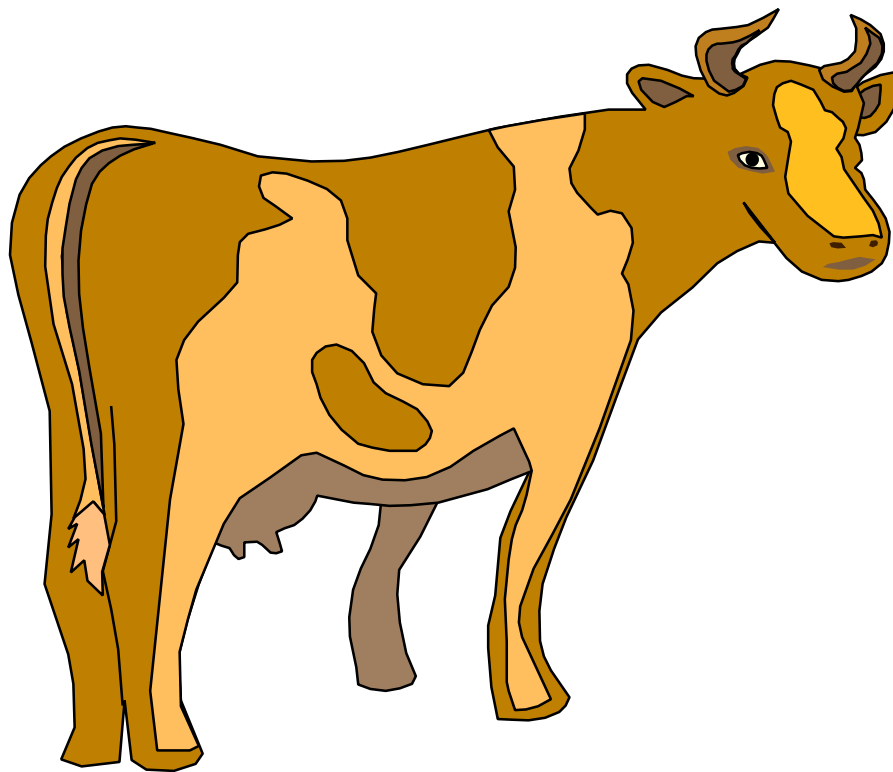




Die Stellung der Kuh im Zuchtgeschehen

Von Stiermüttern, Kuhmüttern und Kuhfamilien



**Seminar des genetischen Ausschusses der ZAR
Salzburg, 13. März 1997**

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Vorwort | 1 |
| Verzeichnis der Autoren | 2 |
| <i>Dr. Alfons Willam:</i> Kuhmütter und Stiermütter: Bedeutung der Kuh für den Zuchtfortschritt | 3 |
| <i>Dr. Martin Greimel:</i> Stiermutterprüfung auf Station - eine überlegenswerte Alternative? | 12 |
| <i>Dr. Christian Fürst:</i> Die Kuh in der Zuchtwertschätzung mit dem Tiermodell | 17 |
| <i>D.I. Susanne Raaber:</i> Zytoplasmatische Effekte - eine biologische Erklärung für die Bedeutung der Kuhfamilien? | 28 |

Vorwort

Seit jeher stand die Kuh im Mittelpunkt des züchterischen Interesses. Mit der Einführung der Besamungszucht vor rund 50 Jahren wurde allerdings zumindest auf der Ebene der Zuchtleitung die gezielte Auswahl von Vätern zum wesentlichen Instrument für die Steigerung des Zuchtfortschrittes. Die genetische Veranlagung eines Stieres kann über die Leistungen seiner Töchter besser vorhergesagt werden als jene von Kühen, zudem kann auf der männlichen Seite eine deutlich strengere Selektion vorgenommen werden. Es darf aber nicht übersehen werden, daß bis vor kurzem für Stiere lediglich für die Milchleistung verlässliche Zuchtwerte vorlagen. Selektion auf Fruchtbarkeit und Langlebigkeit erfolgte zu einem wesentlichen Teil sozusagen automatisch auf der weiblichen Seite, weil gesunde und fruchtbare Kühe auch mehr Nachkommen haben.

Neue Entwicklungen in der Erstellung von Zuchtprogrammen und bei der Zuchtwertschätzung geben dazu Anlaß, die Rolle der Kuh im Zuchtgeschehen etwas näher zu beleuchten. In den beiden ersten Beiträgen wird die Rolle der weiblichen Tiere im Zuchtprogramm untersucht. Das konventionelle Nachkommenprüfprogramm wird mit Nukleussystemen, in denen die Zahl der Nachkommen von weiblichen Tieren durch Reproduktionstechniken (Embryotransfer) erhöht wird, verglichen. Die Möglichkeiten der Steigerung des Zuchtfortschrittes durch eine erhöhte Genauigkeit der geschätzten Zuchtwerte durch stationäre Prüfung werden den erhöhten Kosten für solche Zuchtprogramme gegenübergestellt.

Die Einführung des Tiermodells in der Zuchtwertschätzung führte dazu, daß durch die Einbeziehung der Information aller bekannten Verwandten die Genauigkeit der geschätzten Zuchtwerte für Kühe zwar deutlich erhöht wurde, zugleich aber der Beitrag der eigenen Leistung einer Kuh an ihrem Zuchtwert zurückging. Obwohl an sich logisch und statistisch korrekt, führte dies doch zu einer gewissen Verunsicherung in der Züchterschaft, weil geschätzter Zuchtwert und beobachtete Leistung des Einzeltieres nun weniger gut übereinstimmen. Der dritte Beitrag soll zum besseren Verständnis dieser Situation beitragen.

Schließlich wird im abschließenden Referat versucht, dem von Züchtern immer wieder postulierten Phänomen, daß sich Mitglieder von Kuhfamilien ähnlicher sind, als man dies nur aufgrund der Verwandtschaftsverhältnisse erwarten würde, auf die Spur zu kommen. Die ausschließlich über die Mutter erfolgende Weitergabe der Gene in den Mitochondrien der Zelle wird als mögliche biologische Ursache auf ihre Wirkung hin untersucht.

Wir hoffen, daß die Auswahl der Themen Ihrem Interesse entspricht und wünschen uns eine anregende Diskussion.

Johann Sölkner, Vorsitzender des Genetischen Ausschusses

Ernst Potucek, Geschäftsführer der ZAR

Christian Fürst, Redaktion

Verzeichnis der Autoren

Dr. Christian Fürst

Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer
Rinderzüchter (ZAR)
Universumstraße 33/8
1200 Wien

Dr. Martin Greimel

Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft
Gumpenstein
Abteilung Betriebswirtschaft
8952 Irdning

D.I. Susanne Raaber

Universität für Bodenkultur
Institut für Nutztierwissenschaften
Abteilung Populationsgenetik
Gregor Mendel-Straße 33
1180 Wien

Dr. Alfons Willam

Universität für Bodenkultur
Institut für Nutztierwissenschaften
Abteilung Tierzucht
Gregor Mendel-Straße 33
1180 Wien

Kuhmütter und Stiermütter: Bedeutung der Kuh für den Zuchtfortschritt

Alfons Willam

Der Zuchtfortschritt ist letztendlich die entscheidende bzw. wichtigste Zielgröße jeder züchterischen Arbeit. In diesem Zusammenhang soll vorerst abgeklärt werden, was man unter „züchten“ versteht. ESSL (1996) definierte züchten folgendermaßen:

„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 somit durch mehrere unbedingt notwendige, aufeinander abgestimmte Schritte gekennzeichnet:

| |
|--|
| Zuchtziel → Leistungsprüfung → Zuchtwertschätzung → Selektion → Zuchtfortschritt |
|--|

1. Faktoren des Zuchtfortschritts

Für den Begriff Zuchtfortschritt (ZF) werden Synonyme verwendet wie z.B Zuchterfolg (ZE), Selektionserfolg (SE) oder genetische Überlegenheit der Nachkommengeneration (ΔG). In diesem Artikel wird im Sinne der Themenstellung der Begriff Zuchtfortschritt (ZF) verwendet. Der zu erwartende Zuchtfortschritt pro Jahr (ZF/T) entspricht nach der Theorie der Populationsgenetik ohne Berücksichtigung einer eventuellen Inzuchtdepression folgender Beziehung:

$$\boxed{ZF/T = s_A \cdot i \cdot r_{AA}/T} \quad (1)$$

s_A = additiv genetische Standardabweichung des Merkmals,

i = Selektionsintensität ($i = SD/s_p$ bzw. $i = z/b$);

r_{AA} = Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung,

T = Generationsintervall (Jahre).

Wird der Zuchtfortschritt nicht auf ein Jahr bezogen - also nicht durch das Generationsintervall dividiert - so erhält man den Zuchtfortschritt pro Generation (ZF).

Aus Formel (1) ist ersichtlich, daß der zu erwartende Zuchtfortschritt pro Jahr (ZF/T) umso größer ist,

- je strenger selektiert wird,
- je größer die genetisch bedingten Leistungsunterschiede zwischen den Tieren sind,
- je zuverlässiger die Zuchtwertschätzung ist,
- je rascher die einzelnen Generationen aufeinander folgen.

Diese vier Faktoren für den Zuchtfortschritt sind ihrerseits wiederum von einer Reihe von Maßnahmen und Faktoren wie z.B. durchschnittliche Anzahl Nachkommen pro Tier (Selektionsintensität), Zuchtmethode (Reinzucht verringert genetische Variabilität), Art und Umfang der Leistungsprüfung und Methode der Zuchtwertschätzung (Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung) bzw. Alter des Tieres zum Selektionszeitpunkt und Dauer der anschließenden Zuchtverwendung (Generationsintervall) abhängig.

Der Zuchtfortschritt kann entweder in Naturaleinheiten (kg Milch, % Fett, kg Eiweiß etc.) als natürlicher Zuchtfortschritt (ZF_{nat}/T) oder in Geldeinheiten als monetärer Zuchtfortschritt (ZF_{mon}/T) ausgedrückt werden.

Formel (1) trifft aber nur dann zu, wenn immer die gleichen Selektionsmaßnahmen wiederholt angewendet werden und diskrete Generationen (d.h. keine überlappenden Generationen) vorliegen. Eine weitere Voraussetzung besteht darin, daß sowohl für männliche als auch weibliche Tiere von gleicher Selektionsintensität, gleicher Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung und gleichem Generationsintervall ausgegangen wird.

2. Selektionspfade

Die bisherigen Überlegungen stellen die populationsgenetischen Grundlagen für idealisierte Verhältnisse dar und müssen für die Anwendung in der praktischen Zuchtarbeit entsprechend adaptiert werden. Der erste Schritt hat zu berücksichtigen, daß männliche und weibliche Tiere verschieden streng selektiert werden (Selektionsintensität), für die Zuchtwertschätzung unterschiedliche Informationen aus der Leistungsprüfung sowohl in quantitativer (Anzahl) als auch qualitativer Hinsicht (Vorfahren-, Eigen-, Geschwister-, Nachkommenleistung etc.) zur Verfügung stehen (Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung) und die Generationsintervalle verschieden lang sind. Der Zuchtfortschritt pro Generation wird daher für die männlichen und weiblichen Tiere (ZF_m bzw. ZF_w) mit Formel (1) getrennt berechnet und der durchschnittliche Zuchtfortschritt pro Jahr für die gesamte Zuchtpopulation errechnet sich dann aus folgender Beziehung:

$$\boxed{ZF / T = \frac{ZF_m + ZF_w}{T_m + T_w}} \quad (2)$$

ZF_m, ZF_w = Zuchtfortschritt im männlichen bzw. weiblichen Selektionspfad,
 T_m, T_w = Generationsintervall im männlichen bzw. weiblichen Selektionspfad.

Unter Selektionspfade sind Tiergruppen zu verstehen, die für die Erzeugung von Nachkommen verschieden selektiert werden. Selektionspfade werden manchmal auch als Genübertragungspfade bezeichnet und spielen für die Struktur von Zuchtprogrammen eine entscheidende Rolle.

Formel (2) entspricht dem einfachsten Fall, dem sogenannten 2-Pfade-Modell. Werden der männliche und weibliche Selektionspfad jeweils in zwei weitere Tiergruppen unterteilt, so entspricht diese Situation dem von RENDEL und ROBERTSON (1950) beschriebenen 4-Pfade-Modell, das

die Grundlage für alle Nachkommenprüfsysteme (NKP-Systeme) auf Basis künstlicher Besamung (KB) in der Rinderzucht darstellt.

Es wird dabei zwischen folgenden Selektionspfaden unterschieden:

- **Stierväter** (Vater-Sohn-Pfad)
- **Kuhväter** (Vater-Tochter-Pfad)
- **Stiermütter** (Mutter-Sohn-Pfad)
- **Kuhmütter** (Mutter-Tochter-Pfad)

Die männlichen Nachkommen aus den gezielten Paarungen von Stiervätern (Elitestiere = beste Stiere) mit Stiermüttern (Elitekühe = beste Kühe) stellen die Ausgangsbasis für die Selektion der Stiere der nächsten Generation dar. Da alle anderen männlichen Nachkommen für die Zucht keine Rolle spielen, werden die väterlichen Gene, d.h. die genetische Überlegenheit bzw. der Zuchtfortschritt, nur über den Stierväter-Pfad und die mütterlichen Gene nur über den Stiermütter-Pfad auf die männlichen Tiere der Folgegeneration übertragen. Teststiere sind jene männlichen Tiere der nächsten Generation, die nach der ersten Selektionsstufe (Eigenleistungsprüfung) in den Testeinsatz gehen und nach der zweiten Selektionsstufe (Nachkommenprüfung) aus der Zucht ausgeschieden oder zu einem Stier- oder Kuhvater werden. Jeder Stier- bzw. Kuhvater in einem Besamungszuchtprogramm war somit einmal ein Teststier.

