

**Schriftenreihe der
Sächsischen Landesanstalt für
Landwirtschaft**

**Heft 3
3. Jahrgang 1998**

Berichte aus der Tierproduktion

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Impressum

Herausgeber: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
August-Böckstiegel-Straße 1
01326 Dresden

Redaktion: Burkhard Zscheischler
LfL, Präsidium

Redaktionsschluß: Juli 1998

Auflage: 300

Druck: Sächsisches Digitaldruck Zentrum Dresden

Bezug: LfL
Telefon: (03 51) 26 12-0
Fax: (03 51) 26 12-1 53

Verteilerhinweis:

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Kandidaten oder Helfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Mißbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, daß dies als Parteinahme der Herausgeber zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist es jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden. Alle Rechte, auch die der Übersetzung sowie des Nachdruckes und jede Art der photomechanischen Wiedergabe, auch auszugsweise, bleiben vorbehalten. Rechtsansprüche sind aus dem vorliegenden Material nicht ableitbar.

Loggen Sie sich ein:



SachsenOnline

<http://www.sachsen.de>

... der Freistaat Sachsen im Internet

Berichte aus der Tierproduktion

Ulf Müller et al.	Entwicklung einer BLUP-Zuchtwertschätzung auf Melkbarkeit	1
Regina Walther et al.	Nutzungsmöglichkeiten rekultivierter, verkippter Berg- baugelände, Tagebaurandgelände und Bergbauerwar- tungsgelände zur Produktion von Qualitätslammfleisch	21
Regine Ribbeck et al.	Magen-Darm-Nematoden- und -Zestoden-Befall in einer Mutterschafherde mit Nachzucht auf einer Mähstandweide	37
Olaf Steinhöfel	Schnittzeitpunktprognose von Grasaufwüchsen	49
Manfred Golze et al.	Wachstumsleistung sowie Mast- und Schlachtleistung von Weidekälbern aus der Mutterkuhhaltung	59
Marian Steinberg et al.	Bewertung objektiver und subjektiver Parameter der Beschaffenheit von Schweinefleisch	67
Manfred Golze et al.	Einfluß der Fruchtbarkeit und Säugedauer auf das Ergebnis in der Kaninchenhaltung	83
Heinrich Olschewski et al.	Entwicklung von Gräsern bei Düngungsverzicht und extensiver Nutzung	87
Gerhard Riehl	Extensivierung von Wirtschaftsgrünland in Sachsen	95
Mattias Pfeifer et al.	Fünf Jahre Schadstoffuntersuchungen an Fischen sächsischer Gewässer	103

Entwicklung einer BLUP-Zuchtwertschätzung auf Melkbarkeit

Ulf Müller, Michael Klunker, Uwe Bergfeld

Stichworte: BLUP-Zuchtwertschätzung, Melkbarkeit

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden Melkbarkeitsdaten des LKV Sachsen ausgewertet, um ein Modell zur BLUP-Zuchtwertschätzung auf Melkbarkeit beim Milchrind zu entwickeln. Es wurden die systematischen Einflüsse auf die Melkbarkeitsmerkmale untersucht. Dafür standen die Meßergebnisse von 5.812 erstlaktierenden Kühen aus 254 Herden von 712 Bullen zur Verfügung. Die Daten ergaben im Mittel über das gesamte Material hinweg eine Melkdauer von 5,54 min, ein Gesamtgemelk von 9,0 kg, ein absolutes durchschnittliches Minutengemelk von 1,71 kg/min sowie ein standardisiertes absolutes durchschnittliches Minutengemelk von 1,77 kg/min. Zur Entwicklung eines Zuchtwert-

schätzmodells wurden als abhängige Variablen das absolute durchschnittliche Minutengemelk und die Melkdauer ausgewählt. Mögliche, auf beide Merkmale wirkende systematische Einflußfaktoren wurden anhand von verschiedenen Modellvarianten untersucht. Im Ergebnis wird die Zuchtwertschätzung „Melkbarkeit“ anhand des Absoluten durchschnittlichen Minutengemelks (ADMG) durchgeführt, nicht zuletzt weil dieses Merkmal den Richtlinien der ADR (ADR, 1986) entspricht. Das Zuchtwertschätzmodell beinhaltet die fixen Einflußfaktoren Herde-Jahr-Saison und Prüfer sowie die Kovariaten Gesamtgemelksmenge und Laktationsstadium und ist ein Ein-Merkmal-Tiermodell.

1. Einleitung

In der Milchrinderzucht Sachsens liegt der Schwerpunkt züchterischer Arbeit auf der Erhöhung der Milchmenge bei hohem Niveau der Milchinhaltsstoffe. Immer mehr rücken aber Merkmale mit kostensenkender Wirkung in den Vordergrund. Dazu zählt die Melkbarkeit. Mit ihrer züchterischen Bearbeitung gehen die Erwartungen an eine bessere Anpassung an den maschinellen Melkprozeß einher. Das bedeutet einen gleichmäßigen Milchfluß in allen vier Vierteln, kein Blindmelken, keine extremen Spitzenmilchflüsse und ein geringes Nachgemelk. Mit der züchterischen Bearbeitung entsprechender Merkmale bzw. Merkmalskomplexe dürften damit positive Auswirkungen auf die Arbeitszeit und auf die Eutergesundheit, respektive auf die Zellzahl zu erwarten sein.

In Sachsen wird zur Beurteilung der Melkbarkeit das auf den 100. Laktationstag standardisierte absolute durchschnittliche Minutengemelk (DMG) verwendet. Das Merkmal wird im Rahmen der Melkbarkeitsprüfung gemäß der ADR-Richtlinie 3.3 (ADR, 1987) erfaßt. Anhand dieses Merkmals wird eine Zuchtwertschätzung vorgenommen, in der die Töchterleistungen je Bulle gemittelt und auf das Populationsmittel bezogen werden. Dieses Verfahren hat allerdings Nachteile. Insbesondere sind das die unzulängliche Korrektur systematischer Umwelteinflüsse sowie die unzureichende Berücksichtigung der Verwandtschaft. Der vorliegende Beitrag analysiert und diskutiert die in Sachsen anfallenden Melkbarkeitsdaten in Hinblick einer BLUP-Zuchtwertschätzung auf Melkbarkeit.

2. Literaturübersicht

2.1 Charakterisierung der Melkbarkeit

Unter Melkbarkeit versteht man im allgemeinen die Veranlagung einer Kuh, die Milch bei ordnungsgemäßem Melken schnell, gleichmäßig und vollständig abzugeben (POLITIEK, 1961 zit. nach TREDE UND KALM, 1989A). Ihre Bedeutung für die Züchtung ergibt sich vor allem aus der engen Beziehung zur Eutergesundheit und zu arbeitswirtschaftlichen Fragen. Sowohl die Eutergesundheit als auch die Melkbarkeit sind im wesentlichen von der Anatomie der Zitze abhängig. Wenn der Zitzendurchmesser größer und der Schließmuskel nicht so fest ist, kann die Milch schneller und leichter abgegeben werden (O'SHEA, 1974). Der gleiche Mechanismus erleichtert aber auch Erregern, in das Euter einzudringen und eine Infektion auszulösen (JØRSTAD et al. 1989). GRINDAL und HILLERTON (1991) sehen daher die obere Begrenzung des Milchflusses als

notwendig an, um zum einen das Infektionsrisiko durch die stärkere Belastung des Zitzengewebes zu mindern und zum anderen die Nachteile höher dimensionierter milchableitender Systeme zu vermeiden. Bei Spitzenflüssen unter 3 kg/min besteht allerdings die Gefahr einer verlängerten Melkdauer (GÖFT et al. 1994). Sehr lange Melkzeiten wiederum können ebenfalls zu einer Schädigung des Zitzengewebes und damit zu einem höheren Infektionsrisiko führen (NATZKE et al. 1982). So bewirkt das mit langen Melkzeiten verbundene Blindmelken Lufteinbrüche im Melkzeug, die für die Übertragung von Erregern zwischen den Vierteln verantwortlich sind (O'SHEA, 1974). Das Nachgemelk sollte 0,3 kg nicht überschreiten. Beträgt die Nachgemelksmenge dagegen weniger als 0,3 kg, kann auf das Nachgemelk verzichtet werden, ohne Einbußen in der Eutergesundheit oder in der Syntheseleistung hinnehmen zu müssen (MAYNTZ, 1981).

Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht birgt eine gute Melkbarkeit ebenfalls Vorteile in sich. Diese werden vor allem in einer kürzeren Melkdauer und einem gleichmäßigen Milchfluß gesehen (BLAKE und MCDANIEL, 1978).

Grundsätzlich läßt sich die Milchabgabe in die Abschnitte Haupt-, Blind- und Nachgemelk einteilen. Die aus diesen Abschnitten erhobenen Zeit- und Mengenmerkmale bilden die Grundlage zur Charakterisierung der Melkbarkeit. Welche Merkmale letztlich zur Beurteilung der Melkbarkeit herangezogen werden, ist von den technischen Möglichkeiten in der Praxis abhängig. Diese reichen von der rein subjektiven Beurteilung der Melkbarkeit (MEYER und BURNSIDE, 1987) über die Erfassung von Melkdauer und Gemelksmenge mittels verschiedener Meßgeräte bis zur exakten Bestimmung des kontinuierlichen Verlaufs des Milchflusses (GÖFT et al. 1994). Während in Amerika zur Bewertung der Melkbarkeit Kenngrößen bevorzugt werden, die sich auf einen Teil der Hauptgemelksphase beziehen (TOMASZEWSKI et al. 1975), wird in Deutschland das auf den 100. Laktationstag standardisierte absolute durchschnittliche Minutengemelk (DMG) verwendet. Das DMG ist der Quotient aus der Melkdauer und der Gemelksmenge. Mit der Verwendung des DMG als Melkbarkeitsparameter werden allerdings Unzulänglichkeiten bei der routinemäßigen Erfassung der Melkdauer in Kauf genommen, die möglicherweise die vorhandenen Zusammenhänge von Milchfluß und Eutergesundheit überdecken. So kann mit dem DMG die Struktur der einzelnen Gemelksphasen nur unzureichend berücksichtigt werden. Insbesondere sind Verzerrungen infolge einer ungenauen Trennung von Haupt- und Blindgemelk

von Haupt- und Blindgemelk kaum auszuschließen (DUDA, 1995). Aufgrund des Zusammenhangs zwischen Melkbarkeit und Eutergesundheit bzw. Arbeitswirtschaft sollte die Melkbarkeit als Merkmalskomplex betrachtet werden. Am besten wird dieser mit Milchflußkurven beschrieben, da diese eine umfassende Information über das Milchabgabeverhalten der Kühe liefern. Derartige Milchflußkurven untersuchten GÖFT et al. (1994). Aus der Vielzahl an Kenngrößen, die sich aus dem Milchfluß ergeben, bezogen die Autoren die Merkmale „Höchster Milchfluß“, „Plateaudauer“, „Abstiegsdauer“, „Hauptgemelksdauer“ und „Nachge-

melksmenge“ in die engere Untersuchung ein, da diese die Melkbarkeit am besten charakterisieren (Abbildung 1).

Aus den bereits erörterten Zusammenhängen zwischen Melkbarkeit und Eutergesundheit leiten sie aus den Merkmalen züchterische Zielgrößen ab, die in Tabelle 2 wiedergegeben sind. DUDA (1995) schlußfolgert aus den Analysen zum Milchfluß, daß ein ausgeprägtes Plateau auf nicht sehr hohem Niveau trotz der längeren Melkdauer günstiger für die Eutergesundheit ist als ein mit einem sehr hohen Spitzenfluß und einer damit verbundenen kurzen Plateau- und Melkdauer und einer verhältnismäßig

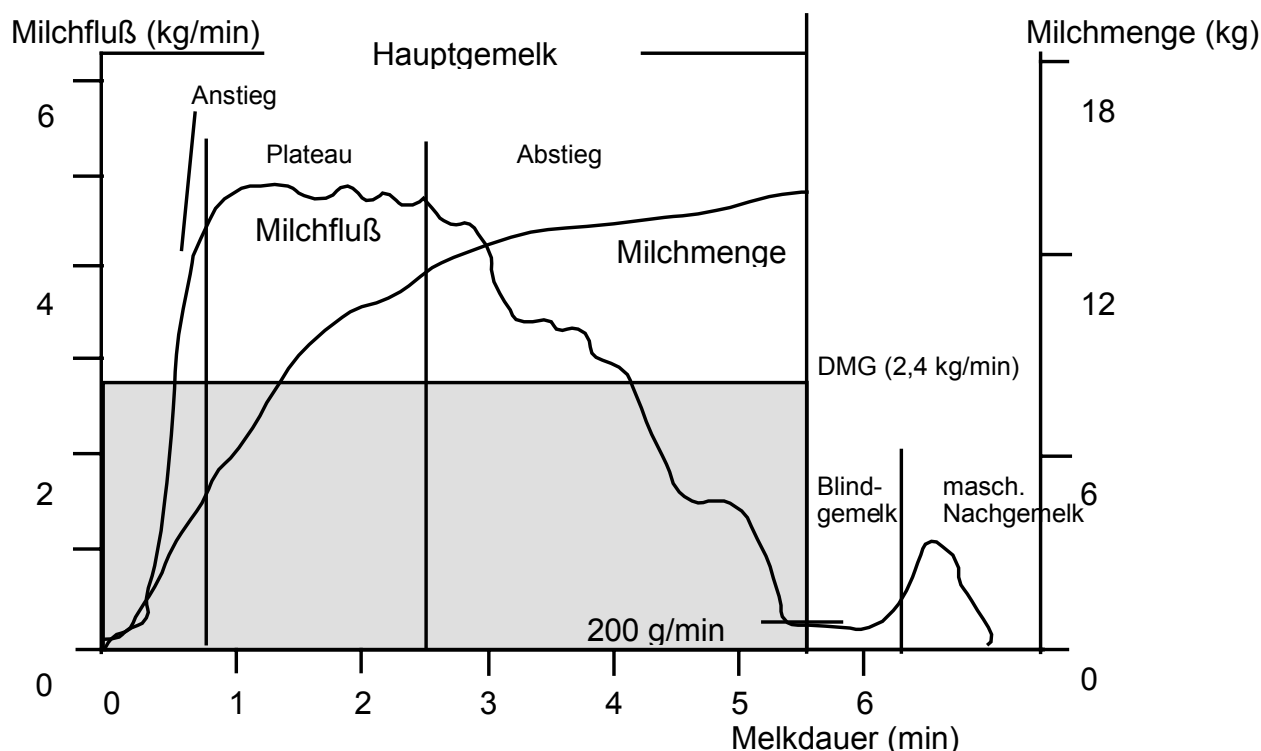


Abbildung 1: Abgrenzung charakteristischer Abschnitte von Milchflußkurven (GÖFT et al. 1994)

Tabelle 2: Aus der Milchflußkurve abgeleitete Melkbarkeitsmerkmale und deren Zielgrößen GÖFT et al. (1994)

Merkmal	Einheit	Zielgröße
Höchster Milchfluß	kg/min	3,0-4,5
Plateaudauer	min	4,0-5,0
Abstiegsdauer	min	≤ 1,0
Hauptgemelksdauer	min	≤ 6,0
Nachgemelksmenge	kg	≤ 0,3

langen Abstiegsdauer. Er fordert eine Minimierung der für die Eutergesundheit bedenklichen Merkmale Abstiegsdauer und Nachgemelksmenge.

