

Genkartierung – eine Hilfe für alte Landschaftsrassen?

Bei allem, was du tust,
bedenke die notwendigen Voraussetzungen
und die Folgen, dann erst beginne
Epiktet

1. Für und wider Genkartierung

Der Erfolg tierzüchterischer Maßnahmen hängt u. a. von der Genauigkeit ab, mit der von der phänotypischen Ausprägung eines Merkmals oder einer Eigenschaft auf deren genetische Fundierung geschlossen werden kann. Je stärker die umweltbedingte Variation einer Leistung ist, desto schwieriger – und aufwendiger – wird es, die genetisch besten Tiere herauszufinden.

Die Unsicherheit der Auswahl wird verstärkt durch das – auch aus wirtschaftlichen Gründen erforderliche – Bemühen, die Selektion der Tiere so zeitig wie möglich vorzunehmen, um unnötige Aufzucht- und Haltungskosten letztlich doch nicht zur Zucht einsetzbarer Tiere zu vermeiden.

Wunschtraum vieler Züchter ist daher seit Jahrhunderten, möglichst früh im Leben eines Tieres durch Umweltwirkungen unbeeinflusste Informationen über die genetische Veranlagung zu erhalten. Wenn die Arbeiten an einer umfassenden Genkartierung bei landwirtschaftlichen Nutztieren in den nächsten Jahren und Jahrzehnten von Erfolg gekrönt würden, hätte dies eine enorme züchterische und wirtschaftliche Bedeutung: man könnte frühzeitig und genau die Tiere mit der gewünschten Veranlagung herausfinden.

Die technischen Voraussetzungen sind insofern gegeben, als bei Versuchstieren (vor allem bei Mäusen), aber auch beim

Menschen bereits zahlreiche Arbeiten über Genkartierung vorliegen bzw. im Gange sind.

Gegen die Genkartierung bei landwirtschaftlichen Nutztieren gibt es folgende Einwände:

- alles was am Tier erarbeitet wird, würde später auch auf den Menschen übertragen
- die Genkartierung liefert die Voraussetzung zu weitergehenden Vorhaben, z. B. zum Gentransfer, der im Humanbereich weitgehend abgelehnt wird und beim Tier zumindest umstritten ist.

Es gilt also abzuwägen, ob mögliche Folgen einer Genkartierung beim Nutztier als so belastend anzusehen sind, daß sie zwangsläufig zum Verzicht auf entsprechende wissenschaftliche Erkenntnisse und damit auf wesentliche züchterische Verbesserungsmöglichkeiten führen müssen.

Zum ersten Einwand ist zu vermerken, daß er in solch einer allgemeinen Form nicht zutrifft. So wendet der Mensch schon seit 2000 Jahren verschiedene Verfahren bei Nutztieren an, ohne sie in den Humanbereich übertragen zu haben. Wesentlich wichtiger erscheint aber in diesem Zusammenhang, daß die Genkartierung beim Menschen schon wesentlich weiter fortgeschritten ist als beim Nutztier. Hier würde also jeder Verzicht aus den genannten Gründen seinen Sinn verlieren.

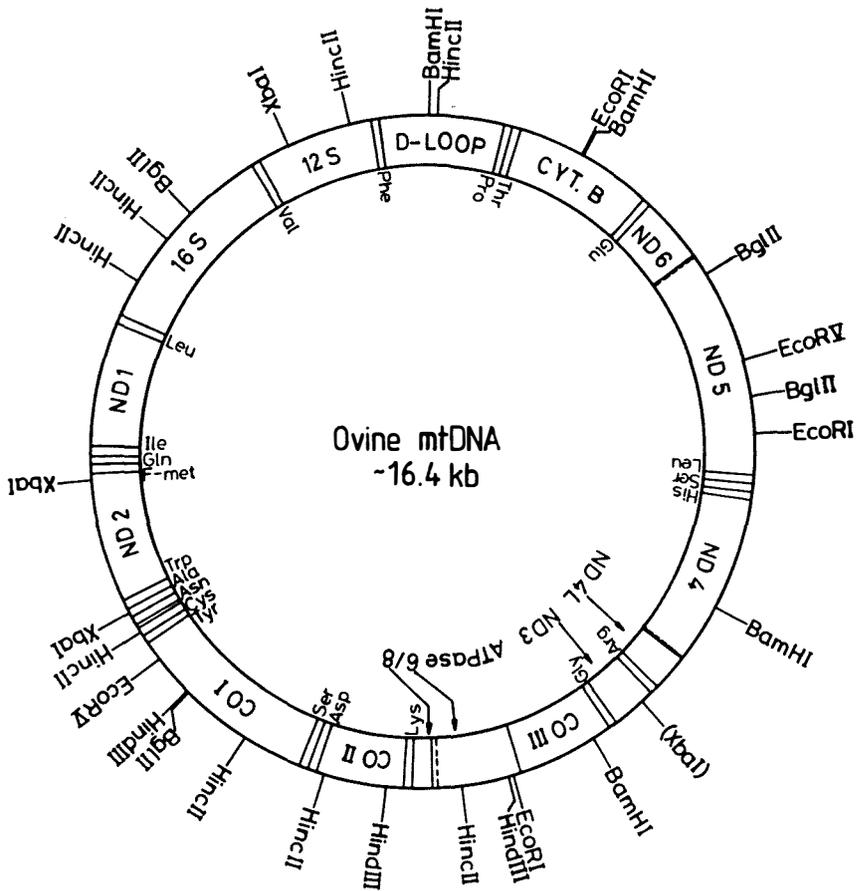


Abb. 1: Restriktions- und Genkarte oviner mitochondrialer DNA (Hiendleder 1989).