Die weiblichen Tiere der nächsten Generation bekommen ihre Gene väterlicherseits von Teststieren, Stier- oder Kuhväter, mütterlicherseits von Kuh- oder Stiermüttern, wobei der Anteil der Stiermütter an allen Kühen üblicherweise sehr gering ist (1 - 5 %), sodaß nur wenige Kühe der Folgegeneration ihre mütterlichen Gene von Stiermüttern bekommen.

Der Zuchtfortschritt nach RENDEL und ROBERTSON (1950) für das 4-Pfade-Modell errechnet sich aus folgender Beziehung:

$$\boxed{ZF / T = \frac{ZF_{SV} + ZF_{SM} + ZF_{KV} + ZF_{KM}}{T_{SV} + T_{SM} + T_{KV} + T_{KM}}} \quad (3)$$

$ZF_{SV}, ZF_{SM}, ZF_{KV}, ZF_{KM}$ = Zuchtfortschritte in den Selektionspfaden Stierväter (SV),
Stiermütter (SM), Kuhväter (KV) und Kuhmütter (KM),

$T_{SV}, T_{SM}, T_{KV}, T_{KM}$ = Generationsintervalle in den Selektionspfaden Stierväter (SV),
Stiermütter (SM), Kuhväter (KV) und Kuhmütter (KM)

3. Nachkommenprüfsystem (Besamungszuchtprogramm)

Unter optimalen Bedingungen - d.h. bei optimaler Anzahl von Teststieren bzw. optimaler Anzahl Nachkommen pro Teststier (Gruppengröße) - tragen im Durchschnitt die Stierväter 40 - 50 %, die Stiermütter 20 - 30 %, die Kuhväter ebenfalls 20 - 30 % und die Kuhmütter 5 - 10 % zum gesamten Zuchtfortschritt pro Jahr bei. BLAAS (1993) stellte für die Fleckviehpopulation des Verbandes niederösterreichischer Rinderzüchter folgende Anteile fest (Praxisbedingungen): Stierväter 33 %, Stiermütter 26 %, Kuhväter 36 % und Kuhmütter 6 %. Die Ergebnisse für die

Selektionspfade Stiermütter und Kuhmütter stimmen mit den theoretischen Erwartungswerten sehr gut überein, während der Anteil des Selektionspfades Stierväter unter und der Anteil des Selektionspfades Kuhväter über dem Erwartungswert liegt. Gründe dafür sind die etwas höhere Selektionsintensität und vor allem das kürzere Generationsintervall im Selektionspfad Kuhväter.

Die Anteile der Selektionspfade Stierväter, Stiermütter und Kuhväter spiegeln die entscheidende Bedeutung der künstlichen Besamung und der Elitepaarungen wider. Die künstliche Besamung ermöglicht eine große Anzahl Nachkommen pro Stier (Vermehrungsrate), wodurch für die männlichen Tiere eine strenge Selektion und eine genaue Zuchtwertschätzung (umfangreiche Nachkommenleistungen) durchgeführt werden können. Die Vermehrungsrate der Kühe (durchschnittlich 1 Nachkomme pro Kuh und Jahr) stellt aus züchterischer Sicht einen Nachteil dar, der im Selektionspfad Stiermütter durch die sehr hohe Selektionsintensität ausgeglichen werden kann, im Selektionspfad Kuhmütter aber mit einem Anteil von nur 5 - 10 % am gesamten Zuchtfortschritt voll zur Geltung kommt (geringe Selektionsintensität). Die Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung für die Kühe ist aufgrund der vorhandenen Leistungsinformationen (Vorfahren- bzw. Eigenleistung) naturgemäß immer geringer als für die männlichen Tiere (Nachkommenleistungen).

In der Praxis wurden und werden in den Nachkommenprüfsystemen (Besamungszuchtprogrammen) die theoretisch möglichen Zuchtfortschritte (v.a. im Selektionspfad Stiermütter) nicht erreicht. Die Gründe dafür sind vielschichtig und liegen hauptsächlich im Aufbau der Zuchtprogramme und in der mangelnden konsequenten Umsetzung. Beispiele dafür sind:

- Einsatz zu vieler Stierväter (oft auf Wunsch der Züchter),
- zu langer Einsatz von Stier-, Kuhvätern und Stiermüttern (Generationsintervall),
- geringe Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung für Stiermütter (im Vergleich zu Stierväter),
- Sonderbehandlung Stiermütter und daraus folgende Fehler bei der Stiermütterselektion.

Neben der Beseitigung der genannten Ursachen ist die konsequente Durchführung von gezielten Paarungen mit Elitestieren und Elitekühen eine unbedingte Voraussetzung für ein erfolgreiches Nachkommenprüfsystem, wobei gezielte Paarungen den ersten Schritt in Richtung offenes Nukleuszuchtsystem darstellen.

4. MOET und Nukleuszucht

Die Praxisreife der Reproduktionstechnik MOET (**M**ultiple **O**vulation und **E**mryo **T**ransfer) Ende der 70er Jahre ermöglichte die Erhöhung der Vermehrungsrate der Kühe und somit eine neue Bedeutung der Kuh im Zuchtgeschehen. Später kamen noch die Methode der Geschlechtsbestimmung von Embryonen und die IVEP-Technologie (**I**n **V**itro **E**mryo **P**roduktion) dazu. Anfang der 80er Jahre führte die Verknüpfung von MOET mit dem Konzept der Nukleuszucht, das aus der Pflanzen- bzw. Geflügel- und Schweinezucht bekannt war, zur Entwicklung von neuen Zuchtsystemen, den sogenannten MOET-Nukleuszuchtsystemen (NICHOLAS und SMITH, 1983).

Der Begriff MOET bezeichnet nur die Anwendung des Embryotransfers. So gesehen ist jedes Zuchtprogramm, also auch ein Besamungszuchtprogramm, in dem der Embryotransfer systematisch angewendet wird, ein MOET-Zuchtprogramm. Üblicherweise wird aber unter einem MOET-Zuchtprogramm ein Nukleuszuchtprogramm verstanden, obwohl dieses laut Definition mit der MOET-Methode nichts zu tun hat. Die exakte und unmißverständliche Bezeichnung lautet daher MOET-Nukleuszuchtprogramm bzw. MOET-Nukleuszuchtsystem.

In einem Nukleuszuchtprogramm (Basiszuchtprogramm) wird die züchterische Arbeit nur innerhalb einer Kernpopulation (Nukleus) durchgeführt. Die Hauptvorteile sind:

- Einsparungen bei der Leistungsprüfung (Umfang),
- Intensivierung der Leistungsprüfung (Merkmale, z.B. Futteraufnahme),
- zentrale Leitung und daher vollständige Kontrolle des Zuchtablaufs.

Diesen Vorteilen stehen natürlich auch Nachteile gegenüber:

- Geringere Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung (v.a.) für die männlichen Tiere,
- Ausschluß vieler „Züchter“ (Konzentration der Zucht auf wenige Betriebe),
- hoher Organisations- und Kostenaufwand,
- verstärkte Gefahr der Inzuchtsteigerung.

MOET-Nukleuszuchtprogrammen haben neben den genannten Vor- und Nachteilen durch die Anwendung von MOET folgende Kennzeichen:

- Erhöhung der Vermehrungsrate der weiblichen Tiere,
- Erstellung von Vollgeschwistergruppen für die Zuchtwertschätzung,
- Verkürzung der Generationsintervalle.

Die Erhöhung der Vermehrungsrate der weiblichen Tiere ermöglicht eine schärfere Selektion der Stiermütter. Allerdings sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß dieses Kennzeichen von MOET bei Anwendung in einem Nachkommenprüfsystem nicht zum Tragen kommt, da die Selektionsintensität bei den Stiermüttern in diesen Systemen bereits sehr hoch ist und der breite Einsatz im Kuhmütter-Pfad aus finanziellen Gründen nicht in Frage kommt.

Hauptansatzpunkt jedes MOET-Nukleuszuchtprogramms ist die Verkürzung der Generationsintervalle durch die Berücksichtigung von Ahnen- und Voll- bzw. Halbgeschwisterleistungen. Auf die Nachkommenprüfung wird ganz verzichtet oder eine Vorselektion der Wartestiere aufgrund der Geschwisterleistungen durchgeführt. Dauert es bei der Nachkommenprüfung durchschnittlich sieben Jahre von der Geburt eines männlichen Tieres bis zum Vorliegen von Informationen für den Leistungskomplex Milch, so kann diese Zeitspanne in einem MOET-Nukleuszuchtsystem auf etwa vier Jahre reduziert werden, wobei allerdings eine deutliche Verminderung der Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung in Kauf genommen werden muß. Ausschlaggebend für die Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung ist die Anzahl Voll- und Halbgeschwisterinformationen, die wiederum von den Erfolgsraten des Embryotransfers (Anzahl weibliche Nachkommen) und der Zahl der Spülungen je Spendertier abhängig ist.

Für die Effizienz von MOET-Nukleuszuchtsystemen sind somit die Erfolgsraten des Embryotransfers und die Anzahl erfolgreicher Spülungen pro Spendertier von entscheidender Bedeutung.

NICHOLAS und SMITH (1983) gingen von sehr optimistischen Annahmen aus und ermittelten deshalb (auch aufgrund eines leichten Rechenfehlers) deutliche Vorteile im Zuchtfortschritt von MOET-Nukleuszuchtssystemen gegenüber NKP-Systemen. In den folgenden Jahren wurde das Originalkonzept in vielen Forschungsarbeiten sowohl inhaltlich weiterentwickelt als auch ein anderer methodischer Ansatz zur Berechnung des Zuchtfortschrittes (Simulationsstudien gegenüber deterministischer Betrachtungsweise) verwendet.

Es gibt mittlerweile eine Reihe unterschiedlicher Konzepte für MOET-Nukleuszuchtssysteme, die sich im wesentlichen nach den drei Kriterien Organisationsgrad, Offenheit und Selektionsort unterscheiden lassen (Tabelle 1).

Reine MOET-Nukleuszuchtssysteme werden in *juvenile* und *adulte* Systeme unterschieden. In einem juvenilen System werden die Spenderkühe (Stiermütter) schon vor der ersten Abkalbung im Alter von 13 bis 15 Monaten gespült, wobei für die Selektionsentscheidung Verwandteninformationen (Mutter, Geschwister der Mutter und des Vaters) herangezogen werden. In einem adulten System werden die Spenderkühe erst nach Vorliegen einer Eigenleistung gespült.

Tabelle 1: Arten von MOET-Nukleuszuchtssystemen

| Kriterium | MOET-Nukleuszuchtssystem | |
|-------------------|--------------------------|---|
| Organisationsgrad | <i>rein</i> | - <i>juvenil</i> : Selektion aufgrund Verwandtenleistung - <i>adult</i> : Selektion aufgrund Verwandten- und Eigenleistung |
| | <i>gemischt</i> | Integration von NKP-System |
| Offenheit | <i>geschlossen</i> | keine Genzufuhr von außen möglich |
| | <i>offen</i> | Genzufuhr von außen möglich |
| Selektionsort | <i>zentral</i> | Nukleusherde auf einem oder wenigen Betrieben (Station) |
| | <i>dezentral</i> | Nukleusherde auf vielen Betrieben (Feld) |

Gemischte MOET-Nukleuszuchtssysteme basieren auf der Idee, MOET-Nukleuszuchtssysteme mit konventionellen NKP-Systemen zu kombinieren, indem die Teststiere in MOET-Nukleusherden erstellt und anschließend in einem NKP-System geprüft werden. Für die Zucht werden also nur nachkommengeprüfte Stiere verwendet.

Eine weitere Differenzierung kann in *geschlossene* und *offene* MOET-Nukleuszuchtssysteme erfolgen, wobei es in einem geschlossenen System nach dem Aufbau der Nukleusherde zu keinem Austausch von genetischem Material mit anderen Herden und Populationen mehr kommt. Die Öffnung kann nach *oben* und *unten* stattfinden. Eine Öffnung nach oben erfolgt durch den Import von Spermata und Embryonen aus anderen Populationen, während eine Öffnung nach unten auf genetisch wertvolle Tiere in der der Nukleusstufe nachgeordneten Population zurückgreift.

Ein *zentrales* MOET-Nukleuszuchtssystem ist durch eine zentrale und straff organisierte Zuchtstruktur mit einer auf einem oder wenigen Betrieben stationär gehaltenen Nukleusherde

gekennzeichnet. Im Nukleus findet die komplette Leistungsprüfung statt, d.h. ein solches System ist nicht auf die Zusammenarbeit mit einem konventionellen Milchleistungsprüfsystem angewiesen. Allerdings erfordert ein zentrales System einen beträchtlichen finanziellen Aufwand und im Hinblick auf die beschränkte Nukleusgröße darf die bestehende Inzuchtgefahr (v.a. bei einem geschlossenen System) nicht unterschätzt werden.

In einem *dezentralen* MOET-Nukleuszuchtsystem werden die auf den verschiedenen Zuchtbetrieben dezentral gehaltenen Elitekühe und Elitestiere als offener Nukleus betrachtet. Ein Vorteil dieses Systems ist die hohe Flexibilität bezüglich des Umfangs und außerdem können bestehende Zuchtbetriebe integriert werden. Allerdings erfordert ein solches System einen höheren Organisations- und Koordinierungsaufwand als ein zentrales System und zudem müssen durch Verträge vor allem die Bereitstellung von Spender- bzw. Empfängerkühen sowie der direkte Zugriff der Zuchtleitung auf die Embryonen geregelt werden.

