

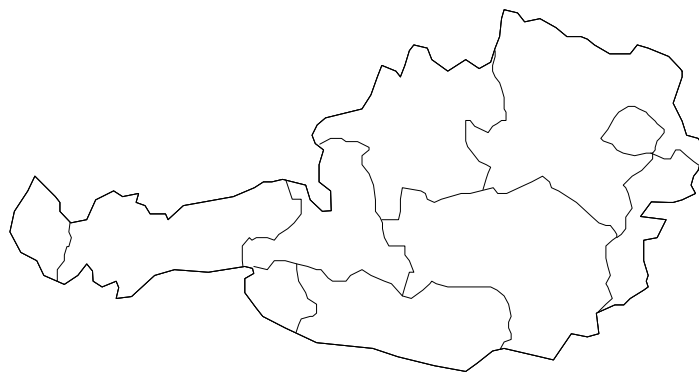
# ZAR

---

---

## Zuchtwertschätzung beim Rind

Grundlagen und  
aktuelle Entwicklungen



Seminar des genetischen Ausschusses der ZAR  
Salzburg, März 1996

---

---

# Inhaltsverzeichnis

---

Seite

<b>1</b>	<b>Grundlagen der Zuchtwertschätzung</b> .....	<i>Prof. Dr. A. Eßl, BOKU</i>
<b>7</b>	<b>ZWS für Merkmale der Milchleistung</b> .....	<i>Dr. E. Potucek, ZAR</i>
<b>14</b>	<b>ZWS für Fruchtbarkeit und Kalbeverlauf</b> .	<i>Dr. C. Fürst, BOKU</i>
<b>23</b>	<b>ZWS für Nutzungsdauer</b> .....	<i>Dr. C. Fürst, BOKU</i>
<b>30</b>	<b>ZWS für Persistenz</b> .....	<i>Dr. C. Fürst, BOKU</i>
<b>34</b>	<b>ZWS für Merkmale der Fleischleistung</b> .....	<i>Dr. K. Blaas, BMLF</i>
<b>40</b>	<b>Der Gesamtindex - Zusammenfassung der Merkmale</b> .....	<i>DI J. Miesenberger, BOKU</i>

# Grundlagen der Zuchtwertschätzung

*Alois Eßl*

Die Zuchtwertschätzung ist als Voraussetzung für eine effiziente Selektion eines der wichtigsten Instrumentarien der Nutztierzucht. Trotzdem herrscht in der Zuchtpraxis noch immer ein Meinungsstreit über Wert und Unwert der Zuchtwertschätzung. Eine der Ursachen für diesen Meinungsstreit liegt wohl darin, daß nicht jedem klar ist, was bei der Zuchtwertschätzung eigentlich geschätzt wird.

## 1. Begriffsbestimmung: Was versteht man unter Zuchtwert?

Zur Definition des Begriffes "Zuchtwert" im Sinne der Populationsgenetik ist vorerst abzuklären, was man unter „züchten“ versteht.

**Unter züchten versteht man die gezielte Auswahl solcher Elterntiere aus einer bestimmten Population, von deren Nachkommen man erwarten kann, daß sie in ihren Leistungen dem gesteckten Zuchtziel im Durchschnitt näher stehen als die Elterngeneration.**

Züchten ist damit durch folgende 3 Kriterien gekennzeichnet:

- Aufstellung eines Zuchtzieles
- Festlegung eines Modus für die Auswahl der Elterntiere (Erstellung eines Zuchtprogrammes)
- für den Züchtungserfolg ist nicht das Leistungsvermögen der ausgewählten Elterntiere an sich, sondern jenes ihrer Nachkommen entscheidend.

Dieser letzte Punkt ist auch ein maßgebliches Kriterium für die Definition des Zuchtwertes. An sich trifft das Wort "Zuchtwert" schon das wesentliche. Es ist damit tatsächlich jener Wert eines Tieres gemeint, den dieses im Rahmen eines bestimmten Zuchtgeschehens hat.

Im Detail sind jedoch noch folgende Aspekte zu beachten:

- Von den Erbanlagen (Genotyp) eines Tieres erreicht nur jener Teil züchterische Bedeutung, der im Durchschnitt auch bei seinen Nachkommen wirksam wird.
- Wie groß dieser züchterisch nutzbare Anteil ist, hängt aber nicht nur von den Erbanlagen des Tieres selber ab, sondern auch davon, welcher Kombinationseffekt dabei mit den Erbanlagen der jeweiligen Paarungspartner entsteht.

**Der Zuchtwert eines Tieres ist somit nicht nur eine individuelle Größe, sondern hängt auch von der genetischen Struktur jener Population ab, aus der die jeweiligen Paarungspartner stammen.**

In der Praxis bezieht sich der Zuchtwert in der Regel auf jene Population, aus der das betreffende Tier stammt. Wird aber z.B. ein Tier im Rahmen einer Kreuzungszucht in einer anderen Population eingesetzt, so ändert sich damit auch sein Zuchtwert. Eine kontinuierliche "Abschreibung" und damit Veränderung des Zuchtwertes eines Tieres ergibt sich aber auch für die eigene Population, wenn sich deren genetische Struktur durch gezielte Zuchtmaßnahmen im

Sinne des angestrebten Zuchtzieles laufend verbessert. Daraus kann folgende Feststellung abgeleitet werden:

**Der Zuchtwert eines Tieres ist im Gegensatz zu seinem Genotyp keine fixe, sondern eine variable Größe und ändert sich mit der jeweiligen Population, zu der man das betreffende Tier in Beziehung setzt.**

#### ***Mathematische Definition des Zuchtwertes***

Rein rechnerisch entspricht nach der Theorie der Populationsgenetik der wahre Zuchtwert eines Tieres für ein bestimmtes Merkmal folgender Beziehung:

$$\text{ZW} = 2 * (\text{NKD} - \text{PD})$$

mit PD = Durchschnitt der jeweiligen Referenzpopulation,  
NKD = Leistungsdurchschnitt der Nachkommen des Tieres,  
ZW = zuchtwertbedingte Abweichung des Tieres von PD,

wenn folgende (idealisierende) Annahmen zutreffen:

1. Die Anzahl der Nachkommen geht gegen unendlich,
2. Die Paarungspartner reflektieren genetisch die Referenzpopulation,
3. Die Umwelt, in der die Nachkommen ihre Leistung erbringen, muß im Durchschnitt jener der Referenzpopulation entsprechen.

Die Multiplikation der Abweichung (NKD - PD) mit 2 berücksichtigt die Tatsache, daß ein Tier die Erbanlagen seiner Nachkommen nur zur Hälfte bestimmt, während die andere Hälfte von den jeweiligen Paarungspartnern stammt.

Betrachtet man diese mathematische Definition des Zuchtwertes, so wird klar, daß der wahre Zuchtwert eines Tieres grundsätzlich unbekannt bleibt, weil die für seine Bestimmung notwendigen Bedingungen in der Praxis nie zur Gänze erfüllbar sind.

#### **Erläuterung der angeführten Bedingungen zur Erfassung des wahren Zuchtwertes:**

##### ***ad 1.) Die Anzahl der Nachkommen muß gegen unendlich gehen***

Bei der Bildung von Samen- bzw. Eizellen (Gameten) werden die Erbanlagen eines Tieres im Zuge der sogenannten Reifeteilung der Spermato- bzw. Oozyten gehäuftet. Dabei gelangt von jedem Chromosomenpaar nach dem Prinzip des Zufalles entweder das väterliche oder das mütterliche Chromosom in eine bestimmte Samen- bzw. Eizelle. Aufgrund dieses Faktums kann z.B. ein Stier über eine Milliarde(!) verschieden "veranlagte" Samenzellen bilden, die sich zumindest in einem ganzen Chromosom unterscheiden. Damit repräsentieren aber z.B. auch die vergleichsweise vielen Nachkommen eines KB-Stieres nie sein gesamtes Genom (wahren Zuchtwert), sondern immer nur eine mehr oder weniger aussagefähige Zufallsstichprobe davon.

##### ***ad 2.) Paarungspartner müssen der Referenzpopulation entsprechen***

Wenn die Paarungspartner in ihrer durchschnittlichen genetischen Veranlagung von der Referenzpopulation abweichen, dann übertragen sie diese Abweichung (zur Hälfte) natürlich auch auf ihre Nachkommen. Das heißt, in diesen Falle würde die Differenz (NKD - PD) nicht mehr ausschließlich auf den Zuchtwert des jeweils betrachteten Elterntieres zurückgehen, sondern auch den Durchschnittszuchtwert der Paarungspartner reflektieren.

***ad 3) Die durchschnittliche Umwelt für die Nachkommen muß der Umwelt für die Referenzpopulation entsprechen***

Die beobachtete (phänotypische) Durchschnittsleistung der Nachkommen (NKD) ist nicht nur von deren genetischer Veranlagung, sondern auch von der jeweiligen Umwelt abhängig, in der diese ihre Leistungen erbringen. Damit die Differenz (NKD - PD) frei von Umweltwirkung ist, müssen sich daher die umweltbedingten Abweichungen der Nachkommenleistungen vom PD in Summe gesehen auf null reduzieren.

## **2. Grundsätzliche Aufgaben der Zuchtwertschätzung**

Das Grundproblem der Zuchtwertschätzung besteht darin, daß die für die Erfassung des wahren Zuchtwertes notwendigen 3 Bedingungen in der Praxis nicht erfüllbar sind. Daraus ergibt sich folgende Feststellung:

**In der Realität (= Praxis) ist jede Zuchtwertbestimmung grundsätzlich fehlerhaft!**

Um aber wenigstens eine möglichst zuverlässige Schätzung für den wahren Zuchtwert zu erreichen, müssen daher alle Anstrengungen unternommen werden, um die in der Praxis nicht vermeidbaren Abweichungen von den diskutierten drei Bedingungen so klein wie möglich zu gestalten.

Dazu gehören im wesentlichen folgende Maßnahmen:

### ***1. Berücksichtigung aller verfügbaren Leistungsinformationen von Verwandten***

Wenn sich auch der Zuchtwert eines Tieres definitionsgemäß auf die Leistung seiner Nachkommen bezieht, so stellen diese doch nicht die einzig mögliche Informationsquelle hierfür dar. Aus der Theorie der Populationsgenetik läßt sich ableiten, daß neben der eigenen Leistung auch die Leistungen aller übrigen Verwandten als indirekte Zuchtwertinformationen herangezogen werden können. Die Aussagekraft dieser einzelnen Informationen kann sehr unterschiedlich sein und hängt neben dem jeweiligen Verwandtschaftsgrad auch von der Heritabilität des betreffenden Merkmales ab; beide Kriterien müssen bei der Zuchtwertschätzung entsprechend berücksichtigt werden.

### ***2. Berücksichtigung des genetischen Niveaus der Anpaarungspartner***

Durch die begrenzte Anzahl von Paarungspartnern können diese in ihrer genetischen Veranlagung allein durch den Zufall beträchtlich vom Populationsdurchschnitt abweichen. Darüber hinaus können die Anpaarungspartner eines Tieres aber auch mehr oder weniger stark vorselektiert sein, was zu einer systematischen Abweichungen vom Populationsdurchschnitt führt. Mit den heutigen Methoden der Zuchtwertschätzung (simultane Schätzung der Zuchtwerte für alle Tiere einer Population) ist es jedoch möglich, die (gleichzeitig geschätzten) Zuchtwerte der Paarungspartner rechnerisch für alle Tiere konstant zu halten.

### ***3. Berücksichtigung systematischer Umwelteinflüsse***

Systematisch wirkende Umwelteinflüsse auf Leistungen können heute bei der Zuchtwertschätzung dann entsprechend berücksichtigt werden, wenn die hierfür notwendigen Dateninformationen vorliegen. Analog zu Punkt 2 wird hier rechnerisch eine Situation simuliert, als ob bezüglich der betreffenden Umweltkriterien für alle Tiere gleiche Verhältnisse geherrscht hätten.

### 3. Genauigkeit der Zuchtwertschätzung

Als Maß für die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung wird im allgemeinen die quadrierte Korrelation zwischen wahren und geschätzten Zuchtwert,  $r_{ZW,\hat{ZW}}^2$  herangezogen.

Dieses Bestimmtheitsmaß kann theoretisch Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Eine Zuchtwertschätzung ist dabei umso zuverlässiger, je näher  $r_{ZW,\hat{ZW}}^2$  bei 1 liegt.

Bei  $r_{ZW,\hat{ZW}}^2 = 0$  besteht kein Zusammenhang zwischen wahren und geschätztem Zuchtwert.

Während  $r_{ZW,\hat{ZW}}^2$  ein relatives Maß für die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung darstellt, kann diese mit der daraus ableitbaren Standardabweichung der wahren Zuchtwerte um einen bestimmten Schätzwert,  $s_{ZW|\hat{ZW}}$ , auch in Einheiten des jeweiligen Merkmales nach folgendem Ansatz quantifiziert werden:

$$s_{ZW|\hat{ZW}} = s_{ZW} \cdot \sqrt{1 - r_{ZW,\hat{ZW}}^2}$$

mit  $s_{ZW|\hat{ZW}}$  = Standardabweichung der wahren Zuchtwerte (ZW) von Tieren, für die alle das gleiche Zuchtwertschätzergebnis ( $\hat{ZW}$ ) errechnet wurde. Wenn z.B. in einer Population die Standardabweichung der wahren Zuchtwerte für die Milchmenge in der 1. Laktation 400 kg beträgt, und bei Stieren die Korrelation zwischen wahren und geschätzten Zuchtwerten bei  $r_{ZW,\hat{ZW}} = 0.9$  ( $r_{ZW,\hat{ZW}}^2 = 0.81$ ) läge, ergäbe dies einen  $s_{ZW|\hat{ZW}}$ -Wert von 174 kg. Das heißt, die wahren Zuchtwerte all jener Stiere, für die das gleiche Zuchtwertschätzergebnis errechnet wurde, variieren immer noch mit einer Standardabweichung von 174 kg um ihren Schätzwert!

Es ist zu beachten, daß dieses quantitative Maß für die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung ein populationsspezifisches Maß ist, weil es der Variabilität der wahren Zuchtwerte in der betreffenden Population ( $s_{ZW}$ ) direkt proportional ist.

### 4. Modellansätze und Verfahren zur Zuchtwertschätzung

Jedes statistische Schätzverfahren verlangt die Aufstellung eines sogenannten Merkmalsmodelles. Ein solches Modell entspricht dem Prinzip nach der Aufstellung einer Hypothese über das ursächliche Zustandekommen des jeweils fraglichen Merkmales. Die Güte des betreffenden Schätzverfahrens ist dabei untrennbar mit dem Realitätsgrad des zugrundegelegten Modelles verbunden.

Wie gut ein solches Modell die tatsächlichen Verhältnisse widerzuspiegeln vermag, hängt nicht nur vom jeweiligen Erkenntnisstand bezüglich aller relevanten Kausalfaktoren für die Realisierung eines Merkmales ab, sondern auch von den jeweils zur Verfügung stehenden statistischen Hilfsmitteln (Schätzmethodik, Speicherkapazität und Rechenleistung der Computer).

Diese Abhängigkeit von den jeweils verfügbaren statistischen Hilfsmitteln wird auch bei einer chronologischen Betrachtung der in der Zuchtwertschätzung verwendeten Merkmalsmodelle offensichtlich. Hier wurde in den letzten Jahrzehnten versucht, die jeweiligen Modellansätze schrittweise der Realität anzunähern.

## **Modellansatz 1:** Bezugspunkt ist das **Populationsmittel**

- Unterstellte Hypothese:** Population ist genetisch homogen, alle Zuchtwerte der Population folgen der Verteilung einer Zufallsvariablen (z.B. Normalverteilung).
- Notwendiges Vorwissen:** Zuteilung des Tieres zur betreffenden Population
- Bester a priori Schätzwert:** Vor Vorliegen einer individuellen Information (Eigen- oder Nachkommenleistung): Populationsmittel, weil diesem von allen möglichen Zuchtwerten die höchste Eintreffenswahrscheinlichkeit zukommt.
- Schätzverfahren:** "Töchterpopulationsvergleich"

## **Modellansatz 2:** Bezugspunkt ist Mittelwert der zutreffenden **Subpopulation**

- Unterstellte Hypothese:** Population besteht aus genetisch differenzierten Subpopulationen (Fremdgenanteilsgruppen, Geburtsjahrgänge, Mutterlinien, u.a.). Nur die Zuchtwerte von Tieren der gleichen Subpopulation zeigen die Verteilung einer Zufallsvariablen.
- Notwendiges Vorwissen:** Zuteilung der Tiere zur zutreffenden Subpopulation.
- Bester a priori Schätzwert:** Mittelwert der zutreffenden Subpopulation
- Schätzverfahren:** BLUP-"Vatermodell" mit Berücksichtigung von genetischen Gruppen für Väter

Die heute häufig im Zusammenhang mit einer Zuchtwertschätzung gebrauchte Bezeichnung "**BLUP**" steht für "**B**est **l**inear **u**nbiased **p**rediction". BLUP ist ein von C.R. HENDERSON in den Siebzigerjahren entwickeltes statistisches Verfahren zur Schätzung von nicht direkt meßbaren Realisationswerten einer sogenannten Zufallsvariablen (wie z.B. die Zuchtwerte einzelner Tiere). Die Eigenschaften von BLUP garantieren für die jeweils verwendete Dateninformation, daß es bei (der üblichen) Verwendung eines linearen Modellansatzes im Durchschnitt zu einer Minimierung des Schätzfehlers kommt.

## **Modellansatz 3:** Bezugspunkt ist der **mittlere Zuchtwert der Eltern**

- Unterstellte Hypothese:** In einer realen Zuchtpopulation sind die Eltern eines Tieres in der Regel vorselektiert. Damit zeigen nur noch die Zuchtwerte von Vollgeschwistern durch die zufallsbedingte Variabilität der Geschlechtszellen ihrer gemeinsamen Eltern genetisch gesehen die Verteilung einer Zufallsvariablen. Die Stammeltern ("Bastiere") einer Population sind innerhalb ihrer Subpopulation unselektiert.
- Notwendiges Vorwissen:** Verwandtschaftsbeziehungen (Pedigree) der Tiere und Zuteilung der Stammeltern zur zutreffenden Subpopulation.
- Bester a priori Schätzwert:** Mittel der Elternzuchtwerte
- Schätzverfahren:** BLUP-"Tiermodell" mit Berücksichtigung von Subpopulationen für Stammeltern.

Der sogenannte Töchterpopulationsvergleich war mit seinen verschiedenen länderspezifischen Modifikationen die Methode der Wahl für die Zuchtwertschätzung der Stiere in den Sechziger- und Siebzigerjahren. Dieser wurde dann durch das erwähnte BLUP-Vatermodell abgelöst, dessen konsequente Weiterentwicklung zum heute allgemein verwendeten BLUP-Tiermodell geführt hat.

Der Unterschied zwischen Vater- und Tiermodell beruht im wesentlichen auf folgenden Kriterien:

Beim **Vatermodell** beschränkt sich die Zuchtwertschätzung auf die Zuchtwerte der Väter jener Tiere, von denen die jeweilige Leistungsinformation stammt. Die Verwendung einer sogenannten Verwandtschaftsmatrix erhöht zwar die Schätzeffizienz, ist aber nicht unbedingt notwendig (die Verwandtschaftsmatrix beschränkt sich hier auf die Verwandtschaft zwischen den Vätern).

