_{g(x)} + S^2_{u(x)}) * (S^2_{g(y)} + S^2_{u(y)})}}$$

(4)

Die Zusammenhänge sind in der Abbildung 3 für ein praxisbezogenes Merkmalspaar (vereinfacht) schematisch dargestellt.



**Abbildung 3:** Schematische Darstellung der Genotyp-Phänotyp-Beziehungen für korrelierte Merkmale (z.B. "Milchleistung" und "Zahl der tierärztlichen Behandlungen").

Anmerkungen: P= Phänotyp, G= Genotyp (Tierkomponente), u = Umwelteffekt,  $h^2$  = Heritabilität,  $r_g$  = genetische Korrelation;  $r_p$  = phänotypische Korrelation,  $r_u$  = umweltbedingte Korrelation,  $s^2_u$  = umweltbedingte Varianz;  $s^2_p$  = phänotypische Varianz; Doppelpfeil: Korrelationen; Einfachpfeil: Pfadkoeffizienten.

Die beobachtbare Korrelation kann nun – unter Berücksichtigung oben genannter Beziehungen (Abbildung 3) – auch wie folgt charakterisiert werden:

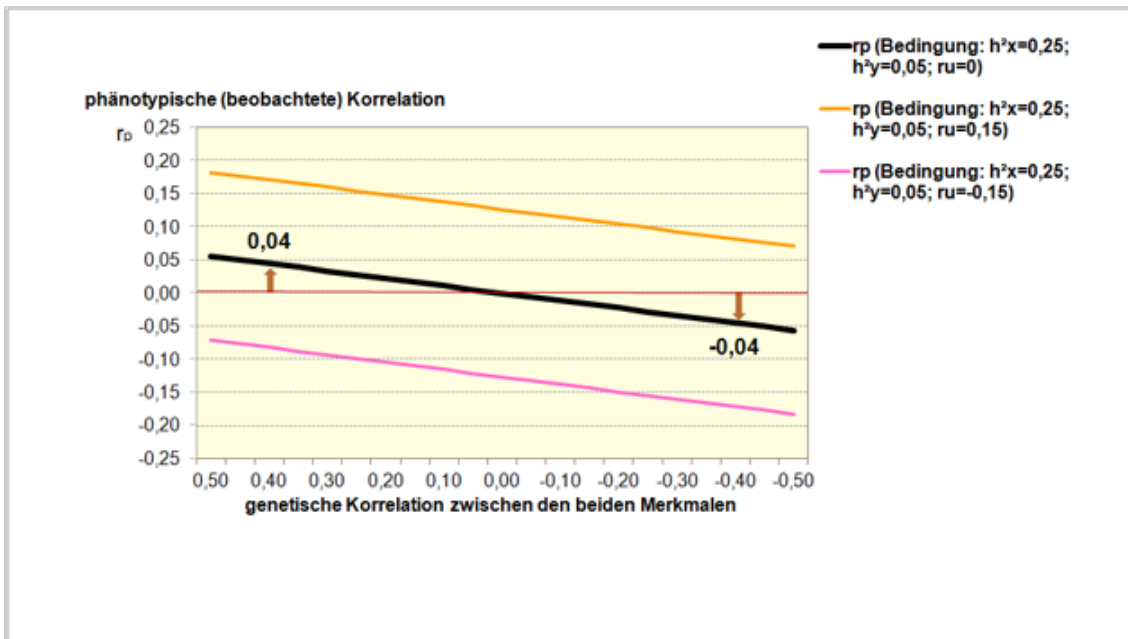
$$r_{p(xy)} = h_x h_y r_g(xy) + \sqrt{(1-h^2_x) * (1-h^2_y)} * r_u(xy)$$

(5)

