



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

---

Gravert, H. O.: Leistungsentwicklung in der tierischen Produktion. In: Weinschenk, G.: Die zukünftige Entwicklung der europäischen Landwirtschaft – Prognosen und Denkmodelle. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 10, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1973), S. 23-36.

---



# LEISTUNGSENTWICKLUNG IN DER TIERISCHEN PRODUKTION

von

Prof. Dr. H. O. Gr a v e r t , Kiel

---

1	Einleitung	23
2	Bestimmungsgründe des züchterischen Fortschritts in der Reinzucht	24
3	Bestimmungsgründe des züchterischen Fortschritts in der Hybridzüchtung	28
4	Entwicklungstendenzen der Fütterungstechnik	29
5	Vorausschätzung der individuellen Leistungen in der tierischen Produktion	31

---

## 1 Einleitung

Prognosen über die künftige Entwicklung der tierischen Leistungen bewegen sich zwischen statistischen Trendextrapolationen und futurologischen Versionen technologischer Revolutionen. Die aus Trendextrapolationen gefundenen Bandbreiten reichen auch unter Berücksichtigung von Unbestimmtheitsrelationen offensichtlich nicht aus, die tatsächliche Entwicklung im voraus mit ausreichender Genauigkeit zu schätzen. Andererseits entbehren Aufzählungen der denkbaren technologischen Neuerungen der konkreten Vorstellung, wann, in welchem Ausmaß und mit welchem Entwicklungstempo Auswirkungen auf das durchschnittliche Leistungsniveau zu erwarten sind.

Während Leistungsfortschritte in der pflanzlichen Produktion durch Neuzüchtungen oder neue Anbautechniken kurzfristig auftreten können, sind in der tierischen Produktion relativ stetige Leistungsentwicklungen zu erwarten, da die für Neuzüchtungen erforderlichen Tierbestände nicht etwa in zoologischen Gärten unter Ausschluß der Öffentlichkeit gehalten werden, sondern in der Regel gegenwärtig im Produktionsprozeß stehen bzw. die Elterntiere der vorhandenen Nutztiere darstellen.

Tierische Leistungen resultieren aus einem komplexen Zusammenwirken von Züchtung, Fütterung und Haltungstechnik. Die Leistungen ergeben sich nicht als Addition aus diesen drei Faktoren, sondern aus dem genetischen Reaktionsvermögen unter gegebenen Fütterungs- und Haltungsverhältnissen. Landwirtschaftliche Nutztierbestände können als Betriebsmittel betrachtet werden, in denen die genetische Leistungsbereitschaft als Anlagekapital den ökonomischen Nutzeffekt des Umlaufkapitals (Fütterung) bestimmt. Die Gesamtleistung eines Betriebsmittels wird durch das optimale Verhältnis von Anlage- zu Umlaufkapital und ungestörte Produktionsabläufe

(Haltungstechnik) bestimmt. Die Leistungsentwicklung ergibt sich daher als Entwicklung des züchterischen Fortschrittes, der Fütterung und der angemessenen Haltungstechnik. Jeder Faktor unterliegt mehreren Bestimmungsgründen, die das Entwicklungstempo entscheiden.

## 2 Bestimmungsgründe des züchterischen Fortschritts in der Reinzucht

Für eine einzelne Eigenschaft ist der züchterische Fortschritt pro Generation die genetische Überlegenheit der zur Zucht benutzten Tiere über das Populationsmittel. Die genetische Überlegenheit hängt von der Mindestzahl der Zuchttiere ab, die zur Bestandserhaltung benötigt werden, sowie von der Genauigkeit, mit der die Zuchtwerte der benutzten Tiere bestimmt werden können. Die Zahl der notwendigen Zuchttiere (Remontierungsquote) ergibt sich wiederum aus den Zuchtverfahren und den Veränderungen der Populationsgröße. Beispielsweise erlaubt eine Verringerung der Remontierungsquote von 10 % auf 1 % der männlichen Kälber bzw. Ferkel durch Übergang zur künstlichen Besamung eine Beschleunigung des züchterischen Fortschrittes um 53 %. Wenn bei rückläufigen Kuhbeständen nicht mehr 30, sondern nur 20 % der weiblichen Kälber für die Bestandsergänzung benötigt werden, kann der züchterische Fortschritt durch diese Maßnahme um 20 % beschleunigt werden. Während der Anteil der künstlichen Besamung bei Rindern wegen der steigenden Kosten der K.B. und vermehrten Fruchtbarkeitsschwierigkeiten bei höheren Leistungen nur noch geringfügig zunehmen wird, ist bei Schweinen in den nächsten Jahren eine erhebliche Ausdehnung der künstlichen Besamung zu erwarten.

Die angegebenen Steigerungsraten werden nur realisiert, wenn die aufgrund ihrer phänotypischen Leistung vermeintlich besseren Tiere tatsächlich die höchsten Zuchtwerte aufweisen. Die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung kann durch die Korrelation zwischen dem wahren Zuchtwert und dem geschätzten Zuchtwert ausgedrückt werden und entspricht bei der Eigenleistung der Wurzel aus der Heritabilität. Die Heritabilität ist die Regression des wahren Zuchtwertes auf die phänotypische Leistung. Sie ist als Populationsparameter keine Konstante, sondern hängt von der genetischen Varianz, von der Varianz der Umweltfaktoren und von der Meßgenauigkeit ab. Offenbar wird unter guten Fütterungs- und Umweltverhältnissen eine höhere Heritabilität als unter unzureichenden Umweltverhältnissen erzielt. Daher kann durch optimale Fütterungsintensität die Effizienz der züchterischen Auslese verbessert werden.

Die Steigerung der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung ist ein zentrales Problem für die Beschleunigung des züchterischen Fortschritts. Während die Genauigkeit aus Eigenleistungsprüfungen die Wurzel aus der Heritabilität nicht überschreiten kann, erlaubt eine Nachkommenprüfung höhere Genauigkeitswerte auch für Eigenschaften mit geringerer Heritabilität. Quantitative Eigenschaften, wie Milchleistung, tägliche Zunahme in der Mast, Futtermittelverwertung, Wollleistung u.a. erreichen nur mittlere Heritabilitätswerte von 0,2 bis 0,4, so daß gerade für diese ökonomisch bedeutsamen Eigenschaften die Verfahren der Nachkommenprüfung verstärkt angewendet werden. Die Genauigkeit der Nachkommenprüfung erreicht ihr Maximum, wenn alle nicht-genetischen Einflüsse auf die Leistung einer Nachkommengruppe in Höhe ihrer tatsächlichen Wirkungen eliminiert werden. Deshalb werden für derartige Zuchtwertschätzungen Verfahren der multiplen Regressionsrechnung angewendet. Dieses war bzw. ist jedoch erst nach Anwendung elektronischer Rechenanlagen für die Zuchtwertschätzung bei den verschiedenen Tiergattungen technisch realisierbar.