Der zweite Einwand ist insofern richtig, als zur Durchführung eines Gentransfers innerhalb einer Art zunächst die betreffenden Gene identifiziert werden müssen, bevor sie kloniert werden können. Aber der Gentransfer ist im allgemeinen unabhängig von der Genkartierung der betreffenden Art, da oft auch Genkonstrukte anderer Herkunft verwendet werden. So wurden bei landwirtschaftlichen Nutztieren u. a. auch Genkonstrukte eingesetzt, die aus dem Humanbereich (z. B. menschliches Wachstumshormon) stammen (Hammer et al. 1985).

Darf man nun einer Tierart Hilfe durch Genkartierung versagen, obwohl keine nachteilige Folgen, sondern nur erhebliche Vorteile zu erwarten sind? Eine Genkartierung beim Schaf bringt für Arbeiten im Humanbereich keinerlei Nutzen. Sollten später die kartierten Gene zu weiteren Vorhaben herangezogen werden, ist ohnehin erneut die Frage nach Voraussetzungen und Folgen zu stellen. Eine strikte Ablehnung des Gentransfers beim Schaf scheint ebensowenig gerechtfertigt, wie seine Durchführung ohne eingehende Folgenabschätzung.

2. Zur Erhaltungswürdigkeit von Landschaftsrassen

Jahrhundertlang haben diese Tiere dem Menschen geholfen, die Kulturlandschaft zu pflegen, haben ihm dabei wertvolle Nahrungsrohstoffe (Lamm- und Hammelfleisch, z. T. auch Milch) sowie Materialien für seine Bekleidung (Wolle, Felle, Häute) geliefert, der Fruchtbarkeit der Ackerböden durch Pferch- und Stallmist gedient und zur biologischen Schädlingsbekämpfung beigetragen: nun gelten die meisten Landschaftsrassen der Bundesrepublik als vom Aussterben bedroht.

Die besondere Bedeutung von Landschaftsrassen liegt in ihrer Fähigkeit, mit Umweltverhältnissen auszukommen, die anderen Tierarten und selbst anderen Schafrassen nicht zusagen. Unter jahrhundertelanger natürlicher Selektion haben sie sich zu Spezialisten entwickelt: so ist z. B. die Graue, gehörnte Heidschnucke der ideale

Pfleger der Lüneburger Heide, die Weiße, hornlose Schnucke in der Pflege von Mooren unübertroffen und nur das Bergschaf durch Trittsicherheit und Schwindelfreiheit an Steilhängen im Hochgebirge einsetzbar.

Durch die schwierige Situation der Landwirtschaft auf geringwertigen Böden fallen derzeit in verstärktem Maße Flächen brach, die sinnvoll und kostengünstig gepflegt werden sollten. Dabei geht es nicht nur um die Erhaltung von Erholungslandschaften, sondern auch um die Tatsache, daß ungepflegte, überständige Grasflächen weniger Sauerstoff produzieren als beweidetes Grünland, was mit zunehmender Verschlechterung der Sauerstoffbilanz nicht unbeachtet bleiben sollte (*Waßmuth* 1978). Wenn Landschaftsrassen auch keinen Alleinvertretungsanspruch für die Landschaftspflege stellen, so sind sie gerade in ungünstigen Lagen neben chemischer Unterdrückung des Aufwuchses oder Mul-



Abb. 2: Das Rhönschaf, eine alte, genügsame Landschaftsrasse, dient zur Landschaftspflege in rauen Mittelgebirgslagen.

chen auch heute noch ein recht wertvoller Partner. Die Eignung auch anderer Schaf-rassen zur Landschaftspflege sollte auch an dieser Stelle betont werden, je ungünstiger die Verhältnisse jedoch sind, um so eher wird man für extreme Fälle auf Landschaft zurückgreifen müssen.

Alte Landrassen sind ein Kulturgut, das man eigentlich auch ohne Aussicht auf zukünftigen Nutzen erhalten sollte. Zusätzlich stellen aber die Landschaft Genreserven dar, die in Zukunft nützlich sein könnten.