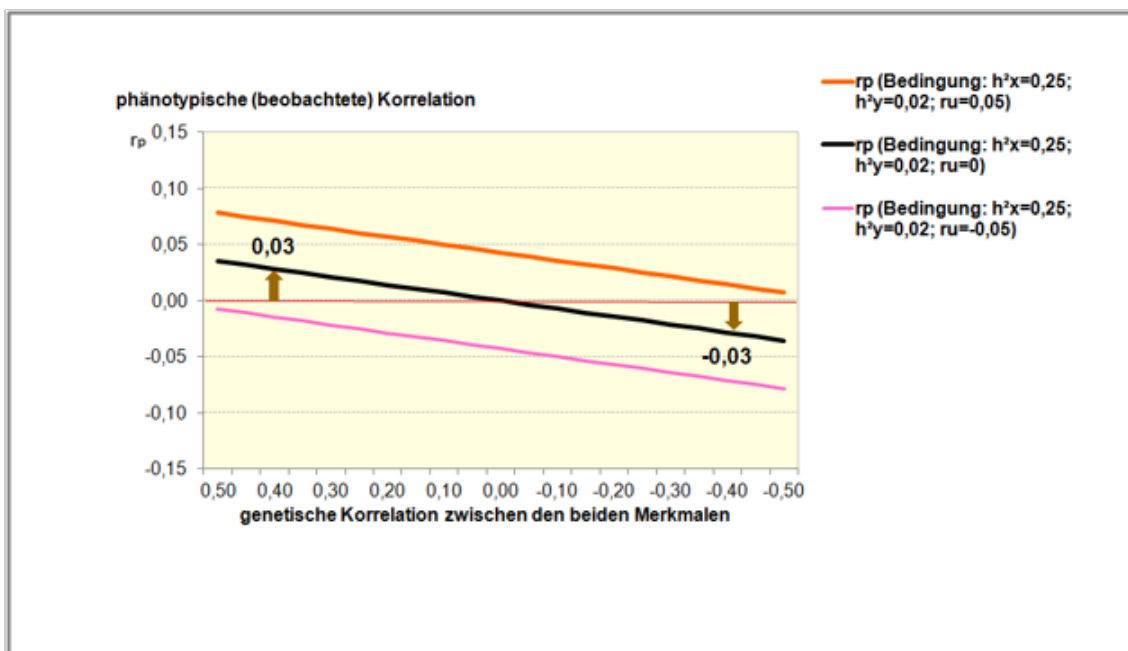
Aus Gleichung (5) folgt, dass die beobachtbare Korrelation ( $r_p$ ) zwischen zwei Merkmalen (x,y) von mehreren Einflussgrößen gleichzeitig abhängt:

1. der Heritabilität ( $h^2$ ) der beiden Merkmale,
2. der zugehörige genetische (= tierseitige) Korrelation ( $r_g$ ),
3. der Umweltkorrelation ( $r_u$ ).

Es lässt sich leicht zeigen, dass – bei fehlender Umweltkorrelation – bereits eine niedrige Heritabilität in nur einem Merkmal die beobachtbare (= phänotypische) Beziehung regelmäßig geringer als die zugehörige genetische (= tierbezogene) Beziehung ist. Dies kann auch graphisch gut veranschaulicht werden (Abbildungen 4 und 5):



**Abbildung 4:** Zu erwartende phänotypische Beziehungen ( $r_p$ ) unter differenzierten Bedingungen (Beispiel:  $h^2x = 0,25$  und  $h^2y = 0,05$ ).



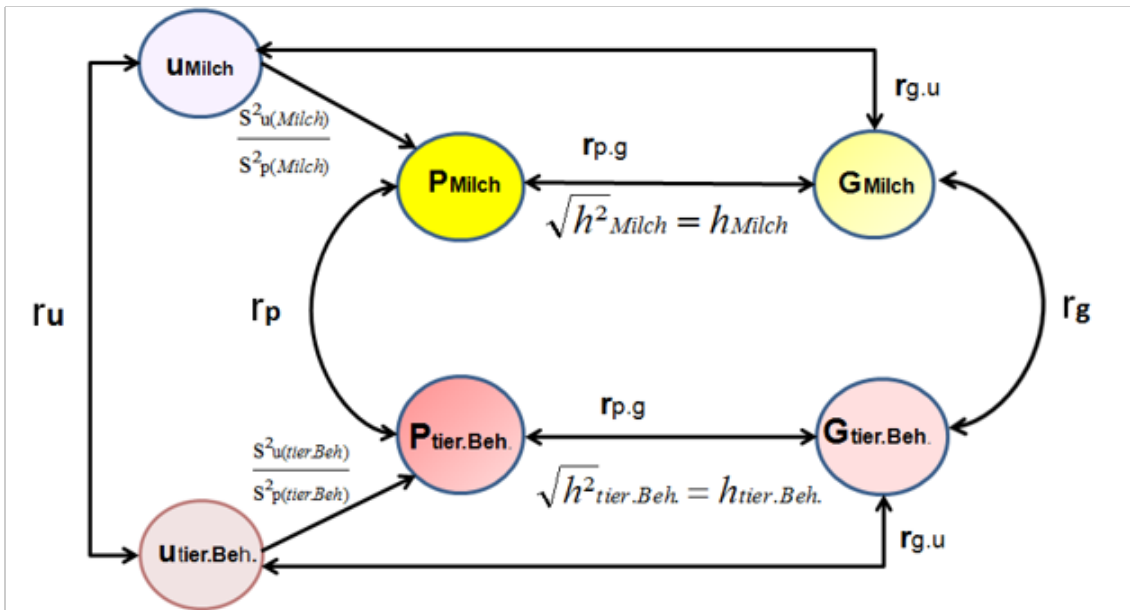
**Abbildung 5:** Zu beobachtende Beziehungen ( $r_p$ ) unter differenzierten Annahmen (Beispiel:  $h^2x = 0,25$  und  $h^2y = 0,02$ ).

