

## Legehennenzucht an der Schwelle zum nächsten Jahrtausend: Fakten und Visionen

Prof. Dr. R. Preisinger und Dr. W. Kühne (Cuxhaven)

Der Handel mit landwirtschaftlichen Produkten wird zukünftig weniger durch staatliche Maßnahmen geregelt sein. Auf Basis dieser Annahme der OECD und einer wirtschaftlichen Erholung der Importländer werden die Weltmarktpreise für Rohwaren in naher Zukunft weiter steigen (Tab. 1). Die Futtermittelverwertung wird ihre zentrale Bedeutung für den wirtschaftlichen Erfolg beibehalten.

**Tabelle 1: Vorausschätzung für Weltmarktpreise landwirtschaftlicher Produkte**

|                 |       | 1998  | 2004  |
|-----------------|-------|-------|-------|
| Backweizen      | DM/dt | 21,10 | 27,50 |
| Futtergetreide  | DM/dt | 16,20 | 21,60 |
| Ölsaaten        | DM/dt | 43,00 | 56,70 |
| Rindfleisch     | DM/kg | 5,00  | 4,70  |
| Schweinefleisch | DM/kg | 2,30  | 3,00  |

Quelle: OECD 1998

Zur Zeit ist die Käfighaltung weltweit das dominierende System der Eierproduktion. Die steigende Nachfrage nach Eiern aus der Alternativhaltung, besonders in Nordeuropa, führt zu einer Veränderung der Haltung- und Produktionssysteme. In der konventionellen Haltung werden mehr Eier je Anfangshenne, optimales Eigewicht, effiziente Futtermittelverwertung und verbesserte Eiqualität auch weiterhin die Selektionsschwerpunkte bleiben. Unabhängige Legeleistungsprüfungen belegen, daß im letzten Jahrzehnt der Futteraufwand je produziertem Kilogramm Eimasse um mehr als 10 % reduziert werden konnte. Dies hat nicht nur zu einer Reduktion der Produktionskosten, sondern auch zu einem verminderten Flächeneinsatz zur Produktion der Futtermittel geführt.

Allgemein formuliert muß sich in naher Zukunft die genetische Verbesserung der Legehennen auf nachfolgende Punkte konzentrieren:

- effiziente Produktion
- geringe Umweltbelastung
- tierschutzrelevante Aspekte.

Gegenwärtig leben etwa sechs Milliarden Menschen auf der Erde. Ein Zuwachs von vier Menschen pro Sekunde führt zu ca. acht Milliarden in nur zwei Jahrzehnten mit steigender Tendenz. All diese Menschen haben einen Anspruch auf preiswerte und qualitativ hochwertige Nahrungsmittel. Effizienzsteigerung und Ressourcenschonung müssen deshalb in der Tierproduktion neben Fragen des Tierschutzes die Schwerpunkte bilden.

In den Entwicklungsländern wird ein Anstieg im Bedarf an Schaleiern erwartet. In den entwickelten Ländern wird sich dagegen der Markt stärker differenzieren in einen wachsenden Bedarf an Eiprodukten und Eiern aus der Alternativhaltung.

### Selektionsverfahren

Die systematische Selektion beruht seit Jahrzehnten auf der Messung der phänotypischen Leistung als Eigenleistung oder Geschwisterleistung von Reinzucht- und Kreuzungstieren in verschiedenen Umwelten. Die statistischen Verfahren zur Analyse dieser Daten konnten durch den Einsatz leistungsfähiger Computer und besserer Software optimiert werden. Insbesondere in der Geflügelzucht mit einer günstigeren Familienstruktur im Vergleich zu anderen landwirtschaftlichen Nutztieren ist der Nutzen aus den verbesserten Techniken weniger deutlich ausgeprägt.

