

Zuchtstrategien für eine nachhaltige Legehennenzucht

Prof. Dr. R. Preisinger (Cuxhaven)

Die Zucht landwirtschaftlicher Nutztiere ist auf eine effiziente Nahrungsmittelproduktion ausgerichtet. Sie trägt damit einen wesentlichen Anteil zur Sicherung der Ernährung der Weltbevölkerung bei. Vor dem Hintergrund der wachsenden Bevölkerung mit einer aktuellen Steigerungsrate von vier Menschen je Sekunde bzw. 345.600 pro Tag und der gleichzeitig rückläufigen Anbaufläche zur Produktion von Tierfutter und Nahrungsmitteln beinhaltet der Begriff "Nachhaltigkeit" eine Vielzahl von Aspekten, deren Berücksichtigung sowohl in der Zucht als auch in der Haltung weiter an Bedeutung gewinnen wird.

Im folgenden soll neben der Effizienzsteigerung im Hinblick auf Futterverwertung und Umweltentlastung auf die Nachhaltigkeit der Zuchtprogramme in der kommerziellen Legehennenzucht und den Erhalt der genetischen Vielfalt der vorhandenen Hühnerpopulationen näher eingegangen werden.

Futterverwertung

Seit mehr als zwei Jahrzehnten ist die Messung des Futterverzehrs der einzelnen Zuchthennen ein Routinebestandteil von Zuchtprogrammen. Damit wird die Effizienz neben der kontinuierlichen Steigerung der täglichen Eimassenleistung und der teilweisen Reduktion der Körpergewichte direkt als Selektionskriterium herangezogen. Aus der Vielzahl der verschiedenen Verwertungskoeffizienten wird in Abhängigkeit der Preisfindung für Eier und Schlachthennen der Futteraufwand je Tag, pro Ei oder pro kg Eimasse minimiert. Mit der Verbesserung der Futterverwertung wird die Nährstoffausnutzung und damit die Kotmenge und die darin gebundenen Nährstoffe reduziert. Mit einer in der Praxis üblichen bedarfsgerechten Mehrphasenfütterung in den unterschiedlichen Entwicklungs- und Produktionsphasen, die insbesondere die Komponenten Stickstoff, Phosphor und Calciumgehalt beinhaltet, wird ein wesentlicher Beitrag zur Umweltentlastung und damit zur Nachhaltigkeit des gesamten Ökokreislaufs gewährleistet.

Abbildung 1: Trend in der Futterverwertung für weiße Legehennen in deutschen Legeleistungsprüfungen (1988/89 - 1997/99)

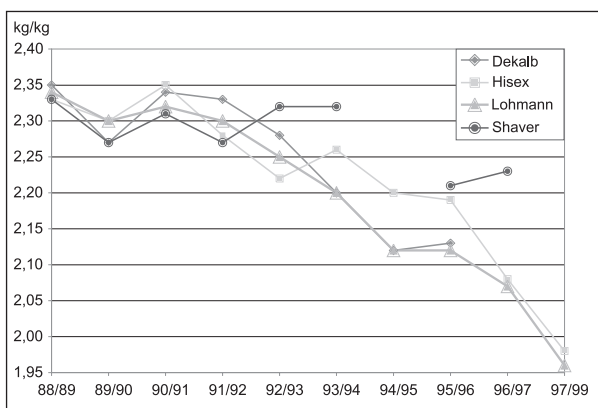
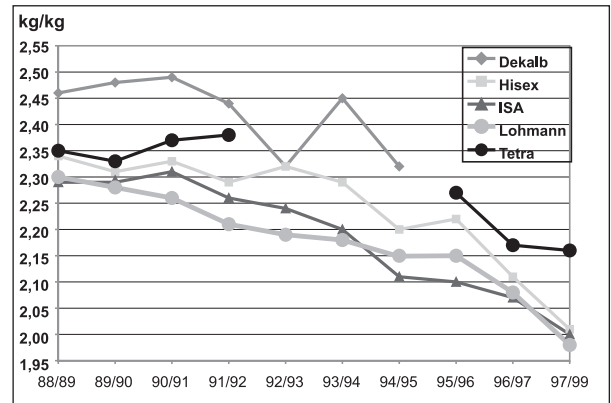