Neben der Selektionsintensität und der Genauigkeit der Zuchtwertschätzung entscheidet die genetische Standardabweichung über den möglichen züchterischen Fortschritt. Die genetische Standardabweichung einer Eigenschaft ergibt sich aus den Genfrequenzen, den Genwirkungen und der Anzahl der an einer Leistungseigenschaft beteiligten Gene. Man kann davon ausgehen, daß die ökonomisch bedeutsamen Leistungseigenschaften durch eine große Anzahl von Genen bedingt werden, so daß der relative Anteil eines einzelnen Genes an der Leistungsausprägung sehr gering ist. Daher wirkt sich eine Selektion nur geringfügig auf die Genfrequenz eines ein-

zelen Genes aus. Dennoch kann erwartet werden, daß die Frequenzen bedeutsamer Leistungsgene durch systematische Auslese in relativ wenigen Generationen bereits so weit verschoben werden, daß eine sichtbare Verringerung der additiv bedingten Varianz eintritt. Nur Leistungsgene, die im heterozygoten Zustand günstiger wirken als im homozygoten, bleiben bei mittleren Genfrequenzen erhalten. Lang anhaltende Selektion resultiert daher in einer Fixierung additiv wirkender Gene und führt damit zu einem Rückgang der additiv bedingten genetischen Varianz, während die durch nicht-additive Genwirkungen (Dominanz, Epistasie) verursachte Varianz relativ an Bedeutung gewinnt. Es ist anzunehmen, daß Merkmale der Fruchtbarkeit, die der natürlichen Selektion unterliegen, diesen Zustand bereits erreicht haben. Deshalb versagen für solche Eigenschaften die herkömmlichen Verfahren der Reinzucht, während Methoden der Hybridzüchtung noch weitere Leistungsfortschritte ermöglichen.

Sind die Leistungsgene für gewünschte Eigenschaften in einer Population nur in geringer Frequenz vorhanden, so ergibt sich hieraus eine geringe genetische Standardabweichung. Dementsprechend sind die möglichen züchterischen Fortschritte außerordentlich gering. In solchen Fällen kann durch die Einkreuzung anderer Rassen eine erhebliche Verschiebung der Genfrequenz erreicht werden, die zu einer Steigerung der genetischen Standardabweichung führt. Dieses ist der genetische Hintergrund für die Einkreuzung von ausländischen Rinderrassen bei deutschen Schwarzbunten, Fleckvieh und Braunvieh. Während die bisher genannten Bestimmungsgründe Selektionsintensität, Genauigkeit der Zuchtwertschätzung und genetische Standardabweichung den züchterischen Fortschritt pro Generation bestimmen, ist die Praxis an einem maximalen genetischen Leistungsfortschritt in der Zeiteinheit, d.h. pro Jahr, interessiert. Eine Verkürzung des Generationsintervalls führt zu einer Beschleunigung des genetischen Leistungsfortschrittes. Das Generationsintervall ist der mittlere Zeitabstand von der Geburt der Eltern bis zur Geburt der Nachkommen und beträgt in der Rinderzucht etwa 5 Jahre, in der Schweinezucht 2,5 Jahre, in der Schafzucht 3,7 und in der Pferdezucht 9 Jahre. Eine Verkürzung ist durch eine möglichst frühe intensive Zuchtbenutzung möglich. Regelmäßig steht jedoch einer frühen Zuchtbenutzung eine ungenaue Zuchtwertschätzung entgegen, so daß die Optima zwischen Genauigkeit der Zuchtwertschätzung durch wiederholte Eigenleistungen oder Nachkommenprüfung einerseits und den Umfang der Zuchtbenutzung andererseits angestrebt werden müssen.

Die vorgenannten Bestimmungsgründe der Leistungsentwicklung beziehen sich auf eine einzelne Eigenschaft. Regelmäßig sind in der Zuchtwahl jedoch mehrere Eigenschaften gleichzeitig zu beachten, die eine unterschiedliche wirtschaftliche Bedeutung besitzen und miteinander genetisch und phänotypisch in unterschiedlicher Intensität und Richtung korreliert sind. Falls es möglich ist, die langfristig zu erwartenden Grenznutzen der einzelnen Eigenschaften zu bestimmen, ergibt die Zusammenfassung der Eigenschaften in einem Selektionsindex das Optimum für den züchterischen Fortschritt hinsichtlich des Gesamtnutzens. Hierbei werden die bekannten Verfahren der mehrfachen Regressionsanalyse oder Diskriminanz-Funktionen benutzt. Die Anwendung der Maximum-Likelihood-Methode führt ungefähr zu gleichen Ergebnissen.

Die Leistungsentwicklung ist der Genauigkeit der angewandten Selektionsindices direkt proportional. Ungenauigkeiten ergeben sich zu einem geringen Teil aus Veränderungen der benutzten Populationsparameter (Heritabilitäten, genetische und phänotypische Korrelationen) als Folge der Selektionen selbst, zu einem größeren Teil jedoch aus den Ungenauigkeiten, die mit einer Vorausschätzung der ökonomischen Bedeutung der einzelnen Eigenschaften verbunden sind. Es ist in der gegenwärtigen Diskussion zum Beispiel strittig, ob der Eiweißgehalt der Milch in einen Selektionsindex einbezogen werden soll. Einerseits erwartet man eine relative Bevorzugung des Milcheiweißes in der zukünftigen Ernährung, andererseits wird die Überproduktion an Milcheiweiß auf ein Vielfaches der Überproduktion an Milchfett geschätzt. In der Schweineproduktion sind beispielsweise die zunehmenden technologischen Schwierigkeiten durch mangelhafte Fleischkonsistenz hinreichend bekannt. Die Einbeziehung dieses Merkmals in einen Selektionsindex führt jedoch nur dann zu einem maximalen ökonomischen Effekt, wenn die Qualitäts-

differenzen ihren angemessenen Niederschlag in den Auszahlungspreisen finden.

Während bei einer Züchtung mit einem Selektionsindex Tiere erstellt werden, die den höchsten Gesamtnutzen erwarten lassen, wobei es relativ gleichgültig bleibt, aus welcher Leistungskomponente dieser Nutzen resultiert, werden mit anderen Zuchtverfahren größere Leistungsfortschritte in einzelnen Eigenschaften erzielt. Wird über einige Generationen eine Leistungskomponente (Milchmenge), über weitere Generationen eine andere Leistung (Fleischleistung) verbessert, so spricht man von "Tandemselektion". Der nach einigen Generationen erzielte Gesamtfortschritt ist stets geringer als bei der Indexselektion. Dennoch kann dieses Zuchtssystem in Verbindung mit Gebrauchskreuzungen ökonomisch vorteilhafter sein. Wenn z.B. bestimmte Eigenschaften nur in einem Geschlecht benötigt werden, z.B. Fruchtbarkeit bei Sauen, kann eine getrennte Selektion auf Fruchtbarkeit in weiblichen Linien und Schlachtkörperqualität in männlichen Linien mit anschließenden Gebrauchskreuzungen auch dann einer Beschleunigung des Leistungsfortschrittes führen, wenn keine speziellen Heterosiswirkungen genutzt werden. In solchen Zuchtprogrammen werden die besonderen Vorzüge bestimmter Rassen oder Linien durch ihre sogenannten "Stellungseffekte" genutzt.