Die heutigen Möglichkeiten zur Nutzung aller verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Tieren bis hin zu einer Basisgeneration in der Zuchtwertschätzung gibt uns das Rüstzeug, um den zu erwartenden genetischen Trend genauer zu schätzen. Je genauer die Rangierung der Zuchttiere ist, um so größer ist der Zuchtfortschritt. Auf der anderen Seite gilt aber auch: je komplexer das System ist, desto größer ist die Gefahr, daß kleine Zufallsfehler in der Datenerfassung zu Verzerrungen in der Zuchtwertschätzung führen. Damit bleibt die weitere Optimierung der Sicherheit in der Leistungsprüfung als wesentliche Herausforderung für die klassische Tierzucht auch für das nächste Jahrzehnt bestehen. Das Risiko von menschlichen Fehlern muß weiter reduziert werden, um die Sicherheit in der Schätzung genetischer Parameter für jedes einzelne Zuchttier zu steigern. Basierend auf der Annahme, daß die überwiegende Zahl ökonomisch wichtiger Merkmale durch eine große Zahl an einzelnen Genen beeinflusst wird, bleibt die sichere Erfassung der phänotypischen Leistungsdaten die treibende Kraft für den weiteren Zuchtfortschritt.

### Genetische Variation

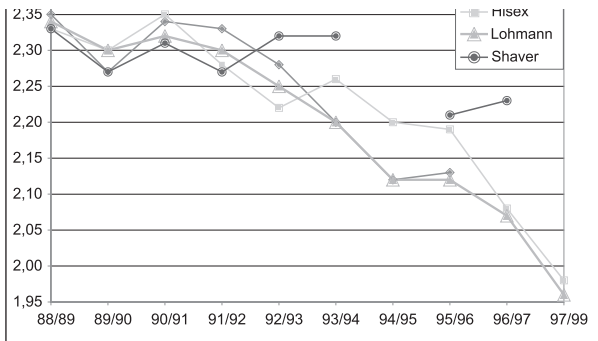
Innerhalb der verfügbaren reinen Linien besteht trotz jahrzehntelanger Selektion immer noch ausreichende genetische Variabilität, um in den Folgegenerationen ein hohes Maß an Zuchtfortschritt realisieren zu können. Die Zahl der verkaufsfähigen Eier - als das entscheidende Merkmal für den wirtschaftlichen Erfolg - soll als Beispiel dienen, um zu verdeutlichen, wie die Selektionsstrategie an sich ändernde genetische Parameter und Leistungstrends angepaßt wird.

Der gesamte Produktionszyklus muß in einzelne Teilabschnitte eingeteilt werden, um die Ganzjahresleistung aus Teilabschnitten zur Optimierung des Generationsintervalls vorzuschätzen.

Die Heritabilität ist eine statistische Maßzahl, um die züchterische Beeinflussbarkeit einzelner Merkmale bewerten zu können. Sie gibt an, wieviel Prozent der meßbaren Leistung auf genetische, aber züchterisch veränderbare Ursachen zurückzuführen sind. Mit einer genaueren Datenerfassung erhält man bessere Heritabilitäten und einen größeren Zuchtfortschritt.

In Abbildung 1 sind die Heritabilitäten für die Zahl verkaufsfähiger Eier in verschiedenen vierwöchigen Perioden zusammengestellt.