So beträgt beispielsweise – trotz einer bestehenden mittleren tierseitigen Korrelation ( $r_g = 0,40$ ) – die (zu erwartende) beobachtbare Korrelation ( $r_p$ ) zwischen den beiden Merkmalen "nur"  $r_p \sim 0,03$  bis  $0,04$  (Annahme: fehlende Umweltkorrelation,  $r_u = 0$ ) (vgl. Abb. 4 und 5).

In der bisherigen Darstellung wurde stillschweigend vorausgesetzt, dass es keine Genotyp-Umwelt-Korrelation bezüglich eines speziellen (Einzel-)Merkmals (z.B. Milchleistung) gibt. Dies entspricht nicht immer der Realität.

In der Nutztierhaltung werden häufig den besseren Genotypen bessere Umweltbedingungen geboten (z.B. höhere Kraftfuttergabe an die besten Kühe).

Ein derartiger Effekt beeinflusst die phänotypische Varianz ( $s^2_p$ ) des betreffenden Merkmals (hier: Milchleistung) zusätzlich. Eine Erweiterung der Zusammenhänge ist angezeigt (Abbildung 5):



**Abbildung 6:** Schematische Darstellung der Genotyp-Phänotyp-Beziehungen für die korrelierten Merkmale "Milchleistung" und "Zahl der tierärztlichen Behandlungen" mit Einbeziehung von merkmalspezifischen Genotyp-Umwelt-Korrelationen.

Anmerkungen: P= Phänotyp, G= Genotyp (Tierkomponente), u = Umwelteffekt,  $h^2$  = Heritabilität,  $r_g$  = genetische Korrelation;  $r_p$  = phänotypische Korrelation,  $r_u$  = umweltbedingte Korrelation,  $r_{p.g}$  = Korrelation zwischen Phänotyp und Genotyp;  $r_{g.u}$  = Korrelation zw. Genotyp u. Umwelt,  $s^2_u$  = umweltbedingte Varianz;  $s^2_p$  = phänotypische Varianz; Doppelpfeil: Korrelationen; Einfachpfeil: Pfadkoeffizienten.

Bei einer zusätzlich vorhandenen Korrelation zwischen Genotyp und Umwelt ( $r_{g.u}$ ) im Merkmal x ist die zugehörige phänotypische Varianz wie folgt zusammengesetzt (30):

$$S^2_{p(x)} = S^2_{g(x)} + S^2_{u(x)} + 2 * r_{g.u}(x) * S_{g(x)} * S_{u(x)}$$

$$S^2_{p(x)} = S^2_{g(x)} + S^2_{u(x)} + 2 * COV(g,u)_x$$

(6)

Mit anderen Worten: eine positive Genotyp-Umwelt-Korrelation erhöht die beobachtbare Varianz im Merkmal x zusätzlich. Bei  $r_{g.u} = +1$  ist die zugehörige phänotypische Korrelation für das Merkmal x sogar wie folgt zu charakterisieren:

$$s^2_{p(x)} = (s^2_{g(x)} + s^2_{u(x)})^2$$

(7)

Eine erhöhte phänotypische Varianz infolge einer zusätzlich bestehenden (positiven) Genotyp-Umwelt-Korrelation in "nur" einem Merkmal (x) modifiziert wiederum auch die beobachtbaren Merkmalszusammenhänge zum Merkmal y (s.: Gleichung (4.))

## 4 Ergebnisse aus der Praxis

### 4.1 Populationsgenetische Studien

Zahlreiche Studien zeigen, dass die Heritabilitäten ( $h^2$ ) für wichtige Erkrankungen der Milchkühe nur gering -



vergleichsweise auch gegenüber der Milchleistung – sind (7).

Die zugehörigen umweltbedingten Einflüsse sind somit hier sehr bedeutend (Tabelle 1).

So können beispielsweise Störungen in der Fruchtbarkeit bekanntermaßen sehr verschiedene management- bzw. haltungsbedingte Ursachen haben, wie schlecht konditionierte Kühe, unzureichende (fehlende) Brunstbeobachtung, falsche Besamungszeitpunkte, mangelhafte Hygiene, Fütterungsfehler, Vitaminmangel oder generell unzureichende Haltungsbedingungen (zu geringes Platzangebot, glatte/rutschige Böden etc.).