Beim **Tiermodell** erstreckt sich die Schätzung der Zuchtwerte auf alle männlichen und weiblichen Tiere, die im jeweiligen Datensatz vorkommen. Die Verwandtschaftsmatrix muß hier die Verwandtschaft zwischen allen Tieren berücksichtigen und ist eine unabdingbare methodische Voraussetzung für die Schätzung der Zuchtwerte. **Die Berücksichtigung der gesamten Leistungsinformation von Verwandten kann allerdings auch dazu führen, daß der geschätzte Zuchtwert eines Tieres mit seiner individuellen Leistungsinformation (z.B. 1. Laktation einer Kuh) nicht gut übereinstimmt.** Obwohl dieses Phänomen von der Theorie her erwartet werden muß, führt es in der Praxis manchmal zu Akzeptanzschwierigkeiten. Bei der Verwendung eines sogenannten "Mehrmerkmals-Tiermodelles" wird der Zuchtwert für mehrere Merkmale simultan geschätzt. Dabei werden die genetischen und phänotypischen Korrelationen zwischen den betreffenden Merkmalen entsprechend berücksichtigt. Zuchtwertschätzwerte aus einem Mehrmerkmals-Tiermodell können zum Beispiel direkt im Rahmen einer Indexselektion verwendet werden, wo mehrere Merkmale nach einem bestimmten Gewichtungsprinzip zu einem sogenannten Gesamtzuchtwert zusammengefaßt werden.



# Zuchtwertschätzung für Merkmale der Milchleistung

*Ernst Potucek*

## 1. Einleitung

Die Milchleistungsprüfung wird nach den Bestimmungen des **Internationalen Komitees für Leistungsprüfungen in der Tierproduktion** über die Methoden der Milchleistungsprüfung durchgeführt, wobei nach Methode „A“ gearbeitet wird. Unter „A“ wird Fremdkontrolle verstanden, unter „B“ die Besitzerkontrolle.

Die Zuchtwertschätzung wird im Auftrag der Landwirtschaftskammern von der ZAR für die Rassen Fleckvieh, Braunvieh, Pinzgauer, Schwarzbunte und Grauvieh durchgeführt. Damit ist eine überregionale Vergleichbarkeit der Zuchtwerte von Stieren und Kühen sichergestellt.

Folgende Chronologie gibt einen Überblick über die bisher angewandte Zuchtwertschätzmethodik :

- 1963** Töchterpopulationsvergleich innerhalb von Betriebsklassen
- 1971** Töchterpopulationsvergleich innerhalb Herde
- 1985** BLUP - Vatermodell
- 1992** **Mehrmerkmals - Tiermodell**

## 2. Leistungsinformation

Der Schätzung werden die ersten drei Laktationen zugrundegelegt, wobei die erste Laktation in drei Abschnitte unterteilt wird. Damit ergeben sich maximal fünf Leistungsabschnitte je Mengenmerkmal (Milch, Fett, Eiweiß) und Tier :

- 1. Leistungsabschnitt : 1. - 100. Tag, 1.Laktation
- 2. Leistungsabschnitt : 101. - 200. Tag, 1.Laktation
- 3. Leistungsabschnitt : 201. - 305. Tag, 1.Laktation
- 4. Leistungsabschnitt : 1. - 305. Tag, 2.Laktation
- 5. Leistungsabschnitt : 1. - 305. Tag, 3.Laktation

Die Unterteilung der ersten Laktation gewährleistet, daß Teilleistungen von Kühen ohne Hochrechnung phänotypischer Leistungen statistisch richtig behandelt werden und hat folgende Vorteile:

- a) Damit stehen frühzeitig Töchterleistungen eines Stieres der Zuchtwertschätzung zur Verfügung, sodaß das Ende der ersten Laktation nicht abgewartet werden muß.
- b) Jene Leistungen werden berücksichtigt, die bei vorzeitigem Merzen der Tiere für die Zuchtwertschätzung verloren wären. Dadurch werden jene Selektionseinflüsse ausgeschaltet, die durch etwaige unterschiedlich hohe Abgangsraten bei einzelnen Stieren verursacht werden.
- c) Korrekte Berücksichtigung eines etwaigen Betriebswechsels.

Der Gesamtdatenbestand umfaßt Kühe mit mindestens einer gültigen Milch-, Fett- und Eiweißleistung ab dem Erstkalbejahr 1979, wobei eine Beschreibung des aktuellen Datenbestandes der letzten Zuchtwertschätzung vom Dezember 1995 im Anhang dargestellt ist.

Eine Kuh ist also dann in der Zuchtwertschätzung berücksichtigt, wenn sie mindestens einen gültigen Leistungsabschnitt hat, oder Vorfahre einer Kuh mit mindestens einem gültigen Leistungsabschnitt ist.

### 3. Abstammungsinformation

Von jedem Tier mit Eigenleistung werden 4 Ahnengenerationen (sofern bekannt) als Abstammungsinformation zum Aufbau der verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Tieren der Schätzpopulation verwendet. Eventuell auftretende Inzucht wird korrekt berücksichtigt. Dabei wird der Tatsache Rechnung getragen, daß ingezüchtete Tiere stärker zum Elternmittel regressieren als nicht ingezüchtete Tiere.

Sind von einem Tier ein oder beide Elternteile unbekannt, wird an deren Stelle eine fixe genetische Herkunftsgruppe definiert, die alle unbekannten Eltern von Tieren desselben Geschlechts, desselben Geburtsjahrganges und derselben Fremdgenanteilsgruppe enthält. Dadurch ist auch von Tieren ohne bekannte Abstammung eine genauere Definition des **Erwartungswertes** möglich.

### 4. Vorkorrekturen

Mit Hilfe der Vorkorrekturen werden jene systematischen Einflußfaktoren berücksichtigt, die aus rechentechnischen Gründen nicht in das Schätzmodell eingehen. Es sind dies:

- Kalbealter (1. und 2. Laktation)
- laufende Zwischenkalbezeit (entspricht der Serviceperiode)
- vorhergehende Zwischenkalbezeit (2. und 3. Laktation)
- Abstand der ersten Probemelkung von der Abkalbung (100 Tage Leistung)

Da die Einflüsse dieser systematischen Effekte leistungsabhängig sind, wird eine multiplikative Korrektur durchgeführt. Dadurch werden Kühe mit hoher Leistung absolut stärker korrigiert als Kühe mit niedriger Leistung. Die Korrekturfaktoren wurden mittels eines linearen, quadratischen und kubischen Regressionsansatzes geschätzt.

Der Korrekturfaktor (KF) berechnet sich aus der Formel :

$$KF = M / (M + a \cdot A + b \cdot A^2 + c \cdot A^3)$$

M ..... Rasse-Abschnittswert der Leistung(M,F,E)

A ..... Kalbealter, Zwischenkalbezeit, Abstand *Abkalbung - erster Probemelkung* in Tagen

a,b,c . Regressionskoeffizienten

$$\text{Milch korr} = \text{Milch abs} * \text{KF}$$

Hätte ein Stier sehr viele Töchter, die in sehr jungem Alter besamt wurden, würde sein Zuchtwert auf Erstlingsleistungen aufbauen, die systematisch nach unten verzerrt sind. In diesem Fall würden die Leistungen seiner Töchter durch die Vorkorrektur mit einem Zuschlag versehen werden.

Wirkt sich die Vorkorrektur beim Stier weniger aus, weil durch die größere Anzahl seiner Töchter anzunehmen ist, daß sich solche Einflüsse gegenseitig aufheben, ist sie bei der Kuh mit ihren wenigen Laktationen derzeit noch unverzichtbar (Graphische Beispiele im Anhang).

Die Verwendung von Korrekturfaktoren ist grundsätzlich problematisch und als Kompromiß zu sehen. Damit sollen leicht zu erkennende, systematische, auf jeden Fall nicht-genetische Einflüsse ausgeschlossen werden, von denen man annehmen kann, daß sie auf alle Tiere sehr ähnlich wirken.

Diese Einflußfaktoren wirken mit Sicherheit nicht auf alle Tiere gleich, sodaß die Vorkorrektur einen letztlich unbekanntem Teil der genetischen Effekte herauskorrigiert. Erst wenn die rechen-technischen Voraussetzungen geschaffen sind, daß alle fixen Effekte im Modell direkt berücksichtigt werden können, wird eine Vorkorrektur der Daten überflüssig sein.

## 5. Schätzmodell

Im Tiermodell werden die Zuchtwerte aller Tiere (Stiere und Kühe), mit und ohne Eigenleistung gemeinsam direkt als Einflußfaktoren geschätzt. Neben den Zuchtwerten werden im Schätzmodell gleichzeitig alle verbleibenden Umwelteinflüsse über die Mehrfachinteraktion

$$\text{Region} * \text{Herdenklasse} * \text{Kalbejahr} * \text{Kalbesaison}$$

berücksichtigt. Alle geschätzten Effekte (Umwelteffekte und Zuchtwerte) sind gegenseitig korrigiert. Dadurch findet eine vollständige Berücksichtigung der genetischen Konkurrenzverhältnisse in der Umweltklasse statt, in der die jeweilige Leistung erbracht wurde.

Wegen der geringen Herdengrößen in Österreich werden nicht die Leistungsabweichungen innerhalb Herde, sondern innerhalb Herdenklasse berücksichtigt.

Die Zugehörigkeit zu einer Herdenklasse richtet sich nach der Fett + Eiweiß kg Leistung der Herde innerhalb Jahr (nur Tiere derselben Herdebuchrasse), wobei die Klassenbreite 20 kg beträgt und maximal 20 Klassen zur Verfügung stehen.

Diese Mehrfachinteraktion hat zur Folge, daß die Leistungen einer Kuh nur innerhalb jener Gruppe von Kühen verglichen werden, die im großen und ganzen unter den selben Umweltbedingungen erbracht wurden. Es werden also nur Kühe verglichen, die im selben Jahr, in der selben Kalbesaison, in der gleichen Region und innerhalb der gleichen Betriebsklasse zu finden sind.

Der Hauptvorteil eines Tiermodelles liegt in der vollständigen Berücksichtigung der verwandtschaftlichen Beziehungen aller Tiere, die aus dem Datenmaterial konstruiert werden können. Dadurch werden vor allem Tiere mit wenig Leistungsinformation im Vergleich zum Vatermodell sicherer geschätzt, in dem nur die Ähnlichkeit zwischen Vätern und ihren Töchtern als Schätzgrundlage diene.

## 6. Anpaarungsniveau

In der Zuchtwertschätzung nach dem Tiermodell wird das Anpaarungsniveau korrekt berücksichtigt. Wenn ein Stier an bessere Kühe angepaart wurde, was bei sehr guten Vererbern aus dem Ausland, vor allem am Beginn der Importphase durchaus der Fall sein kann, würde sein Zuchtwert ohne Berücksichtigung des Anpaarungsniveaus überschätzt werden, weil die Kühe keine Stichprobe aus der Population darstellen, sondern eine positiv selektierte Gruppe.

Bei Nichtberücksichtigung des Anpaarungsniveaus wird der überdurchschnittliche genetische Beitrag dieser Kühe zur Leistung der Nachkommen nicht erkannt, sodaß der Teil der auf die Kühe zurückgeht, dem Stier zugeschrieben wird. Bei einer systematischen Anpaarung eines Stieres an schlechtere Kühe kommt die gleiche Situation zum Tragen mit umgekehrtem Vorzeichen.

## 7. Zuchtwertdefinition

Allgemein ist der Zuchtwert eines Tieres als der Anteil der Leistungsabweichung von Vergleichstieren definiert, den es im Mittel zur Hälfte an seine Nachkommen weitergibt. Als Zielgröße des Zuchtwertes hat der Vorstand der ZAR den

### Durchschnittlichen Zuchtwert der ersten fünf Laktationen

definiert. Damit orientieren sich die Zuchtwerte am allgemeinen Zuchtziel einer möglichst hohen Dauerleistung. Da nur 3 Laktationen in die Zuchtwertschätzung eingehen, wird dieses Ziel annähernd durch folgende Gewichtung erreicht :

<b>ZW</b>	1.Laktation	.....	<b>20 %</b>
<b>ZW</b>	2.Laktation	.....	<b>30 %</b>
<b>ZW</b>	3.Laktation	.....	<b>50 %</b>

Während eine Gleichgewichtung der 3 Laktationen (wie es in Deutschland der Fall ist) den Reifetyp nicht berücksichtigt, wird durch die stärkere Gewichtung der späteren Laktationen ein schwacher Selektionsdruck auf Spätreife (gegen Frühreife) ausgeübt.

Dadurch werden die „Schnellstarter“, die die Erwartungen nicht erfüllen, nicht gegenüber den sich kontinuierlich entwickelnden Leistungstypen bevorzugt.

Die Zuchtwerte für die Gehaltsmerkmale ( Fett % und Eiweiß %) in den fünf Leistungsabschnitten werden aus den Zuchtwerten der Mengenmerkmale rückgerechnet, wobei die Mittelwerte des jeweiligen Basisjahres eingesetzt werden.

Der Zuchtwert eines Tieres im Tiermodell kann in zwei Teilgrößen zerlegt werden, **den Erwartungszuchtwert und die zufällige Abweichung des Tieres von diesem Erwartungswert**. Der Erwartungswert eines Zuchtwertes ist im Tiermodell durch den mittleren Elternzuchtwert definiert. Die zufällige Abweichung ergibt sich aus den um die Umwelteinflüsse korrigierten Eigen- und/oder Nachkommenleistungen. Diese Abweichung ist auf den Erwartungswert regressiert. Das heißt, je weniger Leistungsinformation über ein Tier bekannt ist, umso stärker wird das Elternmittel gewichtet, und je mehr Leistungsinformation bekannt ist umso weniger wird die Elterninformation relativ wert.

## 8. Zuchtwertbasis

Für alle fünf Rassen wird für die Milchleistungsmerkmale eine gleitende Basis herangezogen, wobei sich die Schätzungen des Jahres 1996 auf den Kuhgeburtsjahrgang 1986 beziehen.

## 9. Gesamtzuchtwert

Der Gesamtzuchtwert ist ein Index, in dem die Zuchtwerte der Mengenmerkmale (Milch kg, Fett kg und Eiweiß kg) mit einer relativen ökonomischen Gewichtung von

$$\text{Milch kg} : \text{Fett kg} : \text{Eiweiß kg} = 0 : 1 : 4$$

zusammengefaßt sind.

Er bezieht sich wie die einzelnen Milchzuchtwerte auf eine jährlich zu aktualisierende, gleitende Basis innerhalb Rasse (Juni-Zuchtwertschätzung). Diese wird aus den letzten drei aktuellen Stierjahrgängen mit vollständiger Töchterinformation gebildet (Für 1996 gilt: Grauvieh: 1985 - 1987, alle anderen Rassen: 1987 - 1989). Die Basis ist auf einen Mittelwert von 100 und eine Streuung von 12 Punkten standardisiert.

Für weibliche Tiere findet bei der Berechnung des Gesamtzuchtwertes ein „Altersbonus“ Verwendung. Ab der fünften Abkalbung erhält jede Kuh zwei GZW-Punkte je Abkalbung zusätzlich. Damit soll verhindert werden, daß ältere fruchtbare Kühe durch den Zuchtfortschritt bedingt, eine zu große Abschreibung ihres Milchzuchtwertes erfahren.

Der aktuelle Kuh-Gesamtzuchtwert entspricht demnach einer Kombination aus dem objektiven Milchzuchtwert und der subjektiven Einschätzung, was eine fruchtbare robuste Kuh im Verhältnis zur genetisch verankerten Milchleistung wert ist.

Mit Zunahme der Möglichkeit, Zuchtwerte für funktionale Merkmale (Nutzungsdauer, Kalbeverlauf, Fruchtbarkeit, ....) schätzen zu können, wird der aktuelle Kuhbonus an Bedeutung verlieren.

## 10. Zusammenfassung der Eigenschaften des Mehrmerkmals-Tiermodells

### Mehrmerkmalsmodell

- Einbeziehung der ersten, zweiten und dritten Laktation als eigenständige Merkmale, dadurch auf Zuchtziel und Zuchtwertdefinition ausgerichtete Leistungsinformation
- Unterteilung der ersten Laktation, dadurch frühzeitige Erfassung von Kühen in der Zuchtwertschätzung, sowie Ausschaltung von Selektionseinflüssen durch unterschiedlich hohe Abgangsdaten bei einzelnen Stieren.

### BLUP-Tiermodell

- Die Zuchtwerte aller Tiere werden direkt geschätzt
- maximale Ausnutzung aller bekannten und verfügbaren Leistungs- und Abstammungsinformationen.

- Berücksichtigung von Inzucht
- Optimale Korrektur des Anpaarungsniveaus von Stieren und Kühen
- Alle Tiere (Stiere und Kühe) werden gleichzeitig geschätzt und dabei gleich behandelt
- Berücksichtigung der Umwelt und der genetischen Konkurrenz, in der eine Leistung erbracht wurde
- Bezug aller Zuchtwerte (von Stieren und Kühen einer Rasse) auf eine einheitliche Basis und damit direkte Vergleichbarkeit aller Tiere einer Rasse der Schätzpopulation.

## 11. Publikation

Die Milchzuchtwerte der Stiere werden dann veröffentlicht, wenn sie folgende rassenspezifische Mindestgenauigkeit (ausgedrückt als Bestimmtheitsmaß  $r^2$ ) erreicht oder überschritten haben:

<b>Rasse</b>	<b>Mindestgenauigkeit</b>
Fleckvieh	<b>0,75</b>
Braunvieh	<b>0,75</b>
Pinzgauer	<b>0,60</b>
Schwarzbunte	<b>0,62</b>
Grauvieh	<b>0,58</b>

und gleichzeitig Töchter aufweisen, die innerhalb der letzten 8 Jahre gekalbt haben.

## 12. Anhang

### Populationsparameter

Im folgenden werden die Heritabilitäten (Diagonale), genetische Korrelationen (oberhalb der Diagonale) und phänotypischen Korrelationen (unterhalb der Diagonalen) dargestellt:

#### MILCH kg

5 Leistungsabschnitte (LA)

LA	1	2	3	4	5
1	<b>.31</b>	.84	.51	.61	.60
2	.53	<b>.31</b>	.78	.72	.73
3	.32	.45	<b>.28</b>	.64	.54
4	.32	.35	.40	<b>.25</b>	.82
5	.30	.34	.31	.45	<b>.21</b>

#### FETT kg

LA	1	2	3	4	5
1	<b>.35</b>	.87	.61	.75	.71
2	.44	<b>.37</b>	.81	.82	.79
3	.27	.41	<b>.31</b>	.78	.69
4	.26	.29	.34	<b>.29</b>	.90
5	.24	.28	.28	.42	<b>.26</b>

#### EIWEIß kg

LA	1	2	3	4	5
1	<b>.32</b>	.81	.45	.55	.49
2	.44	<b>.32</b>	.64	.66	.61
3	.23	.44	<b>.27</b>	.66	.49
4	.30	.33	.37	<b>.25</b>	.80
5	.27	.31	.28	.47	<b>.23</b>

### Datenumfang:

#### Zuchtwertschätzung Dezember 1995

Rasse	n Tiere	n Kühe mit Leistung	n Stiere
FV	1.059.911	767.385	34.416
BV	397.770	268.142	17.292
PI	109.904	66.936	8.015
SB	98.886	67.179	5.978
GV*	39.543	18.028	1.527

\* ) incl. weiblichen Tieren aus Südtirol mit zumindest einem österreichischen Elter.