3. Ursachen der Existenzbedrohung

Den genannten Vorteilen von Landschaften stehen im Vergleich zu Intensivschaf-rassen derzeit folgende Nachteile gegenüber:

- die Anzahl erzeugter Schlachtlämmer je 100 Mutterschafe und Jahr ist in der Regel geringer
- die Schlachtkörper sind bei gleichem Verfettungsgrad im Durchschnitt leichter, bei gleichem Mastendgewicht wie andere Rassen in der Regel stärker verfettet. Landschaftschlachtkörper werden trotz guter Fleischqualität vom auf stärkere Muskelfülle bevorzugenden Markt je Kilogramm weniger gut bezahlt.
- die Wolle ist gröber und erhält meist noch geringere Preise als die der anderen Rassen, wobei der Wollpreis insgesamt durch die Konkurrenz der Kunstfasern sowie günstigere Produktionsbedingungen in anderen Ländern (keine Winterstallhaltungskosten) unter den Erzeugungskosten liegt.¹

Noch vor zwei Jahrzehnten konnten die geringeren Einnahmen der Landschaft gegenüber anderen Rassen durch einen deutlich geringeren Aufwand wettgemacht werden, so daß die ökonomische Effizienz² bei Landschaften keineswegs

geringer sein mußte. In der Zwischenzeit haben sich die Leistungsunterschiede zwischen den Rassengruppen erheblich vergrößert: die Schlachtkörperqualität fleischbetonter Rassen konnte insbesondere durch die Einführung von Stationsprüfungen³ gefördert werden, wie auch diese Rassen die Zahl der Lämmer je Mutterschaf und Jahr durch Erhöhung des Anteils an Zwillings- und Drillingsgeburten und z. T. durch Verkürzung der Zwischenlammzeiten erheblich steigern konnten. Die Zucht auf höhere Mastleistung führte allerdings in vielen Fällen zu einer beachtlichen Steigerung der Körpergewichte der Elterntiere. In Landschaftsrassen ist dagegen eine Gewichtserhöhung nur in begrenztem Umfang sinnvoll, bei manchen Rassen (wie z. B. bei Weißen hornlosen Schnucken) ist sie sogar unsinnig (weil solche Tiere sonst in Moorgebieten nicht mehr einsetzbar sind). Außerdem folgt einer Steigerung des Mehrlingsgeburtenanteils die Erhöhung der Ansprüche der Muttertiere an Qualität und Quantität des Futters. Diese Ansprüche sind aber gerade in Gebieten, in denen Landschaft zur Landschaftspflege eingesetzt sind, nicht zu befriedigen. Eine Verschlechterung der Effizienz der Landschaft ergibt sich vor allem in Herdenhaltung zusätzlich durch die stark gestiegenen Lohnkosten, während die Intensivhaltung mit Kraftfuttermast in den letzten Jahren durch Senkung der Getreidepreise in der EG an relativer Vorzüglichkeit gewinnt.

Wo es nicht gelingt, die Lämmer der Landschaftsrassen als Spezialitäten zu vermarkten, was sie z. T. wegen ihres wildbretartigen Fleischgeschmackes und ihrer natürlichen Haltungsverhältnisse auch sind – die Lüneburger Heide ist ein positives Beispiel für die Vermarktung solcher Spezialitäten –, und wo die Landschaftspflege nicht honoriert wird – auch hier gibt es positive Beispiele, in denen das der

Fall ist –, ist die Unwirtschaftlichkeit der Landschafthaltung in größeren Beständen vorprogrammiert.

4. Möglichkeiten der Existenzsicherung und ihre Probleme

4.1 Tierparks und „Hobbyhaltung“

Die Haltung einiger Landschaften in zoologischen Gärten und Tierparks ist begrüßenswert, aber zum Überleben mancher Landschaftsrassen sicherlich nicht ausreichend. Auch das durchaus anerkanntswerte Halten von Landschaften in Gärten oder futterwüchsigen Koppeln durch „Hobbyzüchter“ bietet keine Garantie, die Landschaften mit ihren ursprünglichen Eigenschaften zu erhalten.

Probleme: Zunehmende Inzucht und oft zufällige Trends in der Veränderung von Rasseeigenschaften, da nur wenige Vater-tiere eingesetzt werden können. Keine Möglichkeit mehr, wertvolle Landschaftseigenschaften wie Widerstandskraft und Genügsamkeit voll zu erhalten, da unter besseren Umweltbedingungen eine Überlegenheit dieser Tiere durch solche Eigenschaften nicht zu Tage tritt.

Mögliche Problemlösungen: Nach erfolgreicher Genkartierung Auswahl der Tiere nach solchen Genen oder Gengruppen, die die Landschaftseigenschaften bedingen (falls bis dahin nicht ein Teil der bedrohten Landschaftsrassen ausgestorben ist).

4.2 Züchterische Anpassung an Ansprüche des Marktes

Die oft beschworene Anpassung der Tiere an Verbraucherwünsche durch züchterische Selektion würde bedeuten, Landschaften in Fleischschafe umzuzüchten. Hierzu wäre aber eine große Anzahl an Schafgenerationen erforderlich. In weniger Generationen würde dies durch Kombinationskreuzung mit Fleischschaf-rassen erreicht.