Abbildung 2: Trend in der Futterverwertung für braune Legehennen in deutschen Legeleistungsprüfungen (1988/89 - 1997/99)



Wie die Abbildungen 1 und 2 zeigen, konnten sowohl bei weißen als auch bei braunen Herkünften beachtliche Verbesserungen in der Futterverwertung realisiert werden. Es handelt sich dabei um einen Prozeß, der immer noch eine lineare Verbesserungsrate zeigt. Eine Abflachung dieses Trends ist aus den Daten der deutschen Legeleistungsprüfungen mit einheitlichen Haltungs- und Fütterungsbedingungen noch nicht erkennbar.

Der Weltbedarf an Eiern liegt pro Jahr bei ca. 700 Milliarden Stück oder 42 Millionen Tonnen Eimasse. Bei einer Verbesserung der Futterverwertung von 2,4 kg Futter je kg Eimasse auf 2,3 kg reduziert sich der Futterbedarf um 4,2 Millionen Tonnen Getreide. Bei einem durchschnittlichen Ertrag von vier bis fünf Tonnen je Hektar können bei gleicher Eiproduktion etwa 1 Million ha Anbaufläche eingespart werden. Dies entspricht etwa 10 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche der BRD.

Neben der möglichen Umweltbelastung durch die Kotausbringung geht von der Ammoniakemission im Legehennenstall ein nicht unerhebliches Belastungspotential aus. Während in der Käfighaltung die Kotbandbelüftung zum Standard geworden ist und sich in der Volierenhaltung immer mehr durchsetzt, fehlt eine entsprechende Einrichtung in der Bodenhaltung aufgrund der wesentlich höheren Kosten sehr oft. Zur Senkung der Emissionen ist eine möglichst rasche Trocknung des Kots notwendig, da mit zunehmendem TS-Gehalt die Ammoniakemission rückläufig ist.

Tabelle 1: Beziehung zwischen subjektiver Bewertung der Kotkonsistenz und dem Trockensubstanzgehalt

Bewertung 1 - 9	mittlerer Trockensubstanzgehalt
1	65 %
5	40 %
9	15 %

Ein vielversprechender züchterischer Ansatz liegt in der subjektiven Bewertung der Kotbeschaffenheit als Hilfsgröße für den TS-Gehalt im Frischkot. Wie die Zahlen in Tabelle 1 zeigen, liegt eine gute Übereinstimmung zwischen der subjektiven Beschaffenheit und dem TS-Gehalt vor. Mit Heritabilitäten von .17 bis .34 (Tab. 2) bei wiederholter Einstufung kann in jeder Generation der TS-Gehalt gesteigert und ein langfristiger Beitrag zur Emissionssenkung geleistet werden, da die Kotbeschaffenheit auch positiv mit der Futtermittelverwertung in Beziehung steht (PREISINGER, 1995).

Tabelle 2: Heritabilität für die Kotkonsistenzbewertung

Bewertungsverfahren	Linie A		Linie B	
	h^2	r_g	h^2	r_g
Einzelkäfig	.25	.87	.13	.91
laufendes Kotband	.26		.10	
Mittelwert aus beiden	.34		.17	

Quelle: PREISINGER, 1995

Genetische Varianz

Die einzelnen Legehennenzüchter arbeiten mit einem in sich geschlossenen Genpool. Bei intensiver Selektion über mehrere Generationen besteht die Gefahr der Reduktion der genetischen Varianz. Da diese wiederum direkt proportional zum Zuchtfortschritt ist, ist mit abnehmenden Zuchtfortschrittsraten zu rechnen, wenn die Selektion über den gesamten Zeitraum auf die gleichen Merkmale ausgerichtet ist. Obwohl die einzelnen Linien seit mehr als 30 Jahren als geschlossene Populationen bearbeitet werden, ist die Erbllichkeit für die Legerate nur im Bereich der Legespitze wesentlich zurückgegangen. Da zur Legespitze das biologische Maximum von einem Ei bei einem 24-Stunden-Tag erreicht ist, ist dieser Trend nicht verwunderlich. Sowohl Legebeginn als auch Persistenz zeigen ausreichende genetische Variabilität für eine mittel- und langfristige Verbesserung (Tab. 3).