**Tabelle 1: Heritabilitätsstudien für verschiedene Erkrankungen (Literaturlauswertung)**

Krankheit/Komplex	Heritabilität ( $h^2$ )		Zahl der zitierten Literaturquellen
	Mittelwert	Spannweite	
Mastitis*	0,05	0,01....0,16	20
Ovarialzysten	0,06	0,02....0,13	7
Nachgeburtshaltung	0,04	0,01....0,08	3
Güstzeit	0,03	0,01....0,07	9
Metritiden	0,06	0,02....0,14	6
Gebärparese	0,14	0,04....0,40	7
Ketose	0,10	0,01....0,16	8
Klauengesundheit**/ Lahmheit	0,07	0,02....0,18	12

**Quelle:** (7).

*Anmerkungen: \*teilweise unterschiedlich definiert; \*\*unterschiedliche Gliedmaßen-/Klauenerkrankungen (z.B. Lokalisation) bzw. Definitionen hier vereinfacht zusammengefasst.*

Noch interessanter sind jedoch an dieser Stelle die beobachteten Zusammenhänge (rp) zwischen Leistung und Krankheitsinzidenz vergleichsweise gegenüber den zugehörigen tierseitigen Korrelationen (rg); ermittelt jeweils an gleichen Daten (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Phänotypische und genetische Korrelationen zwischen Leistungsmerkmalen und ausgewählten Erkrankungshäufigkeiten (unter besonderer Berücksichtigung der Mastitis) – Literaturstudie**

Merkmalskombination (Leistung zu Inzidenz)	Korrelationen		Bemerkungen	Referenzquelle
	genetische (rg)	phänotyp. (rp) bzw. sonstige		
Eiw.-kg : Mastitis (klin. + subkl.)	0,29	-0,10	9 Thüringer Milchkuhherden mit 19.870 Holsteins	GERNAND et al., 2012
Eiw.-kg : zystische Ovarien	0,57	0,20		
Eiw.-kg (305) : klinische Mastitis	0,29	-0,11	Erstlaktierende, > 200.000 Schwedische Holsteins	CARLÉN et al., 2004
Milch-kg (305) : klinische Mastitis	0,32	-0,13		
Eiw.-kg (305) : klinische Mastitis	0,41	-0,05	> 29.000 Französische Holsteins	RUPP und BOICHARD, 1999
Milch-kg (305) : Mastitis	0,15	0,02	Erstlaktierende, 30 Herden in British Columbia (Kanada)	VAN DORP et al., 1998
Milch-kg (305) : zyst. Ovarien	0,23	0,01		
Milch-kg (305) : Mastitis	0,18	-0,04	11.008 Laktationsleistungen bei US-Holsteins	LYONS et al., 1991 (gekürzt)
Milch-kg (305) : Milchfieber	0,33	0,03		
Milch-kg (305) : Ketose	0,26	0,02		
Milch-kg (305) : Gliedmaßenerkr.	0,32	-0,04		
Milch-kg (305) : Euterverletzungen	0,30	0,00		
Eiw.-kg : Anzahl erkrankter Viertel**	0,21	-0,09	Fleckvieh	DUDA und PIRCHNER, 1989
Milch-kg : Anzahl erkrankter Viertel	0,16	-0,14		
Eiw.-kg : Anzahl erkrankter Viertel	0,13	-0,03	Braunvieh	
Milch-kg : Anzahl erkrankter Viertel	0,33	-0,08		
Eiw.-kg (305) : klinische Mastitis	0,33	$r_{res} =$ -0,07*	Erstlaktierende, > 470.000 Dän. Holsteins	HANSEN et al., 2002
Eiw.-kg (305) : klinische Mastitis	0,34	$r_{res} =$ -0,01*	Erstlaktierende; > 630.000 Nor- wegische Rote	HOLTMARK et al., 2008
Milch-kg 1.Lakt : Verzögerungszeit	0,59	0,05	>75.000 Schwarzbunte in MV in 1.Lakt.; > 40.000 Tiere in 2. Lakt.	SEELAND und HENZE (2003)
Milch-kg 2.Lakt.: Verzögerungszeit	0,50	0,06		
Milch-kg 1. Lakt : ZKZ	0,64	0,05		

Anmerkungen: \*Residuen sind vorrangig als diejenigen umweltbedingten (zufälligen) Resteffekte definiert, die nicht im Modell systematisch erfasst werden konnten; \*\* hier: Anzahl Viertel mit bakteriologischen positivem Befund

Wie bereits theoretisch aufgezeigt (s.: Gleichung (5)) und Abbildung 4), sind die zugehörigen tierseitigen Beziehungen (rg)

in der Regel wesentlich enger als die beobachteten Korrelationen ( $r_p$ ).