In Tabelle 2 sind die in den verschiedenen MOET-Nukleuszuchtsystemen für die Selektion im Leistungskomplex Milch zur Verfügung stehenden Informationen zusammengefaßt.

Tabelle 2: Informationen für die Selektion in verschiedenen MOET-Nukleuszuchtsystemen (COLLEAU und MOCQUOT, 1990)

| MOET-System | | Kühe | Stiere |
|-------------|---------|--|--|
| rein | juvenil | Mutter, Mutters-Mutter, Geschwister der Mutter und des Vaters | wie für Kühe |
| | adult | wie im juvenilen System + Eigenleistung und Geschwister | wie im juvenilen System + Geschwister |
| gemischt | juvenil | Mutter | Nachkommen |
| | adult | Eigenleistung | Nachkommen |

Entsprechend der in Tabelle 2 vorgenommenen Unterteilung sind in Tabelle 3 Größenordnungen für Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung und Generationsintervalle für die verschiedenen MOET-Nukleuszuchtsysteme sowie für ein konventionelles NKP-System zusammengefaßt.

Tabelle 3: Größenordnungen für Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung (r_{AA}) und Generationsintervall in Jahren (T) für verschiedene MOET-Nukleuszuchtsysteme und Nachkommenprüfsystem (NKP-System), (COLLEAU und MOCQUOT, 1990)

| | | Kühe | | Stiere | |
|------------|---------|----------|-----|----------|-----|
| | | r_{AA} | T | r_{AA} | T |
| rein | juvenil | 0,40 | 2,3 | 0,40 | 1,8 |
| | adult | 0,65 | 4,0 | 0,55 | 4,0 |
| gemischt | juvenil | 0,25 | 2,3 | 0,90 | 6,7 |
| | adult | 0,50 | 4,0 | 0,90 | 6,7 |
| NKP-System | | 0,70 | 6,0 | 0,90 | 6,7 |

Aus Tabelle 3 ist der Hauptansatzpunkt jedes MOET-Nukleuszuchtprogramms, nämlich die Verkürzung des Generationsintervalls (v.a. der Stiermütter) bei gleichzeitiger Verringerung der Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung klar ersichtlich.

Die Frage, ob und in welchem Ausmaß MOET-Nukleuszuchtssysteme einem konventionellen NKP-System überlegen sind, kann nicht allgemein beantwortet werden. Ihre Überlegenheit gegenüber straff und effizient geführten NKP-Systemen kann beim heutigen Stand der angewendeten Reproduktionstechniken durchaus angezweifelt werden. Tatsache ist, daß MOET-Nukleuszuchtssysteme neben dem beträchtlichen finanziellen Aufwand vor allem grundlegend neue organisatorische Voraussetzungen erfordern. Dies kann auch als Hauptursache für ihre geringe konsequente praktische Umsetzung angesehen werden (z.B. Pinzgauer 2000).

Die MOET-Technik ist heute in nahezu allen NKP-Systemen routinemäßig im Einsatz, wobei sie aus einzelbetrieblicher Sicht im Hinblick auf die größere Anzahl Nachkommen genetisch wertvoller Kühe sicherlich interessant ist, für den Zuchtfortschritt der gesamten Population spielt sie aber nur eine sehr untergeordnete Rolle.

5. Zusammenfassung

Während der Stier durch die Einführung des Nachkommenprüfsystems (Besamungszuchtprogramms) der direkten züchterischen Entscheidung des Züchters entzogen wurde, den Stall sozusagen „verlassen“ hat, war und ist die Kuh für den Züchter die unmittelbare Verbindung zum jeweiligen Zuchtprogramm. Im klassischen 4-Pfade-Modell tragen die Stiermütter im Durchschnitt 20 - 30 % und die Kuhmütter 5 - 10 % zum Zuchtfortschritt bei. Die geringe Vermehrungsrate der Kühe (durchschnittlich 1 Nachkomme pro Kuh und Jahr) stellt aus züchterischer Sicht einen Nachteil dar, der im Selektionspfad Stiermütter durch die sehr hohe Selektionsintensität ausgeglichen werden kann, im Selektionspfad Kuhmütter aber voll zur Geltung kommt (geringe Selektionsintensität).

Die Praxisreife der Reproduktionstechnik MOET (Multiple Ovulation und Embryo Transfer) ermöglichte die Erhöhung der Vermehrungsrate der Kühe und somit eine neue Bedeutung der Kuh im Zuchtgeschehen. Die Verknüpfung von MOET mit dem Konzept der Nukleuszucht führte zur Entwicklung von sogenannten MOET-Nukleuszuchtssystemen, deren wichtigste Kennzeichen die Verkürzung des Generationsintervalls und die Erstellung von Vollgeschwistergruppen für die Zuchtwertschätzung sind. Der hohe organisatorische und finanzielle Aufwand solcher Zuchtssysteme kann als Hauptursache für ihre geringe konsequente praktische Umsetzung angesehen werden.

6. Literaturverzeichnis

- Blaas, K. (1993): Untersuchungen über die Effizienz einer Nachkommenprüfung auf Fleischleistung im Feld beim Zweinutzungsrind. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien.
- Colleau, J.J und J.C. Mocquot (1990): Using embryo transfer in cattle breeding. Proc. FAO Conference on Open Nucleus Breeding Systems, Bialobrzegi, Poland, 11-19 June 1989, 35-56. Zitiert nach Niermann (1992).

- Eßl, A. (1996): Grundlagen der Zuchtwertschätzung. Seminar der Zentralen Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter, Salzburg, 14.3.1996.
- Nicholas, F.W. und C. Smith (1983): Increased rates of genetic change in dairy cattle by embryo transfer and splitting. *Animal Production* 36, 341-353.
- Niermann, H. (1992): Untersuchungen über die Einrichtung des ersten offenen Nukleuszuchtprogrammes in der deutschen Rinderzucht. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen.
- Rendel, J.M. und A. Robertson (1950): Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. *Journal of Genetics* 50, 1-8.

Stiermutterprüfung auf Station - eine überlegenswerte Alternative?

Martin Greimel

Ziel jeder Zucht von Nutztieren ist die Verbesserung der Leistung. Zuchtfortschritte werden auch in Zeiten der Gentechnik noch zum überwiegenden Teil durch Selektion erreicht. Züchterische Selektion setzt die Kenntnis der Leistungsfähigkeit der Tiere voraus. Zwar lassen sich Leistungen, die auf einige wenige Gene determiniert sind, bereits durch Genanalysen feststellen, der Großteil der vom Menschen gewünschten Leistungen ist jedoch durch eine Vielzahl von Genen bestimmt und die Selektion mittels Marker steckt noch in den Kinderschuhen. Die Leistungsfähigkeit der Tiere wird daher auch weiterhin zum überwiegenden Teil über eine entsprechende Leistungsprüfung zu ermitteln sein.

Die Leistungsprüfung ist also die Grundlage für

- * die Selektion der Zuchttiere
- * betriebswirtschaftliche Maßnahmen (z.B. Fütterungspläne)
- * agrarpolitische und volkswirtschaftliche Problemanalysen
- * die Schätzung verschiedener Populationsparameter (z.B. Heritabilitäten, Korrelationen).

Alle vom Menschen gewünschten Leistungen sind von einem Tier nicht zu verwirklichen, da zwischen einigen Leistungsmerkmalen Antagonismen (negative Korrelationen) bestehen. So sind z.B. maximale Fleisch- und maximale Milchleistung in einem Tier nicht möglich. Um bei der Selektion nicht auf der Stelle zu treten, ist auf die Auswahl der richtigen Selektionsmerkmale besonderes Augenmerk zu legen.

Die Auswahl von Merkmalen, für die eine Leistungsprüfung eingerichtet werden soll, hängt von

- * der wirtschaftlichen Bedeutung des Merkmales,
- * der Heritabilität, genetischen Varianz und Korrelation zu anderen Merkmalen, also von der Möglichkeit der genetischen Verbesserung des Merkmales,
- * der Meßbarkeit und den Meßkosten (elektronische Erfassung sollte angestrebt werden)
- * und der statistischen Auswertbarkeit (d.h. das Merkmal soll an möglichst vielen Tieren geprüft werden) ab.

Für die Durchführung einer Leistungsprüfung gibt es 2 Möglichkeiten:

- 1) Die Feldprüfung: Sie entspricht einer Prüfung unter üblichen Produktionsbedingungen auf den Betrieben (z.B. die derzeitige Milchleistungskontrolle ist eine Feldprüfung)
- 2) Die Stationsprüfung: Dies ist eine Prüfung in einer Prüfanstalt (z.B. die Fleischleistungsprüfung in der Prüfstation Rosenau)

Im folgenden werden einige grundsätzliche Vor- bzw. Nachteile der beiden Prüfverfahren aufgezählt.

Vorteile der Feldprüfung:

- * geringe Kosten
- * eine große Anzahl von Tieren kann geprüft werden

Nachteile der Feldprüfung:

- * oft fehlende technische Einrichtung (z.B. Viehwaage)
- * starke systematische Verzerrung der Ergebnisse aufgrund unterschiedlicher Umwelt (Haltung, Management, Fütterung)

Vorteile der Prüfstation:

- * einheitliche Umwelt
- * geschultes Personal und moderne Technik erlauben eine hohe Prüfgenauigkeit
- * Möglichkeit der Erfassung von schwer meßbaren Merkmalen (z.B. Futteraufnahme)

Nachteile der Prüfstation:

- * hohe Kosten
- * begrenzte Kapazitäten (geringer Prüfumfang)
- * Ergebnisse sind nur bedingt auf die Praxis übertragbar (Problem der Genotyp - Umwelt Wechselwirkungen)

Die Auswahl von Stiermüttern

Durch den verstärkten Einsatz der künstlichen Besamung werden immer weniger Stiere benötigt, die dafür aber zuverlässiger geprüft werden können. Um dies zu erreichen, wird heute üblicherweise eine Eigenleistungsprüfung und eine Nachkommenschaftsprüfung für Teststiere durchgeführt. Weiters liegt eine entsprechende Information aus der Verwandtschaft, insbesondere von der Elternseite, vor. Der Vater eines potentiellen Zuchtstieres wurde bereits ebenfalls einer genauen Prüfung unterzogen, die Information über die Mutter hingegen umfaßt nur die Ergebnisse der amtlichen Milchleistungskontrolle und eine subjektive Beurteilung durch Organe des Zuchtverbandes. Da weniger Stiere benötigt werden, werden auch weniger Stiermütter gebraucht. Durch den Einsatz moderner Techniken, wie Embryotransfer und Embryosplitting, kann die Anzahl der Stiermütter noch weiter gesenkt werden. Bei guter Zusammenarbeit der Zuchtvereine müßten österreichweit jährlich ca. 200 Stiermütter neu nachgestellt werden. Eine genauere Prüfung dieser Stiermütter würde eine starke Verbesserung im Zuchtfortschritt ermöglichen.

Inwieweit das genetisch bedingte Leistungsvermögen einer Stiermutter bei dieser selbst sichtbar ist, hängt von der Umwelt (Fütterung, Haltung, usw.) ab, in der sie lebt. So kann eine genetisch gut veranlagte Kuh bei schlechter Fütterung ihr genetisches Potential nicht ausschöpfen und umgekehrt eine nicht so gut veranlagte Kuh bei "Spezialbehandlung" eine überdurchschnittliche Leistung zeigen. Eine Stiermutter kann aber nur ihr genetisch festgelegtes Leistungspotential an ihre Nachkommen weitergeben. Um eine zuverlässige Abschätzung dieses genetisch bedingten Leistungsvermögens zu erreichen und damit eine effiziente Selektionsentscheidung zwischen potentiellen Stiermüttern zu ermöglichen, sollten diese möglichst unter gleichen Umweltbedingungen ihre Leistungen erbringen. Dies gelingt am ehesten auf einer Prüfstation. Dafür gibt es auch schon einige gut laufende Beispiele. Im mitteleuropäischen Raum hat die Prüfstation Osnabrück in Bezug auf die Stiermutterprüfung neue Maßstäbe gesetzt.

Welche Merkmale sollten auf der Station geprüft werden?

Aufgrund des steigenden wirtschaftlichen Druckes in der Milchviehhaltung verschiebt sich der Schwerpunkt der Zuchtarbeit kontinuierlich von der Erhöhung der Milchleistung hin zu einer stärkeren Berücksichtigung der sogenannten sekundären Leistungsmerkmale. Dazu zählen neben der Fruchtbarkeit, Melkbarkeit und Gesundheit auch das Futteraufnahme- und Futterumsetzvermögen. Für österreichische Verhältnisse (60% der landwirtschaftlichen Nutzfläche ist absolutes Grünland) ist der Grundfutteraufnahme dabei besonderes Augenmerk zu schenken.

Die Schätzungen von genetischen Parametern für die Milchleistung, die Futteraufnahme und -umsetzung anhand des Datenmaterials eines in Wieselburg über 25 Jahre durchgeführten Versuches zeigen hohe genetische Zusammenhänge ($r_g = 0.67$) zwischen der Milchleistung und der Futteraufnahme. Auf die gesamte Laktation bezogen läßt also eine direkte Selektion auf Milchleistung einen entsprechenden korrelierten Zuchtfortschritt für die Futteraufnahme erwarten. Defacto stand in Wieselburg einer phänotypischen Steigerung der Milchleistung von 33% eine Futteraufnahmesteigerung von 7% gegenüber.