**Abbildung 1: Heritabilitäten für Legerate und Abgangsraten in verschiedenen Vierwochen-Perioden**



Sowohl innerhalb der Linien für das Zuchtprogramm von LOHMANN LSL als auch LOHMANN BROWN besteht noch ausreichende genetische Variabilität sowohl am Anfang der Legeperiode als auch insbesondere gegen Ende, um die Leistung mit den klassischen Selektionsmethoden zu verbessern. Bedingt durch die bisher angenommene biologische Grenze von maximal einem Ei je Tag in der Leistungsspitze sind die genetischen Möglichkeiten für eine weitere Steigerung deutlich reduziert. Diese Ergebnisse zeigen, daß die Leistungsprüfung auf die informativen späteren Perioden weiter ausgedehnt werden muß. Wenn der Prüfungszeitraum verlängert wird, müssen der Selektionszeitpunkt und der Zeitraum für die Reproduktion in einen späteren, aber weniger produktiven Zeitraum verlagert werden. Die Verlängerung des Generationsintervalls wirkt sich aber nachteilig auf den Zuchtfortschritt pro Jahr aus. Um diese Nachteile aufzufangen zu können, sind weiter ökonomisch wichtige Merkmale wie späte Eiqualität (Schalenstabilität und -farbe) stärker in die Selektionsarbeit einzubeziehen, um die Rentabilität der Eierzeugung nachhaltig zu verbessern. Die Verlängerung der Leistungsprüfung unterstreicht den schon bisher eingeschlagenen Weg zur Zucht auf mehr verkaufsfähige Eier. Für die Mortalität gilt auch, daß in späteren Perioden die Aussagekraft bzw. die Abgangsfrequenz steigt. Im ersten Produktionsdrittel ist die Abgangsrate sehr gering. Mit fortschreitender Haltungsdauer steigen die Verluste überproportional an. Die Abgänge in den späteren Perioden liefern wertvolle Informationen, insbesondere in der Feldprüfung in Praxisbetrieben mit einem hohen Infektionsdruck. Diese Tests erfolgen in der typischen Produktionsumwelt in verschiedenen Ländern und unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen. Damit wird möglichen Fehlentscheidungen durch Genotyp x Umwelt Interaktionen vorgebeugt, die dann wesentlich sein können, wenn die Leistungsprüfung nur in einer Umwelt erfolgt.

**Biotechnik**

Seitdem die ersten Berichte über Dolly, dem bestens bekannten ersten geklonten Schaf, publiziert sind, wird die Klonierung als eine der wesentlichen Herausforderungen für die Tierzucht der Zukunft gesehen. Theoretisch kann die Klonierung als Methode zur direkten Übertragung des Zuchtfortschritts aus der Zuchtstufe in die Produktionsstufe ohne Verluste gesehen werden. Kürzlich hat aber Prof. Ian Wilmut, einer der führenden Wissenschaftler in der biotechnischen Arbeitsgruppe um Dolly, vor überzogenen Hoffnungen gewarnt. Die Gründe sind erhöhte Abortraten während der

Trächtigkeit und höhere Frühsterblichkeit nach der Geburt. Weitere Grundlagenforschung ist notwendig, um diese Probleme zu lösen. Wenn die Klonierung praxisreif ist, bleibt immer noch das erhöhte Risiko der Inzucht in der Zuchtstufe, da dann alle Tiere identische Vorfahren haben. Zum anderen besteht auch die Gefahr, daß unbekannte Gendefekte über die gesamte Produktionsstufe verbreitet werden.

Die markergestützte Selektion ist bereits Bestandteil der kommerziellen Zuchtprogramme. In der Vergangenheit wurde die Blutgruppenbestimmung zur Verbesserung der spezifischen Krankheitsresistenz herangezogen, zum Beispiel für Marekresistenz und allgemeine Vitalität. Familien mit Blutgruppen, die für erhöhte Anfälligkeit stehen, wurden ausgeslektiert. Diese züchterischen Anstrengungen wurden durch die Eradikation von vertikal und horizontal übertragbaren Krankheiten aus den Zuchtbeständen unterstützt.

In der heutigen Zeit wird viel Geld in die Erforschung von Markern auf DNA-Ebene, hauptsächlich anonyme Mikrosatelliten, investiert, die mit ökonomisch relevanten Merkmalen gekoppelt sind. Spezielle Paarungspläne und Testsysteme sind zu erstellen, damit die Suche auch erfolgreich sein kann. Wenn in einer Zuchtpopulation ein Marker gefunden wird, besteht keine Garantie, daß dieser auch erfolgreich in einer anderen Population eingesetzt werden kann. Basierend auf der mehrfach überprüften Annahme, daß die meisten Merkmale durch eine Vielzahl von Einzelgenen bestimmt werden, kann ein einzelner Marker nur Teile der genetischen Variabilität für dieses Merkmal innerhalb einer Population erklären. Wir haben in Zusammenarbeit mit mehreren Instituten im In- und Ausland mit diesen Forschungsarbeiten in unseren Linien begonnen, um damit die klassischen Selektionsmethoden zu verbessern. Die ersten Ergebnisse sind ermutigend.