Während die phänotypischen Beziehungen nur wenig um Null schwanken, sind die tierseitigen Merkmalszusammenhänge ( $r_g$ ) zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit oder Milchleistung und Mastitishäufigkeit in einem deutlichen Antagonismus stehend.

Mit anderen Worten: mit zunehmender Milchleistung sind aus der Blickrichtung der Genetik eine zunehmende Zahl an Mastitiden bzw. Fruchtbarkeitsprobleme zu erwarten. Dies gilt in gleicher Weise für weitere Erkrankungen (Stoffwechsel- oder Klauenerkrankungen).

#### **4.2. Nutzung von Merkmalszusammenhängen zur Charakterisierung des Wohlbefindens von Milchkühen**

Neuere Studien mit fehlenden phänotypischen Zusammenhängen ( $r_p$ ) zwischen Leistung und Krankheitsrisiken sind - wie oben dargestellt - kritisch zu hinterfragen, wenn daraus zusätzlich weiterführende tierseitige Aussagen zum Tierwohl abgeleitet werden.

Beispielsweise zeigten (31) an einem sehr begrenzten Datenmaterial (= 4 Herden) bzw. später (22, 23) sowie auch (3) an einem größeren Material, dass keine phänotypischen Zusammenhänge zwischen Leistungshöhe der Kühe und Behandlungshäufigkeit bestehen. Die genannten Autoren schreiben "Die Untersuchungen ergaben, dass Kühe mit hohen Leistungen nicht häufiger erkrankten als Tiere mit geringerer Leistung" (Zitat: (31)).

Dieser Schlussfolgerung ist zu widersprechen; solange nicht in gleicher Weise zugehörige tierseitige Beziehungen nahe Null belegt werden.

(3) zeigt wiederum, dass einerseits eine Korrelation zwischen Behandlungsrate und Abgangsrate in Höhe von  $r_p = 0,10$  bei Milchkühen in Testherden in MV besteht und schlussfolgert andererseits "Es besteht kein Zusammenhang zwischen Behandlungshäufigkeit und Abgangsrate" (Zitat aus: (3)). Folglich geht es nach der genannten Autorin den hochleistenden Milchkühen in MV sehr gut.

Richtig ist aus Sicht des Verfassers vielmehr, dass die dort genannte phänotypische Korrelation von  $r_p = 0,10$  auf eine bemerkenswert hohe tierseitige (=genetische) Beziehung zwischen Behandlungshäufigkeit und Abgangsrate hinweist (vgl. Beziehung (5.)). Mit deutlichen Worten: Generell setzen sehr hohe Herdenleistungen ( $\geq 11.000$  kg Milch/Kuh/Jahr) ein hochqualifiziertes Herdenmanagement voraus. Dies ist nicht in allen Herden regelmäßig sicherzustellen und es ist nicht primäre Aufgabe des Managements, spezifische Fehlentwicklungen in der Tierzucht zu kompensieren. Höchstveranlagte Holstein-Kühe empfehlen sich deshalb generell nicht für alle Umwelten.

## **5 Diskussion**

Die Menge an Milch, die eine Kuh liefert, ist ein wichtiger wirtschaftlicher Faktor des Milch produzierenden Betriebes. Deshalb wird durch Züchtung, Management, Gestaltung der Haltungsumwelt einschließlich tierärztlicher Betreuung versucht, die Milchleistung auch in Zukunft generell weiter zu steigern (4).

Mit höherer Leistung wächst die Wahrscheinlichkeit eine Nährstoffinbalance und damit das Risiko für das Auftreten von Stoffwechselerkrankungen, Mastitiden, Fruchtbarkeitsstörungen, Lahmheiten und anderen Problemen vor allem zu Beginn der Laktation (24). Eine stark negative Energiebilanz (NEB) bei hochleistenden Milchkühen in der Früh-laktation stellt ein enormer tierseitiger Stress dar (20).

Eine Fülle von Zeitschriftenaufsätzen sowie Fernsehberichten thematisieren den Zusammenhang zwischen Leistungshöhe und Tiergesundheit speziell bei hochleistenden Holsteinkühen (z.B. (1)).

Diesbezüglich widersprüchliche Aussagen in der Literatur können beispielsweise durch folgende Sachverhalte leicht erklärt werden (7):

- fehlende repräsentativ der ausgewerteten Betriebe;
- die zu beobachtende Krankheitsinzidenz ist deutlich vom Herdenmanagement und der tierärztlichen Betreuung abhängig; geringere Krankheitsinzidenz in besseren Umwelten/ Management;
- eine Klassifizierung der Milchkühe nach ihrer Leistungshöhe (= Phänotyp) innerhalb der Herde führt zu einem regelmäßigen Confounding, da zahlreiche Erkrankungen zu Leistungsminderungen führen (z.B. Mastitis, Lahmheit);
- falsche statistische Modellannahmen einschließlich unkorrekte bzw. fehlende Bewertung von Tierabgängen speziell zu Laktationsbeginn.