Ein anderes Bild ergibt die Betrachtung der ersten 50 Laktationstage. Zu Beginn der Laktation ist die Beziehung zwischen Milchleistung und Futteraufnahme ($r_g = 0.21$) viel geringer. In diesem Zeitabschnitt stand einer 25%igen Erhöhung der Milchleistung ein 13%iger Abfall der Futteraufnahme gegenüber. Dies weist sehr deutlich auf das Problem einer zu einseitigen Forcierung der Milchleistung im Vergleich zur Futteraufnahme hin. Besonders im ersten Abschnitt der Laktation steht einer rasch steigenden Milchleistung eine zu geringe Futteraufnahme gegenüber. Dies führt zu einem Energiedefizit, das die Kuh über die Mobilisation von Körperreserven abzudecken versucht. Zu hohe Energiedefizite bzw. der zu starke Abbau von Körperreserven sind Mitverursacher für in letzter Zeit gehäuft auftretende Gesundheitsprobleme wie Stoffwechselerkrankungen und verminderte Fruchtbarkeit.

Es wäre also wichtig, die Futteraufnahme als Selektionskriterium verstärkt in das Zuchtziel einzubeziehen. Um jedoch die Selektion von "Luxuskonsumenten" (Kühe, die viel fressen, aber wenig leisten) zu verhindern, müßte neben der Futteraufnahme auch noch die Futtermittelverwertung geprüft werden. Ein Maßstab für die Futtermittelverwertung ist die Residualfutteraufnahme (RFA). Sie ist jener Teil der Gesamtaufnahme, der nach Abzug des Erhaltungs- und Leistungsbedarfes übrigbleibt und die Umwandlungsverluste beinhaltet. Zur Berechnung der RFA ist es notwendig die exakte Futteraufnahme, Gewichtsveränderung und Milchleistung der Kuh zu kennen.

$$RFA = GFA - EB(E) - EB(M) - E(\delta G)$$

GFA = Gesamtenergieaufnahme in MJ NEL

EB(E) = Energiebedarf für Erhaltung ($0.293 * LG^{0.75}$)

EB(M) = Energiebedarf für die erzeugte Milch $\{[(0.18 * \% \text{Fett} + 0.20 * \% \text{Trockenmasse} - 0.24) + 0.07] * \text{kg Milch}\}$

E(δG) = Energie für die Gewichtsänderung (1 kg Zunahme = 19.5 MJ NEL Bedarf, 1 kg Abnahme = -16 MJ NEL Bereitstellung)

Eine Kuh, die eine niedrige RFA aufweist, setzt also das Futter besonders gut in Milchleistung um und sollte in der Selektion bevorzugt werden.

Sicherlich könnten auf einer Station auch noch Informationen über andere funktionelle Merkmale wie Melkbarkeit, Geburtsverlauf, Gesundheitsparameter u.a.m. ohne erhebliche Mehrkosten erhoben werden.

Vorschläge zum Ablauf einer Stationsprüfung für Stiermütter

Die für die Stationsprüfung in Frage kommenden Stiermütter sollten anhand der Zuchtwertschätzergebnisse der 1. Laktation ausgewählt werden. Um die Kosten der Prüfung möglichst klein zu halten, sollten die potentiellen Stiermütter nur in jener Zeitspanne der Laktation geprüft werden, welche die größte Aussagekraft in Bezug auf die Selektionsmerkmale hat. Im Falle der Residualfutteraufnahme wäre dies der Zeitpunkt des größten Energiedefizites.

Somit sollten die potentiellen Stiermütter gegen Ende der Trockenstehzeit, nach der 1. Laktation, auf die Station gebracht werden. Die arbeitsaufwendigsten Prüfungen betreffen die Futteraufnahme und die Gewichtsentwicklung. Um diese Kosten zu minimieren, könnte die Exaktermittlung dieser beiden Merkmale auf zwei Prüfungsabschnitte innerhalb der ersten 100 Tage der 2. Laktation beschränkt werden. Die Erhebungen sollten, zum Großteil automatisiert, in Einzelboxen zwischen dem 20. und 40. sowie dem 70. und 90. Laktationstag erfolgen. Die Milchleistung könnte ohne erhöhten Mehraufwand (automatische Milchmessung) während der gesamten Anwesenheit auf der Station erhoben werden.

Die Selektionskriterien für Stiermütter

Anhand der Abstammung, der Milchleistung der 1. Laktation sowie den Ergebnissen der Residualfutteraufnahme und der Milchleistung auf der Station wird ein Zuchtwert errechnet. Dieser dient als Grundlage für die Selektion der jährlich benötigten Stiermütter. Da bei dieser Vorgangsweise die 2. Abkalbung auf der Station erfolgen würde, könnte der Geburtsverlauf als subjektives Kriterium in der Selektionsentscheidung mitberücksichtigt werden.

Durch die nur halbjährlich durchgeführten Zuchtwertschätzungen könnten sich zeitliche Probleme bei der Erfassung der potentiellen Stiermütter ergeben. Ein zweite Variante wäre in diesem Falle, die Stiermütter erst ab dem 70. Tag der 2. Laktation auf die Station zu holen und nach 10 Tagen Eingewöhnung durchgehend eine 40 Tage dauernde Exaktprüfung durchzuführen.

Resümee

Ein besonderer Vorteil der Stationsprüfung von Stiermüttern liegt in der nahezu vollständigen Ausschaltung von systematischen Umwelteinflüssen. Dies ermöglicht eine genauere Schätzung der genetisch bedingten Leistungen und verhindert die häufig durch Spezialbehandlung vorkommende Überschätzung mancher Stiermütter.

Der mögliche Rückgriff auf gesicherte Daten einer Station ist auch für Forschungsarbeiten, besonders wenn es sich um statistische Aufgabenstellungen handelt, ein großer Vorteil.

Die Miteinbeziehung der Futteraufnahme und Futterverwertung als Selektionskriterien stellt auch aus volkswirtschaftlicher Sicht einen Gewinn dar. Der volkswirtschaftliche Nutzen der auf hohe Futteraufnahme (= grundfutterbetontere Ration) selektierten Kuh ist dadurch gegeben, daß diese Kuh auch in Krisenzeiten ohne Getreidezufütterung imstande ist, eine hohe Leistung zu erbringen und somit als Nahrungsmittelkonkurrent zum Menschen wegfällt.

Modellrechnungen im Rahmen einer am Institut für Nutztierwissenschaften an der Boku 1994 vom Autor durchgeführten Dissertation haben ergeben, daß durch die Einführung einer

Stationsprüfung für Stiermütter, wie sie oben beschrieben wurde, der Züchtungsgewinn der niederösterreichischen Fleckviehpopulation um öS 4,7 Millionen pro Jahr gesteigert werden kann. Folgende Probleme sollten jedoch vor der Einführung einer Stationsprüfung für Stiermütter ebenfalls beachtet und zufriedenstellend gelöst werden.

Ein psychologisches Problem liegt in der Verletzung des "Züchterstolzes", die dann eintritt, wenn eine potentielle Stiermutter die auf der Station geforderte Leistung nicht erbringt und damit der Verdacht einer Spezialbehandlung auf dem Heimbetrieb aufkommt.

Weiters gibt kein Züchter gerne seine beste Kuh aus dem Stall und sei es auch nur für vier Monate. Es gilt hier von Seiten des Verbandes viel Aufklärungsarbeit zu leisten, um eine Akzeptanz und Mitarbeit der Züchter zu erreichen.

Ein gewisser Nachteil der Stationsprüfung wäre auch die erhöhte Belastung der Kühe durch den Transport, die Gewöhnung an die neue Umgebung und die Futterumstellung. Als Gegenargument sei die damit verbundene Selektion auf robustere, streßunempfindlichere Tiere angeführt.

Der Problematik der Genotyp - Umweltinteraktion müßte durch eine praxisnahe Futterrational und Behandlung der Tiere auf der Station entgegengetreten werden.

Die Übertragung von Krankheiten vom Heimbetrieb auf die Station bzw. umgekehrt müßte durch eine umfangreiche tierärztliche Kontrolle verhindert werden.

Organisatorische Probleme wie die Regelung der Abgeltung des entgangenen Milchgeldes für den Besitzer, die Transportkosten, Viehversicherung, die Bezahlung der Futterkosten usw. müßten ebenfalls gelöst werden.

Last but not least sei noch auf die Kostenaufbringung für die Anschaffung und Betreibung der Station hingewiesen. Eine genaue Absprache zwischen den Verbänden, den Ländern, dem Bund und den Landwirten ist hier anzustreben.

Schlußbetrachtungen

Bei entsprechender Aufklärungsarbeit von Seiten der Verbände wäre die Einführung einer Stationsprüfung für Stiermütter mit besonderer Berücksichtigung der Prüfung auf Futterraufnahme und Futtermittelverwertung vom wirtschaftlichen als auch vom züchterischen Standpunkt betrachtet als Fortschritt zu sehen.

Die Kuh in der Zuchtwertschätzung mit dem Tiermodell

Christian Fürst

1. Einleitung

Die Zuchtwertschätzung mit dem Tiermodell, Ende der 80-er Jahre aus den USA kommend und in der Folge weltweit weiterentwickelt, wurde in Österreich erstmals 1992 bei den Milchleistungsmerkmalen eingesetzt. Zur Zeit wird das sogenannte BLUP-Tiermodell bei allen Merkmalen, für die Zuchtwerte geschätzt werden, angewandt. Obwohl in eine Tiermodell-Zuchtwertschätzung alle Tiere im Datensatz und damit auch alle weiblichen Tiere eingehen, wird die Bedeutung der Kuh in der Zuchtwertschätzung nach wie vor unterschätzt. Abgesehen von der Fleischleistung werden die notwendigen Leistungsinformationen bei allen Merkmalen an den Kühen gemessen, weshalb eine umfassende Leistungskontrolle bei Kühen Grundvoraussetzung für zuverlässige Zuchtwerte sowohl bei Stieren als auch bei den Kühen selbst ist. Nach einigen grundlegenden Erläuterungen zum Verständnis eines Tiermodells soll darauf aufbauend vor allem an Hand von Beispielen die Bedeutung der Kuh in der Zuchtwertschätzung mit dem Tiermodell hervorgehoben werden.

2. Grundlagen zur Tiermodell-Zuchtwertschätzung

Die *Leistungsprüfung* ist eine unverzichtbare Voraussetzung für jede züchterische Tätigkeit. Im Hinblick auf eine sinnvolle Leistungsprüfung stellen die umfassende und korrekte Datenerfassung, -aufbereitung und -verwaltung unbedingt notwendige Voraussetzungen für eine effiziente Zuchtwertschätzung und in der Folge für einen zufriedenstellenden Zuchtfortschritt dar.

Unter *Zuchtwert* versteht man jenen relativen Funktionswert eines Tieres, den dieses aufgrund seiner Erbanlagen im Rahmen eines bestimmten Zuchtprogrammes einnimmt. Das bedeutet, daß der Zuchtwert eines Tieres im Gegensatz zu seinen Erbanlagen eine veränderliche Größe ist. Er hängt neben den Erbanlagen von der Population und dem Zuchtziel ab, mit dem ein entsprechendes Tier in Beziehung gebracht wird. Mit dem Zuchtwert eines Tieres soll nicht die eigene Leistung beurteilt werden, sondern die bei durchschnittlicher Umwelt im Mittel zu erwartende Leistung seiner Nachkommen, wenn es an eine Zufallsstichprobe der Population angepaart wird. Das heißt, mit dem Zuchtwert sollen die im Durchschnitt bei den Nachkommen wirksamen Erbanlagen eines Tieres beurteilt werden. Der wahre Zuchtwert eines Tieres ist nur ein hypothetischer, grundsätzlich unbekannter Wert, weil die für seine Erfassung notwendigen Bedingungen in der Praxis nie zur Gänze erfüllbar sind. Der geschätzte Zuchtwert stellt ein Hilfsmittel dar, dessen Qualität von den zur Verfügung stehenden Daten und der Heritabilität des Merkmals abhängt.

Die *Zuchtwertschätzung* gilt heute weitgehend unbestritten als eines der wichtigsten Instrumentarien in der Nutztierzucht. Sie gilt als Hilfsmittel, dem gesteckten Zuchtziel näher zu kommen. Das heißt, die Zuchtwertschätzung soll den Landwirten eine Hilfe bei der gezielten Auswahl der Paarungspartner sein. Ziel jeder Zuchtwertschätzung ist die Erstellung einer Rangierung der Tiere einer Population gemäß ihres züchterischen Wertes.

Dem **Prinzip der Zuchtwertschätzung** liegen 3 Tatsachen zugrunde:

- ◆ Die Leistung eines Tieres wird von seiner genetischen Veranlagung und von der Umwelt, in der es die Leistung erbringen muß, beeinflusst. Mit der Zuchtwertschätzung sollen die Effekte von Genetik und Umwelt möglichst gut getrennt werden.
- ◆ Über die genetische Veranlagung eines Tieres sagt nicht nur seine eigene Leistung etwas aus, sondern auch die Leistungen verwandter Tiere, weil verwandte Tiere einen bestimmten Anteil von Genen gemeinsam haben. Die Zuchtwertschätzung nimmt eine optimale Gewichtung dieser Leistungsinformationen vor.
- ◆ Tiere, die unter gleichen Umweltbedingungen gehalten werden, zeigen ähnlichere Leistungen. Die Zuchtwertschätzung berücksichtigt systematisch wirkende Umwelteinflüsse auf Leistungen, wenn die dazu notwendigen Dateninformationen vorliegen.