Probleme: Untersuchungen über Merkmalsantagonismen beim Schaf im Gießener Tierzuchtinstitut (*Waßmuth* 1979, 1988; *Lomb* 1984; *Gautsch* 1985; *Wollny* 1985; *Mathias* 1986; *Fiebrand* 1988; *Sauer* 1988; *Wenzlaff* 1988; *Krogmeier* 1989) zeigen, daß viele Merkmale des Schafes nicht beliebig miteinander kombiniert werden können. Obwohl bei weitem noch nicht alle Zusammenhänge aufgeklärt sind – auch hier kann eine Genkartierung zu weiteren Erkenntnissen verhelfen –, muß davon ausgegangen werden, daß eine Reihe wertvoller Landschaftseigenschaften der Umzüchtung zum Opfer fallen würde.

Mögliche Problemlösung: Landschaftsrassen rein erhalten und Produkte für den Markt weitgehend durch Gebrauchskreuzungen erstellen.

4.3 Hilfe durch Gentransfer?

Die Vorteile eines Gentransfers lägen darin, nur wenige wirtschaftlich wichtige Gene aus anderen Rassen übertragen zu müssen und nicht, wie bei der Kreuzung, auch zahlreiche unerwünschte Gene in die Ausgangsrasse einzuführen, sowie dieses Vorhaben innerhalb einer Generation zu erreichen. Charakterisierung und Kartierung von Genen des Schafes sind aber erst in den Anfängen. Zwar konnten bereits auch einige Beiträge aus Gießen geleistet werden, wie die Kartierung der mitochondrialen DNA beim Schaf und deren teilweise Sequenzierung (*Hiendleder* 1989) oder auf dem Gebiet der Charakterisierung der genomischen DNA erste Ergebnisse erzielt wurden (*Moesges et al.* 1989), aber es wird sicherlich noch viele Jahre dauern, bis die hierfür wesentlichen Gene erkannt sind.

Probleme: Die durch Gentransfer „leistungsstärkeren“ Landschaften würden höchstwahrscheinlich anspruchsvoller, selbst wenn die technischen Vorausset-

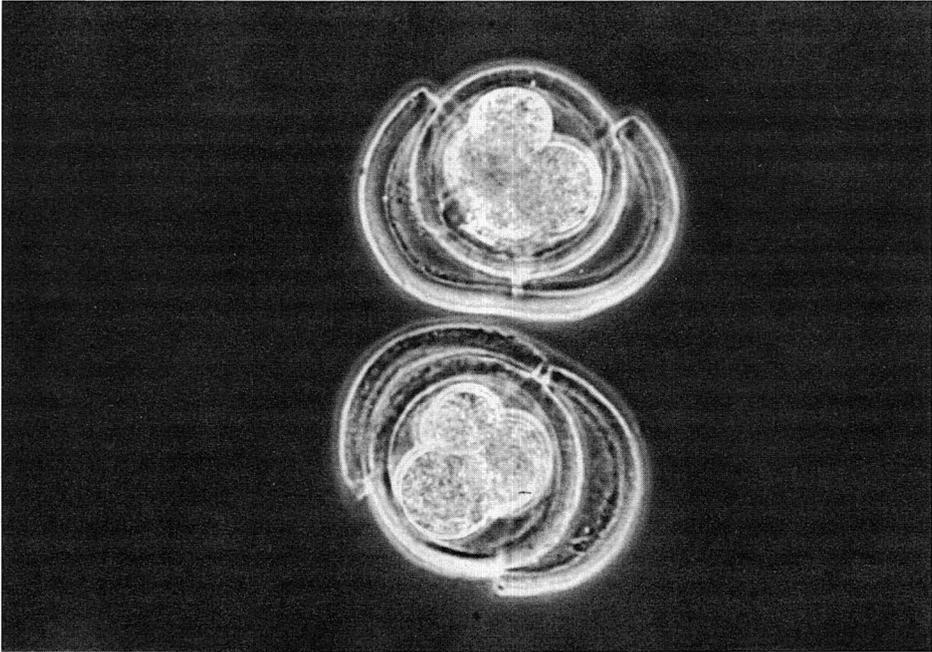


Abb. 3: Schafembryonen nach der Teilung in Ersatz-zonae pellucidae. (Aufnahme: Meinecke-Tillmann)

zungen in einiger Zeit gegeben erscheinen, tritt hier ernsthaft die Frage nach möglichen Folgen auf.

Mögliche Problemlösungen: Diese können erst nach erheblichen, aufwendigen Forschungsarbeiten aufgezeigt werden. Derzeit kann der Gentransfer nicht als Hilfe zur Erhaltung bedrohter Landschaftsrassen angesehen werden.

4.4 Tiefgefrieren von Spermata und Embryonen

Einen kleinen Beitrag zur Erhaltung von Landschaftsrassen wird man sicherlich durch Gewinnung und Lagerung von Tiefgefriersperma leisten können. Das ist bisher in der Bundesrepublik noch nicht erfolgt, ist aber nach Fertigstellung einer Schafbesamungsstation auf dem Oberen Hardthof für die Rasse Rhönschaf in Planung. Noch günstiger für die Erhaltung alter Rassen ist das Tiefgefrieren von Em-

bryonen, die später dann von Schafen anderer Rassen ausgetragen werden können. Das „Know-how“, solche „frosties“ zu erzeugen, ist an der JLU vorhanden, nur die Finanzierung bereitet – wie bei vielen anderen Vorhaben – noch Schwierigkeiten.