Die z.T. widersprüchlichen Ergebnisse und Schlussfolgerungen bedürfen deshalb sowohl in der Tierzucht als auch in der Tiermedizin dringend einer detaillierten Wertung.

## Zusammenfassung

1. Fehlende beobachtete (phänotypische) Zusammenhänge zwischen der Höhe der Milchleistung und Krankheitshäufigkeit sind keine Belege für ein hohes Tierwohl.
2. Sichere Aussagen zum Tierwohl bedürfen der regelmäßigen zusätzlichen Bewertung der Tierkomponente; entsprechende EDV-Programme sind in der modernen Tierzucht heute Routine (zum Beispiel VCE, spezielle SAS-Anwendungen).
3. Das Auftreten zahlreicher Erkrankungen ist mit einer Leistungsdepression verbunden. Das einfache Gruppieren der Kühe nach dem aktuellen Leistungsniveau (zum Beispiel Höhe der Milchleistung in der Laktation) führt letztlich dazu, dass in unterschiedlichen Gruppen eine unterschiedliche Erkrankungsrate vorliegen kann. Zugehörige Schlussfolgerungen können infolge dieses Confoundings verfälscht sein.
4. In der Milcherzeugung ist das regelmäßige Vorhandensein von Genotyp-Umwelt-Korrelationen bezüglich eines Merkmals (zum Beispiel erhalten bessere Genotypen eine bessere Umwelt/Fütterung) gegeben und bedarf einer gesonderten Beachtung unter anderem bei statistischen Auswertungen.
5. Höchstleistungen setzen ein hochqualifiziertes Herdenmanagement voraus. Dies ist nicht in allen Herden regelmäßig sicherzustellen. Höchstveranlagte Tiere empfehlen sich deshalb nicht für alle Umwelten.

### Summary

#### **Critical comments on the evaluation of animal welfare by genotype-phenotype relationships in high yielding dairy cows**

1. Missing phenotypic correlations between milk yield and disease incidence are no evidence of high levels of animal welfare.
2. Reliable statements on animal welfare require regular additional reviews of the animal component; appropriate computer programs are available (such as VCE, special SAS applications).
3. Many diseases entail a milk yield depression. The simple grouping of cows according to their current performance levels (regarding milk yield during lactation, for instance) may ultimately result in different groups showing various morbidity rates. Confounding may thus lead to false conclusions.
4. In milk production, the regular presence of genotype-environment correlations with respect to a certain characteristic (better genotypes get a better environment/ better feeding, for instance) requires special attention for instance where statistical analysis is concerned.
5. Very high milk yields require high quality herd management. As this cannot be regularly ensured for all herds, high yielding animals are not suitable for all environments.

### Résumé

#### **Remarques critiques concernant l'évaluation du bien-être animal à l'aide des relations génotype-phénotype chez les vaches à haute production**

1. Le manque de relations (phénotypiques) observées entre le rendement laitier et la morbidité ne fait pas preuve d'un haut niveau de bien-être animal.
2. Des conclusions précises sur le bien-être animal doivent aussi et régulièrement inclure l'évaluation du volet animal; dans l'élevage moderne des programmes numériques appropriés (comme VCE, des applications spécifiques d'analyse, fournies par SAS, par exemple) sont aujourd'hui utilisés régulièrement.
3. L'émergence de nombre de maladies coïncide avec une baisse de performance. Le simple groupement des vaches selon leur niveau de performance actuel (leur rendement de lait pendant la lactation, par exemple) ne mène, en fin de compte, qu'au fait d'un possible taux varié de morbidité dans chacun des groupes. De tels confondements (Confoundings) conduisent à des fausses conclusions.
4. Dans la production de lait il existe régulièrement des corrélations génotype-environnement pour une caractéristique (ainsi, les meilleurs génotypes obtiendront un meilleur environnement/ une meilleure alimentation, par exemple) qui devront être pris en considération surtout dans le cadre d'évaluations statistiques.
5. Des performances maximales exigent une gestion hautement qualifié des troupeaux. Ceci n'est pas régulièrement garanti pour tous les troupeaux. Par conséquent, des animaux hautement prédisposés ne se prêtent pas à tous les environnements.

# Fußnoten

<sup>1</sup> Die Begriffe "Genotyp" und "Phänotyp" wurden von (15) etabliert.

<sup>2</sup> Der Genotyp bleibt im Verlauf des Lebens konstant und wird durch Einflüsse der Umwelt nicht verändert.