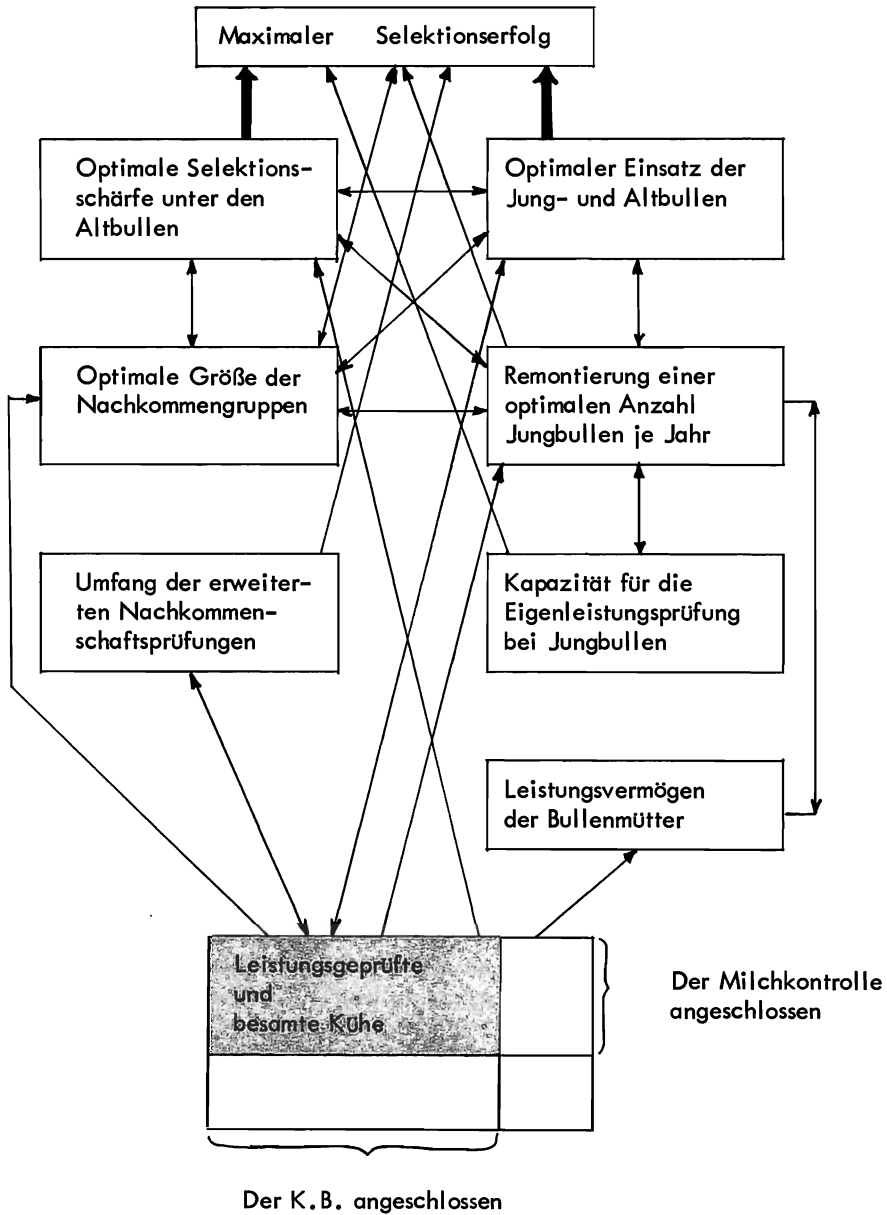
Auch die Zuchtmethoden der unabhängigen Selektionsgrenzen oder Züchtung mit Extremen erlauben nicht den gleichen Leistungsfortschritt wie die Indexselektion, jedoch sind sie für die praktische Anwendung wesentlich einfacher zu handhaben, so daß theoretisches Optimum und praktische Leistungsentwicklung nicht notwendigerweise kongruent sein müssen.

Die Bestimmungsgründe der genetisch bedingten Leistungsentwicklung in der tierischen Produktion stehen in vielfältigen Wechselbeziehungen zueinander. Für die Rinderzucht sind diese Beziehungen als Beispiel in der nachstehenden Grafik skizziert. Berücksichtigt man, daß - ähnlich wie in der linearen Programmierung -, vielfältige Restriktionen zu beachten sind, so wird ersichtlich, daß keiner der oben genannten Bestimmungsgründe unabhängig von den anderen quantitativ fixiert werden kann. Fast alle Beziehungen zwischen den Bestimmungsgrößen sind nicht linear. Daher werden optimale Zuchtprogramme durch iterative Rechenverfahren oder grafische Lösungen ermittelt. In der gegenwärtigen Phase befinden sich mehrere solcher Zuchtprogramme in der praktischen Erprobung, z.B. in Nordbayern, Schleswig-Holstein, Norwegen, Israel und anderen Ländern.

Während für fest vorgegebene Populationsstrukturen und Prüfungskapazitäten die jeweiligen optimalen Zuchtprogramme noch relativ leicht erstellt werden können, ist die Frage nach optimalen Strukturen, Prüfungskapazitäten und züchterischen Investitionen nicht nur in der theoretischen Diskussion, sondern vor allem in der praktischen Durchführung außerordentlich schwierig zu beantworten. Schon die Frage nach der Effektivität eines Zuchtprogrammes wirft das Problem auf, ob der Bruttoselektionserfolg, der die maximale Leistungsentwicklung einer Population und damit eine dominierende Rolle im internationalen Wettbewerb gewährleistet, oder der Nettoselektionserfolg, der eine maximale Rendite der investierten Mittel ermöglicht, bevorzugt werden soll. Investitionsalternativen werden durch die bekannten Verfahren der Kapitalwertmethode, der ewigen Rente, der internen Zinsfußmethode oder der Pay-off-Methode verglichen. Theoretisch könnte man erwarten, daß die künftige Leistungsentwicklung durch das Maximum des Nettoselektionserfolges oder, in Anbetracht der Kaufkraftentwertung und der Langfristigkeit züchterischer Investitionen, durch die kürzeste Pay-off-Methode bestimmt wird. Wenn jedoch aus Wettbewerbsgründen maximale Bruttoselektionserfolge angestrebt werden, wird der Leistungsfortschritt wesentlich größer sein als es privatwirtschaftlich sinnvoll wäre. Die sehr hohen Zuchtviehpreise für einzelne Bullen und Eber lassen vermuten, daß die zweite Annahme richtig ist.