Problem: Man kann allein mit dieser Maßnahme zwar die Rassen konservieren, verliert sie aber als Landschaftspfleger.

Mögliche Problemlösung: Tiefgefriersperma und eingefrorene Embryone in die Zuchtplanung von Landschaftsrassen integrieren, falls es gelingt, durch andere Maßnahmen die Haltung von Landschaftsrassen wirtschaftlich zu gestalten.

4.5 Möglichkeiten der Stratifikation

Unter Stratifikation versteht man die sinnvolle Ausnutzung unterschiedlicher Umweltverhältnisse mit Hilfe von Kreuzungszuchtverfahren, wobei die Zuchtzie-



Abb. 4: Die ersten durch Embryonenteilung entstandenen Rhönschafzwillinge.

(Aufnahme: Waßmuth)

re unter den geringeren, die Masttiere unter den besseren Fütterungsbedingungen gehalten werden. Da der Verkauf von Landschaftslämmern zum Schlachten im Vergleich zu Lämmern aus Intensivrassen in der Regel zu geringeren Erlösen führt, muß die Möglichkeit des Zuchttierverkaufs aus Landschaftbeständen diskutiert werden. Zuchttiere brauchen nur eine geringere Fütterungsintensität als Masttiere und erhalten relativ höhere Preise. Aber wer wäre der Abnehmer von Landschaften zur Zucht? In Großbritannien werden Landschaften aus Berggebieten, die dort drei bis vier Lammungen hinter sich gebracht haben, in Mittelgebirgslagen verkauft, wo sie mit Böcken besonders fruchtbarer Rassen bzw. Linien angepaart werden. Die weibliche Nachzucht aus dieser Paarung, die Genügsamkeit von müt-

terlicher und Mehrlingsgeburtenveranlagung von väterlicher Seite mitbringt, wird in Gebiete guten Futterwuchses verkauft, wo sie mit Fleischschafböcken angepaart bei relativ geringen Mutterhaltungskosten viele Lämmer mit recht gutem Schlachtkörperwert erbringt⁴.

Probleme: Ein Nachteil der Stratifikation mit Landschaften liegt darin, daß durch die Anpaarung mit einer besonders fruchtbaren Rasse (z. B. Romanov⁵ oder Finnschaf⁶) die Schlachtkörper der ersten Kreuzungsgeneration verschlechtert werden und derzeit kaum Absatzchancen haben. Das ergibt einen Mindererlös (oder gar einen Totalverlust) bei den männlichen Lämmern der ersten Kreuzungsgeneration. Und auch die weiblichen Tiere, die über Genügsamkeit und gute Fruchtbarkeitsveranlagung verfügen, können ih-

rer Nachzucht keine besonders guten Anlagen hinsichtlich des Schlachtkörperwertes vererben. Durch Kombination von Rassen mit hoher Fruchtbarkeitsveranlagung und solchen mit guter Schlachtkörperqualität nimmt die Reproduktionsleistung wieder ab.

Mögliche Problemlösung: Ideal wäre die Züchtung einer Linie, die sowohl über einen guten Schlachtkörper verfügt, als auch den weiblichen Kreuzungslämmern eine sichere Veranlagung zu Mehrlingsgeburten mitgibt.

4.6 Die Einbeziehung des *FecB*-Gens

Die Züchtung einer solchen Linie könnte durch die Einführung des *Fec^B*-Gens ⁷ in eine Fleischschafelinie erfolgen. Mit der Zuchtarbeit hierzu wurde in Gießen bereits begonnen (*Waßmuth* 1989). Aber es würde die Züchtungsarbeit wesentlich erleichtern, wenn ein Marker für das *Fec^B*-Gen gefunden wird. Man könnte dann die Auswahl schon bei den Lämmern vornehmen, während man derzeit die Böcke erst aufgrund der Fruchtbarkeitsleistung ihrer Töchter, d. h. in einer Zeit, in der sie bereits Großväter sind, mit genügender Ge-

naugigkeit zur Zucht auswählen kann. Genkartierung und Markersuche sind hier also wesentliche Elemente eines schnellen Zuchtfortschritts für eine solche Linie und die Ausnutzung des *Fec^B*-Gens auf diese Weise sicherlich sinnvoller als eine direkte Übertragung in Landschafe.

Probleme: Die Genkartierung beim Schaf ist noch nicht so weit fortgeschritten, daß die Lage des *Fec^B*-Gens bekannt wäre.

Mögliche Problemlösung: Gezielte Anstrengung, die Lage des *Fec^B*-Gens zu finden oder zumindestens Gene oder Gengruppen ausfindig zu machen, die als Marker für das *Fec^B*-Gen dienen können ⁸.