### Zuchtfortschritt der Kühe im Zuchtwert Milch kg

Geb. Jahr	FV		BV		PI		SB		GV	
	x	s	x	s	x	s	x	s	x	s
1980	<b>-88</b>	228	<b>-92</b>	213	<b>2</b>	254	<b>6</b>	266	<b>-59</b>	153
1981	<b>-78</b>	226	<b>-68</b>	207	<b>50</b>	272	<b>16</b>	252	<b>-58</b>	147
1982	<b>-58</b>	230	<b>-52</b>	204	<b>102</b>	275	<b>7</b>	257	<b>-6</b>	173
1983	<b>-28</b>	241	<b>-41</b>	208	<b>151</b>	299	<b>38</b>	263	<b>4</b>	169
1984	<b>-15</b>	241	<b>-22</b>	205	<b>142</b>	281	<b>30</b>	260	<b>2</b>	171
1985	<b>0</b>	233	<b>0</b>	209	<b>101</b>	262	<b>0</b>	256	<b>0</b>	161
1986	<b>-4</b>	227	<b>2</b>	208	<b>100</b>	256	<b>17</b>	262	<b>29</b>	169
1987	<b>9</b>	229	<b>20</b>	213	<b>88</b>	250	<b>21</b>	267	<b>62</b>	165
1988	<b>23</b>	225	<b>36</b>	218	<b>108</b>	247	<b>25</b>	277	<b>74</b>	170
1989	<b>33</b>	228	<b>42</b>	218	<b>124</b>	243	<b>38</b>	278	<b>82</b>	150
1990	<b>65</b>	242	<b>37</b>	209	<b>133</b>	227	<b>36</b>	270	<b>89</b>	128

### Zuchtfortschritt der Stiere im Gesamtzuchtwert-Milch

Geb. Jahr	Fleckvieh	Braunvieh	Pinzgauer	Schwarz bunte	Grauvieh
1980-82	<b>92</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>97</b>	<b>82</b>
1981-83	<b>94</b>	<b>92</b>	<b>91</b>	<b>97</b>	<b>83</b>
1982-84	<b>96</b>	<b>93</b>	<b>93</b>	<b>98</b>	<b>88</b>
1983-85	<b>97</b>	<b>95</b>	<b>95</b>	<b>98</b>	<b>90</b>
1984-86	<b>97</b>	<b>97</b>	<b>96</b>	<b>99</b>	<b>96</b>
1985-87	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>97</b>
1986-88	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>98</b>
1987-89	<b>101</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>100</b>	<b>97</b>
1988-90	<b>103</b>	<b>101</b>	<b>104</b>	<b>100</b>	<b>97</b>
1989-91	<b>104</b>	<b>101</b>	<b>105</b>	<b>101</b>	<b>101</b>
1990-92	<b>106</b>	<b>101</b>	<b>105</b>	<b>104</b>	<b>105</b>



# Zuchtwertschätzung für Fruchtbarkeit und Kalbeverlauf

*Johannes Aumann, Georg Thaller und Christian Fürst*

## 1. Einleitung

Seit der Einführung der Milchquotenregelung in der Europäischen Union wird den sogenannten funktionalen (früher als sekundär bezeichneten) Merkmalen in der Rinderzucht eine höhere Bedeutung eingeräumt. Auch die Zuchtleistung der weiblichen Tiere wird unter diesem Komplex betrachtet, obwohl Fruchtbarkeit und Kalbung Voraussetzungen für die Milchleistung sind. Die Bedeutung der Fruchtbarkeit wird dann sehr stark ins Bewußtsein gerückt, wenn die Zwischenkalbezeiten so hoch werden, daß die geregelte Remontierung der weiblichen Nachzucht in Frage gestellt wird. Bei den gegenwärtigen Zwischenkalbezeiten in den USA von 430 Tagen ist diese Größenordnung nahezu erreicht. Obwohl Fruchtbarkeitsmerkmale eine niedrige Heritabilität aufweisen, kann durch eine lang andauernde Selektion auf ein negativ korreliertes Merkmal (z. B. die Milchleistung) ein entsprechend unerwünschter Effekt eintreten. Die Behebung dieses unerwünschten Effektes auf genetischem Weg dauert wegen der niedrigen Heritabilität allerdings ebenfalls sehr lange.

## 2. Zuchtwertschätzung

Nachdem sich die Zuchtwertschätzung für Milchleistungsmerkmale nach dem Tiermodell gut bewährt hat, wurde das Tiermodell zum Standard für moderne Zuchtwertschätzverfahren. Daher gilt es nun auch für die anderen wichtigen Merkmale der Rinderzucht entsprechende Zuchtwertschätzverfahren zu entwickeln. Da vom Gesetzgeber in Deutschland eine Zuchtwertschätzung für Zuchtleistung vorgeschrieben und die Neuentwicklung finanziell gefördert wurde, lag es nahe, zunächst für diesen Zuchtwerteil ein neues Verfahren zu entwickeln. Dieser Zuchtwerteil Zuchtleistung umfaßt die Fruchtbarkeit, den Kalbeverlauf, die Totgeburtenrate und die Nutzungsdauer. Da zum Thema Nutzungsdauer in Österreich bereits an der Entwicklung von Zuchtwertschätzprogrammen gearbeitet wurde, wurde vereinbart, dieses Programm auch in Deutschland zu verwenden und im Gegenzug die Programme für Fruchtbarkeit und Kalbeverlauf für die österreichischen Rinderzüchter zur Verfügung zu stellen.

Das Zuchtwertschätzverfahren für Fruchtbarkeit, Kalbeverlauf und Totgeburtenrate wurde von 1992 bis 1994 an der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Grub in der Abteilung für Tiergenetik und Datenverarbeitung mit Unterstützung des Bundesministeriums für Landwirtschaft entwickelt. In der Zuchtwertschätzung vom November 1994 wurden in Bayern erstmals Zuchtwerte für Fruchtbarkeit und Kalbeverlauf veröffentlicht, die mit diesem neuen Tiermodell geschätzt wurden. In Österreich wurden erstmals im Dezember 1995 geschätzte Zuchtwerte für Fruchtbarkeit und Kalbeverlauf veröffentlicht.

### 2.1 Daten

#### ***Fruchtbarkeit:***

Alle Belegungen für Kalbinnen und Kühe seit dem 1. 1. 1990 gehen in die Zuchtwertschätzung ein.

### ***Kalbeverlauf:***

In die Zuchtwertschätzung für Kalbeverlauf gehen alle Abkalbungen seit 1. 1. 1992 ein. Aufgrund eines unterschiedlichen Datenerhebungssystems in Tirol seit 1993 mußten Daten aus dem Umstellungszeitraum ausgeschlossen werden. Ab diesem Zeitpunkt wurden die Daten aus Tirol statistisch korrekt in den gesamtösterreichischen Schlüssel übergeführt.

## **2.2 Merkmale**

### ***Fruchtbarkeit:***

Als Merkmal für die Zuchtwertschätzung auf Fruchtbarkeit wird das Non-Return- bzw. Returnereignis am 90. Tag bezogen auf die Erstbelegung pro Laktation verwendet (=Non-Return-Rate 90, NR90). D.h., wenn bis zum 90 Tag nach der ersten Belegung eines Tieres keine weitere Belegung gemeldet wurde, wird eine erfolgreiche Erstbelegung angenommen. Wenn innerhalb dieses Zeitraumes aber eine oder mehrere weitere Belegungen stattgefunden haben, so handelt es sich um eine erfolglose erste Belegung. Auf die weiteren Besamungen innerhalb einer Zwischenkalbezeit wurde verzichtet, weil sonst durch Selektion und Sonderbehandlung von bestimmten Kühen Verzerrungen in den geschätzten Zuchtwerten auftreten könnten.

### ***Kalbeverlauf:***

Als Merkmal für Kalbeverlauf bzw. Leichtkalbigkeit wird in Österreich die 5-stufige Einteilung der ZAR verwendet:

- ◆ Leichtgeburt (keine Geburtshilfe erforderlich)
- ◆ Normalgeburt (Geburtshilfe von einer Person erforderlich)
- ◆ Schweregeburt (Geburtshilfe von mehr als einer Person oder mechanischer Geburtshelfer erforderlich)
- ◆ Kaiserschnitt
- ◆ Embryotomie (Zerstückeln des Kalbes)

Für die Zuchtwertschätzung werden Kaiserschnitt und Embryotomie zusammengefaßt. Je nach Häufigkeit der einzelnen Klassen wird jeder dieser Klassen der Durchschnittswert einer normalverteilten Zufallsvariable zugeordnet. In der folgenden Tabelle ist die prozentuelle Verteilung der Kalbeverlaufscodes bei den österreichischen Rinderpopulationen zu finden.

Geburtsverlauf	Fleckvieh	Braunvieh	Schwarzbunte	Pinzgauer	Grauvieh
Leichtgeburt	49,7	65,3	63,7	38,4	93,2
Normalgeburt	45,4	32,4	34,2	58,9	6,3
Schweregeburt	4,7	2,2	2,0	2,5	0,5
Kaiserschnitt und Embryotomie	0,2	0,1	0,1	0,2	0,0

### ***Totgeburtenrate:***

Die Totgeburtenrate wird als Ja/Nein-Merkmal in der Zuchtwertschätzung verwendet, wobei auch die Todesfälle bis 48 Stunden nach der Geburt mitgezählt werden. Aus tierärztlicher Sicht kann eine Infektion nach der Geburt nicht so schnell zum Tod des Kalbes führen. Für die Totgeburtenrate wird in Österreich zur Zeit (noch) keine Zuchtwertschätzung durchgeführt.

## 2.3 Modell

Es wurde beschlossen ein Wiederholbarkeitsmodell statt eines Mehrmerkmalsmodells für die Zuchtwertschätzung zu verwenden. Die Anwendung eines Wiederholbarkeitsmodell bedeutet, daß die NR90 bzw. der Kalbeverlauf in verschiedenen Laktationen als wiederholte Ausprägung ein und desselben Merkmals aufgefaßt werden. Diese Maßnahme war zunächst sowohl von praktischen Züchtern als auch von Wissenschaftlern stark kritisiert worden. Bei der speziell in Süddeutschland und Österreich gegebenen Betriebsstruktur mit vielen kleineren Betrieben mit weniger als 20 Kühen, wäre eine direkte Berücksichtigung der Herde im Zuchtwertschätzmodell ohne diese Maßnahme nicht möglich gewesen.

Die statistischen Modelle für die Zuchtwertschätzung lauten:

$$\begin{aligned} \text{NR90} &= \text{Betrieb} * \text{Jahr} + \text{Besamungsmonat} + \text{Laktationsnummer} * \text{Erstbesamungsalter} \\ &\text{ bzw. Rastzeitklasse} + \text{Belegstier (paternaler Effekt)} + \text{Kuh (maternaler Effekt)} \\ &+ \text{permanentener Umwelteffekt} + \text{Resteffekt} \\ \text{Kalbeverlauf} &= \text{Betrieb} * \text{Jahr} + \text{Kalbemonat} + \text{Geschlecht des Kalbes} + \text{Kalbnummer} * \\ &\text{Kalbealterklasse} + \text{Kalb (direkter genetischer Effekt)} + \text{Kuh (maternaler Effekt)} \\ &+ \text{permanentener Umwelteffekt} + \text{Resteffekt} \end{aligned}$$

Die beiden Modelle sind sich sehr ähnlich. Allerdings ist das in der Zuchtwertschätzung berücksichtigte Tier in beiden Modellen unterschiedlich. Während bei der NR90 die besamte Kuh im Mittelpunkt steht, ist das in der Zuchtwertschätzung für Kalbeverlauf das soeben geborene Kalb.

### 2.3.1 Genetische Einflußfaktoren

Bei der Wahl des genetischen Modells wurde berücksichtigt, daß sowohl bei der Konzeption als auch bei der Kalbung verschiedene genetische Effekte von Bedeutung sind. Dies wird durch eine Trennung in eine direkte bzw. paternale Komponente und die maternale Komponente erreicht.

Die *paternale Komponente* gibt bei der Fruchtbarkeit Auskunft über die „eigene“ Fruchtbarkeit (Befruchtungsfähigkeit) eines Stieres, die vor allem von der Spermaqualität abhängig ist. Beim Kalbeverlauf läßt die paternale (direkte) Komponente eine Aussage darüber zu, wie schwer bzw. leicht die Kälber eines Stieres geboren werden (vor allem abhängig von der Größe des Kalbes).

Die *maternale Komponente* gibt einerseits Auskunft über die Fruchtbarkeit der Töchter eines Stieres, andererseits wie leicht bzw. schwer die Töchter eines Stieres abkalben (z.B. abhängig von der Beckenform der Töchter).

Durch diese Trennung in zwei genetische Effekte wird bei der Zuchtwertschätzung der paternalen Fruchtbarkeit eines Stieres simultan der maternale Zuchtwert der besamten Kühe berücksichtigt. Dies entspricht der Berücksichtigung des Anpaarungsniveaus in der Zuchtwertschätzung für Milchleistungsmerkmale und hat sehr große Bedeutung für gut befruchtende Besamungsstiere, die oft auf Kühe eingesetzt werden, bei denen Fruchtbarkeitsprobleme erwartet werden.

Dies gilt selbstverständlich auch in der Zuchtwertschätzung für Kalbeverlauf, wo es bei den sogenannten Leichtkalbstieren auch sehr stark ins Gewicht fällt, da diese üblicherweise auch auf die Problemkühe bei weiteren Kalbungen eingesetzt werden. Durch diese simultane Berücksichtigung des maternalen Zuchtwertes sollte der paternale Zuchtwert nach der Empfeh-

lung als Leichtkalbsstier nicht schlechter werden, während sich bisher die Rate der tierärztlichen Hilfe meist deutlich erhöht hat.

Zur Durchführung der Zuchtwertschätzung werden die Heritabilitäten und genetischen Korrelationen der genetischen Effekte im Modell benötigt. Informationen hierüber stehen aus Untersuchungen an Stichproben aus den bayerischen Daten zur Verfügung. Zusätzlich stehen natürlich auch Angaben aus der Literatur zur Verfügung. In der Zuchtwertschätzung werden in Österreich folgende Heritabilitäten und genetische Korrelationen verwendet.

Merkmal	Heritabilitäten		genetische Korrelation
	paternal/direkt	maternal	
NR90	0,02	0,02	0,00
Kalbeverlauf	0,05	0,05	-0,10

### 2.3.2 Andere systematische Einflußfaktoren

Neben den beiden genetischen Einflußfaktoren ist im Zuchtwertschätzmodell der *permanente maternale Umwelteffekt* enthalten. Dieser Effekt (z.B. Eierstockentzündung, Beckenverletzung) ist von Bedeutung, weil Beobachtungen aus verschiedenen Laktationen bzw. Kalbungen einer Kuh in der Zuchtwertschätzung berücksichtigt werden.

Der weitaus wichtigste Einflußfaktor auf die Fruchtbarkeit und den Kalbeverlauf ist der *Betrieb*. Neben den betriebsspezifischen Einflußfaktoren kommt auch die unterschiedliche Beurteilung des Geburtsverlaufes durch den Betriebsleiter hinzu. Aus den erfaßten Daten gibt es keine plausible Möglichkeit, ähnliche Betriebe in Herdenklassen zusammenzufassen, wie es bei der Zuchtwertschätzung für Milchleistungsmerkmale üblich ist. Daher werden in der Auswertung alle Tiere, die im Laufe eines Jahres in einer Herde besamt wurden bzw. abkalbten, als Vergleichstiere verwendet (Herdenjahreseffekt). Mit diesem Herdenjahreseffekt werden alle betriebsspezifischen Faktoren sowie die Region und teilweise der Besamungstechniker erfaßt. Für die Zuchtwertschätzung ist die Abweichung der Leistung des einzelnen Tieres vom Herdenjahresschnitt maßgeblich. Gibt ein Betrieb bei allen Kalbungen die gleiche Geburtsverlaufsklasse an, dann fallen die Ergebnisse dieses Betriebes bei der Zuchtwertschätzung nicht ins Gewicht. Die Zuchtwerte für die Kühe eines solchen Betriebes werden dann aus den Leistungen von verwandten Tieren in anderen Betrieben geschätzt.

#### **Fruchtbarkeit:**

Der Einfluß des *Besamungsmonates* auf die Non-Return-Rate 90 ist anhand von Daten beim österreichischen Fleckvieh in der Abb. 1 dargestellt. Die Fruchtbarkeitssituation wechselt im Laufe des Jahres. Sie ist im Sommer etwas besser als in den Wintermonaten, bei gleitenden Übergängen im Frühjahr und im Herbst.

Der Einfluß des *Erstbesamungsalters* ist in der Abb. 2 dargestellt. Bei einem Erstbesamungsalter zwischen 15 und 22 Monaten steigt die Non-Return-Rate 90 mit zunehmendem Alter an, während ab 22 Monaten keine Vorteile in der Fruchtbarkeit durch längeres Zuwarten mehr zu beobachten sind.

Die Abbildung 3 zeigt den Einfluß der *Laktationsnummer* auf die Non-Return-Rate 90. Bei der Besamung als Jungtier ergibt sich dabei ein wesentlich höherer Wert. Hier ist wohl eine gewisse Überschätzung gegeben, weil einige Tiere nach einer nicht erfolgreichen Erstbesamung zum Schlachten verkauft werden oder aus anderen Gründen nicht zur Nachbesamung gemeldet werden. In den folgenden Laktationen nimmt die Non-Return-Rate 90 von Laktation zu Laktation leicht ab.

Als Beispiel für den Effekt der *Rastzeit* (Zeit von Abkalbung bis erster Belegung) innerhalb Laktation sind in Abb. 4 die Werte für die erste, vierte und siebte und weitere Laktationen dar-

gestellt. Der Verlauf der Kurven ist bei allen drei Laktationen nahezu parallel. Zwischen dem 20. und dem 50. Tag steigt die Non-Return-Rate deutlich an. Ab dem 50. Tag wirkt sich eine Verlängerung der Rastzeit weniger stark positiv auf die Fruchtbarkeitssituation aus. Die Rangierung innerhalb der einzelnen Laktationen ist etwas unterschiedlich. In der ersten Laktation ist eine Rastzeit zwischen 20 und 60 Tagen etwas günstiger, als in der vierten bzw. siebten Laktation. Dies kann unter Umständen mit der höheren Milchleistung in den späteren Laktationen begründet werden. Es ist auch möglich, daß in der zweiten Laktation nur bei sehr robusten Kühen eine kurze Rastzeit angestrebt wird, während Kühen, die einen etwas labileren Gesundheitszustand aufweisen, eine längere Ruhepause nach dem ersten Kalb zugestanden wird. Auf die letzte Hypothese deuten auch die teilweise etwas höheren Zwischenkalbezeiten in der ersten Laktation hin.

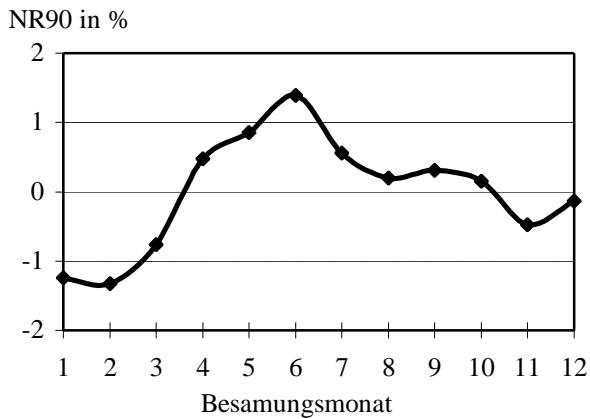
#### ***Kalbeverlauf:***

Der Kalbeverlauf wird von der *Laktationsnummer* der Kuh und dem Geschlecht des Kalbes sehr stark beeinflußt. Wie die Abbildung 5 zeigt, sind in Einheiten des Relativzuchtwertes (siehe Kapitel 2.4) ausgedrückt die weiteren Kalbungen um bis zu 40 Punkte leichter als die Erstlingskalbungen. Zwischen den weiteren Kalbungen scheint dann kein großer Unterschied zu bestehen.