Die bisherigen tatsächlichen Leistungsfortschritte lassen sich aus den Statistiken der Milchleistungskontrolle, der Milchlieferung, der Prüfungsanstalten für Schweine und Rinder und einzelbetrieblichen Erhebungen ableiten. Alle Verfahren sind mit methodischen Mängeln behaftet, so wird z.B. die durchschnittliche Milchleistung pro Kuh und Jahr, wie sie in der Milchleistungs-

Die Bestimmungsfaktoren des Selektionserfolges in einer Rinderzucht mit künstlicher Besamung





kontrolle ermittelt wird, durch den Anteil der Kühe, die unter Milchleistungskontrolle stehen, beeinflußt. Da vorzugsweise überdurchschnittliche Betriebe der Leistungskontrolle angeschlossen sind, wird die Differenz zwischen tatsächlicher Durchschnittsleistung und Durchschnittsleistung der kontrollierten Kühe um so höher, je geringer der Anteil der kontrollierten Kühe ist. Bei einer Abnahme der Kuhbestände infolge verringerter Wettbewerbsfähigkeit der Milcherzeugung scheiden vorzugsweise Herden und Kühe mit unterdurchschnittlichen Leistungen aus. In den USA und Schweden nahm die Zahl der Kühe in zehn Jahren um ca. 40 % ab. Die Durchschnittsleistung der kontrollierten Kühe stieg in diesem Zeitraum jährlich um 1,65 bzw. 1,34 kg Butterfett. In Frankreich und den Niederlanden nahm die Zahl der Milchkühe im gleichen Zeitraum zu. Hier stieg die Durchschnittsleistung jährlich nur um 0,71 bzw. 0,64 kg. Eine Verringerung der Kuhbestände erlaubt also nicht nur eine erhöhte Selektionsintensität und einen dadurch verursachten größeren Leistungsfortschritt, sondern ermöglicht außerdem eine verstärkte Ausmerzung leistungsschwacher Tiere, so daß auch hierdurch ein erhöhter Leistungsanstieg zu erwarten ist. Wenn, wie in den Jahren 1969 - 72, der Kuhbestand in der Bundesrepublik Deutschland um ca. 10 % reduziert wird, so würde sich allein aus dieser Maßnahme eine Leistungsverbesserung um 190 kg Milch pro Kuh und Jahr ergeben, falls nur die leistungsschwächsten Tiere ausgemerzt würden.

Sorgfältige Analysen über den genetischen Trend haben nahezu übereinstimmend ergeben, daß von dem beobachteten Leistungsfortschritt in der Vergangenheit ungefähr nur die Hälfte genetisch bedingt war. Bei der Milchleistung betrug der jährliche genetische Leistungsfortschritt zwischen 0,5 und 1 % der Durchschnittsleistung. Optimale Zuchtprogramme würden ungefähr eine Verdoppelung des genetischen Leistungsfortschritts ermöglichen. Projiziert man diesen Wert in die Zukunft, so bleibt zu fragen, auf welche Weise die andere Hälfte des bisherigen Leistungsfortschrittes erzielt wurde. Wenn diese Leistungsentwicklung durch eine intensivere Fütterung bedingt war, so ist weiter zu fragen, ob dem tierischen Organismus langfristig stets eine durch intensivere Fütterung erhöhte Leistung abverlangt werden kann, die zunehmend oberhalb des genetisch bedingten Leistungsoptimums liegen wird. Bereits DARWIN hatte erkannt, daß nur bei einer optimalen Adaption an die gegebenen Umweltverhältnisse höchste Fortpflanzungsraten wahrscheinlich sind. Die natürliche Selektion merzt solche Linien durch verminderte Fertilität aus, deren genetisches Reaktionsvermögen in einer gegebenen Umwelt nicht ausreicht, den Belastungen standzuhalten. Verringerte Fruchtbarkeit bei steigendem Leistungsniveau deutet deshalb an, daß die Individuen den Leistungsanforderungen nicht mehr optimal adaptiert sind. Die tierische Produktion der Zukunft wird diese Zusammenhänge beachten müssen.

### 3 Bestimmungsgründe des züchterischen Fortschritts in der Hybridzüchtung

Die bisher aufgezeigten Bestimmungsgründe für den züchterischen Fortschritt bezogen sich auf die Reinzucht, in der additive Genwirkungen ausgenutzt werden. Sie lassen langfristig das Erreichen eines Leistungsplateaus erwarten, bei dem die additive Varianz erschöpft ist. Weitere Leistungsfortschritte können dann noch aus der Hybridzüchtung erwartet werden. Hierbei wird die Heterosis als Folge nichtadditiver Genwirkung systematisch genutzt. Das Ausmaß der Heterosis ist an den Heterozyotiegrad geknüpft und tritt daher auch in Reinzuchtpopulationen bei heterozygoten Individuen auf. Bei Leistungsprüfungen an Einzeltieren werden daher Individuen mit Heterosiseffekten bevorzugt, falls solche von Bedeutung sind. Die Hybridzüchtung reproduziert ausschließlich derartige heterozygote Tiere. Sie verspricht besondere Leistungsfortschritte für Populationen, die keiner individuellen Prüfung unterliegen (Geflügel, Schweine, Schafe) und für Eigenschaften, die bereits einer langanhaltenden natürlichen oder künstlichen Selektion unterworfen waren (Fruchtbarkeit, Vitalität, Krankheitsresistenz). Die erzielbaren Leistungsfortschritte hängen von den Investitionen in derartige Hybridprogramme ab. Geeignete Paarungskombinationen können nur mit geringer Wahrscheinlichkeit vorausgesagt werden, so daß umfangreiche Prüfungskapazitäten erforderlich sind. Auch die Erstellung von Inzuchtlinien erfor-

dert erhebliche Investitionen, da nur wenige Linien die Inzuchtphase überleben. Aus diesem Grunde wird eine Hybridzüchtung nur in entsprechend großen Einheiten in kapitalkräftigen Unternehmungen erfolgreich sein.

Wegen der überragenden wirtschaftlichen Bedeutung der Fruchtbarkeit bei Geflügel und Schweinen hat die Ausnutzung von Heterosiseffekten bei diesen Tiergattungen eine erhebliche Bedeutung erlangt. Im Gegensatz zur Geflügelzüchtung ist jedoch die Erstellung von Inzuchtlinien bei Schweinen bisher nicht erfolgreich gewesen, da Schweine besonders inzuchtanfällig sind und nur wenige Inzuchtgenerationen überleben. Die Erstellung von Inzuchtlinien verbietet in der Regel eine gleichzeitige Selektion, so daß am Ende der Inzuchtphase nach 10 - 15 Jahren lediglich der Leistungsstand der Ausgangspopulation erhalten wurde. In dem gleichen Zeitraum sind jedoch von anderen Populationen erhebliche Leistungsfortschritte erzielt worden. Aus diesem Grunde können für die Schweinezüchtung nur solche Hybridverfahren benutzt werden, die einen ständigen Rückgriff auf die vorhandenen Reinzuchtpopulationen gestatten. Hierzu bieten sich Kreuzungssysteme zwischen Rassen oder Linien an. Im Bundeshybridprogramm werden gegenwärtig die Kombinationseignungen einer größeren Anzahl von in- und ausländischen Rassen geprüft. Ferner wird untersucht, ob Zwei-, Drei- oder Vierrassenkombinationen optimale Endprodukte und den höchsten ökonomischen Nutzen des gesamten Zuchtprogrammes ergeben.