Traditionelle Zuchtwertschätzverfahren waren für die Schätzung von Vartieren konzipiert. Bei der Methode des **BLUP-Tiermodells** (BLUP steht für **B**est **L**inear **U**nbiased **P**rediction) werden die Zuchtwerte aller Tiere (Stiere, Kühe, theoretisch auch Jungtiere ohne Töchterleistungen oder Kalbinnen ohne Leistungen) gleichzeitig unter Einbeziehung aller Verwandtschaftsinformationen geschätzt. Das heißt, daß für den Zuchtwert eines Stieres nicht mehr allein die Leistung seiner Töchter ausschlaggebend ist, sondern auch die Leistungen der Töchter seines Vaters, seines Muttersvaters oder auch die Leistungen seiner Enkelinnen. Analoges gilt auch für die Zuchtwerte von Kühen, die nicht nur durch ihre eigene Leistung, sondern auch durch die Leistungen der Mutter, von väterlichen Halbgeschwistern, usw. bestimmt werden. Bei den Kühen ist der zusätzliche Informationsgewinn durch die Einbeziehung von Verwandtenleistungen im Vergleich zu Stieren besonders deutlich, da Stiere allein aufgrund ihrer Töchterleistungen oft schon recht genau geschätzt sind. Neben der Umweltkorrektur findet gleichzeitig eine bestmögliche Berücksichtigung des Anpaarungsniveaus statt. Bei der Heranziehung der Nachkommenleistung für die Zuchtwertschätzung spielt die genetische Veranlagung der Paarungspartner eine wichtige Rolle, welche durch Vorselektion oder Zufall beträchtlich vom Populationsmittel abweichen kann. Es wird versucht, diese verzerrenden Effekte rechnerisch entsprechend zu berücksichtigen.

Ein Maß für die Qualität des geschätzten Zuchtwertes ist die **Genauigkeit**. Diese gibt an, wie gut der geschätzte mit dem wahren Zuchtwert übereinstimmt. Aufgabe der Zuchtwertschätzung ist es, den Schätzfehler so klein wie möglich zu halten und damit die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung zu erhöhen. Die Genauigkeit (oder Sicherheit) von geschätzten Zuchtwerten wird in Österreich als Bestimmtheitsmaß in Prozent angegeben, wobei Werte nahe 100% auf eine zuverlässige Zuchtwertschätzung hindeuten.

Allerdings ist auch die Anwendung des BLUP-Tiermodells nicht völlig ohne **Probleme**.

- ◆ Die Qualität der Abstammungsdaten ist enorm wichtig, da falsche Abstammungen völlig falsche Zuchtwerte liefern können.
- ◆ Die Inzuchtgefahr bei kleinen Populationen steigt, da verwandte Tiere ähnlichere Zuchtwerte haben und daher auch enger verwandte Tiere vermehrt selektiert werden.
- ◆ Von Praktikern wird oft als Nachteil empfunden, daß der Zuchtwert nicht nachrechenbar ist.
- ◆ Die Tatsache, daß für alle Tiere simultan ein Zuchtwert geschätzt wird, bedeutet einen enormen Rechenaufwand, der allerdings durch die rasanten Entwicklungen auf dem Computersektor immer mehr an Bedeutung verliert.

Trotz mancher praktischer Probleme handelt es sich beim BLUP-Tiermodell um die theoretisch bestmögliche Methode der Zuchtwertschätzung!

3. Tiermodell-Zuchtwertschätzung in der Praxis

3.1 Daten in der Zuchtwertschätzung

Die Zuchtwertschätzung für Merkmale der Milchleistung hat in Österreich eine lange Tradition und wird seit 1963 regelmäßig durchgeführt. Nach dem Töchterpopulationsvergleich und dem BLUP-Vatermodell konnte 1992 auf das BLUP-Tiermodell umgestellt werden. Im Jahre 1995 konnte eine Reihe neuer Zuchtwertschätzungen (Fleischleistung, Nutzungsdauer, Fruchtbarkeit, Kalbeverlauf) ebenfalls nach dieser Methode eingeführt werden. Mittlerweile ist bereits die Tiermodell-Zuchtwertschätzung für ein weiteres Merkmal, die Zellzahl (somatischer Zellgehalt der Milch), in Vorbereitung, dessen Einführung für Dezember 1997 geplant ist. Auf eine nähere Beschreibung der Zuchtwertschätzungen der einzelnen Merkmale wird an dieser Stelle verzichtet und auf die Seminar-Unterlagen der ZAR „Zuchtwertschätzung beim Rind - Grundlagen und aktuelle Entwicklungen“ verwiesen.

Die Daten, die für die Zuchtwertschätzung mit dem Tiermodell verwendet werden, werden bei den meisten Merkmalen bei den Kühen erhoben. Für die Merkmale der Milchleistung und Persistenz bilden die Informationen der amtlichen Milchleistungskontrolle direkt die Grundlage; die notwendigen Daten für die Zuchtwertschätzung Nutzungsdauer, Fruchtbarkeit und Kalbeverlauf werden ebenfalls weitgehend im Rahmen der Milchleistungskontrolle erhoben. Das bedeutet, daß mit Ausnahme der Fleischleistungsmerkmale alle Daten für die Zuchtwertschätzungen von den weiblichen Tieren stammen. Aus dieser Sicht wird die enorme Bedeutung der Kuh in der Tiermodell-Zuchtwertschätzung deutlich. Diese Bedeutung spiegelt sich auch im Verhältnis der Anzahl Kühe zu Stieren in der Zuchtwertschätzung wider. Der Anteil an Kühen beträgt zum Beispiel bei der Milchleistung über 95% aller Tiere in der Zuchtwertschätzung.

3.2 Veröffentlichung der geschätzten Kuh-Zuchtwerte

Einen Überblick über alle Merkmale in der Zuchtwertschätzung bezüglich der unterschiedlichen Veröffentlichungsstrategien zwischen Stieren und Kühen gibt Tabelle 1. Aus der Aufstellung in der Tabelle ist ersichtlich, daß die Anzahl der geschätzten Zuchtwerte im wesentlichen gleich ist, allerdings nicht die Anzahl der veröffentlichten Zuchtwerte. Bei dem Begriff „veröffentlicht“ ist allerdings noch zwischen Zuchtwerten, die den Zuchtverbänden bzw. den Züchtern zur Verfügung gestellt werden, zu unterscheiden. Die Angaben in der Tabelle beziehen sich auf die den Zuchtverbänden zur Verfügung gestellten Zuchtwerte und weichen vor allem auf der Kuhseite wesentlich von den den Züchtern zur Verfügung stehenden Informationen ab. Die Zuchtwerte von Stieren stehen in Form eines Zuchtwertschätzkataloges generell allen Interessierten zur Verfügung, wobei nur Einschränkungen bezüglich einer rassen- und merkmalspezifischen Mindestgenauigkeit bestehen. Bei den Kuh-Zuchtwerten ist es zur Zeit so, daß nur die Zuchtwerte für die Milchleistungsmerkmale in gleicher Weise für Zuchtverbände und Züchter veröffentlicht

werden. Die Züchter erhalten allerdings jeweils nur die Zuchtwerte ihrer eigenen Kühe in Form der Monats- bzw. Jahresberichte. Die Zuchtwerte von Kühen für Fleisch- und Fitnessmerkmale werden zur Zeit nicht veröffentlicht. Diesbezüglich wäre eine Änderung in der Weise wünschenswert, daß in Zukunft zusätzlich zu Gesamtzuchtwert und Milchwert zumindest die jeweiligen Teilzuchtwerte Fleischwert und Fitnesswert veröffentlicht werden.

Eine andere Form der Veröffentlichung betrifft die Angabe von Zuchtwerten in Versteigerungskatalogen. Es ist leider nach wie vor bei sehr vielen Zuchtverbänden der Fall, daß in den Versteigerungskatalogen nur bei den Stieren die Milch-Zuchtwerte der Väter und Mütter angegeben werden, während sich bei den Kalbinnen und Kühen die Angabe von Zuchtwerten häufig nur auf die Väter beschränkt. In Anbetracht der Tatsache, daß auf Versteigerungen ein nicht unwesentlicher Teil der Selektionsentscheidungen auf der weiblichen Seite gemacht wird, wäre aus züchterischer Sicht eine Änderung dieser Vorgangsweise wünschenswert. Nach der bereits absehbaren Einführung eines Gesamtzuchtwertes und der Teilzuchtwerte Milchwert, Fleischwert und Fitnesswert sollten zumindest diese Zuchtwerte den Bauern verstärkt als Entscheidungshilfen für die Selektion angeboten werden.

Tab. 1: Überblick über alle Merkmale mit Tiermodell-Zuchtwertschätzung mit den jeweiligen Veröffentlichungsstrategien (Stand Juni 1997)

| Merkmale | Stiere | | Kühe | |
|----------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| | geschätzt | veröffentlicht ¹ | geschätzt | veröffentlicht ¹ |
| Milch | | | | |
| Milch-kg | ja | ja | ja | ja |
| Fett-% | (ja) ² | ja | (ja) ² | ja |
| Fett-kg | ja | ja | ja | ja |
| Eiweiß-% | (ja) ² | ja | (ja) ² | ja |
| Eiweiß-kg | ja | ja | ja | ja |
| Fleisch ³ | | | | |
| Tägl. Zunahme | ja | ja | tw. ⁴ | nein |
| Ausschlachtung | ja | ja | tw. ⁴ | nein |
| Handelsklasse | ja | ja | tw. ⁴ | nein |
| Fitness | | | | |
| Nutzungsdauer | ja | ja | ja | nein |
| Persistenz | ja | ja | ja | nein |
| Fruchtbarkeit | ja | ja | ja | nein |
| Kalbeverlauf | ja | ja | ja | nein |

¹ Zuchtwerte die den Zuchtverbänden zur Verfügung stehen

² Die Zuchtwerte für Fett- und Eiweiß-% errechnen sich aus den Zuchtwerten für Milch-, Fett- und Eiweiß-kg

³ Für alle Rassen außer Schwarzbunte

⁴ Es werden nur Zuchtwerte für Mütter von Stieren mit Fleischleistung geschätzt

4. Die Kuh in der Tiermodell-Zuchtwertschätzung

Aus den bisherigen Erläuterungen läßt sich schon die wesentliche Rolle der Kuh in der Tiermodell-Zuchtwertschätzung erkennen. Im folgenden soll anhand von Beispielen diese Bedeutung noch weiter veranschaulicht werden.

4.1 Gewichtung der Informationsquellen¹

In der allgemeinen Einleitung wurde bereits darauf hingewiesen, daß in der Zuchtwertschätzung mit dem Tiermodell sowohl die eigene Leistung eines Tieres als auch die Leistungen all seiner Verwandten (Vorfahren, Nachkommen und Seitenverwandte) berücksichtigt werden. In welchem Ausmaß diese *relative Bedeutung* der einzelnen Informationen zueinander liegt, soll in sehr vereinfachten Beispielen, die eine Abschätzung der Größenordnung zulassen, aber nicht allgemein gültig sind, verdeutlicht werden. Dabei werden der Überschaubarkeit halber nur die Informationen der Eltern und der Eigenleistung berücksichtigt. In der Tabelle 2 sind zwei Beispiele dargestellt, die an die Situation der Zuchtwertschätzung für Milchleistungsmerkmale angenähert sind. Es wird dabei eine Heritabilität von 30% angenommen und eine Wiederholbarkeit zwischen aufeinanderfolgenden Laktationen von 60%. Die beiden Beispiele unterscheiden sich durch die unterschiedliche Genauigkeit der Zuchtwerte der Eltern, wobei der erste Fall eine sehr hohe Genauigkeit und der zweite eine niedrige Genauigkeit darstellt. Aus den angeführten Beispielen läßt sich erkennen, daß durch die Einbeziehung mehrerer Laktationen in der Zuchtwertschätzung die relative Bedeutung der Eigenleistung der Kuh ansteigt. Allerdings läßt sich auch erkennen, daß eine Einbeziehung von mehr als drei Laktationen die Bedeutung der Eigenleistung nur geringfügig erhöht und auch die Genauigkeit eher unwesentlich ansteigt. Trotzdem würde eine Ausweitung auf 5 Laktationen die Akzeptanz der Zuchtwertschätzung erhöhen und könnte in Einzelfällen durchaus eine nennenswerte Verbesserung bedeuten.

Die Bedeutung der Informationsquellen zwischen Elternleistung und Eigenleistung hängt allerdings nicht nur von der Genauigkeit der Zuchtwerte und der Anzahl an Eigenleistungen ab, sondern auch von der Heritabilität des Merkmales. In Tabelle 3 sind analog zur Milchleistung zwei Beispiele für den Kalbeverlauf angeführt (Heritabilität = 5%, Wiederholbarkeit = 15%). Die beim Kalbeverlauf erreichbaren Genauigkeiten sind aufgrund der niedrigeren Heritabilität des Merkmales deutlich niedriger. Die niedrigere Heritabilität des Kalbeverlaufes wirkt sich auf die Bedeutung der Informationsquellen insofern aus, daß die Eigenleistung weniger „wert“ ist und dafür zuverlässige Verwandteninformationen ein höheres Gewicht erhalten.

Ähnliches wie für den Kalbeverlauf gilt auch für das Merkmal Fruchtbarkeit (Heritabilität = 2%, Wiederholbarkeit = 3%). Eine noch geringere Bedeutung der Eigenleistung ist beim Merkmal Nutzungsdauer gegeben (Heritabilität = 10%), weil hier selbstverständlich keine wiederholten Eigenleistungen möglich sind.

¹ Die Ableitungen, die für die Beispiele in diesem Abschnitt notwendig sind, wurden dankenswerter Weise von Prof. Alois Eßl durchgeführt.