2.2 Einflüsse auf die Melkbarkeit

Je nach Merkmal können eine Reihe systematischer Einflüsse die Merkmalsausprägung der Melkbarkeitsmerkmale verzerren. Das sind unter anderem melktechnische Faktoren wie die Höhe des Nennvakuums oder der Pulsierung (ROSEN et al. 1983). BAHR et al. (1995) zählen die Milchmengenmeßgeräte und die Gemelksmenge zu den wichtigsten Einflußfaktoren auf die Melkdauer und das durchschnittliche Minutengemelk. In ihren Untersuchungen fließt der systematische Einfluß des Milchmengenmeßgerätes in den Betrieb mit ein, eine Vorkorrektur entfällt damit. Die Regressionskoeffizienten der Melkbarkeitsparameter auf den Laktationstag weisen insgesamt sehr niedrige Werte auf, die für die Melkdauer und das unkorrigierte DMG negativ sind ($b = -0,012$ bis $b = -0,006$). Mit zunehmendem Laktationsstadium sinken die Melkdauer und die Milchflußrate aufgrund der abnehmenden Milchmenge geringfügig ab. Die Regressionskoeffizienten zwischen den Melkbarkeitsparametern und der Gemelksmenge sind dagegen sehr viel ausgeprägter. Für die Melkdauer liegen deutliche Beziehungen von $b = 0,25$ bis $b = 0,28$ vor, für die Milchflußrate von $b = 0,09$ bis $b = 0,11$.

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangen TREDE und KALM (1987), denen zufolge der Einsatz eines Milkoscopes die Melkbarkeit beeinflusste. Die Melkdauer liegt bei Einsatz eines Milkoscopes um 0,44 Minuten höher, während das unkorrigierte durchschnittliche Minutengemelk um 0,14 kg/min sinkt. Es zeigt sich weiterhin ein linearer Anstieg der Melkdauer mit zunehmendem Erstkalbealter. Die Bedeutung des Erstkalbealters ist mit 0,3 % bis

0,6 % der erklärbaren Varianz allerdings sehr gering. Auf das DMG war kein Einfluß festzustellen. Ein Jahr-Saison-Effekt war für die Merkmale der Melkbarkeit nicht nachzuweisen.

In der Untersuchung von GÖFT et al. (1994) ergab die Analyse der nichtgenetischen Einflußfaktoren einen Einfluß der Herde und der Laktationsnummer auf die Milchabgabe. Der Kalbeabstand hatte nur einen geringen Einfluß. Neben der Korrektur des Herdeneinflusses und des Laktationsstadiums halten BIEDERMANN und HUBAL (1994) eine Korrektur des Prüferinflusses für sinnvoll.

2.3 Genetische Parameter der Melkbarkeit

In der Züchtung ist für eine erfolgreiche Selektion sowohl eine ausreichend hohe Erblichkeit des Merkmals notwendig als auch eine genügend hohe genetische Varianz. Beide Parameter können in Abhängigkeit von der Wirkung systematischer Einflüsse mehr oder weniger stark variieren. In Tabelle 3 werden für eine Reihe dieser Merkmale h^2 -Werte aufgeführt, die von verschiedenen Autoren ermittelt wurden, ohne auf die zugrundeliegenden Modelle näher einzugehen.

Nach Tabelle 3 liegt die Erblichkeit ausgewählter Merkmale der Melkbarkeit im mittleren Bereich. Zur gleichen Einschätzung gelangen PEREZ-GUZMAN et al. (1986) und verweisen zusätzlich auf eine genügend hohe genetische Varianz. Die höchste Heritabilität hat das Merkmal „Hauptmilchfluß“ mit $h^2 = 0,48$. Allerdings verweisen GÖFT et al. (1994) darauf, daß die entsprechende Parameterschätzung an einem ausgewähltem Material erfolgt ist.

Durch eine Reihe von Autoren werden die genetischen und phänotypischen Beziehungen verschiedene

Tabelle 3: Heritabilität verschiedener Melkbarkeitsmerkmale

Merkmal	h^2	Autor
ADMG	0,34	BIEDERMANN et al. (1994)
ADMG	0,15-0,22	BAHR et al. (1995)
DMG _{korrigiert}	0,41	SCHNEEBERGER und HAGGER (1985)
DMG	0,28-0,36	TREDE und KALM (1989A)
Melkbarkeit (Note)	0,23	BIEDERMANN et al. (1994)
Hauptgemelksdauer	0,35	GÖFT et al. (1994)
Melkdauer	0,09-0,25	BAHR et al. (1995)
Melkdauer	0,18-0,24	TREDE und KALM (1989A)
Hauptmilchfluß	0,48	GÖFT et al. (1994)

ADMG - absolutes durchschnittliches Minutengemelk
 DMG - standardisiertes absolutes durchschnittliches Minutengemelk

ner Merkmale untereinander dargestellt. Im Mittelpunkt stehen dabei das DMG und die Melkdauer sowie deren Beziehung zur Zellzahl als Kriterium der Eutergesundheit sowie zur Gesamtgemelksmenge. TREDE und KALM (1987) untersuchten die Melkbarkeit von Schwarz- und Rotbunten. In ihren Untersuchungen liegt die genetische Korrelation zwischen der Gemelksmenge und dem unkorrigierten ADMG bei den Schwarzbunten mit $r_g = 0,63$ deutlich höher als bei den Rotbunten mit $r_g = 0,27$. Phänotypisch bestehen zwischen der Gemelksmenge und der Melkdauer sowie dem unkorrigierten ADMG mittlere Korrelationen, die sich zwischen den Rassen kaum unterscheiden.

BROWN et al. (1986) haben die Beziehungen zwischen der Laktationszellzahl und der Melkdauer untersucht. Sie ermittelten mit $r_p = -0,04$ eine nur sehr geringe Beziehung zwischen beiden Merkmalen. Auch bei TREDE und KALM (1989B) zeigt sich in der Tendenz, daß die Laktationszellzahl mit kürzerer Melkdauer ($r_p = -0,05$ bis $r_p = 0,07$) bzw. einem höheren durchschnittlichen Minutengemelk ($r_p = 0,03$ bis $r_p = 0,07$) ansteigt. Bezogen auf ihre Untersuchungen vertreten sie die Auffassung, daß „leichtmelkende“ Kühe eine höhere durchschnittliche Zellzahl über die Laktation aufweisen als „normal melkende“ Kühe. Die Gruppe der sehr langsam melkenden Kühe zeigt bei den untersuchten Rassen durchweg die niedrigste Laktationszellzahl. Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind allerdings nicht erheblich. Insgesamt zeigt sich ein linearer Anstieg der Zellzahl mit verbesserter Melkbarkeit. Im züchterischen Sinne besteht demnach eine antagonistische Beziehung zwischen der Zellzahl und der Melkbarkeit, die innerhalb der beiden Rassen unterschiedlich deutlich ausgeprägt ist. BAHR et al. (1995) zogen aus ihren Ergebnissen gleiche Schlußfolgerungen.

GÖFT et al. (1994) analysierten die Korrelationen zwischen Merkmalen des Milchflusses und stellten eine negative phänotypische und genetische Beziehung zwischen dem Hauptmilchfluß und den Zeitparametern fest. Eine sehr enge positive phänotypische und genetische Korrelation bestand zwischen dem Hauptmilchfluß und der Milchmenge ($r_g = 0,90$ bis $r_g = 0,92$) bzw. dem Hauptmilchfluß und dem DMG ($r_g = 0,38$ bis $r_g = 0,46$). Sie weisen ebenfalls auf einen Zusammenhang zwischen eutergesundheitlich relevanten Melkbarkeitsmerkmalen und der Zellzahl hin.