Hybridzuchtprogramme erfordern einerseits eine straffe Organisationsform, andererseits unterliegen sie der Schwierigkeit, daß die Selektion innerhalb des Programms um so intensiver sein kann, je weniger Zuchttiere aus diesem Programm nachgefragt werden. Erweist sich ein Programm als erfolgreich und steigt die Nachfrage nach Zuchttieren, kann nur eine geringe Selektionsintensität realisiert werden. Dieses wiederum führt zu einem Leistungsabfall der abgegebenen Zuchttiere. Außerdem bereitet die gleichmäßige Reproduktion der Ausgangslinien erhebliche Schwierigkeiten. Deshalb wurden bisher weder in der bäuerlichen Geflügelzucht noch in der Schweinezucht überzeugende Leistungsfortschritte durch Hybridzüchtung erreicht.

Trotzdem wird insbesondere in der Schweinezucht eine vermehrte Anwendung von Kreuzungsprogrammen zu erwarten sein. Sowohl in den sogenannten "Sofortprogrammen" als auch in Rotationskreuzungs- und Dreiliniensystemen spielt dabei die Kombination wirtschaftlich wichtiger Eigenschaften eine größere Rolle als die eigentlichen Heterosiseffekte. Aus der Kreuzung von Landschweinen und extrem fleischwüchsigen Rassen kann eine weitere Verringerung des Fettanteils in den Schlachtkörpern erwartet werden. Andererseits wird jedoch die tägliche Zunahme durch solche Kreuzungen nicht verbessert, und die Resistenz gegen Herztod wird verringert, so daß mit steigenden Verlusten zu rechnen ist. Zur Vermeidung derartiger negativer Auswirkungen in Kreuzungsprogrammen ist eine ständige Überwachung der Kreuzungsprodukte notwendig. Durch entsprechende Rückmeldungen von den Erzeugern und Schlachtereien kann eine "rückwirkende Selektion" angewandt werden. Dieses Zuchtverfahren ergibt theoretisch in den ersten Generationen nur geringe, später aber größere Leistungsfortschritte. Es erfordert besonders straffe Organisationsformen, um den Einsatz der Zuchttiere aufgrund der Rückmeldungen zu lenken.

#### 4 Entwicklungstendenzen der Fütterungstechnik

Wie hinsichtlich des genetischen Fortschrittes die zu erwartende Leistungsentwicklung von dem Umfang der Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse in der Praxis abhängt, so bestimmt auch in erster Linie der Kenntnisstand der Viehhalter den Fortschritt in der Fütterungstechnik. Optimale Leistungen sind nur erreichbar, wenn die Bedürfnisse der Tiere an Energie, Aminosäuren, Vitaminen und Mineralstoffen jederzeit voll gedeckt werden. Nach den gegenwärtigen Erkenntnissen der Ernährungsphysiologie ist nur noch mit relativ geringen Fortschritten hinsichtlich der Verwertung der Nährstoffe durch den tierischen Organismus durch Änderungen in der Fütterung zu rechnen. Dabei ist jedoch anzumerken, daß der Abstand zwischen den wissenschaftlichen Kenntnissen und deren praktischer Anwendung noch erheblich ist und durch Verringerung dieses

Abstandes erhebliche Leistungsreserven mobilisiert werden können. Diese Reserven werden heute auf 500 - 1000 kg Milch je Kuh und Jahr im Durchschnitt aller Betriebe geschätzt. Sie können durch die Gewinnung von hoch verdaulichem Grundfutter und bessere Konservierungsmethoden ausgeschöpft werden. Bei Wiederkäuern kann noch eine gewisse Energieeinsparung durch eine verbesserte Fütterungstechnik erwartet werden. Hierdurch ist eine Verringerung der Energieverluste in den Vormägen, die durch bakterielle Abbauprozesse entstehen, erzielbar. Die Verluste betragen etwa 12 - 15 %. Da die lebensnotwendigen Aminosäuren heute noch in Form von Eiweiß in suboptimalen Zusammensetzungen verfüttert werden, kann für die Zukunft eine verbesserte Eiweißverwertung durch eine angepaßte Aminosäuren-Zusammensetzung erwartet werden. Untersuchungen der letzten Jahre zeigen, daß auch bestimmte Verfahren der Eiweißbehandlung eine bessere Ausnutzung erwarten lassen, insbesondere bei Wiederkäuern, wobei die mikrobielle Synthese von Eiweiß in den Vormägen erhöht wird. Der Ersatz von Eiweiß oder Aminosäuren durch andere Stickstoffverbindungen bei Wiederkäuern ist heute bereits mehr eine ökonomische als ernährungsphysiologische Frage.

Für Monogastren scheint eine bessere Eiweißausnutzung durch eine angepaßte Aminosäuren-Zusammensetzung besonders aussichtsreich. Auch kann der Einsatz synthetischer Eiweiße auf der Basis von Erdöl oder Abwässern in der Schweinemast ökonomisch interessant werden. Eine gezielte Proteinversorgung gestattet eine erhebliche Verringerung des Eiweißanteils in der Schweineration, so daß zukünftig noch signifikante Kosteneinsparungen in der Fütterung möglich erscheinen.

Wenn auch die direkten Möglichkeiten zur weiteren Verbesserung der Energieausnutzung in der tierischen Produktion relativ gering sind, so eröffnet doch die genetische Leistungssteigerung gute Aussichten zu einer positiven Entwicklung. Es ist hinreichend bekannt, daß durch eine höhere Leistungsveranlagung das Verhältnis von Leistungs- zu Erhaltungsfutter zugunsten des Leistungsanteiles verschoben werden kann. So beträgt z. B. der Energiebedarf für 1 000 g Zunahme bei 400-kg-Bullen bei einer Tageszunahme von 800 g 4 940 Stärkeeinheiten, bei einer Tageszunahme von 1 200 g jedoch nur 4 040 Stärkeeinheiten, d. h. 18 % weniger. Eine Milchkuh benötigt bei einer Tagesleistung von 15 kg 495 Stärkeeinheiten pro kg Milch, bei einer Leistung von 20 kg 440 Stärkeeinheiten, d. h. 11 % weniger. Bei 25 kg Milch sinkt der Energiebedarf um weitere 8 %. Ähnliche Beispiele kann man für andere Eigenschaften und Tiergattungen geben. Dennoch bedingt ein erhöhtes Leistungsniveau tiefgreifende Veränderungen der Fütterungstechnik, da der Gesamtbedarf an Energie so weit steigt, daß er das Futteraufnahmevermögen bei herkömmlichen Fütterungstechniken und Futtermitteln übertrifft. Bekanntlich liegen die Spitzenleistungen einzelner Kühe über 10 000 kg Milch/Jahr. Die Energiezufuhr findet jedoch in der Resorptionskapazität des tierischen Organismus eine natürliche Grenze. Nach heutigem Kenntnisstand ergibt sich dadurch eine Leistungsgrenze bei etwa 40 kg Milch/Tag. Dieses entspricht unter Annahme einer normalen Laktationskurve einer Jahresleistung von 8 000 bis 8 500 kg Milch.