Tab. 2: Relative Bedeutung verschiedener Informationsquellen auf den geschätzten Zuchtwert einer Kuh am Beispiel der Milchleistung; $h^2=0,30$, $w=0,60$ (vereinfacht)

| Genauigkeit der Zuchtwerte | | Eigenleistung der Kuh | Relative Bedeutung (%) | | | Genauigkeit Kuh |
|----------------------------|--------|-----------------------|------------------------|--------|-----|-----------------|
| Vater | Mutter | | Vater | Mutter | Kuh | |
| 99 | 60 | - | 62 | 38 | 0 | 40 |
| | | 1 Laktation | 38 | 23 | 39 | 52 |
| | | 2 Laktationen | 32 | 20 | 48 | 56 |
| | | 3 Laktationen | 30 | 18 | 52 | 58 |
| | | 5 Laktationen | 28 | 17 | 55 | 59 |
| | | 10 Laktationen | 27 | 16 | 57 | 61 |
| 30 | 30 | - | 50 | 50 | 0 | 15 |
| | | 1 Laktation | 15 | 15 | 70 | 38 |
| | | 2 Laktationen | 11 | 11 | 78 | 44 |
| | | 3 Laktationen | 10 | 10 | 80 | 47 |
| | | 5 Laktationen | 9 | 9 | 82 | 49 |
| | | 10 Laktationen | 8 | 8 | 84 | 51 |

Tab. 3: Relative Bedeutung verschiedener Informationsquellen auf den geschätzten Zuchtwert einer Kuh am Beispiel des Kalbeverlaufes; $h^2=0,05$, $w=0,15$ (vereinfacht)

| Genauigkeit der Zuchtwerte | | Eigenleistung der Kuh | Relative Bedeutung (%) | | | Genauigkeit Kuh |
|----------------------------|--------|-----------------------|------------------------|--------|-----|-----------------|
| Vater | Mutter | | Vater | Mutter | Kuh | |
| 80 | 40 | - | 67 | 33 | 0 | 30 |
| | | 1 Abkalbung | 59 | 30 | 11 | 33 |
| | | 2 Abkalbungen | 55 | 27 | 18 | 34 |
| | | 3 Abkalbungen | 51 | 26 | 23 | 36 |
| | | 5 Abkalbungen | 47 | 23 | 30 | 38 |
| | | 10 Abkalbungen | 41 | 20 | 39 | 41 |
| 20 | 20 | - | 50 | 50 | 0 | 10 |
| | | 1 Abkalbung | 34 | 34 | 32 | 14 |
| | | 2 Abkalbungen | 27 | 27 | 46 | 17 |
| | | 3 Abkalbungen | 23 | 23 | 54 | 19 |
| | | 5 Abkalbungen | 19 | 19 | 62 | 23 |
| | | 10 Abkalbungen | 15 | 15 | 70 | 28 |

Zur **Berechnung** des Zuchtwertes einer Kuh aufgrund der geschätzten Zuchtwerte der Eltern und ihrer Eigenleistung müssen jedoch andere Faktoren verwendet werden, da bei den geschätzten Zuchtwerten die unterschiedliche Genauigkeit zwischen Vater und Mutter bereits berücksichtigt ist. Außerdem variiert die Eigenleistung wesentlich stärker als die geschätzten Zuchtwerte (in Abhängigkeit von der Genauigkeit), weshalb für die annäherungsweise Berechnung eines Kuhzuchtwertes für die Eigenleistung niedrigere Faktoren eingesetzt werden müssen. Eine Auswahl dieser Faktoren für die Berechnung von geschätzten Kuhzuchtwerten ist in Tabelle 4

angegeben, wobei Beispiele mit sehr hoher bzw. mittlerer Genauigkeit der Elternzuchtwerte gewählt wurden.

Tab. 4: Gewichtung verschiedener Informationsquellen für die Berechnung des geschätzten Zuchtwertes einer Kuh am Beispiel der Milchleistung; ZW=geschätzter Zuchtwert, EL=Eigenleistung (vereinfacht)

| Genauigkeit der ZW | | Eigenleistung der Kuh | Gewichtung (%) | | | Genauigkeit Kuh |
|--------------------|--------|--------------------------|----------------|-----------|--------|--------------------|
| Vater | Mutter | | ZW-Vater | ZW-Mutter | EL-Kuh | |
| 99 | 60 | - | 50 | 50 | 0 | 40 |
| | | 1 Lakt. | 40 | 40 | 20 | 52 |
| | | 3 Lakt. | 35 | 35 | 30 | 58 |
| | | 5 Lakt. | 34 | 34 | 32 | 59 |
| 75 | 50 | - | 50 | 50 | 0 | 31 |
| | | 1 Lakt. | 39 | 39 | 22 | 47 |
| | | 3 Lakt. | 34 | 34 | 32 | 53 |
| | | 5 Lakt. | 32 | 32 | 36 | 55 |

Eine Aussage, die sich anhand der Beispiele in Tabelle 4 ableiten läßt, ist die Tatsache, daß die geschätzten Zuchtwerte von Vater und Mutter auch bei unterschiedlicher Genauigkeit genau gleich gewichtet werden. Das erklärt sich einerseits aus der biologischen Tatsache, daß jedes Tier jeweils 50% der Erbanlagen seiner Eltern erhält (Abweichungen von dieser Regel wie z.B. die zytoplasmatische Vererbung siehe Beitrag von D.I. Susanne Raaber) und andererseits daraus, daß eine unterschiedliche Genauigkeit bereits bei der Berechnung von ZW-Vater und ZW-Mutter berücksichtigt wurde (bei geringerer Genauigkeit werden die geschätzten Zuchtwerte stärker zum Populationsmittel hin regressiert).

Um die Anwendung dieser Faktoren zu veranschaulichen, wird ein einfaches Beispiel der Zuchtwertberechnung angeführt. Wir gehen von einem geschätzten Zuchtwert des Vaters von +500 kg Milch (Genauigkeit=75%) und einem Zuchtwert der Mutter von +200 kg Milch (Genauigkeit=50%) aus. Die Eigenleistung der Kuh besteht aus einer 1. Laktation von 7000 kg Milch in einem Betrieb mit einer Durchschnittsleistung von 6000 kg (sonstige Einflußfaktoren wie Kalbejahr, Zwischenkalbezeit, usw. werden in diesem Beispiel vernachlässigt). Unter Verwendung der Faktoren 0,39, 0,39 und 0,22 aus Tabelle 4 errechnet sich der geschätzte Zuchtwert wie folgt:

$$ZW = +500 \cdot 0,39 + 200 \cdot 0,39 + 1000 \cdot 0,22 = +493$$

Generell kann man feststellen, daß man bei der Interpretation der einzelnen relativen Gewichte sehr genau unterscheiden muß, ob es sich dabei um die relative Bedeutung der einzelnen Informationsquellen (Tabellen 2 und 3) oder um die tatsächliche Gewichtung bei der Berechnung der Zuchtwerte handelt. Des öfteren muß festgestellt werden, daß die Gewichtung der Eigenleistung im Vergleich zu Verwandteninformationen vor allem von Seiten der Praktiker als zu niedrig angesehen wird. Beschwerden treten besonders dann auf, wenn die Kuh eines Züchters besonders überdurchschnittliche Leistungen erbringt und der Zuchtwert nicht entsprechend hoch ist. Allerdings liegt die Bedeutung der Eigenleistung bei der Milchleistung ohnehin meist über 50% (Tabelle 2). In diesem Zusammenhang muß wieder auf die einleitenden Ausführungen hingewiesen werden, wonach der Zuchtwert nicht die Eigenleistung einer Kuh beurteilen soll,

sondern (wie der Name Zuchtwert schon aussagt) in Hinblick auf die Leistung ihrer Nachkommen definiert ist. Diese für manche als zu niedrig erscheinende Gewichtung hat allerdings auch die Auswirkung, daß sich vereinzelt weit überdurchschnittliche (z.B. durch Sonderbehandlung) oder unterdurchschnittliche Leistungen (z.B. durch Krankheit) nicht so stark auf das Zuchtwertschätzergebnis auswirken können. Außerdem muß betont werden, daß diese Gewichtung nicht willkürlich festgelegt ist, sondern sich kausal aus den biologischen und statistischen Zusammenhängen ergibt.

4.2 Effekt der Elternzuchtwerte auf den Kuhzuchtwert

Zur Veranschaulichung der Auswirkungen der Gewichtung der einzelnen Informationsquellen auf die Zuchtwertschätzergebnisse von Kühen soll ein Beispiel für die Milchleistung dienen. Dabei werden zwei Kühe mit je 5 Laktationen und gleicher Leistung aber unterschiedlicher Abstammung angenommen (Tabelle 5).

Tab. 5: Beispiel für den Effekt des Zuchtwertes der Eltern auf den Zuchtwert einer Kuh bei wiederholten Leistungen; ZW=geschätzter Zuchtwert

| | Kuh A | Kuh B |
|---------------------------------|-------|-------|
| Leistungsabweichung - Kuh/Lakt. | +1000 | +1000 |
| ZW - Vater | +500 | -500 |
| ZW - Mutter | +100 | -100 |
| ZW - Kuh ohne Eigenleistung | +300 | -300 |
| ZW - Kuh mit 1 Laktation | +454 | -14 |
| ZW - Kuh mit 3 Laktationen | +524 | +116 |
| ZW - Kuh mit 5 Laktationen | +552 | +168 |

Die Zuchtwerte wurden dabei analog dem Beispiel in Abschnitt 4.1 anhand der Gewichtungsfaktoren in Tabelle 4 berechnet, wobei Genauigkeiten von 75% bzw. 50% für die geschätzten Zuchtwerte von Vater und Mutter angenommen wurden.

Anhand des angegebenen Beispiels kann man die große Bedeutung der Eltern-Zuchtwerte auf den Zuchtwert einer Kuh erkennen. Im Fall von deutlich negativen Zuchtwerten der Eltern ist es nur durch wiederholte weit überdurchschnittliche Leistungen möglich, einen positiven Zuchtwert zu erhalten (Kuh B). Diese Aussage gilt auch in umgekehrter Richtung, wonach Töchter von hervorragenden Vererbern nur schwer negative Zuchtwerte erhalten können. Aus dieser Tatsache ergibt sich die Schlußfolgerung, daß es mehr denn je notwendig ist, einerseits Spitzenvererber auf der Stierseite bzw. primär nach dem Zuchtwert ausgesuchte Stiermütter bzw. Kuhmütter auf der Kuhseite für die Zucht zu verwenden.

Die Tatsache, daß zur Zeit „nur“ 3 Laktationen in die Zuchtwertschätzung eingehen (in vielen Ländern wird nur die 1. Laktation verwendet), wird von vielen Züchtern als unzureichend kritisiert. Allerdings kann man aus dem Beispiel erkennen, daß eine Einbeziehung von 5 Laktationen (statt 3) in die Zuchtwertschätzung eine geringere Auswirkung hat als weithin vermutet wird. Der Genauigkeitsgewinn bei Verwendung von mehr als 3 Laktationen ist relativ gering. Trotzdem muß festgestellt werden, daß sich eine Ausweitung auf 5 oder mehr Laktationen

bei einzelnen Kühen durchaus entscheidend auswirken kann und deshalb diese Forderung unterstützt werden kann.

4.3 Effekt der Sonderbehandlung von Kühen

Die Problematik der *Sonderbehandlung* von Kühen und deren Auswirkung auf die geschätzten Zuchtwerte sind seit Jahren Anlaß zu regen Diskussionen. Von verschiedenen Seiten besteht die Befürchtung, daß sowohl erlaubte (Fütterung) als auch unerlaubte (Oxytocin, Somatotropin) Spezialbehandlungen von einzelnen Kühen die Auswahl der Stiermütter entscheidend beeinflussen könnte. Diese Befürchtung ist auch eine Begründung für den Wunsch Stiermutterprüfstationen einzurichten (siehe dazu Beitrag von Dr. Martin Greimel), um diese unerwünschten Verzerrungen ausschalten zu können. Zur Verdeutlichung dieser Problematik, sollen wieder vereinfachte Beispiele herangezogen werden.

Für dieses Beispiel werden als Ausgangsvariante 2 Betriebe mit 5 bzw. 20 Kühen mit jeweils 6000 kg Milch bei durchschnittlicher Fütterung und gleicher Behandlung aller Kühe angenommen. Als Vergleichsvariante mit Sonderbehandlung wird angenommen, daß jeweils 1 Kuh pro Betrieb so gut gefüttert und betreut wird, daß sie eine Milchleistung von 7000, 8000, 9000 bzw. 10000 kg Milch erbringt. In Tabelle 6 sind die Auswirkungen dieser Sonderbehandlung auf die Zuchtwerte der Kühe angegeben, wobei ein durchschnittlicher Zuchtwert der Eltern (Ahnenindex) von +300 kg Milch bei einer Genauigkeit von 75 bzw. 50% für die sonderbehandelte Kuh und ein Ahnenindex von 0 für alle übrigen Kühe des Betriebes angenommen wurde. Diese Annahme erscheint insofern begründet, da die Sonderbehandlung von Kühen wohl nur für genetisch überdurchschnittliche Kühe „interessant“ ist. Eine Sonderbehandlung von Kühen mit unterdurchschnittlichem Ahnenindex wäre kaum von Erfolg gekrönt, wie aus dem Beispiel in Tabelle 5 ersichtlich ist.