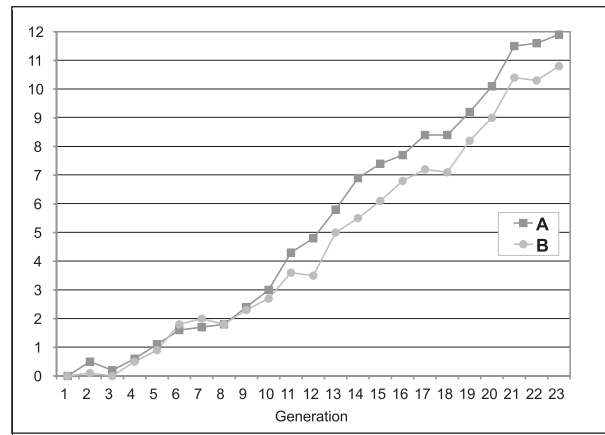
Tabelle 3: Heritabilität für die Legerate in verschiedenen Abschnitten der Legeperiode

Legerate in Lebenswochen	Heritabilität	
	1977	1998
21 - 28	.58	.28
29 - 36	.23	.11
37 - 44	.21	.23
45 - 52	.24	.25
53 - 60	.25	.25
61 - 68	.25	.26

FLOCK, 1977 SAVAS, 1998

Die Inzuchtsteigerung wird in geschlossenen Populationen oft als kritisches Bewertungsmaß für die Nachhaltigkeit eines Zuchtprogrammes herangezogen. Neben dem eigentlichen Inzuchtkoeffizienten, der die Wahrscheinlichkeit beschreibt, daß Gene herkunftsgleich sind, ist vor allem die Inzuchtdepression von Bedeutung.

Abbildung 3: Inzuchtsteigerung über 23 Generationen für zwei Linien weißes Leghorn



AMELI et al., 1991

Wie jüngste Analysen gezeigt haben, eilt der aus der effektiven Populationsgröße abgeleitete Inzuchtkoeffizient den aus der Verwandtschaft sich tatsächlich ergebenden weit voraus (SAVAS et al., 1999; PREISINGER und SAVAS, 2000). Da in der praktischen Umsetzung der Zuchtprogramme Geschwisterpaarungen in jeder Generation ausgeschlossen werden, wird die Inzucht auf ein Minimum reduziert. Darüber hinaus wird ein Hahn nur an untereinander unverwandte Hennen angepaart. Über einen Zeitraum von etwa 25 Jahren ist der Inzuchtkoeffizient im Mittel der Tiere einer Population nur um 0,7 % pro Jahr angestiegen (AMELI et al., 1991). Wie der Abbildung 3 zu entnehmen ist, war der Anstieg über den gesamten Zeitraum linear, so daß eine sichere Prognose für die nächsten Generationen zuverlässig möglich ist. Bei den Legehennen für die braune Zuchtichtung zeigen sich vergleichbare Werte (Tab. 4).

Tabelle 4: Durchschnittlicher Inzuchtkoeffizient nach zehn Generationen

Linien	Inzuchtkoeffizient, %		
	\bar{x}	min.	max.
A	4,8	1,1	15,8
D	3,9	0,8	12,3

SAVAS et al., 1999

Mit einem maximalen Inzuchtkoeffizienten von 12,3 bzw. 15,8 % in der Population liegen die Extremwerte ebenfalls auf einem sehr niedrigen Niveau. Über 10 Generationen ist der kumulative Maximalwert vergleichbar mit einer einfachen Halbgeschwisterpaarung (12,5 % Inzuchtkoeffizient). Wie der Tabelle 5 zu entnehmen ist, haben in beiden Linien mehr als 50 % der Tiere einen Inzuchtkoeffizienten von weniger als 4,5 %. Da die Linie D der Linie A zahlenmäßig überlegen ist, liegt das allgemeine Niveau deutlich niedriger.