In der Zusammenfassung der Ergebnisse oben genannter Autoren stellt sich die züchterische Einflußnahme auf die Melkbarkeit positiv dar, da die Heritabilitäten der Parameter im mittleren Bereich liegen und mit einer ausreichend hohen genetischen Varianz gerechnet werden kann. Maßgeblich werden diese Merkmale durch das Gemelk und die Meßgeräte beeinflusst. Dagegen wird das Laktationsstadium, das Erstkalbealter, die Zwischentragezeit und der Effekt „Jahr-Saison“ gering eingeschätzt. Die korrelativen Beziehungen der Merkmale deuten auf einen leicht antagonistischen Zusammenhang zwischen der Melkbarkeit und der Zellzahl hin. Relativ enge Beziehungen bestehen zwischen der Gemelksmenge und dem DMG. In diesem Zusammenhang stellt sich allerdings die Verwendung des DMG eher ungünstig dar, da mit der Korrektur der Gemelksmenge, die im Quotienten des Merkmals enthalten ist, ein erheblicher Teil der Varianz verloren geht.

3. Gegenwärtige Melkbarkeitsprüfung und Zuchtwertschätzung

Am 25. Mai 1987 gab die Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter (ADR) die ADR-Richtlinie 3.3 zur Durchführung der Melkbarkeitsprüfung heraus (ADR, 1987). Danach kann die Melkbarkeitsprüfung als Eigenleistung für Kühe oder Nachkommenleistung für Bullen durchgeführt werden. In der Melkbarkeitsprüfung werden mindestens das Gesamtgemelk (GGM) und die entsprechende Milchflußzeit (GGMZ). Der Quotient aus beiden ergibt das absolute durchschnittliche Minutengemelk (ADMG):

$$\text{ADMG} = \text{GGM} / \text{GGMZ}$$

Da Meßgeräte die Melkbarkeit beeinflussen, kann das ADMG spezifisch korrigiert werden. Die Korrekturfaktoren sind innerhalb des Landeskontrollverbandes (LKV) populationspezifisch zu ermitteln. Im Anschluß wird das ADMG mit Hilfe eines geeigneten Regressionskoeffizienten auf den 100. Laktationstag standardisiert:

$$\text{DMG} = \text{ADMG} + b_1 \cdot (\text{LT} - 100)$$

- DMG - standardisiertes absolutes durchschnittliches Minutengemelk
- ADMG - absolutes durchschnittliches Minutengemelk
- LT - Laktationstage
- b_1 - Korrekturfaktor für Laktationstage

Die Melkbarkeitsprüfung ist gültig, wenn die Prüfung zwischen dem 50. und 180. Laktationstag durchgeführt wurde, mindestens eine Gesamtgemelksmenge von mehr als 5 kg vorlag und die Nachgemelksmenge nicht mehr als 300 cm³ betrug. Die Zuchtwertschätzung wird gegenwärtig nach der ADR-Richtlinie 3.4 vom 12. März 1986 (ADR, 1986) vorgenommen. Berechnet wird der Zuchtwert für das standardisierte durchschnittliche Minutengemelk (DMG) aus den Prüfergebnissen der Töchter. Die Prüfergebnisse werden für jeden Bullen gemittelt und auf einen Vergleichsmaßstab bezogen. Als Vergleichsmaßstab dient:

- der Mittelwert über die gesamte Population oder
- der Mittelwert innerhalb eines Melkbarkeitsprüfers.

Im Maßstab werden nur Tiere berücksichtigt, deren Prüfung maximal drei Jahre zurückliegt.

In Sachsen erfolgt die Melkbarkeitsprüfung auf der Grundlage der ADR-Richtlinie 3.3 (ADR, 1987). Mit der Durchführung ist der LKV beauftragt. Für die Erfassung der Daten und die Berechnung der Zuchtwerte wird ein Programm von GEIBLER (1991) verwendet, welches im wesentlichen die ADR-Richtlinie umsetzt. Durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft wird eine Liste der interessierenden Bullen erstellt, anhand derer im VIT Paretz Töchter dieser Bullen (nur erste Lakta-

tion) für die Melkbarkeitsprüfung ausgewählt werden. Die Nummern der ausgewiesenen Töchter werden an den LKV weitergeleitet, der für die Prüfung die entsprechenden Melkbarkeitsprüfer einteilt. In der Regel sind das Prüfer, die in dem betreffenden Betrieb auch die Milchleistungsprüfung durchführen. Die Daten werden auf einem Beleg erfaßt und im LKV mittels des Programms von GEIBLER (1991) gespeichert und ausgewertet. Das ADMG wird mit dem von der ADR vorgeschlagenen Regressionsfaktor ($b = 0,001$) auf den 100. Laktationstag standardisiert. Weitere Korrekturen erfolgen nicht. Die Zuchtwerte der Bullen werden nach der oben aufgeführten Formel berechnet. Der Vergleichsmaßstab ist das Populationsmittel.

An der gegenwärtigen Verfahrensweise der Zuchtwertschätzung erscheint vor allem problematisch, systematische Umwelteinflüsse nur unzureichend korrigieren zu können. Die Verwandtschaft wird gar nicht berücksichtigt. Bereits aus diesen beiden Aspekten ergeben sich verschiedene Ansatzpunkte für eine Verbesserung der Zuchtwertschätzung auf Melkbarkeit. Demnach könnte die Genauigkeit der Zuchtwerte verbessert werden, wenn die Zuchtwerte mit einem Vater- oder besser noch mit einem Tiermodell ermittelt werden könnten. Da das sowohl vom zugrundeliegenden Datenmaterial als auch vom favorisierten Zuchtwertschätzmodell abhängig ist, soll im weiteren beides näher untersucht werden.

Der Zuchtwert der Bullen ergibt sich aus der Formel:

$$ZW_{Bulle} = \frac{2n}{n+k} * (\bar{y} - VG)$$

$$s_i = \frac{n}{n+k}$$

$$k = \frac{4-h^2}{h^2}$$

n	- Anzahl der Töchter
h ²	- Heritabilität
VG	- Vergleichsmaßstab
y	- Töchtermittel
ZW _{Bulle}	- Zuchtwert des Bullen
s _i	- Genauigkeit des Zuchtwertes

4. Material und Methode

4.1 Materialbeschreibung

Für die Analyse standen die Ergebnisse der Melkbarkeitsprüfungen des Sächsischen Landeskontrollverbandes e. V. (LKV) der Jahre 1990 bis 1996 zur Verfügung. Das Merkmalspektrum umfaßte das Gesamtgemelk, die Melkdauer, das absolute und das standardisierte durchschnittliche Minutengemelk. Es wurden die Prüfergebnisse von 5.870 Kühen der ersten Laktation ausgewertet, die von insgesamt 68 Prüfern ermittelt wurden. Die Tiere standen in 254 Betrieben, stammten von 714 Vätern ab und wurden in den zurückliegenden 6 Jahren geprüft.

Zur Kennzeichnung des Melkverfahrens wurde die Melkanlage, das Meßgerät, die Stimulation und die Melkzeit erfaßt, die sich wie folgt aufgliedern:

Melkanlage:

- Kannenmelkanlage
- Rohrmelkanlage
- Tandem/Fischgräte
- Melkkarussell

Meßgerät:

- Tru-Tester
- Milkoskop/Waikato
- Recorder
- Kippschale/el. Milchmengenmeßgerät

Stimulation:

- ohne
- Physiomatic
- APF
- Stimu-Plus

Melkzeit:

- Frühgemelk
- Nachmittagsgemelk

Durch das Erfassungsprogramm werden verschiedene Grenzwerte gesetzt, denen ein Datensatz genügen muß, um in der Zuchtwertberechnung Berücksichtigung zu finden:

- Prüfdatum < Rechnerdatum
- Laktationsnummer < 15
- Kalbedatum < Prüfdatum
- $50 \leq \text{Melktage} \leq 180$
Melktage = Prüfdatum - Kalbedatum
- $5,0 \leq \text{Gesamtgemelk} \leq 20$
Gesamtgemelk = Gemelksmenge/100
- $0 < \text{Gesamtgemelkszeit} \leq 15,0$
Gesamtgemelkszeit = Melkdauer/10

In Tabelle 4 ist die Übersichtsstatistik für die Merkmale Melkdauer (MD), Gesamtgemelk (GG), absolutes durchschnittliches Minutengemelk (ADMG) und das standardisierte absolute durchschnittliche Minutengemelk (DMG) ausgewiesen. Dargestellt sind die geometrischen Mittelwerte der einzelnen Stufenefekte mit ihren Standardabweichungen sowie dem Minimum und Maximum bezogen auf die Stufen.