Tab. 6: Beispiele für die Auswirkung der Sonderbehandlung von Kühen auf die Zuchtwertschätzergebnisse; ZW=geschätzter Zuchtwert (vereinfacht)

| | ohne Sonderb. | 1 Kuh mit Sonderbehandlung | | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------------------|---------|---------|----------|
| | | 7000 kg | 8000 kg | 9000 kg | 10000 kg |
| Durchschnitt-Betrieb mit 5 Kühen | 6000 | 6200 | 6400 | 6600 | 6800 |
| ZW-sonderbehandelte Kuh | +234 | +410 | +586 | +762 | +938 |
| ZW-normal behandelte Kühe | +0 | -44 | -88 | -132 | -176 |
| Durchschnitt-Betrieb mit 20 Kühen | 6000 | 6050 | 6100 | 6150 | 6200 |
| ZW-sonderbehandelte Kuh | +234 | +443 | +652 | +861 | +1070 |
| ZW-normal behandelte Kühe | +0 | -11 | -22 | -33 | -44 |

Aus dem Beispiel in Tabelle 6 ist ersichtlich, daß durch eine entsprechende Sonderbehandlung von einzelnen Kühen leider durchaus dramatische Auswirkungen auf die geschätzten Zuchtwerte möglich sind. Der Unterschied in der Betriebsgröße ergibt sich dadurch, daß sich bei kleineren Betrieben der Betriebsdurchschnitt durch Sonderbehandlung stärker in Richtung sonderbehandelte Kuh verschiebt und dadurch die Abweichung der sonderbehandelten Kuh vom Betriebsdurchschnitt geringer ist als bei großen Betrieben. Diese Änderung des Betriebsdurchschnittes wirkt sich allerdings bei den restlichen, normal behandelten Kühen in

umgekehrter Weise aus, sodaß für diese Kühe niedrigere Zuchtwerte geschätzt werden. Die gezielte Sonderbehandlung von einzelnen Stiermüttern, um die Zuchtwertschätzergebnisse zu manipulieren, mag aus der Sicht des Züchters vielleicht kurzfristig wirtschaftlich vorteilhaft sein, ist allerdings aus gesamt-tierzüchterischer Sicht zu verurteilen. Langfristig betrachtet, und züchten bedeutet in Generationen zu denken, ist diese Vorgangsweise auf jeden Fall für die gesamte Züchterschaft von Nachteil. Diese „positiven“ Auswirkungen im Zuchtwert von Einzelkühen sind jedoch den negativen Auswirkungen bei den restlichen, normal behandelten Kühen gegenüberzustellen. Außerdem ist auch mit nachteiligen Folgen bezüglich der Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer der sonderbehandelten Kühe zu rechnen, womit die Gewinne beim Zuchtwert wieder sehr in Frage gestellt sind. In der Zuchtwertschätzung ist es äußerst schwierig, diese Manipulationen zu berücksichtigen, da in der Zuchtwertschätzung davon auszugehen ist, daß alle Kühe innerhalb eines Betriebes unter mehr oder weniger gleichen Umweltbedingungen ihre Leistung erbringen. Ansätze, die Auswirkungen zumindest teilweise in den Griff zu bekommen, bestehen darin, die Streuung der Leistungen innerhalb einer Herde in der Zuchtwertschätzung zu berücksichtigen.

Unter einem ähnlichen Licht ist die Problematik von sogenannten *Mutterkühen* unter Leistungskontrolle (aufgrund der Kleinerzeugerregelung) zu sehen, da solche Kühe häufig schlechter gefüttert werden als der Rest der Herde. Diese Problematik soll wieder anhand eines Beispiels mit ähnlichen Voraussetzungen wie beim Beispiel zur Sonderbehandlung durchleuchtet werden (Tabelle 7). Der Unterschied besteht darin, daß die Mutterkuh (mit Ahnenindex 0) nur zwischen 2000 kg und 5000 kg Milchleistung hat, während alle anderen Kühe bei einer Leistung von 6000 kg einen Ahnenindex von +300 kg Milch haben. Auf das Beispiel mit dem Betrieb mit 20 Kühen wird verzichtet, da Auswirkungen nur einer Mutterkuh vernachlässigbar wären. Die Auswirkungen der Variante mit 1 Mutterkuh unter 5 Kühen sind gleich wie bei einer Situation mit 4 Mutterkühen in einem Betrieb mit 20 Kühen.

Tab. 7: Beispiele für die Auswirkung von sogenannten Mutterkühen auf die Zuchtwertschätzergebnisse; ZW=geschätzter Zuchtwert (vereinfacht)

| | ohne Mutterkuh | 1 Mutterkuh | | | |
|----------------------------------|-------------------|-------------|---------|---------|---------|
| | | 5000 kg | 4000 kg | 3000 kg | 2000 kg |
| Durchschnitt-Betrieb mit 5 Kühen | 6000 | 5800 | 5600 | 5400 | 5200 |
| ZW-Mutterkuh | +0 | -176 | -352 | -528 | -704 |
| ZW-restliche Kühe | +234 | +278 | +322 | +366 | +410 |

Aus dem gewählten Beispiel ist zu erkennen, daß die Auswirkungen von schlechter behandelten Kühen in einem Betrieb weit weniger ausgeprägt sind als die Situation mit bevorzugten Kühen. Die Auswirkungen auf den Zuchtwert der Mutterkuh sind zwar beträchtlich, allerdings kann man davon ausgehen, daß züchterisch interessante Kühe kaum als Mutterkühe gemeldet werden. Die Konsequenzen für die übrigen, züchterisch interessanteren Kühe sind relativ gering und sollten die Auswahl von Stiermüttern kaum beeinflussen.

5. Zusammenfassung

Bei der Zuchtwertschätzung mit dem BLUP-Tiermodell werden die Zuchtwerte aller Tiere gleichzeitig unter Einbeziehung aller Verwandtschaftsinformationen geschätzt. Dabei liegt die relative Bedeutung der Eigenleistung einer Kuh für ihren geschätzten Zuchtwert bei der Milchleistung im Schnitt über 50%. Diese Bedeutung der Kuh in der Zuchtwertschätzung mit dem Tiermodell wird jedoch häufig unterschätzt, obwohl die Kuh nicht nur als Lieferant von Leistungsinformationen eine ganz entscheidende Rolle spielt. Durch gezielte Sonderbehandlung von einzelnen Kühen ist es allerdings auch möglich die Zuchtwertschätzergebnisse deutlich zu verfälschen. In Zukunft wäre es wünschenswert, vorwiegend durch konsequentere Auswahl aufgrund der geschätzten Zuchtwerte das Selektionspotential bei den Kühen besser auszuschöpfen. Dazu ist es allerdings eine Voraussetzung, daß die Zuchtwertschätzergebnisse von Kühen stärker als bisher den Zuchtleitern und Züchtern als Hilfsmittel für die Selektion zur Verfügung gestellt werden.

Zytoplasmatische Effekte - eine biologische Erklärung für die Bedeutung der Kuhfamilien?

Susanne Raaber

1. Einleitung

Erfahrene Züchter praktizierten früher traditionellerweise die Züchtung von „Kuhfamilien“, bei der über Generationen Kühe selektiert werden, die in direkter weiblicher Linie auf eine hervorragende Stammutter zurückgehen. Solche Kuhlinien wurden nicht zuletzt deshalb geschaffen, weil nach Meinung der Züchter die Söhne herausragender Stiermütter des öfteren die in sie gesetzten Erwartungen nicht erfüllen konnten, während deren Töchter oftmals auch auf anderen Betrieben hervorragende Leistungen erbrachten. Die Vererbungssicherheit schien damit über den Pfad Großmutter-Tochter-Enkelin größer zu sein als über den Pfad Großmutter-Sohn-Enkelin. Als mögliche, nicht genetische Ursache für dieses Phänomen wurde häufig die Sonderbehandlung von Stiermüttern und ihrer Töchter im Vergleich zu ihren Stallgefährtinnen angeführt.

Eine biologisch erklärbare Ursache könnte jedoch im Einfluß zytoplasmatischer Effekte auf die Vererbung relevanter Leistungseigenschaften zu finden sein. Dieser, von den mendelschen Gesetzen deutlich abweichende Vererbungsmodus weist nämlich einige augenfällige Besonderheiten auf, die mit der größeren Ähnlichkeit zwischen den weiblichen Tieren einer Linie in ursächlichem Zusammenhang stehen könnten.

2. Besonderheiten der zytoplasmatischen Vererbung

Die Bezeichnung „zytoplasmatisch“ steht in diesem Zusammenhang für „extranukleär“, das heißt „außerhalb des Zellkerns“ gelegen. So konnte bereits vor längerer Zeit bewiesen werden, daß auch in bestimmten, im Zytoplasma höherer Zellen (Abbildung 1) lokalisierten Zellorganellen, nämlich den Mitochondrien (und bei Pflanzen auch den Chloroplasten), Erbinformation in Form von DNA vorliegt und diese auch unabhängig von der chromosomalen DNA des Zellkerns weitervererbt wird. Mit „zytoplasmatischer Vererbung“ ist daher beim Säuger fast ausschließlich die Weitergabe von Mitochondrien-DNA (mt-DNA) gemeint.

Mitochondrien sind 0.5-2 µm große, essentielle Zellorganellen, die in jeder Zelle enthalten sind. Je nach Art, Alter und Funktionszustand des Gewebes sind sie dort in unterschiedlich großer Anzahl zu finden. Besonders häufig (mehrere 100.000) kommen Mitochondrien jedoch in Geweben mit hohem Energiebedarf vor, da sie vor allem der Zellatmung und der Bereitstellung von biologischer Energie in Form von ATP dienen, weswegen sie oft auch als „Kraftwerke der Zelle“ bezeichnet werden. An ihrer inneren Membran sind sämtliche für diese lebensnotwendigen Prozesse verantwortlichen Enzyme lokalisiert, die alle zumindest zum Teil von der mt-DNA selbst codiert werden.

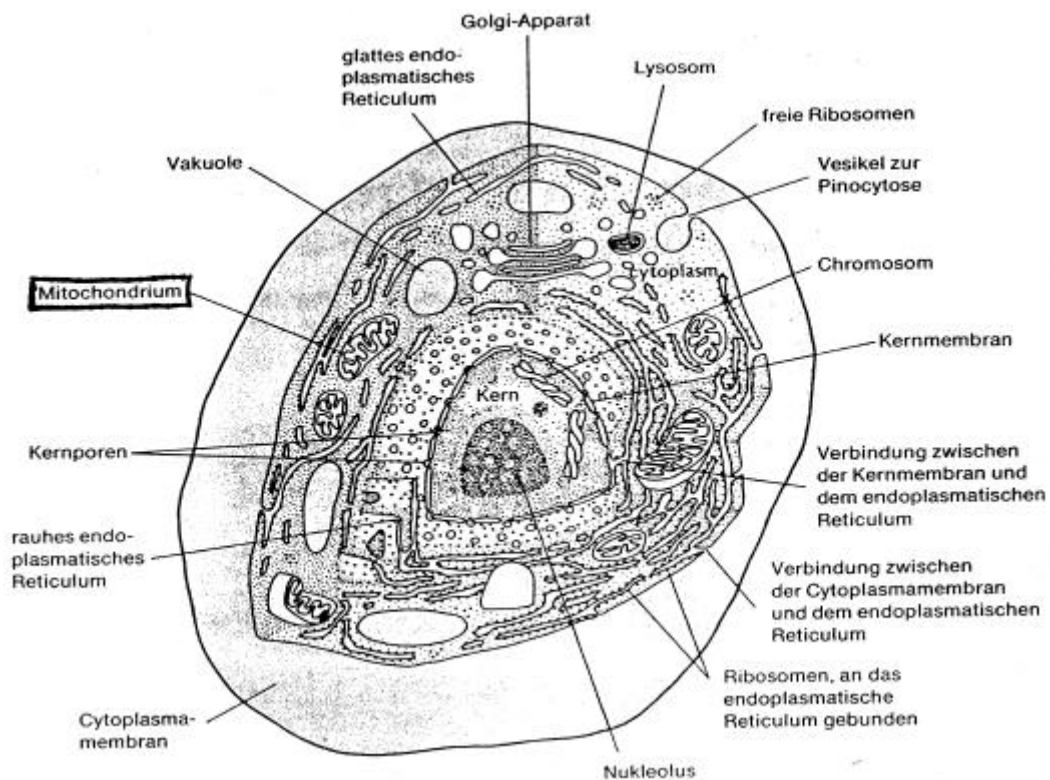


Abbildung 1: Schema einer eukaryotischen tierischen Zelle mit Querschnitten durch verschiedene wichtige Zellorganellen (aus STRICKBERGER, 1988)

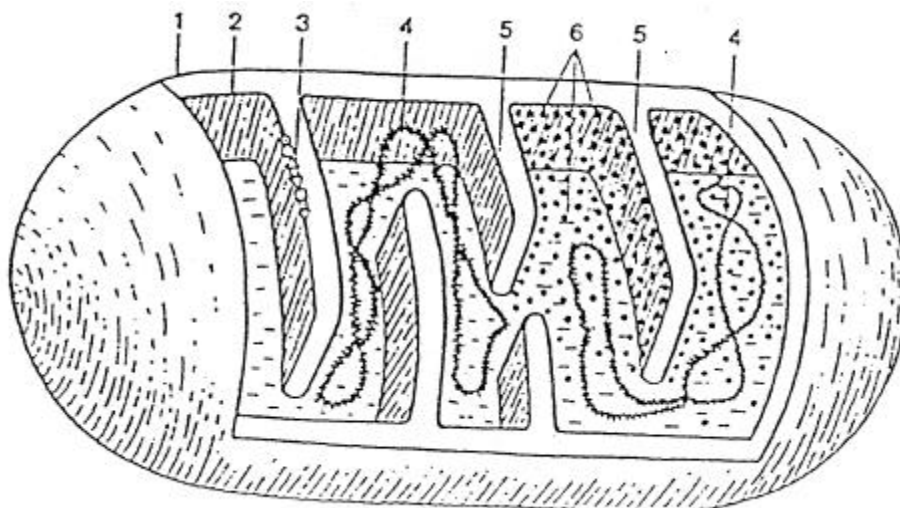


Abbildung 2: Schema eines Mitochondriums (1: äußere Membran, 2: innere Membran, 3: Enzyme, 4: ringförmige DNA-Moleküle, 5: Cristae, 6: Ribosomen; aus HADORN und WEHNER, 1986)

Aufgrund ihrer weitgehenden Ähnlichkeiten mit Bakterien lag die Vermutung nahe, daß es sich bei den Mitochondrien (wie bei den Chloroplasten der grünen Pflanzen) um bereits sehr früh in Eukaryoten (Zellen mit Zellkern) eingewanderte prokaryotische (Zellen ohne Zellkern) Einzeller handeln könnte, die mit ihnen eine endosymbiontische Beziehung eingegangen sind. Im Zuge der Evolution haben diese eine hochgradige Spezialisierung erfahren, wobei es zwischen beiden zu einer immer größeren gegenseitigen Abhängigkeit gekommen ist. Durch diesen, als „Endosymbionten-Hypothese“ bezeichneten Ansatz, wäre auch leicht zu erklären, warum gerade diese Organellen DNA enthalten.