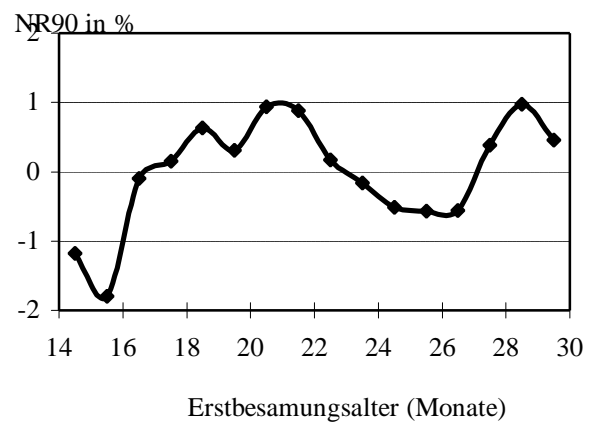
Bei den Erstlingskalbungen werden die Kalbungen bis zu einem Alter von 35 Monaten mit steigendem *Erstkalbealter* leichter. Höhere Erstkalbealter haben dann keinen positiven Effekt mehr auf den Kalbeverlauf. Der Anstieg vom Erstkalbealter von 25 bis 30 Monaten ist relativ gering. Das deutet darauf hin, daß nur entsprechend reife Tiere so früh besamt werden, damit sie mit 25 oder 26 Monaten abkalben.

Der Einfluß des *Geschlechtes* des Kalbes auf den Kalbeverlauf ist ebenfalls sehr stark (siehe Abb. 6). Männliche Kälber führen je nach Rasse zu bis zu 15 Punkten schwierigeren Kalbungen als weibliche Kälber. Bei der ersten Kalbung ist dabei die Differenz zwischen männlichen und weiblichen Kälbern um etwa 20 % größer als bei den weiteren Kalbungen. Im Vergleich zu diesen beiden Einflußfaktoren übt die Saison nur einen geringen Einfluß auf den Kalbeverlauf aus.

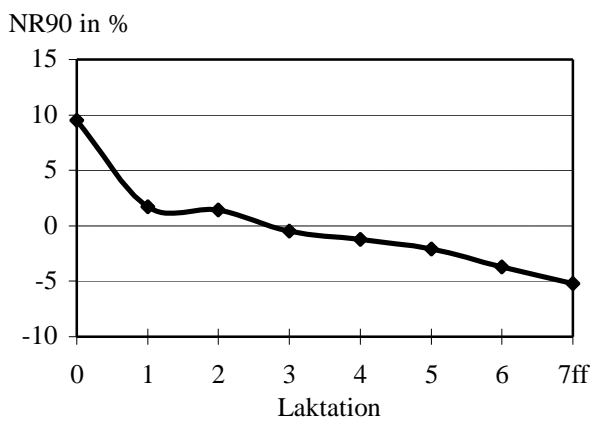
**Abb. 1: Einfluß des Besamungsmonats auf die NR90**



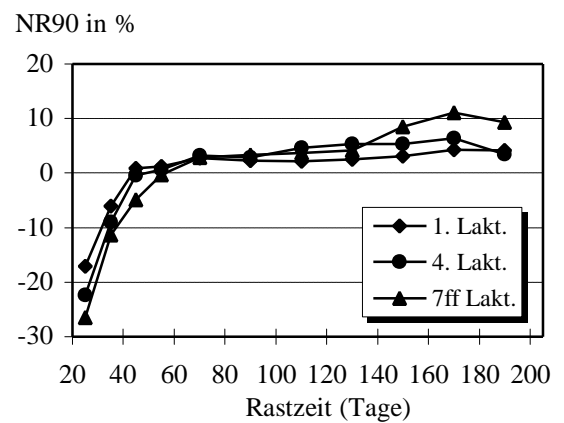
**Abb. 2: Einfluß des Erstbesamungsalters auf die NR90**



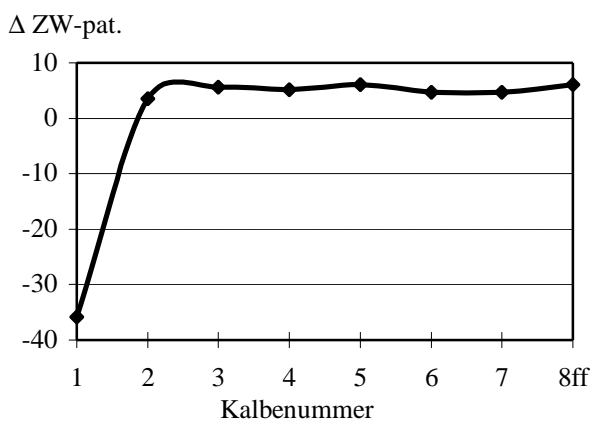
**Abb. 3: Einfluß der Laktation auf die NR90**



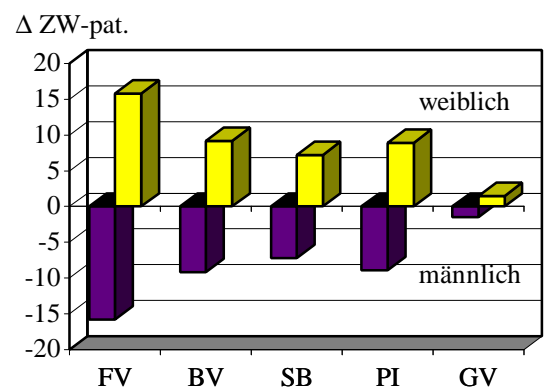
**Abb. 4: Einfluß der Rastzeit auf die NR90**



**Abb. 5: Einfluß der Kalbenummer auf den Kalbeverlauf**



**Abb. 6: Einfluß des Geschlechts auf den Kalbeverlauf**



## 2.4 Ergebnisdarstellung der Zuchtwertschätzung

Nach der Lösung des Gleichungssystems zur Zuchtwertschätzung werden die dabei erhaltenen Lösungen auf eine Basis standardisiert. Die Zuchtwerte beziehen sich auf eine gleitende Basis analog dem Gesamtzuchtwert der Zuchtwertschätzung für Milchleistung. Die Basis ist auf einen Mittelwert von 100 und eine Streuung von 12 Punkten standardisiert, wobei Werte unter 100 Punkten züchterisch negativ sind. Die Ergebnisse der Zuchtwertschätzung werden derzeit nur für Stiere mit einer Mindestgenauigkeit von  $r^2=0,30$  (Grauvieh 0,20) veröffentlicht. Die Schätzgenauigkeit der Zuchtwerte wird approximativ berechnet und als Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ ) ausgewiesen.

## 3. Erfahrungen bei der Einführung der neuen Zuchtwertschätzung

Zur Beurteilung des Kalbeverlaufs stand bisher in Bayern und Österreich die Häufigkeit der tierärztlichen Hilfe bei Erstlingen und weiteren Abkalbungen zur Verfügung. Die Korrelation dieser Schweregeburtenrate zum ermittelten Zuchtwert liegt zwischen 0,15 und 0,30. Dies mag als sehr niedrig erscheinen, hängt aber auch mit der erheblichen Streuung der Prozentsätze bei niedriger Geburtenhäufigkeit zusammen, wie wir es vor allem bei Abkalbungen von Erstlingen aus dem Prüfungseinsatz kennen.

Als Ursachen für eine unterschiedliche Aussage aus der tierärztlichen Hilfe und dem Zuchtwert sind folgende Punkte zu sehen:

- a) Der Zuchtwert ist auf nicht-genetische Einflußfaktoren korrigiert, während dies bei der tierärztlichen Hilfe nicht der Fall ist. Ein höherer Anteil männlicher Kälber oder der Einsatz in ungünstigen Saisonen kann so zu einem höheren Anteil an tierärztlicher Hilfe führen, der sich im Zuchtwert nicht widerspiegelt.
- b) Die Zuchtwertschätzung berücksichtigt neben der tierärztlichen Hilfe auch die Besetzung der weiteren Klassen, um eine Aussage über den Kalbeverlauf zu machen. Ein geringerer Anteil von Geburten ohne Hilfe bzw. ein höherer Anteil von Geburten mit 2 oder mehr Helfern führen zu einem schlechteren Zuchtwert bei gleichem Anteil an Kalbungen mit tierärztlicher Hilfe.
- c) Leichtkalbstiere werden verstärkt auf jüngere Kalbinnen oder Problemkühe eingesetzt, was zu einer höheren Schweregeburtenrate führt. In der Zuchtwertschätzung wird dies berücksichtigt.

Eine wesentliche Frage bei der Entwicklung der Zuchtwertschätzung für Kalbeverlauf war, ob Erstlingsgeburten anders zu werten sind als weitere Abkalbungen. Die bisherigen Auswertungen in Bayern hierzu ergeben eine weitgehende Parallelität mit Korrelationen von 0,70 für den Kalbeverlauf bei ersten und weiteren Kalbungen. Sie liegt damit weitaus höher als die eher niedrige Korrelation der Schweregeburtenrate bei ersten und weiteren Kalbungen von 0,10 bis 0,20. Durch das Ausschalten der Umwelteinflüsse und die Verwendung der Information aus allen Kalbeverlaufsklassen wird somit der Rückschluß von weiteren Abkalbungen auf die erste Abkalbung wesentlich genauer. Aus getrennten Auswertungen der ersten vier Kalbungen können aus den ermittelten Zuchtwerten unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Sicherheiten grobe Schätzwerte für die genetische Korrelation ermittelt werden. Dabei zeigte sich zwischen der ersten und den weiteren Kalbungen eine Korrelation von 0,65 bis 0,70, während die Korrelationen der weiteren Kalbungen untereinander zwischen 0,70 und 0,85 liegen.

Bedenkt man auch, daß aus dem Prüfeinsatz kaum 50 Abkalbungen bei Erstlingen vorliegen, so muß die Entscheidung auch aufgrund der Abkalbungen älterer Kühe erfolgen. Die Besamungs-

stationen werden die Stiere, die sich im Testeinsatz bei vornehmlich weiteren Abkalbungen bewährt haben, bei Erstlingen vorsichtig testen und die jungen Stiere schnell aus dem Kalbineneinsatz zurückziehen, wenn sie Probleme bereiten sollten. Schließlich ist der Informationsfluß über das Besamungspersonal schneller als jede Auswertung die Informationen zur Verfügung stellen kann.

#### **4. Anwendung der Zuchtwerte in der Praxis**

Die neuen Zuchtwertschätzergebnisse für Fruchtbarkeit und Kalbeverlauf werden in der praktischen Zucht sicherlich nicht zum Schwerpunkt der Selektion werden. Bei Merkmalen mit so niedrigen Heritabilitäten sollten auch vornehmlich Umweltverbesserungen zur Verbesserung in diesen Merkmalen beitragen. Trotzdem müssen aber die Auswirkungen unserer Selektionsentscheidungen in den Leistungsmerkmalen auf die Fruchtbarkeit und den Kalbeverlauf beobachtet werden, um etwaige Fehlentwicklungen frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden. Dies gilt vor allem für sehr stark ausgenutzte Besamungsstiere, die mit ihren vielen Töchtern einen großen Einfluß auf die genetische Entwicklung der Population haben. Dabei sollte vor allem die maternale Komponente beobachtet und berücksichtigt werden. Die paternale Komponente bekommt sowohl in der Fruchtbarkeit als auch im Kalbeverlauf durch die Selektion der Besamungsstationen bereits ein relativ starkes Gewicht.

Darüber hinaus sollten diese Merkmale in einen Gesamtzuchtwert einbezogen werden. Die Reihung von Stieren sollte dann nach diesem Gesamtzuchtwert vorgenommen werden. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, daß die ökonomische Bedeutung von Fruchtbarkeit und Kalbeverlauf im Vergleich zur Milch- und Fleischleistung relativ gering ist. Die Anwendung eines Gesamtzuchtwertes alleine ist daher kein Schutz vor unerwünschten Entwicklungen in diesen Merkmalen.



# Zuchtwertschätzung für Nutzungsdauer

*Christian Fürst, Christa Egger-Danner, Johann Sölkner und Alois Eßl*

## 1. Einleitung

Begriffe wie Langlebigkeit, Dauerleistung, Nutzungsdauer und Lebensleistung sind erst in den letzten Jahren, auch im Hinblick auf die Notwendigkeit einer verstärkt ganzheitlich orientierten Wirtschaftsweise, wieder modern geworden. Die Forderung nach Berücksichtigung der Lebens- bzw. Dauerleistung bei der Zuchtwahl ist alt. Bereits vor dem 2. Weltkrieg wurden Rinderleistungsbücher geführt, in die vorwiegend Dauerleistungskühe eingetragen wurden. Allerdings verlor diese Art der Erbwertschätzung durch die bald darauf einsetzende künstliche Besamung und Zuchtwertschätzung anhand von Nachkommenleistungen in den folgenden Jahren und Jahrzehnten fast völlig an Bedeutung. Trotz ihrer langen Geschichte gab es bis vor kurzer Zeit kaum ernstzunehmende Ansätze, um die Dauerleistung von Stieren und Kühen zu bewerten und zu fördern. Die für die Rentabilitätssteigerung wichtige Verlängerung der Nutzungsdauer kann langfristig nur über die Einbeziehung von Merkmalen der Langlebigkeit in die Zuchtprogramme erfolgen, weil jede Selektion auf ein anderes Merkmal als die Reproduktion die Fitneß der Tiere verschlechtert.

### 1.1 Nutzungsdauer als Selektionsmerkmal

#### ***Merkmale der Langlebigkeit:***

Als direkt beobachtbares Merkmal der Langlebigkeit erscheint die *Nutzungsdauer* (=Zeitintervall zwischen Erstabkalbung und Abgang) am geeignetsten. Einerseits ist die Nutzungsdauer im Vergleich zur Anzahl der Laktationen und der Anzahl der Abkalbungen ein kontinuierlich variierendes Merkmal und andererseits muß im Vergleich zur Lebensdauer nicht auf das Erstkalbealter korrigiert werden. Die Lebensleistung ist durch die primär auf Milchleistung ausgerichtete Selektion als „natürlicher“ Index für Langlebigkeit und Fitneß nur wenig geeignet. Diese allgemeine Selektionspraxis bringt mit sich, daß sich eine überdurchschnittliche Fitneß bei einer Kuh erst in Verbindung mit einer zufriedenstellenden Milchleistungsveranlagung manifestieren kann. Bei einer Selektion aufgrund der Lebensleistung ist deshalb ein stärkerer Selektionsdruck in Richtung Milchleistung als auf Fitneß (Nutzungsdauer) zu erwarten.

#### ***Tatsächliche und leistungsunabhängige Nutzungsdauer:***

Rein biologisch gesehen ist zu erwarten, daß Kühe mit hohen Milchleistungen weniger lang leben als Kühe mit durchschnittlichen oder unterdurchschnittlichen Leistungen. Im Widerspruch zu diesem biologischen Ansatz und zur Tatsache der weltweit rückläufigen Nutzungsdauer stehen die positiven Korrelationen zwischen Erstlaktationsleistungen und *tatsächlicher Nutzungsdauer* aus einer Reihe von Populationsanalysen. Bei solcherart geschätzten Korrelationen tritt allerdings ein systematischer Schätzfehler auf, der dadurch verursacht wird, daß aufgrund bestimmter Managementeinflüsse die Nutzungsdauer einer Kuh zu einem beträchtlichen Ausmaß von ihrer Leistung abhängt. Kühe mit langer Nutzungsdauer müssen sowohl fruchtbar als auch von guter Konstitution (z.B. Fundament, Eutersitz) sein. Die tatsächliche Nutzungsdauer hängt aber auch ganz entscheidend von der Milchleistung einer Kuh ab, weil einerseits Kühe mit schlechter Leistung früher gemerzt werden, andererseits der Bauer aber Kühen mit besonders hoher Milchleistung eine Sonderbehandlung zukommen läßt (z.B. bei der Anzahl der Besamungen). Daraus ist ersichtlich, daß diese direkt beobachtbare Nutzungsdauer nicht als Maßstab für die biologische Fitneß herangezogen werden kann.

Für die Selektion auf Fitneß ist es notwendig, die Nutzungsdauer unabhängig von ihrer Leistung zu erfassen. Bei den möglichen Ursachen für das Ausscheiden einer Kuh ist zwischen leistungs- und fitneßabhängigen Faktoren zu unterscheiden. Eine „freiwillige“ (=leistungsabhängige) Merzung liegt vor, wenn eine gesunde aber unwirtschaftliche Kuh aus der Herde ausscheidet, während der Abgang einer profitablen, aber z.B. unfruchtbaren Kuh eine „unfreiwillige“ (=leistungsunabhängige) Merzung darstellt. Tierzüchterisch interessant ist die sogenannte funktionale oder *leistungsunabhängige Nutzungsdauer*, bei der der Effekt der leistungsbedingten Merzung im Rahmen der Zuchtwertschätzung rechnerisch ausgeschaltet wird, weil diese als Maßstab für Fitneß und Vitalität angesehen werden kann.

## 1.2 Wirtschaftliche Bedeutung

Nach der Milchleistung ist die Nutzungsdauer das wirtschaftlich bedeutsamste Merkmal in der Milchkuhhaltung. Die Wirtschaftlichkeit einer Kuh steigt etwa bis zur 9. Laktation an und ist keinesfalls bereits mit der höchsten Jahresmilchmenge erreicht (Abb. 1). Während ein hohes Leistungsvermögen auch eine effiziente Futterumwandlung widerspiegelt, kommt es bei einer langen Nutzungsdauer zu folgenden wünschenswerten „Nebeneffekten“:

- ◆ volle Ausnützung des altersbedingten Leistungsmaximums
- ◆ Reduzierung der anteiligen Aufzuchtkosten
- ◆ höhere innerbetriebliche Selektionsschärfe, da weniger Tiere unfreiwillig ausgeschieden werden müssen.