LSL hat einige ganz spezifische Marker, die auf DNA-Ebene bestätigen, daß die ausgezeichnete Eimassenproduktion dieser weißen Henne auf einer Selektion beruht, die zu einer Anreicherung von Genen geführt hat, die unterschiedlich zu anderen Herkünften sind.

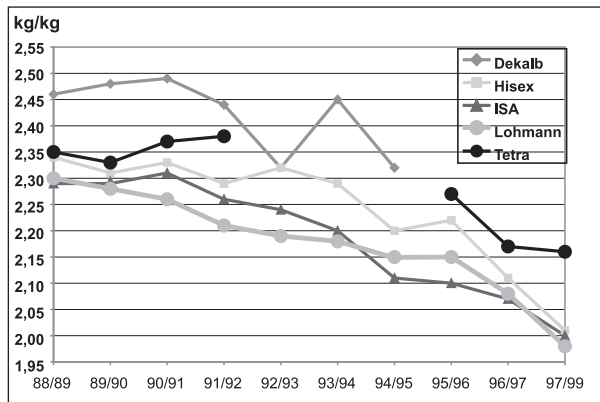
Die Analyse von DNA aus Blutproben ist derzeit noch sehr teuer. In Kombination mit einer darauf abgestimmten Statistik bietet sie uns eine effiziente Methode, um zu überprüfen, ob eine Herde tatsächlich nur aus LSL-Tieren besteht. Diese Methode zur Bestimmung des genetischen Ursprungs kann dafür benutzt werden, um nähere Analysen durchzuführen, wenn die Leistung hinter den Erwartungen liegt, obwohl keine krankheitsbedingten und technischen Probleme vorliegen.

Die Zuordnung von anonymen Proben auf bestimmte Herkünfte kann Bestandteil der Qualitätskontrolle werden. Sie gewinnt in der Zukunft mehr an Bedeutung, z.B. wenn der patentrechtliche Schutz geprüft werden soll.

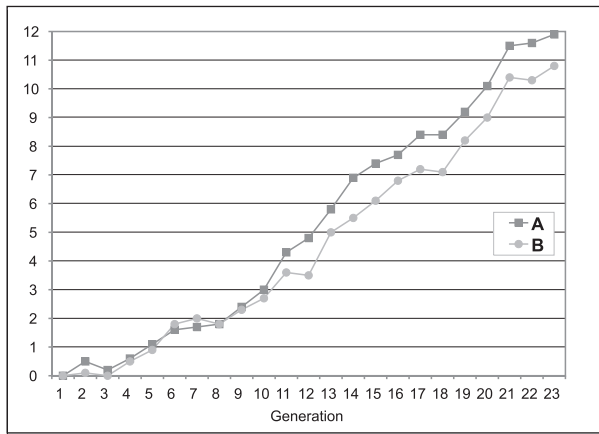
Aus Abbildung 2 geht eine eindeutige Trennung zwischen LSL und den Mittwettbewerb hervorkommt. Es gibt einen weiten Bereich ohne überlappende Zuordnung. Überlappende Wahrscheinlichkeitsverteilungen wie in Abbildung 3 sind ein klares Zeichen für herkunftsgleiche Gene. Aus diesen Ergebnissen kann nicht die Schlußfolgerung gezogen werden, daß damit auch ein ähnliches Leistungsvermögen verbunden ist.

Auf der Basis erster vorläufiger Ergebnisse aus der Zusammenarbeit mit verschiedenen europäischen Forschungseinrichtungen wird deutlich, daß die klassischen Selektionsmethoden verbessert und die Zuchtfortschrittsraten gesteigert