<sup>3</sup> Die Verteilung wird (in der Regel) immer kontinuierlicher, je mehr Loci mit ihren genotypischen Werten wirken und gleichzeitig die zufälligen Umwelteffekte zunehmen.

---

## LITERATUR

1. ANTHES M; VERHEYEN E (2015): Verheizt für billige Milch – Das Leiden der deutschen Turbokühe. Exklusiv im Ersten. Erstsendetermin: 20.07.2015 ► <http://www.daserste.de/information/reportage-dokumentation/dokus/exklusiv-im-ersten-verheizt-fuer-billige-milch-100.html>.
2. BOICHARD D, DUCROCQ V, FRITZ S (2015): Sustainable dairy cattle selection in the genomic era, *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 132, 135–143.
3. BOLDT A (2016): Tierwohl aus Sicht der Gesundheit von Milchkühen in MV. Vortrag Güstrow 12. Februar 2016 (Tierwohltagung MV) ► [http://www.lkv-mv.de/downloads/Boldt\\_TWT20160212.pdf](http://www.lkv-mv.de/downloads/Boldt_TWT20160212.pdf) (Zugriff 12. April 2016).
4. BRADE W (2001): Eutergesundheit, somatischer Zellgehalt und Milchqualität. *Tierärztl. Umschau* 56, 470–476.
5. BRADE W (2006): Gleichzeitige Selektion auf Milchleistung, Nutzungsdauer und Exterieur bei Holsteins - Möglichkeiten und Grenzen. *Tierärztl. Umschau* 61, 181–186.
6. BRADE W (2013): Die Energiebilanz hoch leistender Milchkühe aus der Sicht der Züchtung und des Tierschutzes. *Prakt. Tierarzt* 94, 536–544.
7. BRADE W. (2016): Zuchtzielsetzung bei Holstein-Rindern – quo vadis? Vortrag, 16. AVA-Haupttagung, 18. März 2016 in Göttingen.
8. BRADE W, HAMANN H, BRADE E, DISTL O (2008): Untersuchungen zum Verlustgeschehen von Erstkalbinnen in Sachsen. *Züchtungskunde* 80, 127–136.
9. CALUS MPL, BERRY DP, BANOS G, DE HAAS Y, VEERKAMP RF (2013): Genomic selection: the option for new robustness traits? *Adv. Anim. Biosci.* 4:618–625.
10. CARLÉN E, STRANDBERG E, ROTH A (2004): Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score and production in the first three lactations of Swedish Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 87, 3062–3070.
11. CHESNAIS JP, COOPER TA, WIGGANS GR, SARGOLZAEI M, PRYCE JE, MIGLIOR F (2016): Using genomics to enhance selection of novel traits in North American dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 99:2413–2427.
12. DUCROCQ, V. (2010): Sustainable dairy cattle breeding: Illusion or reality. In *Proc. 9th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* (Kongress\_Vorträge).
13. GERNAND E, REHBEIN P, VON BORSTEL U, KÖNIG S (2012): Incidences of and genetic parameters for mastitis, claw disorders, and common health traits recorded in dairy cattle contract herds. *J. Dairy Sci.* 95, 2144–2156.
14. DUDA J., PIRCHNER F (1989): Schätzung genetischer Parameter für Merkmale der Mastitisanfälligkeit in Oberbayrischen Kuhherden. *Züchtungskunde* 61, 334–346.
15. JOHANNSEN, WILHELM (1909): *Elemente der exakten Erblichkeitslehre*. Jena.
16. FÖLSCHKE C (2012): *Milchleistung als ein Faktor der Tiergesundheit und Fruchtbarkeit*. Berlin, Freie Univ., Diss., 177 S.
17. HANSEN M, LUND MS, SØRENSEN MK, CHRISTENSEN LG (2002): Genetic parameters of dairy character, protein yield, clinical mastitis and other diseases in the Danish Holstein Cattle. *J. Dairy Sci.* 85, 445–452.
18. HOLTSMARK M, HERINGSTAD B, MADSEN P, ØDEGÅRD J (2008): Genetic relationship between culling, milk production, fertility and health traits in Norwegian Red cows. *J. Dairy Sci.* 91, 4006–4012.
19. LYONS DT, FREEMAN AE, KUCKAL (1991): Genetics of health traits in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 74,1092–1100.