Abb. 1: Wirtschaftlichkeit hoher Lebensleistung  
(nach Zeddies, 1972)

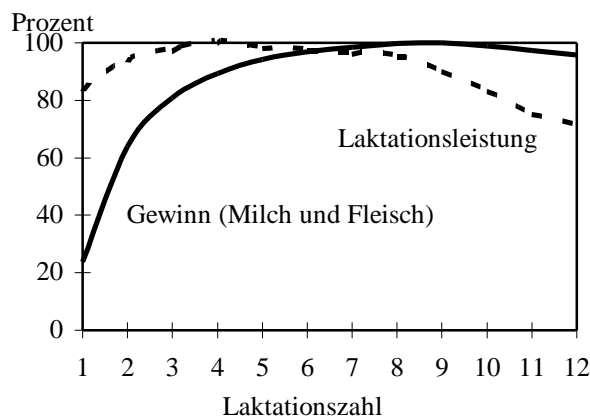
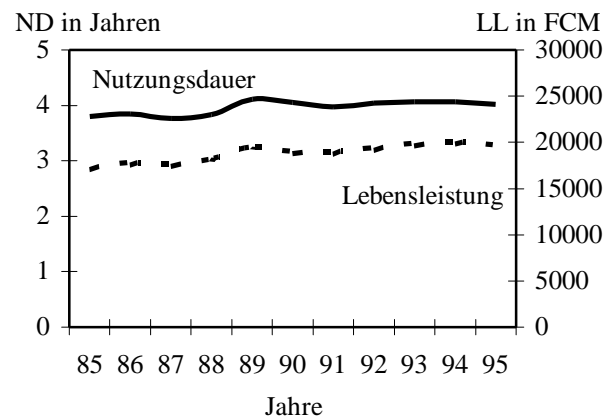


Abb. 2: Entwicklung der Nutzungsdauer (ND) und der Lebensleistung (LL) beim Fleckvieh



Die Bedeutung der Nutzungsdauer für die Rentabilität in der Milchproduktion wird jedoch in den meisten heute üblichen Zuchtprogrammen kaum berücksichtigt. Darüber hinaus hat die Nachkommenprüfung bei Stieren auf der Basis der Erstlaktationen, die bis vor wenigen Jahren durchgeführt wurde, eine zusätzliche Selektion auf Frühreife gebracht. Liegt die natürliche Lebenserwartung einer Kuh zwischen 20 und 30 Jahren, so liegt das durchschnittliche Abgangsalter einer Kuh in Österreich bei etwa 7 Jahren, in anderen Ländern noch wesentlich darunter. In vielen Rinderpopulationen konnte man bis vor wenigen Jahren neben kontinuierlich steigenden Erstlingsleistungen eine abnehmende Tendenz in der Nutzungsdauer feststellen. Diese Entwicklung hat sich allerdings durch das zunehmende Augenmerk auf die Langlebigkeit wieder umgekehrt, wodurch sich die durchschnittliche Nutzungsdauer beim österreichischen Fleckvieh wieder auf knapp über 4 Jahre erhöht hat (Abb. 2). Einen Überblick über Mittelwerte und Maximalwerte von Nutzungsdauer und Lebensleistung bei den wichtigsten österreichischen Rinderrassen gibt die folgende Tabelle 1.

**Tab. 1: Mittelwerte und Maximalwerte von Nutzungsdauer und Lebensleistung aller abgegangenen Kühe (ohne Kühe, die zur Zucht oder Nutzung abgegangene sind)**

	Mittelwerte (1995)		Maximalwerte (seit 1975)	
	Nutzungsdauer (Jahre)	Lebensleistung (FCM)	Nutzungsdauer (Jahre)	Lebensleistung (FCM)
Fleckvieh	4,0	19 437	20,0	128 018
Braunvieh	4,4	23 709	19,8	147 526
Schwarzbunte	4,2	24 151	19,0	123 521
Pinzgauer	3,8	17 425	19,8	128 885
Grauvieh	4,5	17 729	17,7	80 540

Bei einem Rückgang der Nutzungsdauer von 4 auf 3 Jahre würde sich bei gleichbleibender Laktationsleistung der Deckungsbeitrag um ATS 800.- pro Kuh verringern, was nur durch eine gleichzeitig erzielte Leistungssteigerung um rund 600 kg FCM (auf 4% Fettgehalt korrigierte Milchmenge) pro Laktation kompensiert werden könnte. Eine Studie der Bundesanstalt für Bergbauernfragen in Wien aus dem Jahre 1992 zeigt, daß die Kostenbelastung pro Liter Milch um 30g sinkt, wenn die Anzahl der geleisteten Laktationen von 3 auf 5 steigt.

### 1.3 Genetische Aspekte

#### **Genetische Fundierung:**

Die Heritabilität für die Nutzungsdauer ist wie bei den meisten sogenannten funktionalen (fitneß-bestimmenden) Merkmalen relativ niedrig. In verschiedenen Untersuchungen wurde eine Heritabilität im Bereich von etwa 0,10 sowohl für die tatsächliche als auch für die leistungsunabhängige Nutzungsdauer gefunden.

#### **Antagonismen zu anderen Merkmalen:**

In einer Analyse der Leistungen von Fleckviehkühen aus Ober- und Niederösterreich ergaben sich zwischen der leistungsunabhängigen Nutzungsdauer und der Milchmenge in den ersten 3 Laktationen schwach negative genetische Korrelationen, wobei sich der Antagonismus von der 1. bis zur 3. Laktation abschwächte. D.h., daß bei höherer Milchleistung eine niedrigere lei-

stungsunabhängige Nutzungsdauer anzunehmen ist. Bei der Serviceperiode ist eine deutliche Verkürzung mit steigender leistungsunabhängiger Nutzungsdauer zu erwarten. Zwischen leistungsunabhängiger Nutzungsdauer und Fettgehalt der Milch besteht eine leicht positive Beziehung.

## 1.4 Erfäßbarkeit

Die Zuchtwertschätzung der Stiere für Nutzungsdauer kann bei Verwendung herkömmlicher statistischer Methoden erst nach Abgang aller Töchter eines Stieres durchgeführt werden. Die damit einhergehende Verlängerung des Generationsintervalles und der damit verbundene geringere genetische Fortschritt wird als Argument gegen die Zuchtwertschätzung auf Langlebigkeit angeführt.

Generell ist eine Zuchtwertschätzung für die Nutzungsdauer problematisch, weil diese erst am Ende des Lebens eines Tieres bekannt ist und damit zu spät für die Zuchtwahl kommt. Ein Ausweg ist die Definition des Hilfsmerkmals Verbleiberate, bei der ein Alterslimit (z.B. 48 oder 72 Monate) definiert wird und das Erreichen oder Nichterreichen dieses Limits den Beobachtungswert darstellt. Allerdings wird hier sehr viel Information verschenkt, etwa wie lang vor Erreichen des Limits eine Kuh abgegangen ist oder wie lange danach sie noch gelebt hat. Eine bessere Lösung stellt die korrekte Berücksichtigung auch von noch lebenden Tieren (sogenannten zensierten Beobachtungen) mit Hilfe der sogenannten Lebensdaueranalyse in der Zuchtwertschätzung dar. Bei lebenden Tieren beinhaltet die bereits erreichte Lebens- oder Nutzungsdauer eine wesentliche Information, die genutzt werden sollte.

Als Selektionskriterium für die Langlebigkeit ist nur die leistungsunabhängige Nutzungsdauer geeignet, obwohl dieses Merkmal den Nachteil hat, daß es unter Feldbedingungen nicht direkt beobachtbar ist. Für die Erfassung dieser leistungsunabhängigen Nutzungsdauer ist es notwendig, die Kriterien des Züchters für die Selektionsentscheidungen zu kennen. Die Güte dieses nur rechnerisch erfäßbaren Merkmals hängt von der tatsächlichen Erfassung dieses Selektionsprozesses ab. Es zeigte sich, daß hierfür weniger die absolute als die relative Milchleistung innerhalb der Herde von Bedeutung ist.

## 2. Zuchtwertschätzung

Basierend auf den erwähnten Tatsachen und Überlegungen wurde von Frau Dr. Christa Egger-Danner ein Zuchtwertschätzprogramm für leistungsunabhängige Nutzungsdauer entwickelt, das vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft und von der Zentralen Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter gefördert wurde. In der routinemäßigen Zuchtwertschätzung vom Juni 1995 wurden in Österreich erstmals Zuchtwerte für leistungsunabhängige Nutzungsdauer veröffentlicht, die mit diesem Programm geschätzt wurden. Seither wird das Zuchtwertschätzprogramm auch in Deutschland eingesetzt. Im folgenden sollen die wesentlichen Gesichtspunkte dieser Zuchtwertschätzung erläutert werden.

### 2.1 Daten

Die der Zuchtwertschätzung zugrundeliegenden Datensätze umfassen alle Kühe mit Erstkalbung ab 1965. Analog der Zuchtwertschätzung für Milchleistung gehen allerdings nur Tiere mit einem Erstkalbedatum ab 1979 direkt in die Zuchtwertschätzung ein. Die älteren Tiere werden für die Berechnung der durchschnittlichen Nutzungsdauer der Herdengefährtinnen und der Herdendurchschnitte für die Berechnung der Relativleistungen benötigt. Bei noch nicht abgeschlossener Erstlaktation wird diese bei einer vorhandenen Kontrolleistung von mindestens 40 Tagen hochgerechnet. Kühe, die zur Zucht oder Nutzung verkauft werden, werden in

der Zuchtwertschätzung (außer bei extrem unterdurchschnittlicher Milchleistung) als lebend (zensiert) betrachtet. Etwa 45% aller Kühe gehen als zensierte Beobachtungen in die Zuchtwertschätzung ein.

## 2.2 Methode und Modell

Eine Zuchtwertschätzung für Merkmale der Langlebigkeit ist grundsätzlich mit Schwierigkeiten verbunden, weil bei allen noch lebenden Tieren die tatsächliche Nutzungsdauer unbekannt ist. Methoden der *Lebensdaueranalyse* bieten die Möglichkeit, die bis zu einem bestimmten Stichtag (Zeitpunkt der Zuchtwertschätzung) erreichte Nutzungsdauer noch lebender Kühe als sogenannte zensierte Beobachtung statistisch adäquat zu berücksichtigen. Die Nutzungsdauer noch lebender Tiere stellt die Untergrenze ihrer tatsächlichen Nutzungsdauer dar und ist daher nicht ohne Informationswert.

Der Zuchtwertschätzung für leistungsunabhängige Nutzungsdauer liegt das sogenannte *Cox-Regressionsmodell für das relative Ausfallrisiko* zugrunde.

Als Einflußfaktoren auf das Ausfallrisiko (basierend auf der Nutzungsdauer) werden folgende Informationsmerkmale berücksichtigt:

- ◆ Klassen durchschnittlicher Nutzungsdauer der Herdengefährtinnen innerhalb der Region und unter Berücksichtigung des Erstkalbejahres
- ◆ relative Milchmenge der Kuh innerhalb Herde (linear und quadratisch)
- ◆ relativer Fett- und Eiweißgehalt der Kuh innerhalb Herde (linear und quadratisch)
- ◆ Effekt des Vaters (im Vatermodell) bzw. des Tieres (im Tiermodell).

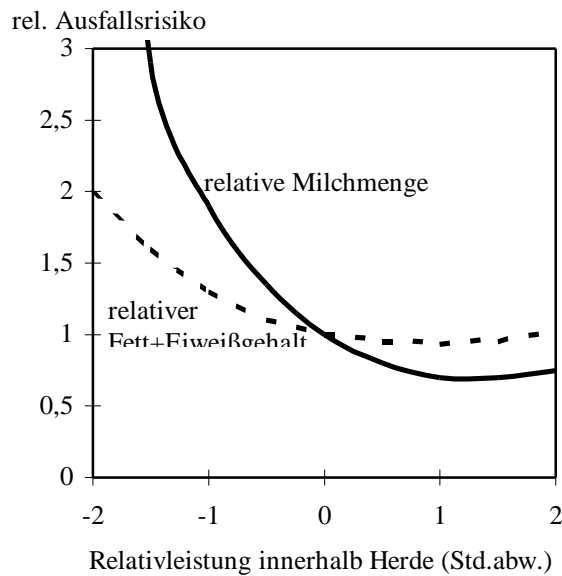
### ***Klassen durchschnittlicher Nutzungsdauer der Herdengefährtinnen:***

Eine Einbeziehung von Herden bzw. Herdenjahren ist in Österreich aufgrund der geringen Herdengrößen nicht möglich. Anstelle dieser Herdeneffekte werden Klassen durchschnittlicher Nutzungsdauer der Herdengefährtinnen innerhalb Erstkalbejahr gebildet. Dazu wird die durchschnittliche Nutzungsdauer der Herdengefährtinnen für jedes Jahr der Nutzung der betreffenden Kuh berechnet und schließlich das Mittel über die Produktionszeit der Kuh gebildet. Diese ermittelten Effekte werden innerhalb der Region sortiert und zur Berücksichtigung des Jahreseffektes nach Erstkalbejahr gruppiert.

### ***Relative Milchmenge innerhalb Herde:***

Die auf die Laktationszahl korrigierte Laktationsleistung einer Kuh wird zur ebenfalls auf diese Weise korrigierten Herdendurchschnittsleistung des entsprechenden Jahres in Relation gesetzt. Der Durchschnitt relativer Laktationsleistungen aus allen Laktationen einer Kuh wird als Maßstab für ihre relative Milchmenge innerhalb Herde verwendet. Ein Beispiel des Einflusses der relativen Milchmenge innerhalb Herde auf das Ausfallrisiko und damit auf die Nutzungsdauer ist aus Abbildung 3 ersichtlich. Das Risiko für das Ausscheiden einer mit ihrer Leistung eine Standardabweichung unter dem Durchschnitt liegenden Kuh ist beinahe 2 mal so hoch wie das einer Durchschnittskuh.

**Abb. 3: Veränderung des relativen Ausfallsrisikos in Abhängigkeit von der relativen Milchmenge bzw. vom relativen Fett + Eiweißgehalt beim Fleckvieh**



**Relativer Fett- und Eiweißgehalt innerhalb Herde:**

Die Berechnung erfolgt weitgehend analog der relativen Milchmenge innerhalb Herde.

**Effekt des Vaters bzw. des Tieres:**

Die Berücksichtigung der Verwandtschaftsbeziehungen erfolgt beim Fleckvieh und Braunvieh aufgrund begrenzter Rechenkapazität zur Zeit über ein Vatermodell, wobei die Verwandtschaft zwischen den Vätern und mütterlichen Großvätern berücksichtigt wird. Für die anderen Rassen findet ein Tiermodell Verwendung, bei dem alle verfügbaren Verwandtschaften zwischen den Tieren berücksichtigt werden. Als Heritabilität wird für die leistungsunabhängige Nutzungsdauer 0,10 unterstellt.

**2.3 Veröffentlichung**

Die Ergebnisse der Zuchtwertschätzung werden derzeit nur für Stiere veröffentlicht. Dabei werden folgende Angaben gemacht:

- ◆ **Relativzuchtwert** mit einer vorgegebenen Standardabweichung der geschätzten Zuchtwerte von 12 Punkten bei einem Mittelwert von 100 Punkten, wobei Werte unter 100 züchterisch negativ sind. Die Bezugsbasis des Relativzuchtwertes ist eine gleitende Basis, wobei als Basistiere alle Stiere mit einem Geburtsjahr ab 1975 und einer Genauigkeit für den Zuchtwert der leistungsunabhängigen Nutzungsdauer von mindestens  $r^2=0,30$  verwendet werden.
- ◆ Die **Genauigkeit** der Zuchtwertschätzung wird approximativ berechnet und als Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ ) ausgewiesen.

### **3. Zusammenfassung**

In der derzeitigen wirtschaftlichen Situation verliert die Erhöhung der Milchmenge pro Laktation ihre dominierende Stellung im Zuchtziel. Andere Merkmale, die nicht auf Produktionssteigerung, sondern auf Senkung der Produktionskosten abzielen, gewinnen an Bedeutung. Zu diesen Merkmalen zählt auch die Nutzungsdauer. Für die Tierzucht ist vor allem die leistungsunabhängige Nutzungsdauer interessant, bei der der Effekt der Merzung aufgrund zu geringer Milchleistung ausgeschaltet wird. Seit 1995 erfolgt in Österreich eine routinemäßige Zuchtwertschätzung für leistungsunabhängige Nutzungsdauer, wobei auch noch lebende Tiere statistisch korrekt in die Schätzung der Zuchtwerte eingehen. Aufgrund dieser neuen Zuchtwerte besteht jetzt die Möglichkeit (und Notwendigkeit) die Verlängerung der Nutzungsdauer in das Zuchtziel aufzunehmen.

# Zuchtwertschätzung für Persistenz

*Christian Fürst und Johann Sölkner*

## 1. Einleitung

Für die Rentabilität der Milcherzeugung ist neben der absoluten Milch- und Fettmengenleistung auch die Verteilung derselben über die Dauer der Laktation von erheblicher Bedeutung. Die Fähigkeit, eine gewisse Tagesleistung während der Laktation möglichst lange auf einem bestimmten Niveau zu halten, wird mit dem englischen Ausdruck „persistency“ bezeichnet. Deutsche Ausdrücke dafür sind Durchhaltevermögen und Persistenz. Aus der angeführten Definition ergibt sich, daß eine Kuh mit guter Persistenz eine möglichst flache Laktationskurve aufweisen soll.

### 1.1 Persistenz als Selektionsmerkmal

#### ***Merkmale der Persistenz:***

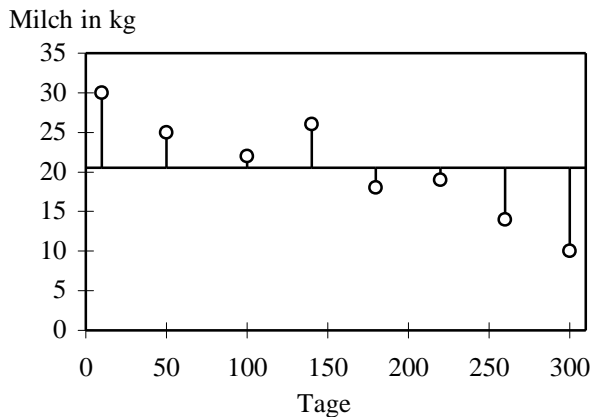
Während sich für die Kriterien Milchmenge und Inhaltsstoffe direkt aus der Leistungsprüfung Maßzahlen ergeben, muß für den Verlauf der Laktationskurve erst ein Index errechnet werden, um durch eine einzige Zahl einen entsprechenden Aufschluß über die Form der Laktationskurve zu erhalten. Diese Zahl soll von zufälligen Einflüssen weitgehend unabhängig sein und die Kurve in ihren wesentlichen Eigenschaften charakterisieren. Als geeignetstes Persistenzmaß wurde die *Standardabweichung der Einzelkontrollen* der 305-Tage-Leistung ermittelt (siehe Abb. 1). Die Standardabweichung ist eine statistische Maßzahl, die die Streuung von Einzelwerten um einen Mittelwert kennzeichnet. Je kleiner die Standardabweichung der Einzelkontrollen ist, umso besser ist also die Persistenz. Der früher häufig verwendete P2:1-Wert, bei dem die Milchmenge vom 101. bis zum 200. Tag der Laktation in Prozent der Leistung der ersten 100 Tage ausgedrückt wird, stellte sich als weniger geeignet heraus. Sein Nachteil liegt vor allem in der Nichtberücksichtigung des letzten Laktationsdrittels, in dem eine möglichst gute Ausnützung des Grundfutters entscheidend zur Senkung der Produktionskosten beiträgt.

### 1.2 Wirtschaftliche Bedeutung

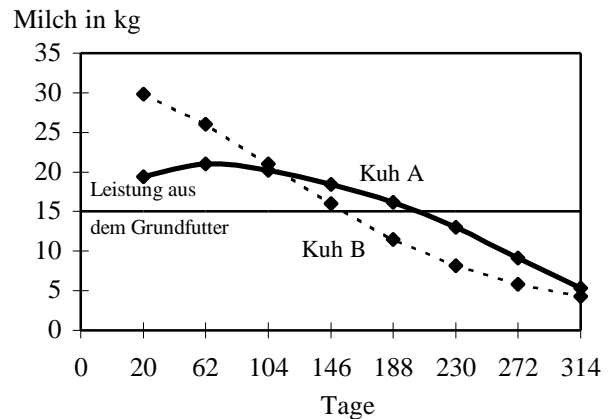
In Abbildung 2 sind die Kontrollergebnisse zweier Kühe und die sich daraus ergebenden Laktationskurven dargestellt. Die Tagesmilchmengen beider Kühe sind recht unterschiedlich, beide geben jedoch insgesamt gleich viel Milch. Kuh A hat einen eher ausgeglichenen Laktationskurvenverlauf, während Kuh B einen Typ mit sehr steiler Laktationskurve darstellt. Die Kuh B braucht im ersten Drittel der Laktation weit mehr Kraftfutter als Kuh A. Kann diese das Kraftfutter nicht aufnehmen oder wird ihr zuwenig vorgelegt, muß sie auf körpereigene Reserven zurückgreifen. Das bedeutet eine Belastung des Stoffwechsels, die mit der Höhe der Tagesleistung zunimmt. Zur selben Zeit soll die Kuh wieder trächtig werden. Es liegt auf der Hand, daß eine besser anhaltende Kuh (wie Kuh A), die zur Erreichung einer hohen Gesamtleistung nie extreme Tagesleistungen erbringen muß, in dieser Situation im Vorteil ist. Zudem kann man annehmen, daß solche Kühe weniger Kraftfutter brauchen und daß der Fett- und Eiweißgehalt der Milch höher ist als bei Kühen mit steiler Laktationskurve.