Nicht nur die vielen morphologischen Gemeinsamkeiten dieser Zellorganellen mit Bakterien sprechen für diese Hypothese, sondern auch das Zusammenspiel zwischen Kern- und mt-DNA. Die mt-DNA ist in ihrer Funktion teilweise von der Kern-DNA abhängig, arbeitet aber dennoch weitgehend autonom. So stellt die Proteinsynthese der mt-DNA eine Gemeinschaftsarbeit zweier eigenständiger Genome (Kern-DNA und mt-DNA) und zweier Translationsapparate (Zytoplasma und mitochondrieneigene Ribosomen) dar. Die mt-DNA codiert die gesamte mitochondrieneigene RNA und Untereinheiten von für die Funktion der Mitochondrien essentiellen Proteinen.

Jedes Mitochondrium (Abbildung 2) enthält mehrere Kopien ringförmig geschlossener, doppelsträngiger, freier mt-DNA-Moleküle von artspezifischer Länge, wobei beispielsweise jene der Säugetiere (ca. 5 µm) verglichen mit denen der Hefe (ca. 25 µm) eher kurz sind. Die bovine mt-DNA ist jener des Menschen relativ ähnlich, und es ist bereits gelungen, beide vollständig zu sequenzieren.

Mitochondrien sind - aufgrund ihrer lebensnotwendigen Funktionen - nicht nur in allen somatischen (Körper-) Zellen, sondern auch in den Keimzellen in großer Anzahl vorhanden, in Spermienzellen allerdings hauptsächlich im Halsteil, um genug Energie für die nötigen Schwimmbewegungen bereitzustellen. Verglichen mit der Anzahl Mitochondrien im Zytoplasma von Eizellen ist sie in Spermienzellen verschwindend gering. Es konnte daher gezeigt werden, daß (abgesehen von wenigen artspezifischen Ausnahmen) die befruchtete Eizelle (Zygote) ihre gesamte Mitochondrienausstattung praktisch nur von der Eizelle erhält. Auf der mt-DNA lokalisierte (mitochondrale) Gene werden daher in der Regel rein maternal vererbt. Im Gegensatz zum Kerngenom findet hier weder Rekombination noch ein homologer Stückaustausch (crossing over) statt. Die Nachkommen zeigen daher bezüglich extrachromosomal vererbter Eigenschaften ausschließlich den Genotyp ihrer Mutter. So konnte beispielsweise bei Maultieren (Pferdestute x Eselhengst) nur Pferde-mt-DNA, bei Mauleseln (Eselstute x Pferdehengst) jedoch nur Esel-mt-DNA gefunden werden.

Der fundamentale Unterschied zwischen zytoplasmatischer und chromosomaler Vererbung liegt also darin, daß die Übertragung der mitochondrialen Erbinformation einfach über die Weitergabe des Zellplasmas von der Mutter- an die Tochterzelle erfolgt, ohne daß dabei die genetische Information irgendwie verändert wird. Während die genetische Verwandtschaft bezüglich des (chromosomal vererbten) Kerngenoms zwischen Eltern und Nachkommen $1/2$ und zwischen Großeltern und Enkeln im Durchschnitt $1/4$ beträgt, ist die genetische Verwandtschaft bezüglich des mitochondrialen Genoms zwischen Mutter und Nachkommen gleich 1 und zwischen Vater und Nachkommen gleich null. Das heißt, daß alle Individuen, die in fortlaufender weiblicher Linie auf

dieselbe Stammutter zurückgehen, idente mitochondrale Erbanlagen haben, wenn man die Wirkung möglicher Mutationen vernachlässigt. Die gesamte genetisch bedingte Ähnlichkeit zwischen Mutter und Nachkommen muß daher im Durchschnitt größer sein als jene zwischen Vater und Nachkommen.

Nachdem zwar auch die Söhne die Mitochondrienausstattung ihrer Mütter erhalten, diese jedoch nicht an ihre Nachkommen weitergeben können, ergäbe sich eine einfache Erklärung für die größere Ähnlichkeit zwischen Tieren, die in ausschließlich weiblicher Linie auf die selbe Stammutter zurückgehen. Als befriedigende biologische Erklärung für die häufig postulierte Bedeutung von Kuhfamilien kommt aber der Mechanismus der zytoplasmatischen Vererbung nur dann in Frage, wenn die Ausprägung wichtiger Leistungsmerkmale auch zu einem entsprechend großen Anteil von der mt-DNA abhängt.

In den letzten Jahren wurde in einer Reihe von molekular- und populationsgenetischen Untersuchungen mit mehr oder weniger großem Erfolg der Versuch gemacht, die Bedeutung der zytoplasmatischen Vererbung für verschiedene Merkmale und Organismen zu klären. So scheinen unter anderem einige Krankheitsresistenzen und Resistenzen gegenüber verschiedenen chemischen Stoffen und Drogen bei diversen Säugern stark zytoplasmatisch beeinflusst zu sein. Darüber hinaus scheint der mt-DNA auch im Zusammenhang mit dem Alterungsprozeß eine entscheidende Rolle zuzukommen.

Aufgrund der zentralen Stellung der Mitochondrien im Rahmen von Zellatmung und Energiehaushalt der Zellen und ihres nachweislich vermehrten Vorkommens in Geweben erhöhten Energiebedarfes (beispielsweise im Eutergewebe in Abhängigkeit vom Laktationsstadium), ist die Vermutung naheliegend, daß auch die unterschiedliche Ausprägung interessanter Leistungseigenschaften von Nutztieren durch zytoplasmatische Effekte mehr oder weniger stark beeinflusst sein könnte. Bisherige diesbezügliche Studien kamen, nicht zuletzt aufgrund erheblicher Schwierigkeiten bei der Datenanalyse, jedoch zu durchwegs widersprüchlichen Ergebnissen.

3. Zytoplasmatische Effekte beim Rind

Auch an unserem Institut sind in den letzten 3-4 Jahren zwei diesbezügliche Untersuchungen mit dem Ziel durchgeführt worden, den Einfluß zytoplasmatischer Effekte auf relevante Leistungseigenschaften beim österreichischen Fleckvieh mit Hilfe adäquater statistischer Methoden zu schätzen. Diesen Untersuchungen lagen im einen Fall Stations-, im anderen Felddaten zugrunde. Voraussetzung dafür waren jeweils möglichst weit zurückgehende Informationen über die Abstammung (Pedigree) der Tiere und eine darauf beruhende, möglichst sichere Identifizierung einzelner Kuhlinien.

Obwohl zytoplasmatische Gene rein maternal (matroclin) vererbt werden, zählen sie nach populationsgenetischer Definition nicht zu den "maternalen" Effekten im engeren Sinne. Damit sind vielmehr jene (prä- und postnatalen) Umwelteffekte für die Nachkommen gemeint, die über die additiven genetischen Effekte hinaus durch den Phänotyp der Mutter verursacht werden, wie beispielsweise intrauterine Umwelt oder Muttereigenschaften bei der Aufzucht der Jungen.

Im Vergleich dazu sind zytoplasmatische Effekte rein genetisch bedingt. Eine möglichst saubere Trennung dieser Effekte ist dennoch mit erheblichem Aufwand verbunden und rechnerisch nur mit einem sogenannten Tiermodell zu bewerkstelligen, da beide Effekte zu einer größeren Ähnlichkeit zwischen Mutter und Tochter beitragen könnten, auch wenn die Ursachen verschiedener Natur sind.

Als Datengrundlage für die erste Studie dienten die Milch- und Fleischleistungsprüfergebnisse der Bundesversuchswirtschaften Wieselburg und Königshof. Innerhalb dieser Versuchsherde konnten aber für die untersuchten Milchleistungs- und Reproduktionsmerkmale und die Mehrzahl der Mast- und Schlachtleistungskriterien keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Kuhlinien gefunden werden. Einzig für die Merkmale Fleischanteil, Anteil wertvoller Teilstücke und Brustumfang ergaben sich statistisch signifikante Linienunterschiede, die mit großer Wahrscheinlichkeit auf zytoplasmatische Effekte zurückzuführen sein dürften. Die Bedeutung zytoplasmatischer Effekte für Muskelaufbau und -wachstum ist wenig verwunderlich, wenn man die bedeutende Rolle der Mitochondrien für den Energiehaushalt der Zellen bedenkt.

Das Fehlen signifikanter Unterschiede in den übrigen untersuchten Merkmalen stellt allerdings die Existenz zytoplasmatischer Effekte an und für sich noch nicht Frage, sondern deutet lediglich darauf hin, daß bei derart geringen Datenumfängen, wie sie bei Stationsdaten möglich sind, die geschätzten Linienunterschiede auch noch mit ausreichend großer Wahrscheinlichkeit durch Zufall erklärt werden können.

Bei der zweiten, sehr viel umfangreicheren Untersuchung handelte es sich um eine Analyse von Felddaten der gesamten österreichischen Fleckviehpopulation, das heißt aller Tiere, die unter Milchleistungskontrolle stehen und deren Abstammung mindestens 4 Generationen zurückverfolgbar war. Der durch zytoplasmatische Effekte verursachte Anteil an der gesamten phänotypischen Varianz war auch hier wiederum gerade für die Milchleistungsmerkmale (der ersten drei Laktationen) nicht signifikant von Null verschieden, außer für die Merkmale Milchmenge und FCM der ersten Laktation, für die ein Anteil von rund 2 % geschätzt wurde. Diese Sonderstellung der ersten Laktation läßt sich eventuell durch die bereits erwähnte besondere Bedeutung der mitochondrialen Gene im Zusammenhang mit Wachstum und Entwicklung erklären. Ein statistisch gut abgesicherter Einfluß zytoplasmatischer Effekte konnte allerdings für die funktionalen Merkmale Persistenz (3-4 %) und Serviceperiode (2-3 %) aller drei Laktationen sowie die effektive und leistungsadjustierte Nutzungsdauer (4.6 %) gefunden werden. Die Schätzwerte für die nicht mit den zytoplasmatischen Effekten zu verwechselnden, additiv maternalen Effekte waren hingegen für alle betrachteten Merkmale erwartungsgemäß nahezu null.

Vergleicht man diese Schätzwerte mit jenen für die Heritabilität, das heißt dem Anteil der additiven genetischen Varianz an der Gesamtvarianz in diesen Merkmalen, die für Milchmenge und FCM der ersten Laktation rund 30 %, für Persistenz 15 %, für Serviceperiode im Durchschnitt aller drei untersuchten Laktationen rund 5 % und für effektive und leistungsadjustierte Nutzungsdauer jeweils ca. 15 % betrug, so mögen sie auf den ersten Blick relativ gering erscheinen. Dennoch würde dies bedeuten, daß zytoplasmatische Effekte

beispielsweise doch immerhin für maximale Linienunterschiede von ca. 1 kg Milch bezüglich der Standardabweichungen der Einzelkontrollen einer Laktation (Persistenz) oder aber für ca. 1.6 Jahre Nutzungsdauer verantwortlich sein könnten.

4. Konsequenzen für die praktische Züchtung

Die zytoplasmatische Vererbung dürfte sehr wahrscheinlich an der Ausprägung sämtlicher Merkmale, wenn auch teilweise nur in sehr geringem (statistisch nicht immer nachweisbarem) Ausmaß beteiligt sein. Inwieweit daraus nun tatsächlich Konsequenzen für die Zuchtpraxis zu ziehen sind (z.B. eine getrennte Zuchtwertschätzung für Kuh- und Stiermütter), kann nur durch entsprechende Zuchtplanungsrechnungen geklärt werden. Gegebenenfalls müßte für Kühe ein "allgemeiner" Zuchtwert ohne Berücksichtigung der mitochondrialen Erbanlagen (nutzbar über Söhne und Töchter), und ein "spezieller", die mitochondrialen Anlagen berücksichtigender Zuchtwert (nur nutzbar über die Töchter) geschätzt werden..

Aufgrund des für wichtige Leistungsmerkmale wahrscheinlich doch recht geringen Anteiles der durch zytoplasmatische Effekte verursachten Linienunterschiede erscheint es zur Ausgangsfrage zurückkommend doch eher fraglich, daß selbst sehr erfahrene Züchter in der Lage gewesen sein könnten, diese einzig aufgrund phänotypischer Merkmale zu erkennen und darauf eine Mutterlinienzucht aufzubauen. Ausschlaggebend für die traditionellerweise praktizierte Gründung von Kuhfamilien dürfte demnach nicht allein die zytoplasmatische Vererbung gewesen sein, sondern vielmehr das Zusammenwirken mehrerer, teilweise auch rein ideeller Faktoren.

Medieninhaber, Herausgeber und Redaktion:
Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter (ZAR)
Universumstraße 33/8, 1200 Wien
im Rahmen des Genetischen Ausschusses

DVR: 0514080

Für den Inhalt verantwortlich:
Die jeweiligen Autoren

Druck: AV-Druck GmbH, Sturzgasse 1a, 1141 Wien