Tabelle 5: Verteilung der individuellen Inzuchtkoeffizienten in den Linien A und D

Klassen für Inzucht-koeffizienten %	Linie A		Linie D	
	Anzahl	%	Anzahl	%
< 3,0	629	24,4	2.081	36,5
3,0 - 4,4	700	27,2	1.925	33,8
4,5 - 6,0	633	24,6	963	16,9
> 6,0	616	23,9	728	12,8

Für die Bewertung der Inzuchtdepressionen wird in der Literatur oft die Regression des Leistungsmerkmals auf eine Inzuchtsteigerung um 10 % herangezogen. Wie die Zahlen in Tabelle 6 zeigen (SAVAS et al., 1999; SEWALEM et al., 1999), war die Merkmalsbeeinträchtigung in der überwiegenden Zahl der Fälle nicht signifikant. Die absoluten Beträge liegen für eine Inzuchtsteigerung von 10 % unter dem Niveau des Zuchtfortschritts pro Jahr. Da für einen Anstieg der mittleren Inzucht-koeffizienten um 10 % mehr als 15 Generationen notwendig sind, bleibt die Inzuchtdepression bei vorhandener Populationsstruktur und vorhandenem Anpaarungssystem auf einem unbedeutenden Niveau. Vergleicht man diese Werte mit Zootieren bzw. Hobbyzuchten (SÖLKNER, 2000), so sind die bei Legehennen berechneten Zusammenhänge nur marginal.

Tabelle 6: Inzuchtdepression je 10 % Inzuchtsteigerung

Merkmal	Linie ¹⁾		Linie ²⁾		
	A	B	Eizahl	Eigewicht	Eimasse
EZ 20 - 24	- 0,88	- 1,07**	- 0,86*	- 1,08*	- 0,83*
EZ 25 - 32	- 0,59**	- 0,39			
EZ 33 - 44	- 0,17	- 0,15	- 1,75	- 3,84**	- 0,31
EZ 45 - 60	- 1,99**	0,74			
EZ 20 - 60	- 3,65**	- 0,88	- 2,75*	- 1,67*	- 1,86*
Eigewicht	- 0,47	0,28	- 0,61*	- 0,51	0,18
Eimasse	- 3,63**	3,90	- 0,72	- 0,94	0,00
Futterverzehr	- 0,54	1,70			

¹⁾ SAVAS et al., 1999

* (P<0,05)

** (P<0,01)

²⁾ SEWALEM et al., 1999,

selektiert nach Eizahl, Eigewicht,

Eimasse

Allelfrequenzen

Als ein weiteres Maß für die Homozygotie einer Population kann die Allelfrequenz für polymorphe Mikrosatelliten herangezogen werden. In Tabelle 7 sind die mittleren Allelfrequenzen für vier Linien eines Zuchtprogrammes für braune Legehennen zusammengestellt. Für alle vier kommerziellen Linien gilt, daß mit einem Anteil von nur max. 14 % fixierter Allele, welche nicht mit Genen gleichzusetzen sind, der Homozygotiegrad noch sehr gering ist.

Auf der Basis eines Sets von ca. 100 Mikrosatelliten wurden verschiedene Linien anhand einer repräsentativen Stichprobe (gleiche Zahl an Nachkommen aller aktuellen Vaterfamilien) analysiert.