**Abb. 1: Merkmal der Persistenz: Streuung der Einzelkontrollen um den Mittelwert**



**Abb. 2: Laktationskurvenverlauf zweier Kühe mit gleicher Gesamtleistung**



### 1.3 Genetische Aspekte

Eine Leistungseigenschaft kann nur dann durch züchterische Maßnahmen verbessert werden, wenn sie erblich ist. Die Heritabilität für den Laktationskurvenverlauf (gemessen als Standardabweichung der Einzelkontrollen) liegt bei etwa 15% und befindet sich damit in einem Bereich, der eine züchterische Bearbeitung erfolgversprechend erscheinen läßt.

## 2. Zuchtwertschätzung

Bei der Zuchtwertschätzung für Persistenz kommt das gleiche Programm wie für die Zuchtwertschätzung auf Merkmale der Milchleistung zur Anwendung. D.h. es handelt sich ebenfalls um ein Mehrmerkmals-Tiermodell unter Anwendung der BLUP-Methode. Das Mehrmerkmalsmodell bedeutet, daß die Laktationskurvenverläufe in verschiedenen Laktationen als unterschiedliche Merkmale aufgefaßt werden. Vor allem die Laktationskurve in der ersten Laktation ist generell flacher als in den späteren Laktationen.

Aufgrund der Tatsache, daß es weitgehende Übereinstimmungen zur Zuchtwertschätzung für Milchleistungsmerkmale gibt, erfolgen die Erläuterungen zur Zuchtwertschätzung für Persistenz in verkürzter Form.

### 2.1 Daten

In die Zuchtwertschätzung gehen die Leistungen aller Kühe mit einer Erstabkalbung seit 1979 ein. Der Schätzung werden die Kontrollergebnisse der ersten 3 Laktationen zugrundegelegt.

### 2.2 Methode und Modell

Als Maß für die Persistenz wird die Standardabweichung der Einzelkontrollen verwendet. Da diese zwangsläufig mit zunehmender Milchleistung ansteigt, findet in der Zuchtwertschätzung die leistungsunabhängige Persistenz Eingang. Darunter wird die Differenz der beobachteten Standardabweichung von der (in Abhängigkeit von der aktuellen Milchleistung) erwarteten verstanden. In der Zuchtwertschätzung werden folgende Einflußfaktoren berücksichtigt:

- ◆ Zwischenkalbezeit (durch Vorkorrektur)
- ◆ Region
- ◆ Herdenklasse
- ◆ Kalbejahr
- ◆ Kalbesaison
- ◆ Tiereffekt

**Zwischenkalbezeit:**

Die Trächtigkeit der Kuh führt zu einem Abfall der Milchleistung, d.h. daß bei Kühen, die erst später trächtig werden, der Abfall erst in einem späteren Laktationsstadium erfolgt. Ohne Korrektur auf die Zwischenkalbezeit (bzw. Serviceperiode) würden die Zuchtwerte fruchtbarer Kühe systematisch nach unten verzerrt werden.

**Kalbesaison:**

Aufgrund der Unterschiede in der Sommer- und Winterfütterung ergeben sich auch zwischen den Kalbemonaten deutliche Unterschiede. Entscheidend ist vor allem, in welche Jahreszeit die zweite Hälfte der Laktation einer Kuh fällt. Ist dies die Winterfütterung, dann kommt es häufig zu einem drastischen Rückgang der Tagesmilchmenge, was sich auf den Laktationskurvenverlauf ungünstig auswirkt. Genau umgekehrt wirkt die Umstellung auf die Sommerfütterung. Demnach haben Frühjahrskalber eher steile Laktationskurven und Herbst- bzw. Frühwinterkalber eher flache Kurven. Die Kalbesaison geht als Mehrfachinteraktion mit Region, Herdenklasse und Kalbejahr in die Zuchtwertschätzung ein.

**Tiereffekt:**

Bei der Zuchtwertschätzung für Persistenz findet ein Tiermodell Verwendung, bei dem alle verfügbaren Verwandtschaften zwischen den Tieren berücksichtigt werden. Folgende Heritabilitäten (Diagonale), genetische (oberhalb der Diagonale) und phänotypische Korrelationen (unterhalb der Diagonale) werden verwendet.

Laktation	1	2	3
1	<b>0,14</b>	0,72	0,68
2	0,30	<b>0,16</b>	0,97
3	0,24	0,39	<b>0,16</b>

### 2.3 Veröffentlichung

Von den geschätzten Zuchtwerten für den Laktationskurvenverlauf der ersten 3 Laktationen wird im Gegensatz zur Milchleistung, wo die Laktationen unterschiedlich gewichtet werden, das arithmetische Mittel gebildet. Das Ergebnis wird jedoch in Analogie zu den anderen Merkmalen auf einen Mittelwert von 100 und eine Streuung von 12 Punkten standardisiert und für Stiere und Kühe zweimal jährlich veröffentlicht. Werte über 100 deuten auf eine genetisch bedingte flachere Laktationskurve hin, als bei der aktuellen Milchleistung im Durchschnitt zu erwarten wäre. Die Genauigkeit der Schätzwerte ist aufgrund der niedrigeren Heritabilität etwas unter der Genauigkeit der Milchzuchtwerte anzunehmen.

### **3. Zusammenfassung**

Die genetische Veränderung des Laktationskurvenverlaufes ist ein alter Wunsch vieler Rinderzüchter, um die Produktionskosten bei gleichbleibender Milchmenge zu senken. Gegenüber allen anderen indirekten Leistungsmerkmalen besitzt die Persistenz die Vorteile einer relativen hohen Heritabilität und einer zuverlässigen Datenerhebung. Als Merkmal für die Persistenz kommt die Standardabweichung der Einzelkontrollen zur Anwendung, weil es dadurch möglich ist, den Laktationskurvenverlauf durch eine einzige Zahl auszudrücken. Die Einflüsse von Milchmenge, Serviceperiode und Kalbemonat werden bei der Zuchtwertschätzung berücksichtigt. Wegen der Sonderstellung der ersten Laktation werden die Laktationskurvenverläufe der verschiedenen Laktationen als getrennte Merkmale behandelt.

# Zuchtwertschätzung für Fleischleistung beim Zweinutzungsrind

*Konrad Blaas und Johann Sölkner*

## 1. Zielsetzung

Das Ziel jeder Zuchtwertschätzung ist es, Selektionsentscheidungen zu objektivieren und die Zuchtverwendung der selektierten Tiere unter Beachtung des Zuchtzieles zu objektivieren. Ziel der Zuchtwertschätzung auf Fleischleistung im besonderen ist es, eine der wirtschaftlichen Bedeutung der Fleischleistung entsprechende Berücksichtigung bei der Selektion und Zuchtverwendung zu ermöglichen.

## 2. Fleischleistungsprüfung in Österreich

### 2.1 Feldprüfung bei Versteigerung

Die Eigenleistungsprüfung im Feld erfaßt die in Zuchtbetrieben aufgezogenen Jungtiere mit überdurchschnittlicher Abstammung. Die Mastleistung der Jungtiere wird im Rahmen von Absatzveranstaltungen der österreichischen Zuchtverbände durch Wiegunen ermittelt und die Schlachtleistung (teilweise) durch eine subjektive Beurteilung der Bemuskelung geschätzt.

#### *Erfasste Merkmale:*

Tägliche Zunahme (Bruttozunahme = Lebendgewicht / Alter)

Bemuskelungsnote (Benotung 1 - 9)

Der Vorteil dieser Prüfform liegt vor allem bei den minimalen Kosten und in dem Umstand, daß diese Information für jeden Prüfstier als Basisinformation vorhanden ist. Zu berücksichtigen ist jedoch, daß von den bei dieser Prüfung erbrachten Leistungen nicht direkt auf das Leistungsvermögen in einem durchschnittlichen Mastbetrieb geschlossen werden kann, da die Umweltverhältnisse sich wesentlich unterscheiden. Weiters muß davon ausgegangen werden, daß die zur Bewertung vorgestellten Tiere auch hinsichtlich der Fleischleistung eine bereits vorselektierte Stichprobe darstellen.

### 2.2 Stationsprüfung

In Österreich wird zur Zeit an folgenden Stationen eine Leistungsprüfung durchgeführt:

Eigenleistungsprüfstation Rosenau (NÖ)	150 Plätze
Eigenleistungsprüfstation Kleßheim (Sbg)	20 Plätze
Eigenleistungsprüfstation Kalsdorf (Stmk)	25 Plätze
Nachkommenprüfstation Kalsdorf (Stmk)	100 Plätze
Nachkommenprüfstation Königshof (NÖ)	350 Plätze

Für die Durchführung der Stationsprüfungen sind mit Ausnahme der Station Königshof (verantwortlich: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft) die jeweiligen Landeslandwirt-

schaftskammern zuständig. Für die Eigenleistungsprüfung werden männliche Kälber aus der gezielten Paarung (Elitekuh x Elitestier) nach erfolgreicher Exterieurbeurteilung eingestellt. Die Auswahl der Kälber für die Nachkommenprüfung (zur Zeit 10-12 Tiere je Vater) obliegt den Rinderzuchtverbänden.

Folgende Voraussetzungen müssen durch das Prüfsystem erfüllt werden, um eine Einbindung in die weitere Auswertung zu ermöglichen:

- Eine Wiegung am Tage der Einstellung
- Eine Wiegung um den 150. Lebenstag
- Weitere Wiegungen in Abständen von maximal zwei Monaten.

Die Mastleistungsprüfung endet mit einer abschließenden Wiegung am 420. Lebenstag (Rosenau, Kleßheim, Königshof) bzw. bei einem Lebendgewicht von ca. 600 kg (Kalsdorf).

Zur Ermittlung der Prüftageszunahmen vom 150. - 300. Lebenstag sowie vom 150. - 420. Lebenstag wird für jeden Stier auf Basis seiner Wiegeergebnisse anhand der Gompertz-Wachstumsfunktion eine individuelle Wachstumskurve errechnet. Aus dieser Kurve werden sodann die für die Berechnung der Prüftageszunahmen erforderlichen Gewichte am 150., 300. und 420. Lebenstag entnommen. Im Rahmen der Eigenleistungsprüfung wird am Prüfende eine subjektive Bewertung der Bemuskelung durchgeführt. Von den Tieren aus der Nachkommenprüfung werden nach erfolgter Schlachtung die Ausschachtungsprozente und die Handelsklasseneinstufung (nach EUROP) festgestellt.

#### ***Erfasste Merkmale:***

Prüftageszunahme 150.-300. Lebenstag (Zuchtwertschätzung+Nachkommenprüfung)

Prüftageszunahme 150.-420. Lebenstag (Zuchtwertschätzung+Nachkommenprüfung)

Bemuskelungsnote (1 - 9, Zuchtwertschätzung)

Ausschlachtung (Schlaktkörpergewicht warm / Lebendgewicht, Nachkommenprüfung)

Handelsklasse (EUROP-Fleischklasse, Nachkommenprüfung)

Die Vorteile der Stationsprüfung liegen unbestritten in der Einheitlichkeit der Prüfumwelt, so daß bei reduzierter Umweltvarianz in der Regel mittlere bis hohe Heritabilitäten der Mast- und Schlachtleistungsmerkmale erreicht werden. Nachteilig ist jedoch das besonders bei Nachkommenprüfung auf Station ungünstige Verhältnis von erzielbaren Genauigkeiten und Prüfkosten. Dies ist die entscheidende Ursache der österreichweit sehr beschränkten Anzahl von Stationsplätzen und der geringen Prüfkapazität. Im Falle der Zuchtwertschätzung auf Station sind bei der Beurteilung der Kosten auch die positiven Auswirkungen einer geregelten Stieraufzucht im Rahmen des Zuchtprogrammes zu beachten, sodaß die erhobenen Leistungen als Nebenprodukt einer gut organisierten gezielten Paarung zu bezeichnen wären.

Da die Umweltverhältnisse an den Prüfstationen in bezug auf Haltung, Fütterung und Alter der Tiere deutlich von der allgemeinen Mastpraxis abweichen können, ist das Vorhandensein von Genotyp-Umwelt-Wechselwirkungen nicht auszuschließen.

### **2.3 Ungelenkte Feldprüfung (Schlachthofdaten)**

Die zu prüfenden Teststiere werden mehr oder weniger nach dem Zufallsprinzip in Zuchtbetrieben für Testpaarungen eingesetzt. Über die durchgehende Kennzeichnung aller männlichen Kälber in Zuchtbetrieben mit der 9-stelligen Lebensohrmarke wird die eindeutige Zuordnung der

Abstammung gewährleistet. Aufgrund dieser Kennzeichnung erfolgt die Erfassung der Schlachtdaten dieser Tiere direkt am Schlachthof. Die erhobenen Daten werden an die Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter (ZAR) zur Auswertung weitergeleitet.

**Erfasste Merkmale:**

Tägliche Zunahme (Bruttozunahme = Lebendgewicht / Schlachalter)

Nettozunahme (Schlaktkörpergewicht warm / Schlachalter)

Ausschlachtung (Schlaktkörpergewicht warm / Lebendgewicht)

Handelsklasse (EUROP-Fleischklasse)

Bei dieser Prüfmethode sind bei geringem Aufwand (Organisation der Sammlung der Schlachthofdaten) hohe Genauigkeiten der Zuchtwertschätzung zu erzielen, da der Nachteil der infolge hoher Umweltvarianzen verminderten Heritabilitäten der Merkmale durch große Nachkommen- gruppen ausgeglichen werden kann. Als entscheidender Vorteil ist weiters zu nennen, daß die erhobenen Merkmale keine Hilfsmerkmale (Ausnahme Nettozunahme), sondern die Zielmerkmale der Zuchtwertschätzung auf Fleischleistung (= Mast- und Schlachtleistung im Praxisbetrieb) darstellen.

Negativ ist anzumerken, daß es zufallsbedingt zu erheblichen Schwankungen in der Anzahl auswertbarer Nachkommen je Teststier kommen kann und daß Merkmale wie Fleisch/Fettverhältnis, Fleischanteil oder Marmorierung über Routinedaten aus den Schlachthöfen nicht erfaßt werden können.

### 3. Zuchtwertschätzung

Die Zuchtwertschätzung erfolgt durch die Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter (ZAR) im Auftrag der Landeslandwirtschaftskammern und der österreichischen Rinderzuchtverbände.

Die verwendete Methode ist eine **8-Merkmals-BLUP-Tiermodell-Zuchtwertschätzung** unter Eliminierung der Effekte systematischer nicht-genetischer Einflußfaktoren im Merkmalsmodell. Von jedem Tier mit Eigenleistung sind (soweit bekannt) mindestens noch die Großmütter und die Urgroßväter in der Auswertung enthalten.

#### 3.1 Merkmale und Schätzmodelle

In der folgenden Darstellung sind die miteinbezogenen Merkmale sowie die für die betreffenden Merkmale jeweils im Schätzmodell berücksichtigten Effekte angeführt:

<b>Merkmale</b>	<b>Effekte</b>
Tägl. Zunahme (Versteigerung) Bemuskelungsnote	Tier + Versteigerungsort * Jahr + Versteigerungsalter
Prüftageszunahme 150.-300. Tag Prüftageszunahme 150.-420. Tag	Tier + Station * Einstellhalbjahr + Einstellalter

Tägl. Zunahme (Schlachthof)  
 Ausschlachtungsprozente  
 Handelsklasse (EUROP)  
 Nettozunahme (Schlachthof)

Tier +  
 Schlachthof \* Geburtssaison +  
 Schlachtalter (lin.+ quad.)

Diese 8 Merkmale wurden nach der Beurteilung der Ergebnisse der Schätzung der genetischen Parameter ausgewählt. Zusätzliche Informationsquellen wie z.B. Kälbergewichte bei Versteigerungen oder Gewichte und Bemuskelungsnoten der weiblichen Nachzucht von Teststieren wurden aufgrund der zu geringen Beziehung zu den wirtschaftlich wichtigen Fleischleistungsmerkmalen nicht berücksichtigt.

### 3.2 Populationsparameter

Die für die Zuchtwertschätzung unterstellten genetischen Parameter beruhen auf für die Rasse Fleckvieh durchgeführten Parameterschätzungen. Bis zum Vorliegen weiterer Parameterschätzungen werden diese für alle Rassen als gültig unterstellt.

#### Unterstellte Heritabilitäten (Diagonale) und genetische Korrelationen der untersuchten Merkmale

Merkmal	1	2	3	4	5	6	7	8
Tägl. Zunahme (Versteigerung)	<b>0,27</b>							
Prüftageszunahme 150.-300. Tag	0,78	<b>0,51</b>						
Prüftageszunahme 150.-420. Tag	0,61	0,90	<b>0,36</b>					
Tägl. Zunahme (Schlachthof)	0,72	0,71	0,82	<b>0,24</b>				
Nettozunahme (Schlachthof)	0,71	0,54	0,60	0,85	<b>0,23</b>			
Ausschlachtung	0,00	0,00	0,00	-0,05	0,38	<b>0,40</b>		
Handelsklasse (EUROP)	0,00	0,00	0,00	0,05	0,36	0,55	<b>0,15</b>	
Bemuskelungsnote	0,30	0,20	0,20	0,25	0,35	-0,05	0,50	<b>0,24</b>

### 3.3 Gesamtzuchtwert Fleischleistung

Als Ergebnis des Rechenganges liegen für jedes Tier im Datensatz geschätzte Zuchtwerte für alle acht Merkmale in naturalen Einheiten vor. Die Veröffentlichung der Teilzuchtwerte erfolgt ausschließlich für die Zielmerkmale Tägliche Zunahmen, Ausschlachtungen und Handelsklasse und wird als Relativzahl mit einem Mittelwert von 100 und einer Standardabweichung von 12 Einheiten angegeben.

Der Relativzuchtwert Fleischleistung stellt einen Index unter Einbeziehung dieser 3 Merkmale dar. Aus den naturalen Zuchtwerten für Tägliche Zunahme, Ausschlachtungen und Handelsklasse wird durch Multiplikation mit den jeweiligen Grenznutzen der **Ökonomische Gesamtzucht-**

**wert Fleischleistung** gebildet. Beim Grauvieh entspricht der Fleischwert aufgrund fehlender Schlachtdaten der täglichen Zunahme bei Versteigerung.

Grenznutzen:

Tägliche Zunahme	6.-	ATS je Gramm
Ausschlachtung	270.-	ATS je Prozent
Handelsklasse	410.-	ATS je Klasse

Bezogen auf jeweils eine genetische Standardabweichung ergibt sich ein Verhältnis von

Tägliche Zunahme : Ausschlachtung : Handelsklasse

$$\begin{array}{ccc} 282.- \text{ ATS} & : & 307.- \text{ ATS} & : & 103.- \text{ ATS} \\ 0.92 & : & 1 & : & 0.34 \end{array}$$

Die Veröffentlichung des Ökonomischen Gesamtzuchtwertes Fleischleistung erfolgt analog zu den Teilzuchtwerten als **Relativer Gesamtzuchtwert Fleischleistung** mit einem Mittelwert von 100 und einer Standardabweichung von 12 (entsprechend 200.- ATS). Die Festsetzung des monetären Wertes dieser Standardabweichung ist beim Vergleich mit ausländischen Fleischzuchtwerten sowie bei der Gegenüberstellung von Milchzuchtwerten zu berücksichtigen.