Der Effekt „Gesamt“ gibt den Mittelwert der einzelnen Merkmale über alle Leistungen hinweg an. Im Mittel aller auf Melkbarkeit untersuchten Töchter dauert der Melkprozeß (MD) 5,54 Minuten mit einer Streuung um den Mittelwert von 1,65 Minuten. Die kürzeste Melkdauer liegt bei 2,1 Minuten, die längste bei 16,3 Minuten.

Im Durchschnitt werden 9,0 kg Milch je Kuh (GG) gemolken. Das sind 1,71 kg je Minute (ADMG) bzw. bezogen auf den 100. Laktationstag 1,77 kg je Minute.

Die Ergebnisse der restlichen Effekte stellen Stufenmittel dar. Nach Tabelle 4 haben der Effekt „Betrieb“ und „Vater“ bei allen Merkmalen die größte Streuung. Es folgt mit Abstrichen der Effekt „Prüfer“. Die Effekte des Melkverfahrens streuen dagegen nur gering.

Tabelle 4: Mittelwert und Standardabweichung sowie Minimum und Maximum (Range) von Merkmalen der Melkbarkeit für ausgewählte Effekte der Melkbarkeitsprüfung

	n	MD		GG		ADMG		DMG	
		x±s	Range	x±s	Range	x±s	Range	x±s	Range
Gesamt ^①	5812	5,54±1,65	2,1-16,3	9,0±2,54	5,0-24,6	1,71±0,51	0,4-4,2	1,77±0,50	0,6-4,3
Effekte^②									
Betrieb	254	5,63±1,19	3,0-11,1	8,9±1,88	5,2-16,1	1,67±0,36	0,7-3,2	1,75±0,35	0,8-3,2
Melkanlage	4	5,55±0,16	5,4 - 5,7	8,8±0,55	8,3 - 9,3	1,67±0,11	1,5-1,8	1,74±0,07	1,7-1,8
Meßgerät	4	5,59±0,09	5,5 - 5,7	8,8±0,81	7,8 - 9,4	1,67±0,14	1,5-1,8	1,71±0,13	1,5-1,8
Stimulation	4	5,54±0,18	5,4 - 5,8	9,1±0,49	8,4 - 9,5	1,75±0,11	1,6-1,9	1,78±0,08	1,7-1,9
Meßzeit	2	5,50±0,39	5,2 - 5,8	8,9±1,19	8,1 - 9,8	1,70±0,10	1,6-1,8	1,82±0,08	1,7-1,8
Prüfer	68	5,70±0,73	4,2 - 8,5	9,3±1,53	5,6-13,6	1,71±0,23	1,1-2,2	1,77±0,22	1,2-2,2
Vater	712	5,60±1,36	2,1-16,3	9,4±2,53	5,0-22,3	1,77±0,42	0,7-3,9	1,84±0,41	0,8-3,9

①- Arithmetisches Mittel

②- Geometrisches Mittel

4.2 Zuchtwertschätzmodelle

Die Zuchtwertschätzung verfolgt das Ziel, die Vererbungsleistung eines Tieres anhand seines Zuchtwertes zu ermitteln. Dazu werden verschiedene Merkmale am Tier gemessen. Diese Meßergebnisse stellen aber nicht den genotypischen Wert des Tieres dar, da sie um Umwelteinflüsse verzerrt sind. Mit Hilfe von statistischen Modellen sind die Umwelteinflüsse quantifizierbar. Dadurch kann der am Tier gemessene phänotypische Wert um die Umwelteinflüsse korrigiert werden und stellt danach einen Schätzwert für den Genotyp dar (Zuchtwert).

Im vorliegenden Datenmaterial kann mit einem Einfluß des Betriebes, des Prüfers, der Melkanlage und der Jahreszeit als nichtgenetische Effekte gerechnet werden. Als genetische Komponente liegen das Tier, der Vater und die Mutter vor. Neben bei-

den Komponenten wird ein Rest ausgewiesen, der alle Störgrößen erfaßt, die nicht einem der benannten Effekte zugeordnet werden können.

Im nachfolgenden werden verschiedene Modelle geprüft. Im Modell „MAS“ werden in Form einer Ausgangssituation alle nichtgenetischen Einflußfaktoren berücksichtigt. Hinzu kommen die Kovariablen „Melkdauer“ und „Gesamtgemelk“. Mit diesen Kovariablen werden das ADMG sowie die Melkdauer sowohl auf ein einheitliches Laktationsstadium als auch auf eine einheitliche Gemelksmenge korrigiert. Diese Korrektur ist notwendig, damit Kühe, die am Anfang der Laktation stehen und damit in der Regel mehr Milch haben, mit Kühen, die am Ende der Laktation stehen und weniger Milch haben, verglichen werden können.

Modell MAS

$$y_{ijklmnopq} = \mu + H_i + YS_j + PR_k + MA_l + MZ_m + MG_n + ST_o + b_1 * MT + b_2 * GG + Tier_p + e_{ijklmnopq}$$

$y_{ijklmnopq}$ - Merkmalsausprägung der ijklmnop-ten Kuh (ADMG bzw. Melkdauer)

μ - Populationsmittel

H_i - fixer Effekt des i-ten Herde

YS_j - fixer Effekt der j-ten Jahres-Saison-Klasse

PR_k - fixer Effekt des j-ten Prüfers

MA_l - fixer Effekt der l-ten Melkanlage

MZ_m - fixer Effekt der m-ten Melkzeit

MG_n - fixer Effekt des n-ten Meßgerätes

ST_o - fixer Effekt der o-ten Stimuliereinrichtung

$b_1 * MT$ - Regression der Leistung auf die Melktage

$b_2 * GG$ - Regression der Leistung auf das Gesamtgemelk

$Tier_p$ - zufälliger Effekt des p-ten Tieres

$e_{ijklmnopq}$ - zufälliger Restfehler

In allen weiteren Modellen werden schrittweise fixe Störgrößen zusammengefaßt. Die Herde und die Jahr-Saison-Klassen werden als ein Effekt angegeben, die Effekte zur Charakterisierung des Melkverfahrens (Melkanlage, Meßgerät, Stimuliereinrichtung und Melkzeit) werden zuerst zusammengefaßt und in einem weiteren Modell nicht mehr extra aufgeführt. Es wird unterstellt, daß das Melkverfahren betriebsspezifisch ist und mit dem Herdeneffekt korrigiert wird. Der damit verbundene Vorteil besteht in der Berücksichtigung einer möglichen Wechselwirkung der Effekte untereinander. Im Ergebnis wird ein Modell als optimal angesehen, welches die Restvarianz minimiert.

Die Melkbarkeit kann durch verschiedene Merkmale beschrieben werden. Aufgrund des vorliegenden, begrenzten Merkmalspektrums wird im weiteren die Melkbarkeit durch die Merkmale „Melkdauer (MD)“ und „Absolutes durchschnittliches Minutenmelk (ADMG)“ charakterisiert. Die Betrachtung des standardisierten durchschnittlichen Minutenmelks (DMG) kann entfallen, da die Korrektur auf ein einheitliches Laktationsstadium bereits über das Modell erfolgt. Für beide Merkmale werden die gleichen Modelle unterstellt.