**Abbildung 2: Verteilungsfunktion für die richtige Hennenzuordnung mit Mikrosatelliten - Zuordnung für LOHMANN LSL**



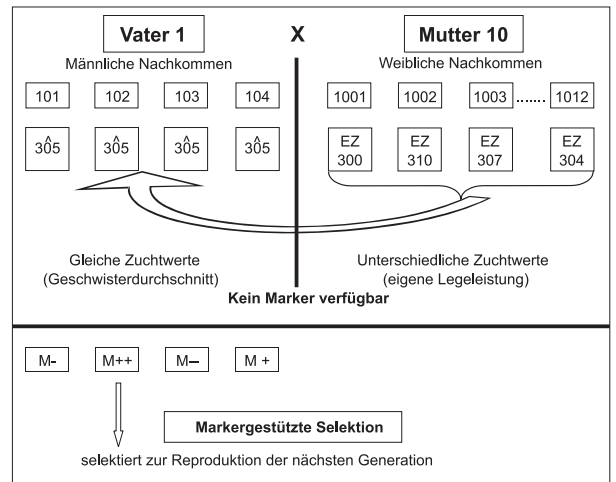
**Abbildung 3: Verteilungsfunktion für die richtige Hennenzuordnung mit Mikrosatelliten - Zuordnung für Mitbewerber S**



werden können, wenn Mikrosatelliten als DNA-Marker für die Selektion verfügbar sind. Insbesondere die Selektionsmöglichkeit innerhalb männlicher Vollgeschwistergruppen liefert einen wesentlichen Verbesserungsansatz. Zum Selektionszeitpunkt sind nur die Elternzuchtwerte und die Reinzucht- und Kreuzungsdaten der Geschwister verfügbar. Bedingt durch die geschlechtsgebundene Leistungsprüfung für Legeleistung haben alle Vollbrüder den gleichen Zuchtwert für alle ökonomisch wichtigen Merkmale (Abb. 4). Mit Hilfe von Markern kann aus der Gruppe der Vollbrüder der beste zur Reproduktion der nächsten Generation selektiert werden. Wenn aus jeder Vollgeschwisterfamilie jeweils der beste Hahn zur Reproduktion ausgewählt wird, kann mehr Zuchtfortschritt mit geringerer Inzuchtsteigerung erreicht werden.

In Abbildung 5 sind die verschiedenen Schritte eines erweiterten Zuchtschemas unter Einsatz von markergestützter Selektion bzw. des Gentransfers schematisch zusammengestellt. Im jetzigen Stadium analysieren wir DNA-Abschnitte, die möglicherweise mit den Genen gekoppelt sind, die das eigentliche Leistungsvermögen bestimmen. Die Suche nach Kopplungen zwischen den Markern und den eigentlichen Genen wird die Hauptaufgabe in der nahen Zukunft sein. Ohne die eigentlichen Gene identifiziert zu haben, erscheint der Gentransfer nicht sinnvoll, um damit bessere Legehennen zu erstellen. Im Vergleich zu Mäusen und Ratten ist die Erstellung von transgenen Hühnern viel komplizierter. In einigen Forschungsinstituten laufen die ersten Experimen-

**Abbildung 4: Selektion von Hähnen mit und ohne DNA-Marker für Legeleistungsmerkmale innerhalb einer Vollgeschwisterfamilie**



**Abbildung 5: Züchtung und Gentechnik**



te - allerdings, trotz sehr hohem Aufwand, mit einer sehr niedrigen Erfolgsrate (SANG, 1999).

**Feldtests**

Die Weiterentwicklung in der elektronischen Tieridentifikation versetzt uns in die Lage, mehr Daten in der praktischen Produktionsumwelt zu erfassen. Die Leistungsprüfung in den Zuchtfarmen wird stärker durch Daten aus Praxisbetrieben ergänzt. Einfache Herdendurchschnittsleistungen werden durch zuverlässige einzeltierbezogene Leistungsdaten sowohl aus der Käfig- als auch der Alternativhaltung ergänzt. Die Minimierung menschlicher Fehler und die Senkung des Arbeitsaufwands für die Datenerfassung sind die ersten Schritte. Erfassung der Legeleistung und das Tierverhalten

in der Boden- und Freilandhaltung ohne Fallnestkontrolle werden zukünftig sowohl im Zuchtbetrieb als auch im Praxisbetrieb möglich sein.

Wir suchen nach Möglichkeiten, um die Tiere robuster zu machen. Dabei sollen Tiere mit einem besseren Anpassungsvermögen gezüchtet werden, die bei einem hohen Leistungsniveau auch unter verschiedenen Fütterungs-, Haltings- und Managementsystemen bestens zurechtkommen.