Die Zuchtwerte der Fleischleistung beziehen sich auf eine gleitende Basis in Analogie zum Gesamtzuchtwert Milch.

### 3.4 Genauigkeit der Zuchtwertschätzung

Die Schätzgenauigkeit der Zuchtwerte wird approximativ berechnet und als Bestimmtheitsmaß ausgewiesen. Eine Veröffentlichung erfolgt, wenn einer der drei Teilzuchtwerte ein Bestimmtheitsmaß von 0,15 erreicht oder überschreitet. Mit dieser Mindestbedingung ist gewährleistet, daß für jeden bei einer Versteigerung zur Bewertung vorgestellten Jungstier auch dann ein Fleischzuchtwert ausgewiesen wird, wenn keine Ahneninformation verfügbar ist. Eine befriedigende Genauigkeit der Zuchtwertschätzung (>0,60) kann praktisch nur über die Nachkommenprüfung im Feld erzielt werden. Alle anderen Prüfmethode können nur dazu dienen, bei fehlender oder geringer Anzahl von Nachkommen bei der Feldprüfung eine gewisse Mindestgenauigkeit zu garantieren, oder frühzeitig Informationen zu liefern (Zuchtwertschätzung).

## 4. Einbindung in die Zuchtprogramme

Zuchtprogramme lassen sich in folgende Hauptbereiche untergliedern:

- Zuchtzielsetzung
- Leistungsprüfung
- Zuchtwertschätzung
- Selektionsentscheidungen
- Zuchtverwendung

Die relative Bedeutung der Fleischleistung in Zuchtzielen für Zweinutzungsrinder wird immer wieder heftig diskutiert. Aus heutiger Sicht wird längerfristig auch bei einem kombinierten



Zuchtziel die Fleischleistung nur die dritte Position hinter der Milchleistung und vor allem auch hinter dem Komplex der funktionalen (früher oft als sekundär bezeichneten) Merkmale einnehmen. An dieser Stelle soll noch einmal erwähnt werden, daß das Verhältnis der Preise von Milch zu Fleisch nicht das entscheidende Kriterium für die Gewichtung von Milchleistung zu Fleischleistung darstellt. Von größerer Bedeutung sind die Höhe und die Zusammensetzung der Kosten der Milch- und Rindfleischproduktion.

Bisher ist sicherlich die Leistungsprüfung die Schwachstelle einer effizienten Berücksichtigung der Fleischleistung. Zum Ausbau der Nachkommenprüfung auf Mast- und Schlachtleistung im Feld anhand von Schlachtdaten gibt es keine sinnvolle Alternative. Die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung kann nur auf diesem Wege (mit geringen Kosten) entscheidend verbessert werden. Ohne gezielten Aufbau der Leistungsprüfung muß die Verbesserung der Fleischleistung ein Lippenbekenntnis bleiben.

Im Bereich der Zuchtwertschätzung sind von zukünftigen Weiterentwicklungen nur mehr geringe Verbesserungen zu erwarten. Wie bei jeder Zuchtwertschätzung sollten die festgelegten Populationsparameter von Zeit zu Zeit überprüft werden, wobei hierzu in Zukunft verbesserte Schätzprogramme zur Verfügung stehen werden.

Selektionsentscheidungen und Entscheidungen über die Zuchtverwendung der selektierten Tiere können nur dann richtig (d.h. der Gewichtung laut Zuchtziel entsprechend) getroffen werden, wenn für die wichtigsten Leistungsmerkmale hinreichend sicher geschätzte Zuchtwerte vorliegen.

Mit Hilfe von Zuchtplanungsrechnungen kann abgeklärt werden, bis zu welchem Ausmaß Kosten für die Ausweitung von Leistungsprüfungen gerechtfertigt sind. Dieses Kosten-Nutzen-Optimum ist im Falle der Fleischleistung im Gegensatz zu anderen Merkmalen noch lange nicht erreicht.

# Der Gesamtindex - Zusammenfassung der Merkmale

*Josef Miesenberger, Johann Sölkner und Alois Eßl*

## 1. Einleitung

Aufgrund der veränderten Marktbedingungen und den daraus teilweise resultierenden Produktionsbeschränkungen hat sich der Schwerpunkt der Zuchtarbeit in der Rinderzucht mehr und mehr von der einseitigen Selektion auf Milch- und Fleischleistung hin zur Einbeziehung von Merkmalen, die zur Kostensenkung beitragen, verlagert. Ausdruck dieser Veränderung ist unter anderem die Einführung von routinemäßigen Zuchtwertschätzungen für die Persistenz (Laktationskurvenverlauf), die Nutzungsdauer, den Kalbeverlauf und die Fruchtbarkeit auf der weiblichen und für Tageszunahmen, Ausschachtung und EUROP-Klasse auf der männlichen Seite. Damit haben Züchter und Zuchtorganisationen eine Vielzahl von Einzelzuchtwerten zur Hand, nach denen sie die Selektion der Zuchttiere vornehmen können. Die Frage ist nun, wie in der Zucht all diese Merkmale gleichzeitig berücksichtigt werden können. Die Tierzuchttheorie gibt Anleitungen zur optimalen Kombination mehrerer Merkmale. Ausgangsbasis für die Kombination mehrerer Merkmale ist das Zuchtziel.

## 2. Zuchtzieldefinition

Das Zuchtziel muß vor jeder züchterischen Entscheidung bekannt sein und ist von größter Bedeutung im gesamten Zuchtprozeß. Erst nachdem das Zuchtziel feststeht, kann ein Gesamtindex gebildet werden. In der Rinderzucht soll bei der Definition des Zuchtzieles wegen des großen Generationsintervalles zumindest 10 Jahre nach vorne gedacht werden. Sich auf ein Ziel zu einigen, heißt auch sich festzulegen.

**Das Wichtigste bei der Zuchtzielformulierung ist die Vermeidung von Irrwegen.**

FEWSON gibt eine allgemeine Definition des Zuchtzieles:

„Danach ist das Zuchtziel auf die Erstellung von vitalen Tieren ausgerichtet, die einen maximalen Gewinn unter den zukünftig zu erwartenden Bedingungen der Nutztierhaltung ermöglichen.“ Dabei ist auf vier wichtige Aspekte hinzuweisen:

- 1. Das Zuchtziel ist ökonomisch definiert.*
- 2. Die Vitalität der Tiere ist berücksichtigt.*
- 3. Die Definition bezieht sich auf die breite Basis der tierischen Produktion.*
- 4. Zukünftige Bedingungen werden berücksichtigt.*

Es sind somit jene Merkmale im Zuchtziel zu berücksichtigen, welche unter zukünftigen Bedingungen die Wirtschaftlichkeit verbessern. Das sind Merkmale, welche entweder den Erlös erhöhen oder die Kosten verringern. Eine derart allgemeine Formulierung des Zuchtzieles bringt es mit sich, daß sie in einer Marktwirtschaft nie an Gültigkeit verliert, daß sie für alle Nutztierarten anwendbar ist und daß sie individuellen Spielraum läßt. Fewson trifft in seiner Zuchtzielformulierung noch keine Aussage über die Wichtigkeit der einzelnen Merkmale. Es ist jedoch schon ersichtlich, daß beim Züchten mehrere Merkmale, die Produktionsmerkmale und die funktionalen Merkmale, gleichzeitig berücksichtigt werden sollten. Was geschehen kann, wenn wichtige Merkmale im Zuchtziel nicht berücksichtigt werden, können ist am Beispiel der Blau-Weißen-

Belgier ersichtlich, einer Rinderrasse, bei welcher in der Reinzucht beinahe 100 % der Kälber durch Kaiserschnitt geboren werden! Im Zuchtziel sollten also alle wirtschaftlich wichtigen Merkmale berücksichtigt werden. Bei der Auswahl der Merkmale sollte auf mögliche Merkmalsantagonismen Rücksicht genommen werden.

In der praktischen Zucht werden die Zuchtziele meistens nicht allgemein formuliert, sondern durch für den Landwirt anschaulichere Zielgrößen der jeweiligen Merkmale beschrieben. Zum Beispiel formuliert die Arbeitsgemeinschaft süddeutscher Rinderzüchter (ASR) im Jahr 1993 das Zuchtziel für Fleckvieh folgendermaßen: Eine Milchdurchschnittsleistung von über 7000 kg Milch mit mindestens 3,90 % Fett und 3,70 % Eiweiß plus eine Fleischleistung mit über 1300 g Tageszunahmen bei Jungbullen mit über 60 % Schlachtausbeute usw. .

Im Zuchtprogramm für das österreichische Fleckvieh (AGÖF, 1994) wird das Zuchtziel folgendermaßen beschrieben (auszugsweise): „Die österr. Fleckviehzuchtverbände streben ein Doppelnutzungsrand an, bei dem sich die Aufteilung auf die einzelnen Leistungsmerkmale wie folgt ergibt: 55% Milch, 35 % Fleisch, 10 % sekundäre Merkmale“.

Wenn man diese beiden Ziele vergleicht, können Unterschiede aber auch Gemeinsamkeiten festgestellt werden. Der Hauptunterschied ist, daß von der ASR bei der Formulierung fixe Größen als Ziel vorgegeben wurden. Die Gefahr bei dieser Art von Zuchtzielformulierung ist, daß Ziele möglicherweise ohne Berücksichtigung von Merkmalsantagonismen gesetzt werden. Von der AGÖF wird hingegen kein absolutes Ziel vorgegeben, sondern eine Aussage darüber getroffen, wie wichtig die relative Bedeutung der Merkmale zueinander ist. Das Zuchtziel steht hinter der relativen Bedeutung der einzelnen Merkmale. Die Angabe der relativen Bedeutung der Merkmalsgruppen geht schon einen Schritt über die Definition des Zuchtzieles hinaus. Diese Formulierung ist eigentlich schon eine Vorstufe zum Gesamtindex. Beiden Zuchtzielformulierungen gemeinsam ist, daß mehrere Merkmale im Zuchtziel enthalten sind.

### **Selektion erfolgt immer im Hinblick auf mehrere Merkmale gleichzeitig !**

Diese Feststellung gilt nicht nur für Doppelnutzungsrasen, sondern auch für die spezialisierten Milch- und Fleischrasen.

## **3. Zucht auf mehrere Merkmale**

Grundsätzlich gibt es bei der Zucht auf mehrere Merkmale drei verschiedene Selektionsmethoden. In der Rinderzucht ist jedoch nur die Selektion nach Mindestleistungen und die Selektion nach einem Index sowie eine Mischung dieser beiden Methoden von Bedeutung. HAZEL und LUSH haben schon 1943 in einem vereinfachten Beispiel mit drei Merkmalen gezeigt, daß die effizienteste Selektionsmethode für die Zucht nach mehreren Merkmalen die Zucht nach einem Selektionsindex ist.

### **3.1 Mindestleistungsselektion**

Diese Selektionsmethode ist in der Rinderzucht traditionell verankert und in der Praxis nach wie vor weit verbreitet. Ausgehend vom Zuchtziel wird für jedes wichtige Merkmal eine Mindestleistung festgelegt. Es werden dann in jeder Generation nur jene Tiere als Zuchttiere ausgewählt, welche in allen Merkmalen die Mindestleistungen erfüllen. Ein großes Problem ist, daß es keine Möglichkeit gibt, leichte Schwächen eines Tieres durch besondere Stärken auszugleichen, obwohl dies sinnvoll wäre.

Angenommen ein Zuchtverband setzt die Grenzen für die Mutter eines Herdebuchstieres bei mindestens 5000 kg Milch mit einem Fettgehalt von 4 % und einem Eiweißgehalt von 3,2 % fest. In diesem Fall wird eine Kuh mit 5500 kg Milch bei 4 % Fett und 3,2 % Eiweiß vor jener mit einer Milchleistung von 8000 kg Milch bei einem Fettgehalt von 3,8 % und einem Eiweißgehalt von 3,4 % bevorzugt. Das Problem bei der Mindestleistungsselektion ist, daß beste Kühe durch den Rost fallen können, nur weil sie Schwächen in einem Merkmal haben. Das Problem vergrößert sich mit steigender Anzahl von Merkmalen im Zuchtziel. Das heißt, je mehr Merkmale im Zuchtziel berücksichtigt werden, Milch, Fett, Eiweiß, tägliche Zunahmen, Ausschlagungsprozente, Melkbarkeit, Fruchtbarkeit, Nutzungsdauer, Persistenz, Exterieur und Eutergesundheit um nur einen Teil der heute besprochenen Merkmale zu nennen, desto schwieriger ist es, überhaupt noch Tiere zu finden, welche alle Mindestanforderungen erfüllen.

Bei der Selektion nach Mindestleistungen sind folgende Kompromisse möglich: entweder es werden die Mindestleistungen herabgesetzt oder es werden weniger Merkmale im Zuchtziel berücksichtigt. Beides geht meistens auf Kosten der funktionalen Merkmale. Ist die Milchleistung der ersten Laktation gut, wird bei der Fruchtbarkeit oft schnell ein Auge zugeedrückt. Ein Ausweg aus diesem Dilemma wäre die Selektion nach einem Gesamtindex.

### **3.2 Indexselektion**

#### **Was ist überhaupt ein Index ?**

Allgemein wird die Kombination irgendwelcher Zahlenwerte als Index bezeichnet. Gesamtzuchtwerte sind genauso ein Index wie der Verbraucherpreisindex. In beiden Fällen werden mehrere Zahlen als Meßgrößen für Merkmale mit Indexgewichten versehen und zu einer Zahl (Index) zusammengefaßt. Dabei kann die Einheit dieses Indexes unter anderem Milch-kg, Prozent oder auch Schilling sein. Ein Index soll der Vereinfachung dienen. Mit einem Index ist es einerseits möglich, einen raschen Überblick zu bekommen, andererseits jedoch unmöglich, Aussagen über Details zu treffen.

#### **Was ist nun Indexselektion ?**

Ausgehend vom allgemeinen Zuchtziel baut die Indexselektion auf der Idee eines Gesamtzuchtwertes auf, in dem alle wirtschaftlich wichtigen Merkmale beinhaltet sind. Die Selektion der Tiere erfolgt dann aufgrund der Reihung der Indexwerte. Der Vorteil der Indexselektion gegenüber der Mindestleistungsselektion besteht in der Möglichkeit der Kompensation von Schwächen in bestimmten Merkmalen durch Stärken in anderen Merkmalen.

Von den beiden oben besprochenen Kühen käme bei der Selektion nach einem ökonomischen Index die zweite Kuh mit der höheren Milch- und Eiweißleistung trotz der Schwächen im Fettgehalt als Mutter des Herdebuchstieres zum Zug. Die Realität ist natürlich viel komplizierter als dieses vereinfachte Beispiel. Dies deshalb, weil im Zuchtziel mehr als drei Merkmale berücksichtigt werden und nicht die phänotypischen Merkmalsausprägungen für den Gesamtzuchtwert interessant sind, sondern die geschätzten Einzelzuchtwerte berücksichtigt werden müssen. Das Prinzip der Selektion nach einem Gesamtzuchtwert ist jedoch das gleiche, wie in diesem einfachen Beispiel der Indexselektion.

### 3.3 Mischmethoden der Selektion

In der Praxis werden meist Mischformen von Mindestleistungs- und Indexselektion angewendet. Eine Kuh muß oft eine Mindestpunktezahl im bisherigen Gesamtzuchtwert Milch erreichen und nebenbei noch absolute Mindestanforderungen in verschiedenen Merkmalen erfüllen, um als Stiermutter in Frage zu kommen. Dies auch deshalb, weil einerseits die Mindestleistungsselektion noch immer für viele ein gewohntes Instrument des Tierzüchters ist, aber andererseits die Vorteile der Indexselektion bereits unumstritten sind.

## 4. Der Gesamtzuchtwert

### 4.1 Zuchtziel - wahrer Gesamtzuchtwert

Der Gesamtzuchtwert ist ein Hilfsmittel für die Selektion der Tiere mit dem besten Genotyp als Eltern für die nächste Generation. Es kann unterschieden werden zwischen dem wahren und dem geschätzten Gesamtzuchtwert. **Der wahre Gesamtzuchtwert stellt die mathematische Definition des Zuchtzieles dar.** und kann nur bei Kenntnis des Genoms genau berechnet werden. Er berechnet sich aus der Summe aller wahren Zuchtwerte der Zuchtzielmerkmale multipliziert mit den entsprechenden wirtschaftlichen Gewichten. Mit den wirtschaftlichen Gewichten wird ausgedrückt, wie hoch die relative ökonomische Bedeutung der einzelnen Merkmale ist. Das heißt, **alle Merkmale des Zuchtzieles werden im wahren Gesamtzuchtwert berücksichtigt.** Die zentrale Rolle des Zuchtzieles bleibt auch im Gesamtzuchtwert erhalten. Wenn im Zuchtziel Merkmale mit antagonistischer Beziehung enthalten sind, müssen diese Merkmale auch im Gesamtzuchtwert berücksichtigt werden. Die wahren Zuchtwerte sind unbekannt, es stehen aber geschätzte Zuchtwerte für verschiedene Merkmale zur Verfügung.

### 4.2 Wahrer Gesamtzuchtwert - geschätzter Gesamtzuchtwert

Im Gegensatz zur Berechnung des wahren Gesamtzuchtwertes werden bei der Berechnung des geschätzten Gesamtzuchtwertes die wahren Zuchtwerte durch die entsprechenden Schätzer ersetzt. Die wirtschaftlichen Gewichte bleiben aber unverändert. Wenn der geschätzte Gesamtzuchtwert eine nützliche Hilfe für die Selektionsentscheidungen sein soll, müssen die Informationen zur Berechnung des geschätzten Gesamtzuchtwertes so kombiniert werden, daß die **Korrelation zwischen wahren und geschätztem Gesamtzuchtwert möglichst hoch ist.** Das Quadrat dieser Korrelation wird auch als Zuverlässigkeit des geschätzten Gesamtzuchtwertes bezeichnet und ist für jedes Tier verschieden. Diese Zuverlässigkeit sagt aus, wie stark dem geschätzten Gesamtzuchtwert als Hilfsmittel bei den Selektionsentscheidungen vertraut werden kann.