Die Fütterung von Hochleistungstieren ist mit Risiken belastet, die gewisse Leistungsgrenzen setzen. Die Frage, ob physiologisch bedingte Leistungsgrenzen durch genetische Maßnahmen verschoben werden können, kann noch nicht beantwortet werden. Vorläufige Untersuchungen deuten an, daß es genetische Unterschiede in der Ketose-Anfälligkeit gibt, d. h. in der Fähigkeit, Depotfett als Energiereserve zu nutzen. Immerhin erscheint es vorstellbar, daß die Genotypen heutiger Spitzentiere in großer Zahl reproduziert werden können, so daß heutige Spitzenleistungen als Durchschnittsleistungen in der Zukunft realisierbar erscheinen. Neue Techniken der Spermakonservierung, der Geschlechtsbestimmung, der Eitransplantation und der Klonung (asexuelle Fortpflanzung) werden das Tempo der Leistungsentwicklung zwar beschleunigen, aber dennoch weniger entscheiden als die zunehmende Spezialisierung in der tierischen Erzeugung und eine damit verbundene bessere Anpassung der Fütterung an den Leistungsbedarf. Eine angemessene mechanische "biologische Fütterungstechnik" wird den hierzu notwendigen Arbeitsaufwand erheblich reduzieren.

## 5 Vorausschätzung der individuellen Leistungen in der tierischen Produktion

Bisher wurde gezeigt, daß die Bestimmungsgründe für die Leistungsentwicklung in der tierischen Produktion außerordentlich komplex sind, und daß die tatsächliche Leistungsentwicklung im wesentlichen von dem Umfang der Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse in der Praxis abhängen wird. Für bestimmte Leistungseigenschaften, z.B. Milchleistung, wird die Entwicklung darüber hinaus von den Bestandsveränderungen abhängen, so daß auch ökonomische Gründe die Durchschnittserträge bestimmen. Dennoch möchte ich versuchen, in einer abschließenden Übersicht die jährlichen Steigerungsraten der Individualleistungen aufgrund der bisherigen Leistungsentwicklung, der gegenwärtigen Tendenzen und der möglichen technologischen Neuerungen abzuschätzen. Dabei habe ich die Übersicht in einen überschaubaren Zeitraum (1970 - 1980) und einen weiteren Zeitraum (1980 - 2000) unterteilt, wobei selbstverständlich die Schätzwerte der zweiten Spalte mit unkalkulierbaren Schätzfehlern behaftet sind.

Der tatsächliche Leistungsfortschritt der kontrollierten Kühe betrug in den letzten zehn Jahren etwa 40 kg pro Jahr. Dabei stieg die Zahl der kontrollierten Kühe um 5 % an. Bis 1980 erwarte ich einen Rückgang der Kuhzahl um 20 % bei einer vermehrten Verwendung positiver Leistungsvererber. Der Leistungsanstieg von 60 kg entspricht dem Erfahrungswert aus anderen Ländern. Nach 1980 werden sich die gegenwärtig anlaufenden Zuchtprogramme voll auswirken, so daß mit einer weiteren Beschleunigung des Leistungsfortschrittes gerechnet werden kann. Bei steigenden Milchleistungen werden die mittleren Fettgehalte geringfügig absinken, wobei eine Steigerung um 2,2 bzw. 3,4 Fett-kg/Jahr zu erwarten ist. Während bis 1980 dem Eiweißgehalt noch keine besondere Bedeutung beigemessen wird, ist für die weitere Zukunft eine verstärkte Züchtung auf Eiweißmenge zu erwarten. Infolge der geringeren genetischen Standardabweichung des Eiweißgehaltes im Vergleich zum Fettgehalt und der positiven genetischen Korrelation zwischen Eiweißgehalt und Fettgehalt wird der Fettgehalt der Milch auch dann in gleichem Maße wie der Eiweißgehalt steigen, wenn der Fettgehalt in der Zuchtwahl nicht mehr berücksichtigt wird.

Die gegenwärtigen Leistungssteigerungen sind nur zu einem Teil genetisch bedingt. Dieses dürfte neben anderen Ursachen die Beobachtung erklären, daß bei steigenden Leistungen vermehrte Unfruchtbarkeitserscheinungen auftreten. Es ist jedoch zu erwarten, daß verbesserte Verfahren der Brunstkontrolle, Besamung und Brunstsynchronisation die negativen Auswirkungen erhöhter Leistungen langfristig ausgleichen.

Hinsichtlich der Gewichtsentwicklung in der Mast hängen die phänotypischen Individualleistungen primär von den angewandten Mastverfahren ab. Bei gleichen Mastmethoden (intensive Bullenmast) kann für die nähere Zukunft nur eine geringe Verbesserung der Zuwachsleistung erwartet werden, weil die bisherigen züchterischen Maßnahmen (Körung der Jungbullen) hinsichtlich der Verbesserung der täglichen Zunahme wenig effektiv sind. Die Ausdehnung der Eigenleistungsprüfungen in Verbindung mit einer höheren relativen Vorzüglichkeit der Rindfleischherzeugung läßt jedoch für die weitere Zukunft größere Fortschritte erwarten. Dieses gilt gleicherweise für die Futtermittelverwertung. Eine durchschnittliche Verbesserung der Schlachtkörperqualität sehe ich für die derzeit in der Bundesrepublik gehaltenen Rinderrassen nicht, weil mögliche züchterische Fortschritte durch die Einkreuzung milchreicher Rassen vorläufig kompensiert werden. Entsprechende Bemühungen durch Eigenleistungs- und Nachkommenprüfung werden bestenfalls einen Ausgleich für die negativen Auswirkungen dieser Einkreuzung herstellen. Allerdings kann es bei steigenden Rindfleischpreisen oder administrativen Maßnahmen zu einer vermehrten Haltung von Fleischrindern kommen. Ihr Anteil an der Gesamtrindfleischproduktion wird bis 1980 aber 10 % und später voraussichtlich 20 % nicht überschreiten.

Die Entwicklung in der Schweineproduktion wird durch verstärkte Bemühungen zu besseren Schlachtkörperqualitäten gekennzeichnet sein. In der Phase der Gebrauchskreuzungen werden

hierzu vollfleischige Rassen benutzt, die nur bei sorgfältiger Selektion gleich hohe tägliche Zunahmen der Nachkommen erwarten lassen. Die negativen Auswirkungen dieser Kreuzungen auf die tägliche Zunahme können jedoch durch den Übergang zur Automatenmast mit geeignetem Tiermaterial kompensiert werden. Erst später werden sich vermehrte Eigenleistungsprüfungen von Züchtern auf die täglichen Zunahmen in Durchschnittsbetrieben auswirken.