Unser langfristiges Ziel ist es, Hennen zu züchten, die unter einer Vielzahl von Bedingungen leistungsstabil sind; Hennen, die nicht bei der kleinsten Änderung bereits gestreßt sind; Hennen, die besser mit den Gegebenheiten fertig werden; robustere Hennen mit verbesserter Effizienz. Die Selektion erfolgt in enger Verknüpfung zwischen Leistungseigenschaften, Immunparametern, Erkrankungsfrequenz und Streßparametern. Bei dieser Vorgehensweise können wir in jeder Folgegeneration die Krankheitsanfälligkeit reduzieren und den Einsatz von Medikamenten senken, während das Leistungsniveau steigt und das Wohlbefinden der Tiere verbessert wird.

### Schlußfolgerungen

- Der offensichtliche Trend der besseren Eiqualität am Produktionsende wird durch bessere Vitalität unterstützt. Die zukünftige Leistungssteigerung beruht mehr auf einer besseren Persistenz als in einem weiteren Anstieg in der Legespitze.
- Die Rentabilität kann durch eine Verlängerung der Haltungsdauer gesteigert werden. Die Zyklusdauer wird auf 90 bis 100 Wochen, insbesondere bei weißen Legehennen, ansteigen.
- Nach mehr als 40-jähriger intensiver Selektion zeigen die einzelnen Linien immer noch ausreichende genetische Variation für weitere Leistungssteigerungen.
- Die Genauigkeit und Effizienz der Datenerfassung können mit elektronischen Mitteln weiter optimiert werden. Geeignete statistische Methoden schaffen den Freiraum für weitere Verbesserungen in der Analyse von Reinzucht- und Kreuzungsdaten aus verschiedenen Umwelten.
- Die Erfassung verschiedener Merkmale in der Alternativhaltung gibt uns zukünftig mehr Selektionskriterien, um die Eignung für Alternativhaltung zu verbessern.
- Die kontinuierliche Selektion wird durch Marker und identifizierte Genabschnitte verbessert, da die Leistungsveranlagung auf DNA-Ebene abgelesen werden kann.

Die rasante Weiterentwicklung der Computer- und Labor-technologie bietet neue Möglichkeiten, das genetische Leistungsvermögen zu sichern und die Tiere an sich ändernde Marktbedürfnisse anzupassen. Eine größere Angebotspalette an verschiedenen Produkten gibt dem Kunden die Möglichkeit, das für ihn am besten geeignete Produkt entsprechend seiner spezifischen Gegebenheiten bzw. Marktanforderungen auszuwählen. Intensive Marktanalysen versetzen uns in die Lage, die Zuchtziele rechtzeitig umzuformulieren, um den notwendigen Vorlauf für die entsprechenden Anpassungsmaßnahmen zu haben. Damit wird gewährleistet, daß bei entsprechender Nachfrage auch die Tiere verfügbar sind.

Der notwendige Fortschritt wird aus der engen Zusammenarbeit zwischen tierzüchterischer und tiermedizinischer Forschung erarbeitet. Dieses Wissen wird in das Zuchtpro-

gramm und in die Produktionsstufe zur Steigerung der Effizienz umgesetzt.

Da das Leistungsvermögen der Hennen weiter steigt, sind auch das Management und die Ernährung der Hennen den sich ändernden Bedürfnissen anzupassen. Die Gesamttrentabilität und die sich ändernden Konsumentenansforderungen sind die Antriebsfeder für weitere Anpassungen der Zuchtziele. Das gewünschte Leistungsprofil ist vor jeder Selektion neu zu definieren.

Wir müssen die aktuellen Probleme gemeinsam mit dem nötigen Weitblick für die Probleme von morgen lösen. Unsere Kunden zu verstehen und den zukünftigen Bedarf zu analysieren gehört zu unseren Hauptaufgaben, um damit die passenden Produkte, den notwendigen Service und die entsprechenden Managementempfehlungen für unseren gemeinsamen wirtschaftlichen Erfolg bereitstellen zu können.

### Literatur

- Sang, H. (1999): Transgenic Technologies in Chickens. Proceedings Poultry Genetics Symposium, Mariensee, 6.-8. Oktober, 1-2