Zu diesem Zweck werden die Daten mit dem Programmpaket MICROSOFT-ACCESS 2.0 aufbereitet und deren Struktur untersucht. Mit dem Programmpaket SAS (SAS Institute INC., 1988) wird die Übersichtsstatistik erstellt, einschließlich der Analyse der systematischen Umwelteffekte. Für die Modellvalidierung in Verbindung mit der Parameterschätzung wird das Programm VCE 3.2 (GROENEVELD, 1996) verwendet.

5. Ergebnisse

5.1 Analyse des Datenmaterials

Für die Quantifizierung systematischer Umwelteinflüsse stehen eine Reihe bewährter statistischer Methoden zur Verfügung. Diese sind allerdings an eine Reihe von Voraussetzungen geknüpft, damit der Zuchtwert genau geschätzt werden kann. Die drei wichtigsten sind:

- eine genügend hohe Anzahl weiblicher Nachkommen je Prüfbulle,
- eine ausreichende genetische Verknüpfung über die wirkenden Umwelteinflüsse,

- eine geringe Anzahl wirkender Umwelteinflüsse.

Unter diesen Aspekten werden im weiteren die Melkbarkeitsdaten untersucht. Mit der Prüfung der Melkbarkeit sind durch den LKV 68 Mitarbeiter beauftragt. Im Durchschnitt entfallen auf jeden Prüfer 86 Prüfungen. Allerdings streut der Wert mit 120 Prüfungen sehr stark. Das Minimum beträgt zwei Prüfungen je Melkbarkeitsprüfer, das Maximum sind 667 Prüfungen, die durch ein Prüfer abgenommen wurden.

Nach Tabelle 5 haben sieben Prüfer weniger als fünf Melkbarkeitsprüfungen durchgeführt, fünf mehr als 200. Es ist als problematisch anzusehen, daß mehr als die Hälfte der Prüfer weniger als 50 Prüfungen abgenommen haben.

Ein weiteres, sehr wesentliches Kriterium der Güte des Datenmaterials ist die genetische Verknüpfung über die Einflußfaktoren. Je besser die Töchter der Bullen über die Betriebe verteilt sind, desto besser können die betrieblichen Einflüsse von den genetischen getrennt werden. In Tabelle 6 ist diese Verteilung dargestellt.

Nach Tabelle 6 wurden die Töchter von 365 Bullen in nur einem Betrieb geprüft, während die Töchter von acht Bullen über mehr als 20 Betriebe verteilt waren. Je Bulle wurden 8,2 Töchter geprüft.

In Tabelle 7 ergibt eine weiterreichende Untersuchung, daß je Bulle und Betrieb 2,1 Töchter geprüft wurden, wobei auch hier das Material sehr aufspaltet. Wird das Datenmaterial zu Klassen „Bullen innerhalb Betrieb“ zusammengefaßt, so werden in 1.484 Fällen nur eine Tochter je Bulle und Betrieb geprüft.

In Tabelle 8 werden die Prüfer näher analysiert. In 58 Fällen existiert je Prüfer und Betrieb nur eine Töchterleistung. In 50 Fällen 2 bis 5 Töchterleistungen. Das Maximum liegt bei 454 Prüfungen, die ein Prüfer in einem Betrieb abgenommen hat. Von den 68 Prüfern haben 17 Prüfer die Melkbarkeitsprüfung nur in einem Betrieb durchgeführt. Im Durchschnitt betreut ein Prüfer 3,8 Betriebe.

Insgesamt ist das Datenmaterial eher ungünstig für die Zuchtwertschätzung. In vielen Fällen können die einzelnen systematischen Effekte nicht getrennt werden, da es keine Verknüpfungen gibt.

Tabelle 4: Anzahl Prüfungen je Melkbarkeitsprüfer

Anzahl Prüfungen je Melkbarkeitsprüfer	Anzahl Melkbarkeitsprüfer
< 5	7
6 - 10	3
11 - 50	26
51 - 100	12
101 - 200	15
> 200	5

Tabelle 5: Anzahl Betriebe je Bulle

Anzahl Betriebe je Bulle	Anzahl Bullen
1	356
2 - 5	210
6 - 11	63
11 - 20	75
> 20	8

Tabelle 6: Anzahl Töchter (Prüfungen) je Bulle und Betrieb

Töchter je Bulle und Betrieb	Anzahl Bullen	Töchter je Bulle	Anzahl Bullen
1	1.484	1	254
2 - 5	1.064	2 - 5	208
6 - 10	127	6 - 10	86
11 - 20	36	11 - 20	50
> 20	8	> 20	114

Tabelle 8: Anzahl Prüfungen je Prüfer und Herde bzw. Anzahl Herden je Prüfer

Prüfungen je Prüfer und Herde	Anzahl Prüfer	Herde	Anzahl Prüfer
1	58	1	17
2 - 5	50	2 - 5	25
6 - 20	90	6 - 10	23
21 - 50	43	11 - 20	1
> 50	26	> 20	1

5.2 Systematische Einflußfaktoren

Aus den statistischen Maßzahlen in Tabelle 3 geht hervor, daß neben dem Einflußfaktor „Prüfer“ auch der Betrieb als nichtgenetischer Einflußfaktor das absolute durchschnittliche Minutengemelk beeinflusst. Anhand des Ausgangsmodells (MAS) soll deshalb im weiteren untersucht werden, welche

Umwelteinflüsse auf die Zuchtwertschätzung wirken und inwieweit diese Aussagen auch für das Merkmal „Melkdauer“ zutreffend sind. Bei dieser Untersuchung wird - methodisch bedingt - ein Vatermodell unterstellt. Mittels eines Modells können systematische Umwelteinflüsse korrigiert werden, sofern sie im einzelnen oder als Kombination meh-

erer Effekte benannt sind. Nicht jeder der möglichen Effekte verursacht allerdings eine Variation

der Merkmalsausprägung am Tier. Deshalb wird

Tabelle 8: Ausgewählte Parameter zur Charakterisierung der Güte der Modelle und deren Einflußfaktoren

	ADMG	Melkdauer
Modellstatistik		
R ²	0,52	0,43
Variationskoeffizient	22,9	24,6
MS-Error	0,15	1,87
Prüfgröße Pr>F		
Herde-Jahr-Saison		
Herde	0,0001	0,0001
Jahr-Saison	0,0001	0,0001
Prüfer	0,0072	0,0235
Melkanlage	0,3040	0,2004
Meßgerät	0,2242	0,5578
Melkzeit	0,0062	0,0009
Stimulation	0,0020	0,0273
Laktationstage	0,0001	0,0001
Gesamtgemelk	0,0001	0,0001
Bulle	0,0001	0,0001

mit speziellen statistischen Methoden untersucht, welche Effekte in ein Modell aufgenommen werden sollten. Zum Test der Hypothese für die einzelnen Effekte wird als Prüfgröße der F-Wert ($P > F$) verwendet. Übersteigt er einen bestimmten Betrag ($p > 0,05$), wird angenommen, daß dieser Effekt keinen Einfluß auf die abhängige Variable hat und deshalb entfernt werden kann. In Tabelle 9 ist das Modell aufgeführt. Zur Beurteilung kann weiterhin das R², auch Bestimmtheitsmaß, als Maß der Güte der Anpassung eines linearen Modells herangezogen werden. Es gibt den Anteil der Variation der abhängigen Variablen (ADMG bzw. Melkdauer) an, die durch das Modell erklärt wird. In Tabelle 9 sind die Ergebnisse des Ausgangsmodells für die Merkmale „ADMG“ und „Melkdauer“ dargestellt. Im Modell des Merkmals „ADMG“ sind alle Effekte aufgeführt. Von diesen haben die Melkanlage und das Meßgerät keinen Einfluß auf das Merkmal, Prüfer, Melkzeit und Stimulation nur einen geringen. Die Ergebnisse für das Merkmal „Melkdauer“ sind denen des Merkmals „ADMG“ ähnlich. Die Effekte des Melkverfahrens haben keinen Einfluß auf das Merkmal „Melkdauer“.