### 4.3 Geschätzter Gesamtzuchtwert - Teilzuchtwert

Der Begriff Gesamtzuchtwert wird manchmal falsch verwendet. Um Verwechslungen zwischen Teilzuchtwert und Gesamtzuchtwert zu vermeiden, wird darauf hingewiesen, daß im derzeitigen geschätzten Gesamtzuchtwert nur Milchleistungsmerkmale, Milch-, Fett- und Eiweißmenge, enthalten sind. Im erwähnten Zuchtziel der AGÖF, sind jedoch auch Fleischleistungs- und Sekundärmerkmale enthalten. Deshalb sind **der Gesamtzuchtwert Milch bzw. der Gesamtzuchtwert Fleisch im Sinne des Zuchtzieles eigentlich Teilzuchtwerte.** Im Teilzuchtwert Milch sind die Merkmale Milchmenge : Fettmenge : Eiweißmenge mit 0 : 1 : 4 gewichtet. Die geschätzten Zuchtwerte für diese drei Merkmale werden, genau genommen, aus 15 geschätzten

Einzelzuchtwerten berechnet. Diese 15 Schätzer sind keine Merkmale des Zuchtzieles bzw. des Gesamtzuchtwertes, sondern nur Information für die Merkmale im Zuchtziel. In jedem dieser 15 Schätzer steckt die Information der Eigenleistungen des betreffenden Tieres und die Leistungen seiner Verwandten. Je mehr Information zur Schätzung der Zuchtwerte zur Verfügung steht, desto zuverlässiger wird auch der geschätzte Gesamtzuchtwert. Es gibt also zwei Kategorien von Merkmalen. Einerseits die Merkmale im Zuchtziel, welche ident sind mit denen im wahren Gesamtzuchtwert. Für diese Merkmale werden bei der Schätzung des Gesamtzuchtwertes wirtschaftliche Gewichte und geschätzte Zuchtwerte benötigt. Andererseits aber auch Merkmale, welche in einem möglichst engen Zusammenhang zu den Merkmalen im Zuchtziel bzw. zu den Merkmalen im geschätzten Gesamtzuchtwert stehen, aber nicht selbst im Zuchtziel sein müssen. Für diese Merkmale werden geschätzte Zuchtwerte und ein Maß für die genetischen Korrelationen zu allen übrigen Merkmalen benötigt. Die Grundvoraussetzung für die Berechnung all dieser Zuchtwerte und auch für die Berechnung eines geschätzten Gesamtzuchtwertes sind die verschiedenen Leistungsprüfungen. In Ausnahmefällen können auch Merkmale im geschätzten Gesamtzuchtwert berücksichtigt werden, für die es keine Leistungsprüfungen gibt.

#### 4.4. Die wirtschaftlichen Gewichte (w-Werte)

Bei der Berechnung des Gesamtzuchtwertes sind die w-Werte die Gewichtungsfaktoren für die einzelnen Zuchtwerte der Merkmale des Gesamtzuchtwertes. Es kommt ihnen deshalb bei der Berechnung des Gesamtzuchtwertes große Bedeutung zu. Ausgehend von der auf maximalen Gewinn orientierten Definition des Zuchtzieles, werden die w-Werte als **der Grenznutzen der genetisch bedingten Produktionsveränderung** definiert. Der Grenznutzen errechnet sich aus dem zusätzlichen Ertrag in Geldeinheiten (= Grenzertrag), der nach Abzug der zusätzlichen Kosten (= Grenzkosten) bei Steigerung der Produktion durch genetische Verbesserung des betreffenden Merkmals um eine Einheit anfällt, wenn alle anderen Merkmale inzwischen gleich bleiben.

Mit den wirtschaftlichen Gewichten wird der zusätzliche Gewinn der genetische Verbesserung um 1 kg Fett, 1 kg Eiweiß, 1 Tag Nutzungsdauer usw. in Geldeinheiten ausgedrückt. Entscheidend für den Selektionsdruck auf die einzelnen Merkmale bei der Zucht nach einem Gesamtzuchtwert ist das Verhältnis zwischen den w-Werten der einzelnen Merkmale, bezogen auf eine genetische Standardabweichung, und nicht deren absolute Höhe. W-Werte können nach verschiedenen Methoden berechnet werden. Unabhängig von der Methode sollen einige allgemeine Grundsätze eingehalten werden. Diese Grundsätze geben gleichzeitig einen Hinweis auf die Probleme bei der Berechnung.

- Für alle Merkmale im Gesamtzuchtwert müssen w-Werte berechnet werden.
- Bei der Berechnung des w-Wertes für ein Merkmal darf nur der Grenznutzen der Verbesserung des entsprechenden Merkmals berücksichtigt werden. Alle anderen Merkmale im Gesamtzuchtwert bleiben rechnerisch konstant, weil diese getrennt berücksichtigt werden.
- Wie schon am Beginn erwähnt, ist das Zuchtziel in die Zukunft gerichtet. Das bedeutet, bei der Berechnung der w-Werte müssen zukünftige Produktionsbedingungen, Preise, Kosten usw. berücksichtigt werden. Berechnungen haben gezeigt, daß geänderte Marktbedingungen in erster Linie einen Einfluß auf die absoluten wirtschaftlichen Gewichte der Produktionsmerkmale haben und weniger auf die w-Werte der funktionalen Merkmale.
- Rinderzucht ist ein langfristiger Prozeß, deshalb werden alle Kosten als variabel betrachtet.
- Um den Wert der genetischen Verbesserung berechnen zu können, sollen „optimale“ Betriebsverhältnisse unterstellt werden.
- Da der Grenznutzen für die genetische Verbesserung um 1 kg Milch bei einer Laktation von 5000 kg Milch höher ist als bei 6000 kg Milch (Problem des abnehmenden Grenzertrages),

wird bei der Berechnung der w-Werte in allen Merkmalen das durchschnittliche Leistungsniveau der Population unterstellt.

- Außerdem ist zu berücksichtigen, wann und wie oft die genetischen Verbesserungen realisiert werden. Das bedeutet zum Beispiel, daß die früheren Laktationen wichtiger sind als die späteren.

Die Zucht nach einem Index bedeutet deshalb aber nicht automatisch eine Zucht auf frühere Laktationen. Dies soll das folgende Extrembeispiel veranschaulichen.

In diesem Beispiel werden folgende Annahmen getroffen. Die Kühe sind gleichmäßig auf die 1., 2. und 3. Laktation aufgeteilt. Im geschätzten Gesamtzuchtwert werden die Merkmale Nutzungsdauer, 1., 2. und 3. Standardlaktation berücksichtigt. Die w-Werte für diese Merkmale verhalten sich wie 3 : 1 : 1 : 1. Der w-Wert für die Nutzungsdauer ist demnach gleich hoch, wie die Summe der w-Werte für die Milchleistungsmerkmale.

Wenn nun die durchschnittliche Nutzungsdauer so stark absinkt, daß 100 % der Kühe in der 1. Laktation sind, kommt es zu einer dramatischen Verschiebung des obigen Verhältnisses der w-Werte. Die w-Werte für die 2. und 3. Laktation betragen 0, weil keine Kühe diese Laktationen realisieren. Im Gegensatz erhöht sich der w-Wert für die 1. Laktation. Gleichzeitig kommt es jedoch auch zu einer sehr starken Erhöhung des w-Wertes für die Nutzungsdauer, weil diese so stark abgesunken ist (=steigender Grenznutzen). Das heißt, der w-Wert der 1. Laktation steigt im Verhältnis zu den w-Werten der 2. und 3. Laktation aber er sinkt im Verhältnis zum w-Wert der Nutzungsdauer. Folglich erhöht sich der Selektionsdruck auf Nutzungsdauer. Wäre die Nutzungsdauer jedoch nicht im Gesamtindex, käme es zu einer unberechtigten Bevorzugung der 1. Laktation mit negativen Folgen für die gesamte Population (siehe Blau-Weiße-Belgier).

#### **4.5. Wieviele und welche Merkmale sollten im Gesamtzuchtwert berücksichtigt werden ?**

Diese Frage sollte eigentlich schon bei der Definition des Zuchtzieles bedacht werden. Sie stellt sich jedoch auch bei der Konstruktion des Gesamtzuchtwertes. Grundsätzlich wird der Selektionsfortschritt in den einzelnen Merkmalen kleiner, wenn mehr Merkmale im Gesamtzuchtwert berücksichtigt werden. Außerdem wird es immer schwieriger, all die benötigten Parameter zuverlässig zu schätzen. Haben jedoch all diese Merkmale eine wirtschaftliche Bedeutung wird der Gesamtfortschritt vergrößert, vorausgesetzt die bei der Berechnung des geschätzten Gesamtzuchtwertes benötigten Zuchtwerte für die entsprechenden Merkmale sind zuverlässige Schätzer der wahren Zuchtwerte.

Hier liegt nun auch das Problem bei der Berücksichtigung von Merkmalen mit niedrigen Heritabilitäten im geschätzten Gesamtzuchtwert. Bei Merkmalen mit niedrigen Heritabilitäten (z. B. Nutzungsdauer) ist die Zuverlässigkeit der geschätzten Zuchtwerte meist gering. Die Folge ist, daß die Zuchtwerte für diese Merkmale wegen der Unsicherheiten bei deren Schätzung rechnerisch zum Durchschnitt der Population regressiert werden. Dies bedeutet, daß geschätzte Zuchtwerte mit starken Abweichungen vom Mittelwert bei Merkmalen mit geringer Heritabilität, wegen der geringeren Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung, seltener vorkommen als bei Merkmalen mit hohen Heritabilitäten. Dies gilt jedoch auch für Merkmale mit relativ hohen Heritabilitäten, wenn wenig Daten für die Schätzung der Zuchtwerte verfügbar sind (z.B. Fleischleistung!). Bei gleichem wirtschaftlichen Gewicht steigt der Beitrag eines Merkmales zum geschätzten Gesamtzuchtwert mit der Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung für dieses Merkmal.

Das Problem der geringen Zuverlässigkeiten von Zuchtwertschätzungen für Merkmale mit geringen Heritabilitäten wird jedoch durch die Inkludierung dieser Merkmale in einen Gesamt-

zuchtwert gegenüber der Zucht nach einem Einzelzuchtwert nicht vergrößert. Dieses Problem ist ein grundsätzliches bei der Zucht nach Merkmalen mit geringen Heritabilitäten. Will man die Zuverlässigkeit für die Zuchtwertschätzung erhöhen, müßte z. B. im Fall der Nutzungsdauer entweder die Nachkommengruppe je Stier vergrößert werden, oder das Generationsintervall verlängert werden. Dies gilt für die Zucht nach einem geschätzten Einzel-zuchtwert genauso wie für die Zucht nach einem geschätzten Gesamtzuchtwert.

Die Frage nach der Anzahl und der Auswahl der Merkmale ist primär eine Frage der Definition des Zuchtzieles und erst sekundär eine Frage der Konstruktion des geschätzten Gesamtzuchtwertes. Werden die wirtschaftlich immer wichtiger werdenden funktionalen Merkmale, welche oft in negativer Korrelation zu den Produktionsmerkmalen stehen, nicht im geschätzten Gesamtzuchtwert berücksichtigt, wird mit der Selektion nach diesem Gesamtzuchtwert ein scheinbarer wirtschaftlicher Selektionserfolg erzielt, welcher auf Kosten der funktionalen Merkmale geht. FEWSON und NIEBEL haben gezeigt, daß es bei Berücksichtigung der funktionalen Merkmale im Gesamtzuchtwert nur zu geringen Einbußen im Selektionsfortschritt in den Produktionsmerkmalen kommt und das Niveau in den funktionalen Merkmalen gehalten werden kann. Die Frage nach der Anzahl und Auswahl der Merkmale kann jedoch nicht generell beantwortet werden. Sie hängt auch von der Finanzierbarkeit der Leistungsprüfungen ab. Allgemein gilt,

**je mehr man in der Zucht gleichzeitig erreichen will, desto länger dauert es. Was jedoch nicht heißt, daß man deshalb weniger je Zeiteinheit erreicht!**

#### **4.6 Der geschätzte Gesamtzuchtwert: das non plus ultra ?**

Es sollen hier jedoch auch einige mögliche Kritikpunkte angeführt werden.

- Ein Kritikpunkt am Gesamtzuchtwert ist die Tatsache, daß die w-Werte bei jedem Betrieb bzw. bei jeder Kuh anders sind. Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß ein auf jeden Einzelbetrieb abgestimmter Gesamtzuchtwert mit unterschiedlichen wirtschaftlichen Gewichten sehr wenig Änderung in der Rangierung der Stiere bzw. sehr wenig zusätzlichen Zuchtfortschritt bringt.
- Zusätzliche Probleme bereiten die benötigten genetischen Korrelationen zwischen den verschiedenen Merkmalen. In erster Linie die Korrelationen zwischen den funktionalen Merkmalen und zwischen den funktionalen Merkmalen und den Produktionsmerkmalen, welche noch zu wenig erforscht sind. Auf diesem Gebiet bedarf es noch zusätzlicher Untersuchungen.
- Bei der derzeitigen Berechnung der wirtschaftlichen Gewichte wird die Konkurrenzsituation zwischen Zuchtverbänden, Rassen und auch Betrieben nicht berücksichtigt.

Bei all der berechtigten Kritik am Gesamtzuchtwert sollte man sich der mangelnden Alternativen bei der Zucht auf mehreren Merkmalen bewußt sein. Der geschätzte Gesamtzuchtwert ist das beste Hilfsmittel zur Reihung von Stieren bei komplexen Zuchtzielen.



#### 4.7 Wie könnte der geschätzte Gesamtzuchtwert in Österreich in Zukunft aussehen ?

In naher Zukunft soll ein geschätzter Gesamtzuchtwert zur Verfügung stehen, in dem alle wirtschaftlich wichtigen Merkmale, Produktionsmerkmale und funktionale Merkmale, berücksichtigt sind. Neben dem geschätzten Gesamtzuchtwert könnten die derzeitigen Teilzuchtwerte für Fleisch und Milch erhalten bleiben. Zusätzlich sollte ein Teilzuchtwert „Fitness“ errechnet werden, in dem die funktionalen Merkmale vereint sind. Zwischen diesen drei Teilzuchtwerten und dem Gesamtzuchtwert besteht kein direkter Zusammenhang (siehe Abbildung).

Anwendung dieses geschätzten Gesamtzuchtwertes:

Bei der Auswahl eines Stieres zur Belegung einer Kuh, welche meist bestimmte Schwächen hat, könnte folgenderweise vorgegangen werden. Zuerst sollten die Stiere nach dem geschätzten Gesamtzuchtwert gereiht werden. Von den zum Beispiel 10 besten Stieren dieser Reihung könnte dann jener mit dem höchsten Zuchtwert in dem der Schwäche der Kuh entsprechenden Merkmal ausgewählt werden, natürlich unter Vermeidung von Inzucht und auch Berücksichtigung des Preises für das Sperma. Auf diese Weise könnte auf die besonderen Schwächen einer Kuh bei gleichzeitiger Berücksichtigung aller wirtschaftlich wichtigen Merkmale reagiert werden.

#### 4.8 Hilft ein geschätzter Gesamtzuchtwert den Besamungsstationen oder den Bauern ?

Diese Frage wird oft gestellt, weil so manche Besamungsstation für einen Stier mit einem hohen (Milch-) Zuchtwert einen höheren Preis, oft einen überhöhten Preis, vom Bauern verlangt. Dies trifft in erster Linie auf Importsperma zu. Interessant sind in diesem Zusammenhang auch die Preisunterschiede von Spitzenstieren verschiedener Rassen. Die Erklärung für die überzogenen Preisunterschiede ist jedoch oft nicht der Gesamtzuchtwert, sondern **Preisunterschiede bei Sperma repräsentieren den Markt und nicht den Gesamtzuchtwert!** Von der züchterischen Seite betrachtet, sollte Sperma von guten Stieren billig sein, damit es stark eingesetzt wird. Als Hilfe bei Zuchtentscheidungen ist jedoch der **Gesamtzuchtwert für Bauern eine größere Hilfe als für Besamungsstationen!**

Die Tatsache, daß es von der Entscheidung mit welchem Stier eine Stiermutter angepaart werden soll bis zum vollständig geprüften Besamungsstier mindestens 10 Jahren dauert, birgt für Leiter von Zuchtprogrammen einen großen Unsicherheitsfaktor.

Würde eine „Besamungsstation“ nun alle Stiere streng nach Gesamtzuchtwert auswählen, könnte es sein, daß sie in 10 Jahren die falschen Stiere anzubieten hat. Der Grund dafür liegt in einer möglichen Änderung der Marktbedingungen und somit in einer falschen wirtschaftlichen Gewichtung der Merkmale im Zuchtziel. In 10 Jahren kann sich viel ändern. Je mehr ein Markt durch Reglementierungen gekennzeichnet ist, denken Sie z. B. an die Entwicklung der Milchkontingentierung, desto plötzlicher können politische Entscheidungen Marktbedingungen verändern. Das heißt ein Geschäftsführer einer Besamungsstation muß wahrscheinlich aus Konkurrenz- und (Un)Sicherheitsgründen zusätzliche Aspekte in der Zucht berücksichtigen und auf eine Art port-folio bei der Auswahl von Stiervätern und -müttern achten, was die Hilfe des geschätzten Gesamtzuchtwertes bei der Selektionsentscheidung schmälert.

Als Landwirt hat man hingegen ein etwas geringeres Risiko bei der Auswahl von Stieren zur Besamung, weil der Zeitraum zwischen Belegung einer Kuh mit einem geprüften Stier und dem Verkauf des Kalbes oder der ersten Milch von der Tochter viel kürzer ist. Dies soll nicht falsch verstanden werden. Es ist **immer noch nicht leicht den richtigen Stier zur entsprechenden**

**Kuh auszuwählen.** Aber das Risiko den falschen Stier zu wählen, wird mit dem Gesamtzuchtwert für den Landwirt stärker reduziert als für die Besamungsstation.

## 5. Schlußfolgerungen

Die zentrale Stellung in jeder Zucht nimmt das Zuchtziel ein. Im Zuchtziel und im Gesamtzuchtwert sollen alle wirtschaftlich wichtigen Merkmale berücksichtigt werden. Mit der Indexselektion kann bei der Zucht auf mehrere Merkmale der höchste Gesamtfortschritt im Sinne des Zuchtzieles erzielt werden. Auch wenn die wirtschaftlichen Gewichte für die funktionalen Merkmale und für die Fleischleistung noch so hoch sind, der Effekt auf den Gesamtzuchtwert bleibt gering, wenn die Zuverlässigkeiten der entsprechenden Zuchtwerte nicht erhöht werden. Der derzeitige Gesamtzuchtwert Milch ist im Sinne des Zuchtzieles ein Teilzuchtwert und sollte durch einen umfassenden Gesamtzuchtwert ersetzt werden.

Gesamtzuchtwert und Zuchtwertschätzung können und sollen für den Züchter nur Entscheidungshilfen sein bei dem Versuch, dem Zuchtziel näher zu kommen.

Jeder Züchter muß selber entscheiden ob er sich dieser Entscheidungshilfen bedient oder nicht.

## Verzeichnis der Autoren

- LOR Dr. Johannes Aumann** Bayerische Landesanstalt für Tierzucht, Grub  
Prof. Dürrwaechter-Platz 1  
D-85586 Poing
- Dr. Konrad Blaas** Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft  
Stubenring 1  
A-1010 Wien
- Dr. Christa Egger-Danner** Universität für Bodenkultur  
Institut für Nutztierwissenschaften  
Gregor Mendel-Straße 33  
A-1180 Wien
- Univ.Prof. Dr. Alois Eßl** Universität für Bodenkultur  
Institut für Nutztierwissenschaften  
Gregor Mendel-Straße 33  
A-1180 Wien
- Dr. Christian Fürst** Universität für Bodenkultur  
Institut für Nutztierwissenschaften  
Gregor Mendel-Straße 33  
A-1180 Wien
- Dipl.-Ing. Josef Miesenberger** Universität für Bodenkultur  
Institut für Nutztierwissenschaften  
Gregor Mendel-Straße 33  
A-1180 Wien
- Dr. Ernst Potucek** Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer  
Rinderzüchter (ZAR)  
Universumstraße 33/8  
A-1200 Wien
- Univ.Doz. Dr. Johann Sölkner** Universität für Bodenkultur  
Institut für Nutztierwissenschaften  
Gregor Mendel-Straße 33  
A-1180 Wien
- Dr. Georg Thaller** Technische Universität München  
Lehrstuhl für Tierzucht  
D-85350 Freising-Weihenstephan