Der Futteraufwand wird in der ersten Phase durch eine Verringerung des Fettanteils weiter reduziert. In der zweiten Phase wird die Futtermittelverwertung ihr physiologisches Minimum allmählich erreichen. Zunehmende Schwierigkeiten mit Fleischfarbe und Transportverlusten bedingen, daß ein Teil der möglichen Selektionsintensität für Mast- und Schlachtleistung zugunsten der Fleischqualität und Vitalität nicht realisiert werden kann.

Die relativ größten Veränderungen sind hinsichtlich des Fleischanteiles im Schlachtkörper zu erwarten, wobei bis 1980 der Anteil der Handelsklasse E und I verdoppelt wird. Später werden auch hier nur noch geringe Fortschritte möglich sein.

Die Zahl der Ferkel wird durch die Hybridprogramme, eine verbesserte Technik des Absetzens und die Brunstsynchronisation bis 1980 um 1 und bis zum Jahre 2000 um ein weiteres Ferkel steigen.

Innerhalb der Schafzucht, deren relative Bedeutung und Vorzüglichkeit in einer vergrößerten EWG zunehmen wird, werden entsprechende Kreuzungsprogramme die Vorzüge der verschiedenen Rassen kombinieren. Hieraus und aus einer weiteren relativen Zunahme der Koppelschafhaltung werden sich höhere Mastleistungen bei geringerem Futteraufwand ergeben. Gleichzeitig führt die Verwendung von Böcken aus fleischreichen Rassen zu einer Erhöhung des Fleischanteils im Schlachtkörper. Das Ablammerergebnis läßt sich durch die Kreuzungsprogramme, insbesondere durch die Stellungseffekte der verschiedenen Rassen, weiterhin verbessern. Auch sind gewisse züchterische Fortschritte der Fruchtbarkeit innerhalb der Reinzucht zu erwarten. Zusätzliche technologische Verfahren (Auslösung von Zwillingengeburt, Brunstsynchronisation) lassen vermuten, daß die Steigerungsrate in späteren Jahren noch höher sein wird.

Übersicht: Jährliche Steigerungsraten der Individualleistungen

Rinder	1970 - 1980	1980 - 2000
Milchleistung	+ 60 kg	+ 90 kg
Fettmenge	+ 2,2 kg	+ 3,4 kg
Eiweißmenge	+ 2,0 kg	+ 3,4 kg
Konzeptionsrate	- 0,6 %	+ 0 %
Tägliche Zunahme	+ 2 g	+ 5 g
Futtermittelverbrauch (StE/kg Zuwachs)	- 10 StE	- 20 StE
Fleischanteil im Schlachtkörper	+ 0	+ 0
Schweine	1970 - 1980	1980 - 2000
Tägliche Zunahme	+ 0	+ 2 g
Futtermittelverbrauch (kg/kg Zuwachs)	- 0,02 kg	- 0,01 kg
Ausschlachtungsprozente	- 0,01 %	+ 0 %
Fleischanteil im Schlachtkörper	+ 0,2 %	+ 0,1 %
Zahl der Ferkel	+ 0,1	+ 0,05
Schafe	1970 - 1980	1980 - 2000
Tägliche Zunahme	+ 1 g	+ 1 g
Futtermittelverbrauch (StE/kg Zuwachs)	- 5 StE	- 5 StE
Fleischanteil im Schlachtkörper	+ 0,1 %	+ 0,1 %
Ablammergebnis	+ 2 %	+ 3 %

## Literatur

ARAVE, C.W. and LABEN, R.C.: Study of genetic progress in California dairy herds. *J. Dairy Sci.*, Vol. 46 (1963), 629.

ARAVE, C.W.; LABEN, R.C. and MEAD, S.W.: Measurement of genetic change in twelve California dairy herds. *J. Dairy Sci.*, Vol. 47 (1964), 278 - 283.

BAIRD, D.M.; NALBANDOV, A.V. and NORTON, H.W.: Some physiological causes of genetically different rates of growth in swine. *J. Anim. Sci.*, Vol. 11 (1952), 292 - 300.

BELL, A.E.; MOORE, C.H. and WARREN, D.C.: The evaluation of new methods for the improvement of quantitative characteristics. *Cold Spr. Harb. Symp. Quant. Biol.*, Vol. 20 (1955), 197 - 211.

BRINKS, J.S.; CLARK, R.T. and RICE, F.J.: Estimation of genetic trends in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, Vol. 20 (1961), 903.

BURNSIDE, E.B. and LEGATES, J.E.: Estimation of genetic trends in dairy cattle populations. *J. Dairy Sci.*, Vol. 50 (1967), 1448 - 1457.

COMSTOCK, R.E.: Problems and evidence in swine breeding. *J. Anim. Sci.*, Vol. 19, (1960), 75 - 83.

CRAFT, W.A.: Fifty years progress in swine breeding. *J. Anim. Sci.*, Vol. 17 (1958), 960 - 980.

CUNNINGHAM, E.P. and CLEAVES, J.: Prediction of genetic gains in bullproving programmes. Paper presented at the 8th study meeting of the European Assoc. for Anim. Prod. (mimeographed) 1965.

DICKERSON, G.E.: Genetic slippage in response to selection for multiple objectives. *Cold Spr. Harb. Symp. Quant. Biol.* Vol. 20 (1955), 213 - 224.

DILLON, W.M. Jr.; YAPP, W.W. and TOUCHBERRY, R.W.: Estimated changes in the environment and average real producing ability in a Holstein herd from 1901 through 1954. *J. Dairy Sci.*, Vol. 38 (1955), 616.

EVERETT, R.V.; MEADOWS, C.E. and GILL, J.L.: Estimation of genetic trends in simulated data. *J. Dairy Sci.*, Vol. 50 (1967), 550 - 554.

FEWSON, D.: Rentable Veredlungswirtschaft - tierzüchterische Möglichkeiten. *Züchtungskd.*, Band 39 (1967), 408 - 431.

FISCHER, L.: Entwicklungstendenzen in der nordamerikanischen Landwirtschaft. *Agrarwirtschaft*, Bd. 20 (1971), 102 - 108.

GIESBRECHT, F. and KEMPTHORNE, O.: Examination of a repeat mating design for estimating environmental and genetic trends, *Biometrics*, Vol. 21 (1965), 63 - 85.

GOODALE, H.D.: Can artificial selection produce unlimited change? *Americ. Nat.*, Vol. 71 (1937), 433 - 458.

GRAVERT, H.O.: Untersuchungen über die Heritabilität der Butterfettleistung, *Z. Tierz. Zücht. biol.*, Bd. 71 (1958), 155 - 163.

GRAVERT, H.O.: Zuchtprogramme in der Rinderzucht im norddeutschen Raum. *Züchtungskde.*, Bd. 42 (1970), 447 - 453.