Das Bestimmtheitsmaß beträgt $R^2 = 0,52$. In allen untersuchten Modellen haben die Kovariablen „Gesamtgemelk“ und „Laktationstage“ auf beide

Merkmale einen großen Einfluß, allerdings ist der Einfluß des Laktationsstadiums im Vergleich zum Gesamtgemelk erheblich niedriger.

Der Einfluß des Prüfers ist in den Modellen beider Merkmale indifferent und maximal mit $p < 0,05$ statistisch signifikant. Möglicherweise ist dieser Effekt ebenfalls mit dem Betriebseffekt hinreichend genau erklärt. Da bei einer Verbesserung der Datenstruktur mit einem stärkerem Einfluß des Prüfers zu rechnen ist, sollte dieser Effekt in einem Zuchtwertschätzmodell nicht fehlen.

Die Ergebnisse der Analyse beider Merkmale lassen darauf schließen, daß für die Zuchtwertschätzung ein Modell geeignet erscheint, in dem die Effekte des Melkverfahrens in den Herdeneffekt einfließen und neben dem Effekt des Prüfers als fixer Effekt ein „Herde-Jahr-Saison“-Effekt definiert wird. Das Gesamtgemelk und die Laktationstage sollten im Modell als Kovariablen nicht fehlen.

5.3 Analyse der Heritabilität

Im vorangegangenen Abschnitt wurden vor allem die systematischen Einflußgrößen auf die abhängigen Variablen „ADMG“ und „Melkdauer“ untersucht. Der Tiereneffekt wurde dort nur unzureichend berücksichtigt. In diesem Kapitel wird daher dem genetischen Aspekt der Modellvalidie-

rung stärker Rechnung getragen. Zur Beurteilung der Modellgüte wird die genetische Varianz herangezogen. Sie sollte möglichst hoch sein, während das Residual einen niedrigen Wert annehmen sollte. Ein weiteres Vergleichskriterium ist die Heritabilität als Erbllichkeit des Merkmals (Tabelle 10 und 11).

In den Tabellen 9 und 11 sind die Varianzkomponenten für das Residual und den Tiereffekt dargestellt sowie die Heritabilität. Je nach Modell kann sich in Abhängigkeit von der Korrektur systematischer Einflußfaktoren der Anteil der geschätzten additiv genetischen Varianz ändern.

Für das Merkmale „ADMG“ liegt die Heritabilität bei allen Modellen im Bereich von $h^2 = 0,141$ und $h^2 = 0,503$ und damit im unteren bis mittleren Bereich. In den Modellen 1-8 der Tabelle 9 wurde jeweils ein Effekt - Betrieb, Prüfer bzw. Melkzeit - entfernt. Dies führte zu einem Anstieg des Residuals und zu einer Verminderung der Heritabilität. Diese Effekte sollten daher in einem Modell nicht fehlen. Für die anderen wurde in den Modellen 9-11 geprüft, inwieweit sie mit anderen Effekten kombiniert werden können. Dabei erweist sich die Zusammenfassung von „Meßgerät“, „Melkanlage“, „Melkzeit“ und „Stimulationsverfahren“ zum Effekt „Melkverfahren (MV)“ als sinnvoll. Wird im weiteren darauf verzichtet (Modell 10), dann fließen diese Effekte in den Betriebseffekt mit ein. Beide Modelle führen zu einem hohen h^2 und zu einem geringen Residual. Die weitere Zusammenfassung des Betriebes und des Jahr-Saison-Effektes zum Effekt „HYS“ (Modelle 11/ 12 der Tabelle 9) ergibt kaum Veränderungen, auch wenn das h^2 etwas niedriger ist. Eine weitere

Kombination der fixen Effekte wie in den Modellen 13 und 14 der Tabelle 9 erscheint ungünstig. Das mit 0,12 vergleichsweise hohe Residual läßt auf andere, im Modell nicht erfaßte Faktoren schließen.

Die Heritabilitäten der Modelle 1-14 für das Merkmal „Melkdauer“ in der Tabelle 11 liegen ebenfalls im unteren bis mittleren Bereich. Die Residuals und die Heritabilitäten reagieren auf die Veränderung in analoger Weise wie beim Merkmal „ADMG“. Allerdings sollte bei diesem Merkmal dem Modell 9 oder dem Modell 3 der Vorzug gegeben werden. Für die weiteren Untersuchungen wird für das Merkmal „ADMG“ das Modell 10 als optimal angesehen bzw. für das Merkmal „Melkdauer“ das Modell 9 und als „MOP“ bezeichnet.

5.4 Korrelation zwischen BLUP-Zuchtwert Melkbarkeit und anderen Zuchtwerten

In der Analyse zur Zuchtwertschätzung „Melkbarkeit“ liegen für die einzelnen Modelle die Zuchtwerte von allen Bullen vor. Die Zuchtwerte wurden nach den im Kapitel „Material und Methode“ beschriebenen Modellen geschätzt. Ein Teil dieser Bullen besitzt bereits Zuchtwerte für Melkbarkeit, Milchleistung, Exterieur und Zellzahl. Diese in der regulären Zuchtwertschätzung gewonnenen Zuchtwerte werden mit denen in dieser Untersuchung ermittelten Zuchtwerte anhand des Pearson'schen Korrelationskoeffizienten verglichen. In Tabelle 11 sind die mit MAS und MOP ermittelten Zuchtwerte für das Merkmal „ADMG“ den Zuchtwerten für Milchleistung, Melkbarkeit, Zellzahl und Exterieur gegenüberge-

Tabelle 9: Residual und Heritabilität für das Merkmal „ADMG“

Nr. Modell		Residual	Tier	Heritabilität
1	Herde JS PR MG MA MZ ST MT GG Tier	0,096±0,002	0,091±0,002	0,486±0,010
2	PR MG MA MZ ST MT GG Tier	0,130±0,005	0,049±0,005	0,272±0,029
3	Herde PR MG MA MZ ST MT GG Tier	0,096±0,001	0,086±0,003	0,473±0,012
4	Herde JS MG MA MZ ST MT GG Tier	0,128±0,004	0,042±0,005	0,245±0,027
5	Herde JS PR MA MZ ST MT GG Tier	0,096±0,002	0,091±0,002	0,486±0,010
6	Herde JS PR MG MZ ST MT GG Tier	0,090±0,002	0,084±0,003	0,485±0,012
7	Herde JS PR MG MA ST MT GG Tier	0,149±0,005	0,024±0,003	0,141±0,020
8	Herde JS PR MG MA MZ MT GG Tier	0,090±0,007	0,084±0,008	0,484±0,043
9	Herde JS PR MV MT GG Tier	0,089±0,002	0,083±0,002	0,483±0,009
10	Herde JS PR MT GG Tier	0,092±0,002	0,093±0,002	0,503±0,010
11	HYS PR MV MT GG Tier	0,084±0,002	0,076±0,003	0,475±0,014
12	HYS PR MV MT GG Tier	0,100±0,008	0,057±0,010	0,361±0,059
13	HYS PR MV MT GG Tier	0,125±0,004	0,030±0,004	0,195±0,027
14	HYS PR MV MT GG Tier	0,126±0,004	0,031±0,004	0,197±0,027

HYS - Herde-Jahr-Saison MT - Melktage MZ - Melkzeit
 JS - Jahr-Saison GG - Gesamtgemelk ST - Stimulationsverfahren
 PR - Prüfer MV - Melkverfahren