4.7 Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Lammfleischherzeugung durch Ausnutzung heterotischer Wirkungen

Der Begriff „Heterosis“ beinhaltet die Überlegenheit der ersten Kreuzungsgeneration gegenüber dem Durchschnitt der reingezüchteten Eltern, wobei das Abklingen dieser Wirkungen in den folgenden Generationen eingeschlossen ist. Heterotische Effekte bei Schafen betreffen insbe-

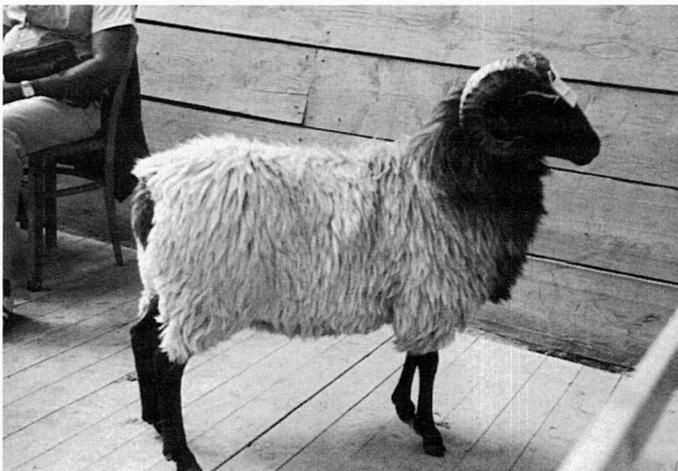


Abb. 5: Die graue, gehörnte Heidschnucke – der Pfleger der Heidelandschaft.

(Aufnahme: Waßmuth)

sondere die Fruchtbarkeit, das Aufzuchtvermögen und die Vitalität (leider aber auch den Fettansatz im Schlachtkörper). Durch solche Wirkungen kann die ökonomische Effizienz z. T. erheblich gesteigert werden. Deshalb ist es günstig, wenn die zur Erzeugung von Kreuzungslämmern eingesetzte Vaterlinie züchterisch so entwickelt werden kann, daß ein möglichst großer Heterosiszuwachs eintritt. Landschaften scheinen in manchen Fällen besonders geeignet zu sein, stärkere heterotische Wirkungen in Kreuzungen mit Intensivrasen hervorzubringen. Bei Rhönschafen konnte gezeigt werden, daß bei Anpaarung mit Merinolandschafen ein signifikanter Heterosiszuwachs zu verzeichnen ist (Wojtowski et al. 1990).

Problem: Die zur Steigerung heterotischer Wirkungen günstige reziproke, rekurrente Selektion⁹ ist sehr langwierig und auch kostspielig.

Mögliche Problemlösung: Arbeiten des Gießener Tierzuchtinstituts weisen darauf hin, daß heterotische Wirkungen bei landwirtschaftlichen Nutztieren in Zusammenhang mit dem mitochondrialen Stoffwechsel stehen (u. a. Dzapó et al. 1983; Dzapó u. Waßmuth 1983, 1984; Krogmeier et al. 1989; Krogmeier et al. 1990). Dabei scheinen die Interaktionen zwischen den maternal vererbten mitochondrialen Genen und den chromosomalen Genen von besonderem Interesse, auch um Vorhersagen für eine systematische Nutzung der Heterosis treffen zu können. Genkartierungen sind deshalb auch an dieser Stelle von besonderer Bedeutung (Hiendleder 1989).

4.8 Embryotransfer und Embryonenteilung als zusätzliche Hilfsmittel

Der Aufbau von Linien, die mit bestimmten Rassen angepaart, zu einem Heterosiszuwachs führen, ist – wie erwähnt – sehr

aufwendig. Mit Hilfe des Embryotransfers kann die Vermehrungsrate besonders geeigneter Mutterschafe jedoch beträchtlich gesteigert werden. Die Übertragung von Embryonen auf andere Mutterschafe wurde zunächst zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen durchgeführt (Meinecke-Tillmann u. Waßmuth 1977/78), kann aber nach Erlangung der Praxisreife vielfältig eingesetzt werden. Auch die Erzeugung monozygoter Zwillinge¹⁰ diente zunächst ausschließlich der Forschung (Meinecke-Tillmann et al. 1979; Meinecke-Tillmann 1980), wobei sich Einsatzmöglichkeiten dieser Tiere auch in anderen Forschungsbereichen ergeben (Waßmuth u. Meinecke-Tillmann 1980; Meinecke-Tillmann 1983).

Problem: Derzeit sind beim Schaf noch operative Eingriffe zur Embryonenteilung erforderlich.

Mögliche Problemlösung: Erarbeitung von Verfahren der unblutigen Embryonenteilung beim Schaf, nachdem ein derartiges Verfahren bei der Ziege bereits eingesetzt werden konnte (Sonnen et al. 1990).

5. Zusammenfassung

Es werden Möglichkeiten aufgezeigt, die Gefahr des Aussterbens alter Landschaftsrassen zu mindern. Die Genkartierung könnte bei verschiedenen Ansätzen eine wertvolle Hilfe sein.