Die Experimentallinie wurde in den 60er Jahren für gezielte Inzuchtexperimente herangezogen. Um Gendefekte zu er-

Tabelle 7: Vergleich der Allelfrequenzen für Mikrosatelliten bei Linien für ein braunes Zuchtprogramm und das einer Experimentallinie

Linie	Anzahl Marker	Anteil fixierter Allele	Anzahl Allele/Marker
A	89	4	3,06
B	92	10	2,59
C	87	14	2,60
D	97	14	2,32
Exp.	103	80	1,2

kennen und um gegen diese selektieren zu können, wurden über mehrere Generationen Geschwisterpaarungen durchgeführt. Seit mehr als 25 Jahren werden auch in dieser Linie Geschwisteranpaarungen vermieden. Sowohl die Zahl der fixierten Allele als auch die geringe Zahl an Allelen je Marker verdeutlichen den Unterschied zu den kommerziellen Linien, bei denen bewußt auf eine niedrige Inzuchtsteigerung geachtet worden ist. Trotz des hohen Anteils an fixierten Allelen zeigt diese Linie eine ausreichende genetische Varianz, um innerhalb der Linie Selektionsfortschritt realisieren zu können.

Neben der Bewertung der Ähnlichkeit von Tieren innerhalb einer Linie kommt dem Vergleich zwischen Rassen auf molekulargenetischer Ebene eine große Bedeutung für die Bewertung der genetischen Vielfalt zu. Mit sinkender Zahl an kommerziellen Legehennenzüchtern tritt die Frage der Genverarmung immer mehr in den Mittelpunkt der Kritik. Ob eine Rasse erhaltenswert ist, kann nicht nur vom phänotypischen Erscheinungsbild abhängig gemacht werden. Vielmehr ist die genetische Ähnlichkeit bzw. Distanz zwischen verschiedenen Populationen ein aussagefähiges Maß für die Bedeutung des Genpools. Im Rahmen eines europäischen Forschungsvorhabens unter Koordination von WEIGEND (Mariensee) wird dieser Frage näher nachgegangen. Erste Vorversuche haben gezeigt, daß zwischen den Rassegeflügelbeständen und ausgewählten kommerziellen Linien noch eine sehr große molekulargenetische Ähnlichkeit besteht. Wie groß die tatsächlichen Unterschiede sind, kann der derzeit laufenden, umfassenden Studie noch nicht vorweggenommen werden. Neben dem Vergleich anhand von Mikrosatelliten werden auch das phänotypische Erscheinungsbild und die Entstehungsgeschichte der einzelnen Rassen bzw. Linien mit einbezogen (WEIGEND, 1999).

Selektionskriterien im Wandel der Zeit

Vor der Einführung der Gruppenkäfighaltung in der kommerziellen Legehennenhaltung wurden die Legehennen in Bodenhaltung gehalten und mit Hilfe der Fallnestkontrolle auf Leistungskriterien selektiert. Mit Einführung der Haltung der Zuchttiere in Einzelkäfigen konnte die tierindividuelle Erfassung des Futterverzehrs neben der Legeleistung und Eiquantität als direktes Selektionskriterium in die Zucht aufgenommen werden. Damit konnte die Effizienz der Eierproduktion deutlich verbessert werden. Mit dem steigenden Bedarf an braunschaligen Eiern wurde neben der Schalenstabilität die Ausgeglichenheit in der Schalenfarbe verstärkt in die Selektionsentscheidung aufgenommen. Die Zahl der verkaufsfähigen Eier je Anfangshenne in den gewünschten Gewichtsklassen bei minimalem Futtereinsatz beschreibt das derzeit gültige Zuchtziel für Legehennen. Mit der verstärkten Diskussion über Schnabelstutzen und der Umstellung der Haltungssysteme hat sich der Selektionsschwerpunkt auf das Verhalten, wie beispielsweise Federpicken, Kannibalismus

und Nestgängigkeit, verlagert. Um diesem veränderten Anforderungsprofil besser gerecht zu werden, wurden neue Linienkombinationen in den Markt eingeführt. Damit wurde die Angebotspalette und damit auch die genetische Vielfalt bei den Legehennen erweitert.

Die schrittweise Verlagerung der Selektionsschwerpunkte und die Ausdehnung der Angebotspalette an Hennen ist ein deutlicher Schritt gegen die Einengung der genetischen Vielfalt. Da die Märkte sich stärker differenzieren und die Internationalisierung weiter voranschreitet, sind die führenden Züchter gezwungen, mehr Produkte anzubieten. Die hohe Anpassungsfähigkeit der Legehennen an die unterschiedlichen klimatischen und haltungstechnischen Bedingungen belegen, daß ausreichende genetische Variabilität vorhanden ist, um diesen Anforderungen gerecht zu werden.