- GROTHER, P.: Leistungsentwicklung und -stand der Schwarzbuntzucht im In- und Ausland. Tierzüchter, Bd. 23 (1971), 459 - 462.
- HENDERSON, C.R.: Estimation of changes in herd environment. J. Dairy Sci., Vol. 32 (1949), 706.
- HENDERSON, C.R.; KEMPTHORNE, O.; SEARLE, S.R. and von KROSIGK, C.M.: The estimation of environmental and genetic trends from records subject to culling. Biometrics, Vol. 15 (1950), 192 - 218.
- HETZER, H.O., and HARVEY, W.R.: Selection for high and low fatness in swine. J. Anim. Sci., Vol. 26 (1967), 1244 - 1251.
- HICKMAN, C.G.: Population dynamics in dairy cattle and a measure of genetic change. Proc. Genet. Soc. Canada, Vol. III (1958), No. 2, 3 - 6.
- HUTH, F.W.: Futteraufnahmevermögen und Nährstoffverwertung bei schwarzbunten Kühen. Schriftenreihe M.P.I.f. Tierern. und Tierz., (1968), H. 34, Mariensee, 353.
- KAUFMANN, W.: Grenzen der Milchleistung aus verdauungsphysiologischer Sicht. Vorträge zur Hochschultagung der Agrar. Wiss. Fak. Kiel, Verlag Paul Parey, Hamburg, 1972, 63 - 72.
- KAUFMANN, W. und HELLER, D.: Bullenmast, Grundlagen und praktische Fütterung. LWK Schleswig-Holstein, 1972, S. 24.
- KÖHNE, M.: Die Leistungssteigerung in der Tierproduktion aus der Sicht der Betriebswirtschaft. Züchtungskde., Bd. 40 (1968), 393 - 409.
- KRÄUSSLICH, H.: Kann der Kälberbedarf für die Mast in Zukunft von Zweinutzungskühen gedeckt werden? Tierzüchter, Bd. 23 (1971), 498 - 500.
- LANGHOLZ, H.J.: Zuchtplanung beim Rind in Niedersachsen. Gutachten, Göttingen 1971, Schreibmaschinenabzug, 77 S.
- LANGLET, J.F.; GRAVERT, H.O., und ROSENHAHN, E.: Untersuchungen über die Erbllichkeit der Fleischleistung bei schwarzbunten Rindern. Z. f. Tierz. und Züchtungsbiol., Bd. 83 (1967), 358 - 370.
- LEGATES, J.E.: Are there limits to genetic improvement in dairy cattle? J. Dairy Sci., Vol. 50 (1967), 260 - 267.
- LINDSTRÖM, U.: Estimation of genetic change in artificially bred populations of Finnish Dairy Cattle. Schreibmaschinenabzug, Helsinki 1968, 168 S.
- LUSH, J.L.: Animal Breeding Plans. IOWA State University Press, 1945, 3 rd. Ed. 443 pp.
- MARKUS, J.: Genetic improvement of milk production in some Hungarian dairy cattle stocks. In coll. vet. Sci., Budapest, Summ. pap. Sci. Sess. 175th Anniv. Sect. D, 1962, 90 - 91.
- MORLEY, F.H.W.: Genetic improvement of the Australian Merino sheep II. Breed structure of the Australian Merino III. A flock improvement plan IV. The effect of culling on production. Agric. Gaz. N.S.W., Vol. 66 (1955), 400 - 411; 474 - 480; 526 - 531; 579 - 585.
- MÜLLER, G.: Die voraussichtlichen Entwicklungstendenzen der Rindviehhaltung der Bundesrepublik Deutschland. Agrarwirtschaft, Bd. 17 (1968), 129 - 135; 168 - 174.
- MÜLLER, R.: Neuere Entwicklungstendenzen der Milchkuhhaltung in der BRD. Agrarwirtschaft, Bd. 20 (1971), 374 - 384.



- PATTIE, W.A.: Selection for and against weaning weight in Merino sheep. *Prod. Aust. Soc. Anim. Prod.*, Vol. 5 (1964), 152 - 155.
- POLITIEK, R.D., and VOS, M.P.M.: Veranderingen in de erfelijke aanleg voor de melkproductie en het vetgehalte bij de koeien in Friesland en Noordholland. *Landbouwk. Tijdschr.*, Vol. 77 (1965), 36 - 49.
- RAE, A.L.: Improvement of productivity within existing sheep breeds. *N.Z. Agric. Sci.*, Vol. 1 (1966), 9, S. 9 - 11.
- RENDEL, J.M., and ROBERTSON, A.: Estimation on genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. *J. Genetics*, Vol. 50 (1950), 1 - 8.
- RICORDEAU, G.: Estimation du gain génétique réalisé sur la production laitière dans la race bovine Montbéliarde du Jura. Paper presented at the 8th study meeting of the European Assoc. for Animal Production (mimeographed).
- SCHWARZ, E.: Zuchtprogramm in der Rinderzucht in Bayern. *Züchtungskde.*, Bd. 42 (1970), 464 - 474.
- SKJERVOLD, H.: Planen der Zuchtarbeit im Hinblick auf gesteigerten genetischen Fortschritt. Vortrag *Agrarwiss. Fak.*, Kiel 1972, im Druck.
- SKJERVOLD, H.; and LANGHOLZ, H.J.: Factors affecting the optimum structure of AI breeding in dairy cattle. *Z. Tierz. Zücht. biol.*, Bd. 80 (1964), 25 - 40.
- SCHMIDT, D.: Züchterische und züchtungstechnische Möglichkeiten zur Steigerung des Kälberanfalls. *Tierzüchter*, Bd. 18 (1966), 524 - 525.
- SMITH, C.: Genetic change of backfat thickness in the Danish Landrace breed of pigs from 1952 to 1960. *Anim. Prod.*, Vol. 5 (1963), 259 - 268.
- STEFFEN, G., und HOGEFORSTER, J.: Zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten von Futterbaubetrieben. *Agrarwirtschaft*, Bd. 19 (1970), 323 - 334.
- SYRSTAD, O.: Studies on dairy herd records. III. Estimation of genetic change. *Acta Agr. Scand.*, Vol. 16 (1966), 3 - 14.
- TERRILL, C.E.: Effectiveness of selection for economically important traits of sheep. *J. Anim. Sci.*, Vol. 10 (1951), 17 - 18.
- THIEDE, G.: Technologische Fortschritte und Erzeugungszuwachs. *Agrarwirtschaft*, Bd. 21 (1972), 152 - 164.
- TURNER, H.N.: Breeding plans for sheep - past and possible progress. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.*, Vol. 1 (1956), 100 - 115.
- TURNER, H.N.; HAYMAN, R.H.; TRIFFIT, L.K., and PRUNSTER, R.W.: Response to selection for multiple births in the Australian Merino: a progress report. *Anim. Prod.*, Vol. 4 (1962), 165 - 176.
- VAN VLECK, L.D., and HENDERSON, C.R.: Measurement of genetic trend. *J. Dairy Sci.*, Vol. 44 (1961), 1705 - 1710.
- WALL, D.: Untersuchungen über den genetischen Fortschritt an Material aus der westfälischen Rotbunt- und Schwarzbuntzucht. *Diss.*, 1968, Göttingen.
- WARWICK, E.J.: Fifty years of progress in breeding beef cattle. *J. Anim. Sci.*, Vol. 17 (1958), 922 - 943.