Anmerkungen

¹ Es sei hierzu vermerkt, daß der Marktpreis mancher Kunstfasern nicht die Umweltbelastung während der Produktion einschließt. Es wird bei Vergleichen meist auch nicht der hohe Verbrauch an begrenzt verfügbaren Rohstoffen und Energieträgern berücksichtigt, wogegen das Schaf als „Kleinfabrik“ oft aus sonst nicht verwertbaren Pflanzenresten einen nachwachsenden Rohstoff in Form der Wolle ohne jegliche schädliche Abga-

- se und ohne Rückgriff auf fossile Brennstoffe erzeugt.
- ² Im Gegensatz zu Gegenüberstellungen einzelner Leistungen ergibt sich durch Errechnung der ökonomischen Effizienz die Möglichkeit eines umfassenden Vergleichs zwischen Rassen und zwischen Produktionsformen (*Waßmuth* 1973)
 - ³ Durch einheitliche Umwelt in einer Prüfungsstation lassen die Bocknachzuchtgruppen, die aus den einzelnen Zuchtherden angeliefert und nach Mast mit gleicher Fütterung geschlachtet werden, deutlicher die genetischen Unterschiede erkennen, als nach Mast in den Herkunftsherden. Die erste dieser Stationen in Europa wurde 1955 unter Mitwirkung des Gießener Tierzuchtinstituts in Kassel-Wilhelmshöhe errichtet (*Waßmuth* 1957; *Waßmuth* et al. 1966; *Waßmuth* et al. 1967).
 - ⁴ Diese Arbeitsteilung über verschiedene Regionen hinweg kennt auch andere Variationen: bereits den Einsatz des Bockes aus der Fruchtbarkeitslinie (neben dem Einsatz von Landschaftböcken) im Landschaftbestand und Verkauf von weiblichen Kreuzungslämmern in bessere Umweltverhältnisse. Allen diesen Vorhaben liegt die Idee zugrunde, die Aufzucht weitgehend unter ungünstigen Futterverhältnissen und die Mast in futterwüchsigen Standorten durchzuführen. Die Landrasse bleibt rein erhalten und kann durch den Zuchttierverkauf auch wirtschaftlich überleben.
 - ⁵ Die Romanov-Rasse, eine Pelzrasse, stammt aus Rußland und ist durch einen hohen Anteil an Drillings- und Vierlingsgeburten bekannt geworden. Ihr Schlachtkörper entspricht aber nicht den derzeitigen Marktanforderungen in Mitteleuropa.
 - ⁶ Das Finnische Landschaft wurde bereits in den 70er Jahren in Kreuzungsversuchen des Gießener Tierzuchtinstituts eingesetzt. Die Ergebnisse, sowohl hinsichtlich der Erhöhung des Mehrlingsgeburtenanteils als auch der Verschlechterung der Schlachtkörperqualität wurden von *Waßmuth* u. *Jatsch* (1980) zusammengefaßt.
 - ⁷ Träger des *Fec^B*-Gens (F = fecundity), das bisher als „F-Gen“ bezeichnet wurde, haben gegenüber anderen Rassen eine größere Anzahl an Antralfollikeln. Unter dem Einfluß dieses Gens erreichen die Follikel ihre Reife bei geringeren Durchmesser (homozygot FF: 2–4,5 mm, heterozygot F + 3–4,5 mm und homozygot ++ \geq 5 mm – *McNatty* et al. 1985; *McNatty* et al. 1986). Da die Follikel der FF- und F+-Booroola-Merinos ihre ovulatorische Reife bei einem geringeren Durchmesser erreichen als die der ++-Merinos bzw. die der anderen Schaffrassen, können die Ovarien der F-Gen-träger mehr Follikel tragen, die zur Ovulation kommen (*Henderson* et al. 1985; *McNatty* et al. 1985). Dementsprechend ist die Ovulationsrate bei diesen Tieren höher als bei den Nicht-F-Gen-Trägern (*Henderson* et al. 1985).
 - ⁸ Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat im Rahmen ihres Schwerpunktprogrammes „Genomanalyse und Gentransfer beim Nutztier“ dem Autor dieses Beitrages, gemeinsam mit Priv.-Doz. Dr. Hans Martin Seyfert und Frau Dr. Birgit Glahn-Luft, ein Forschungsvorhaben auf diesem Gebiet (Kennwort: „Oviner Fruchtbarkeitskomplex“) bewilligt.
 - ⁹ Bei diesem Verfahren werden die Eltern aufgrund der Leistungen ihrer Kreuzungsnachkommen ausgewählt und in Reinzucht weiter vermehrt. Dies geschieht mehrere Generationen lang und kann bei verschiedenen Merkmalen zu einem beachtlichen Heterosiszuwachs bei den Kreuzungsgenerationen führen, während sich in den Elternlinien dagegen Inzuchtdepressionen bemerkbar machen können.
 - ¹⁰ Durch mikromanipulatorische Teilung von Embryonen und Übertragung der Hälften in verschiedene Mutterschafe erreichte Sabine Meinecke-Tillmann in Gießen erstmalig das Austragen einer Zwillinge in verschiedenen „Muttertieren“, was für das Studium maternaler Effekte neue Möglichkeiten erschließt.