20. MARTENS H (2015): Stoffwechselbelastungen und Gesundheitsrisiken der Milchkühe in der frühen Laktation. Tierärztl. Umschau 70, 496–504.
21. O.V. (2015): Beschreibung der Zuchtwertschätzung für Milchleistungsmerkmale, Zellzahl, Exterieurmerkmale, Nutzungsdauer und Zuchtleistungsmerkmale. h▶ [http://www.vit.de/fileadmin/user\\_upload/vit-fuers-rind/zuchtwertschaetzung/milchrinder-zws-online/Zws\\_Bes\\_deu.pdf](http://www.vit.de/fileadmin/user_upload/vit-fuers-rind/zuchtwertschaetzung/milchrinder-zws-online/Zws_Bes_deu.pdf) (Zugriff am 12. Februar 2016).
22. RÖMER A (2015): Was macht ein Tier glücklich? Aktueller Stand der Wissenschaft zu Tierwohlkriterien und Zukunftsperspektiven. Vortrag, Güstrow, 13. Oktober 2015 ▶ [http://www.lkv-mv.de/downloads/Vortrag\\_Tierwohl\\_Guestrow.pdf](http://www.lkv-mv.de/downloads/Vortrag_Tierwohl_Guestrow.pdf) (Zugriff: 12. April 2016).
23. RÖMER A (2016): Die Milchkuhherde der Zukunft: Leistungsstark, aber auch gesund und langlebig? Vortrag, 05. Januar 2016 in Götz (Tag des Milchrindhalters) ▶ [http://www.rinderzucht-bb.de/fileadmin/user\\_upload/pdf/milchrindtag/2015/06\\_Roemer\\_Milchkuhherde\\_der\\_Zukunft.pdf](http://www.rinderzucht-bb.de/fileadmin/user_upload/pdf/milchrindtag/2015/06_Roemer_Milchkuhherde_der_Zukunft.pdf) (Zugriff: 12. April 2016)
24. ROSSOW N (2003): Die Energiebilanzsituation der Milchkuh in der Früh lactation. ▶ [http://www.portal-rind.de/data/artikel/49/artikel\\_49.pdf](http://www.portal-rind.de/data/artikel/49/artikel_49.pdf) (Zugriff am 12. Dezember 2014).
25. RUDOLPHI B, HARMS J, BLUM E, FLOR J (2012): Verbesserung der Gesundheit, Nutzungsdauer und Lebensleistung von Milchkühen durch Einbeziehung zusätzlicher funktionaler Merkmale in die Selektion. Forschungsbericht (2/26), Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei M-V., 45 S.  
▶ [http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA\\_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Tierproduktion/Milcherzeugung/FoBericht\\_Rudolphi/funktionale\\_Merkmale\\_Rudolphi.pdf](http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Tierproduktion/Milcherzeugung/FoBericht_Rudolphi/funktionale_Merkmale_Rudolphi.pdf) (Zugriff am 12. April 2016).
26. RUPP P; BOICHARD D (1999): Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, production, udder type traits and milking ease in first lactation Holsteins. J. Dairy Sci 82, 2198–2204.
27. SEELAND G; HENZE, C (2003): Beziehungen zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit in einer Schwarzbuntpopulation nach intensiver Steigerung der Milchleistung. Arch. Tierz. 46, 103–112.
28. URIBE HA, KENNEDY BW, MARTIN SW, KELTON DF (1995): Genetic parameters for common health disorders of Holstein cows. J. Dairy Sci. 78, 421–430.
29. VAN DORP TE, DEKKERS JCM, MARTIN W, NOORDHUIZEN JPTM (1998): Genetic parameters of health disorders and relationships with 305-day milk yield and conformation traits of registered Holstein Cows. J. Dairy Sci 81, 2264–2270.
30. VAN VLECK LD, POLLAK, J, OLTENACU EAB (1987): Genetics für animal science. Freeman and Copmany, New York, ISBN 0-7167-1800-6, 391 S.
31. WANGLER A, HARMS J (2009): Werden Hochleistungskühe häufiger krank? ▶ [http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA\\_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Betriebswirtschaft/Archiv\\_Verfahrensoekonomie/\\_Dateien/leistung\\_gesundheit\\_kuehe.pdf](http://www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA_prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Betriebswirtschaft/Archiv_Verfahrensoekonomie/_Dateien/leistung_gesundheit_kuehe.pdf) (Zugriff am 12. September 2011).
32. ZWALD NR, WEIGEL KA, CHANG YM, WELPER RD, CLAY JS (2004): Genetic selection for health traits using producer recorded data. II. Genetic correlations, disease probabilities, and relationships with existing traits. J. Dairy Sci. 87:4295–4302.

## Autorenanschrift

Prof. Dr. Wilfried Brade  
 Tierärztliche Hochschule Hannover (TiHo)  
 Institut für Tierzucht und Vererbungsforchung  
 Bünteweg 17p  
 30559 Hannover  
 Email: ▶ [brade@fhn-dummerstorf.de](mailto:brade@fhn-dummerstorf.de)