Mit Ausdehnung der Populationsgrößen und der Zahl der bearbeiteten Linien ist die Nachhaltigkeit der Legehennenzucht mehr den je gegeben. Wie die unterschiedlichen Bewertungsansätze gezeigt haben, ist die genetische Variabilität nicht gefährdet. Durch den Einsatz neuer biotechnischer Verfahren kann die genetische Variabilität quantitativer bewertet werden. Darauf aufbauend sind negative Effekte, die innerhalb geschlossener Populationen auftreten können, bereits viel früher erkennbar. Gegenmaßnahmen können zielgerichteter eingeleitet werden.

Unabhängig von den Anforderungen hinsichtlich Haltung und Reproduktion bleibt die Erzeugung von hochwertigem Eiweiß bei minimalem Faktoreinsatz die bedeutendste Zielgröße zur Sicherung der Welternährung. Auch unter Bi-orientlinien gehaltene Einnutzungs- oder Zweinutzungshennen müssen eine wirtschaftliche Eierzeugung ermöglichen, damit die Betriebe ein ausreichendes Einkommen erwirtschaften können. Ist dies nicht gegeben, so wandert sowohl die Zucht als auch die Haltung der Tiere in andere Länder ab. Inwieweit die Nachhaltigkeit der Legehennenhaltung und -zucht dann noch gegeben ist, kann nur sehr schwer beurteilt werden.

Literatur

- AMELI, H., D.K. FLOCK und P. GLODEK, 1991: Cumulative inbreeding in commercial White Leghorn lines under long term reciprocal recurrent selection. *British Poultry Science*, 32, 439 - 449
- FLOCK, D.K., 1977: Genetic analysis of part-record egg production in a population of White Leghorns under long-term RRS. *Z. Tierz. und Züchtungsbiol.*, 94, 89-103
- PREISINGER, R., 1995: Umweltentlastung durch züchterische Verbesserung der Kotkonsistenz bei Legehennen. 70. Sitzung des Ausschusses für genetisch-statistische Methoden in der Tierzucht, Polykopie
- PREISINGER, R., D.K. FLOCK und F.R. LEENSTRA, 1994: Reduction of environmental pollution by breeding tools in a commercial layer program. *Proc. 5th World Congress Gen. Appl. Livestock Prod.*, Vol. 20, 49 - 52
- PREISINGER, R. und T. SAVAS, 2000: Auswirkungen der Inzucht auf Leistungsmerkmale und deren genetische Parameter bei Legehennen. Sitzung des Genetisch-Statistischen Ausschusses der DGFZ, Grub, 27. - 29. März
- SAVAS, T., 1998: Untersuchungen zur Verbesserung der Zuchtwertschätzung für Legeleistung bei Legehennen. Diss., Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- SAVAS, T., R. PREISINGER, R. RÖHE, E. KALM und D.K. FLOCK, 1999: Auswirkungen der Inzucht auf Leistungsmerkmale und deren genetische Parameter bei Legehennen. *Arch. Geflügelk.*, 63, 246 - 251
- SEWALEM, A., K. JOHANSSON, M. WILHELMSON und K. LILLPERS, 1999: Inbreeding and inbreeding depression on reproduction and production traits of White Leghorn lines selected for egg production traits. *British Poultry Science*, 40, 203 - 208
- SÖLKNER, J. und I. CURIK, 2000: Inzuchtdepression: Modelle mit individuellen Inzuchtkoeffizienten und kumulierter Ahnenzucht. Sitzung des Genetisch-Statistischen Ausschusses der DGFZ, Grub, 27. - 29. März
- WEIGEND, S., 1999: Assessment of Biodiversity in poultry with DNA markers. *Proceedings Poultry Genetics Symposium, Mariensee*, 6. - 8. Oktober, 7 - 14