Literatur

- Dzapo, V.; W. Schnarr; R. Waßmuth* (1983): Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol. 100:109–122.
- Dzapo, V.; R. Waßmuth* (1983): Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol. 100:280–295.
- Dzapo, V.; R. Waßmuth* (1984): Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol. 101:112–130.
- Fiebrand, G.* (1987): Diss. agr. FB Veterinärmedizin und Tierzucht, Gießen.
- Gautsch, K.-D.* (1985): Gießener Schriftenreihe Tierzucht und Haustiergenetik, Bd.49, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Hammer, R.E.; V.G. Pursel; C.E. Rexroad jr.; R.J. Wall; D.J. Bolt; K.M. Ebert; R.D. Palmiter, and R.L. Brinster* (1985): Nature 315:680–683.
- Henderson, K.M.; L.E. Kieboom; K.P. McNatty; S. Lun; O. Heath* (1985): J. Reprod. Fert. 75:111–120.
- Hiendleder, S.* (1989): Diss. agr. FB Agrarwissenschaften, Gießen.
- Krogmeier, D.* (1989): Gießener Schriftenreihe Tierzucht und Haustiergenetik, Bd. 53, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Krogmeier, D.; V. Dzapo; R. Waßmuth* (1989): Züchtungskunde 61:299–310.
- Krogmeier, D.; O. Wenzlaff; V. Dzapo; R. Waßmuth* (1990): Züchtungskunde 62:52

- Lomb, C.* (1984): Diss. med. vet. FB Veterinärmedizin und Tierzucht, Gießen.
- Mathias, J.* (1986): Diss. agr., FB Agrarwissenschaften, Gießen.
- McNatty, K.P.; K.M. Henderson; S. Lun; D.A. Heath; K. Ball; N.L. Hudson; J. Fannin; M. Gibb; L.E. Kieboom; P.J. Smith* (1985): *Reprod. Fert.* 73:109–120.
- McNatty, K.P.; S. Lun; D.A. Heath; K. Ball; P. Smith; N.L. Hudson; J. McDiarmid; M. Gibb; K.M. Henderson* (1986): *J. Reprod. Fert.* 77:193–205.
- Meinecke-Tillmann, S.* (1980): *Umschau* 80:248–249.
- Meinecke-Tillmann, S.* (1983): *Fortschritte in der Fertilitätsforschung* 12:426–429.
- Meinecke-Tillmann, S.; B. Meinecke; R. Waßmuth* (1979): *Zuchthygiene* 14:165–169.
- Meinecke-Tillmann, S.; R. Waßmuth* (1977/78): *Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol.* 94:217–225.
- Moeges, G.; G. Schmahl, B. Glahn-Luft; R. Waßmuth* (1989): *Züchtungskunde* 61:469–475.
- Sauer, S.* (1988): Diss. Vet. med.; FB Veterinärmedizin, Gießen.
- Sonnen, A.; S. Meinecke-Tillmann; H. Lewalski; R. Meinecke* (1990): *Zuchthygiene* (im Druck).
- Waßmuth, R.* (1957): *Aufgaben und Ziele der Mastversuchsanstalt für Schafe in Kassel-Wilhelmshöhe. Dtsch. Schäfereizeitung* 49:57–58.
- Waßmuth, R.* (1973): *Schweiz. Ldw. Mhft.*, 51:341–357.
- Waßmuth, R.* (1978): In: *Aufgaben und Grenzen der Pflanzenproduktion in der Landwirtschaft, Hohenheimer Arbeiten* 97:108–123, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Waßmuth, R.* (1979): *Züchtungskunde* 51:475–482.
- Waßmuth, R.* (1988): *Vorträge des wissenschaftlichen Symposiums „Züchtungsmaßnahmen zur Leistungssteigerung in der Schafproduktion“*, Karl-Marx-Universität Leipzig, S. 48–55.
- Waßmuth, R.* (1989): *Deutsche Schafzucht* 25:542–543.
- Waßmuth, R.; O. Jatsch* (1980): *Giebener Schriftenreihe Tierzucht und Haustiergenetik*, Bd. 43, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Waßmuth, R.; S. Meinecke-Tillmann* (1980): *Tierzüchter* 32:329–330.
- Waßmuth, R.; E. Wilke; P. Bormann; K.G. Falk* (1966): *Züchtungskunde* 38:180–185.
- Waßmuth, R.; E. Wilke; K.G. Falk; H. Jesswein* (1967): *Züchtungskunde* 39:295–300.
- Wenzlaff, O.* (1988): *Giebener Schriftenreihe Tierzucht und Haustiergenetik*, Bd. 52, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Wojtowski, J.; A. Sonnen; R. Waßmuth* (1990): *Züchtungskunde* 62:234–240.
- Wollny, C.* (1985): *Giebener Schriftenreihe Tierzucht und Haustiergenetik*, Bd. 48, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.