Tabelle 11: Residual und Heritabilität für das Merkmal „Melkdauer“

Nr.	Modell										Residual	Tier	Heritabilität
1	Herde	JS	PR	MG	MA	MZ	ST	MT	GG	Tier	1,103±0,025	1,016±0,023	0,479±0,009
2			PR	MG	MA	MZ	ST	MT	GG	Tier	1,577±0,055	0,577±0,061	0,270±0,027
3	Herde		PR	MG	MA	MZ	ST	MT	GG	Tier	1,089±0,019	1,102±0,032	0,503±0,010
4	Herde	JS		MG	MA	MZ	ST	MT	GG	Tier	1,559±0,051	0,458±0,054	0,227±0,026
5	Herde	JS	PR		MA	MZ	ST	MT	GG	Tier	1,043±0,024	0,990±0,022	0,487±0,010
6	Herde	JS	PR	MG		MZ	ST	MT	GG	Tier	1,073±0,019	0,984±0,028	0,478±0,009
7	Herde	JS	PR	MG	MA		ST	MT	GG	Tier	1,583±0,049	0,431±0,051	0,214±0,025
8	Herde	JS	PR	MG	MA	MZ		MT	GG	Tier	1,136±0,090	0,976±0,110	0,462±0,047
9	Herde	JS	PR	MV				MT	GG	Tier	1,103±0,003	1,017±0,038	0,480±0,009
10	Herde	JS	PR					MT	GG	Tier	1,439±0,057	0,672±0,071	0,318±0,032
11	HYS		PR	MV				MT	GG	Tier	1,309±0,068	0,599±0,075	0,314±0,038
12	HYS		PR					MT	GG	Tier	1,678±0,045	0,293±0,037	0,149±0,020
13	HYSPR			MV				MT	GG	Tier	1,533±0,047	0,338±0,047	0,181±0,025
14	HYSPR							MT	GG	Tier	1,538±0,047	0,346±0,048	0,184±0,025

HYS	- Herde-Jahr-Saison	MT	- Melktage	MA	- Melkanlage
JS	- Jahr-Saison	GG	- Gesamtgemelk	MZ	- Melkzeit
PR	- Prüfer	MV	- Melkverfahren	ST	- Stimulationsverfahren
MG	- Melkgerät	HYSPR	- Herde-Jahr-Saison-Prüfer		

stellt. Desweiteren sind die Korrelationen der mit dem gegenwärtigen Verfahren (ADR-Richtlinie 3.4) ermittelten Zuchtwerte für Melkbarkeit (MBK), Milchleistung (RZM), Exterieur (RZE) und Zellzahl (RZS) aufgeführt.

Die Korrelation zwischen den Zuchtwerten des Merkmals „ADMG“ der Modelle MAS und MOP beläuft sich auf $r_p = 0,85$ und ist mit $p < 0,01$ signifikant (Tabelle 12). Die Korrelation der Zuchtwerte des BLUP-Verfahrens zu denen der regulären Zuchtwertschätzung auf Melkbarkeit betragen $r_p = 0,33$ und $r_p = 0,36$.

Damit liegen sie erwartungsgemäß im mittleren Bereich, da mit dem BLUP-Verfahren im Gegensatz zur bisherigen Indexberechnung systematische Einflüsse korrigiert werden können, was allein methodisch bedingt keine höheren Korrelationen erwarten läßt.

Zwischen dem BLUP-Zuchtwert „Melkbarkeit“ und dem Zuchtwert „Milchleistung“ bestehen nur sehr schwache korrelative Beziehungen. Sie liegen bei beiden Modellen zwischen $r_p = 0,07$ und $r_p = 0,11$. Zum Exterieur sind die Korrelationen nahe Null und statistisch nicht signifikant. Zum Zuchtwert „Zellzahl“ weisen die BLUP-Zuchtwerte beider Modelle negative Korrelation auf.

In analoger Weise werden in Tabelle 13 die Zuchtwerte der Melkdauer den Relativzuchtwerten für Melkbarkeit, Milch, Exterieur und Zellzahl gegen-

übergestellt. Die Korrelation zwischen den Zuchtwerten des Modells MAS und MOP sind mit 0,89 sehr hoch. Zur Melkbarkeit korrelieren die Zuchtwerte in gleicher Höhe wie beim Merkmal „ADMG“, nur mit umgekehrten Vorzeichen. Zwischen dem BLUP-Zuchtwert Melkbarkeit und den Zuchtwerten für Milchleistung, Exterieur und Zellzahl bestehen keine Zusammenhänge, die Korrelationen sind Null.

In Tabelle 14 sind die phänotypischen Korrelationen zwischen den Zuchtwerten der beiden Merkmale in Abhängigkeit von den Modellen dargestellt. Die Korrelation zwischen dem ADMG und der Melkdauer (MD) beträgt bei beiden Modellen -0,9.

In engem Zusammenhang mit der Zuchtwertschätzung wird die Genauigkeit der Zuchtwerte diskutiert. Diese steigt, je mehr zur Verfügung stehen. In der vorliegenden Zuchtwertschätzung erfolgt ein Informationszuwachs vor allem aus der Anzahl geprüfter weiblicher Nachkommen. Da eine umfangreichere Prüfung mit höheren Kosten verbunden ist, muß ein optimales Verhältnis zwischen der Genauigkeit der Zuchtwerte und dem Prüfungsumfang gefunden werden. In Abbildung 14 wird die Abhängigkeit der Genauigkeit der Zuchtwerte der Bullen von der Anzahl der geprüften Töchter dargestellt. Wie erwartet steigt sie, je mehr Töchter je Bulle geprüft werden. Dabei erscheinen 25 Töchter je Bulle als ausreichend, da sich die Genauigkeit darüber hinaus nur unbedeutend erhöht.

Tabelle 11: Korrelationen zwischen den Zuchtwerten/Relativzuchtwerten der BLUP-Zuchtwertschätzung auf ADMG und den bisherigen Melkbarkeitszuchtwerten

	Modell MOP	MBK	RZM	RZE	RZS
Modell	0,855□	0,335**	0,074	-0,008	-0,016*
M _{AS} □Modell		0,367**	0,115*	0,058	-0,108*
MOP□□MBK□			0,294**	0,293**	-0,087
RZM□RZE□				0,316**	-0,036
					0,078

* : p<0,05
 ** : p<0,01
 *** : p<0,001

MBK - Zuchtwert-Melkbarkeit
 RZM - Relativzuchtwert-Milchleistung
 RZE - Relativzuchtwert-Exterieur

RZS - Relativzuchtwert-Zellzahl

Tabelle 12: Korrelationen zwischen den Zuchtwerten/Relativzuchtwerten der BLUP-Zuchtwertschätzung auf Melkdauer und den bisherigen Melkbarkeitszuchtwerten

	Modell MOP	MBK	RZM	RZE	RZS
Modell	0,897**□	-0,391**	-0,060	-0,000	0,067□ -
M _{AS} □Modell		-0,088	-0,051	0,064	
MOP					

* : p<0,05
 ** : p<0,01
 *** : p<0,001

MBK - Zuchtwert-Melkbarkeit
 RZM - Relativzuchtwert-Milchleistung
 RZE - Relativzuchtwert-Exterieur

RZS - Relativzuchtwert-Zellzahl

Tabelle 14: Korrelationen zwischen den Zuchtwerten/Relativzuchtwerten der BLUP-Zuchtwertschätzung auf Melkdauer und den bisherigen Melkbarkeitszuchtwerten

	ADMG Modell M _{AS}	ADMG Modell MOP
MD Modell M _{AS} □MD	-0,915**	-0,840**□ -
Modell MOP	0,798**	-0,939**

* : p<0,05
 ** : p<0,01
 *** : p<0,001

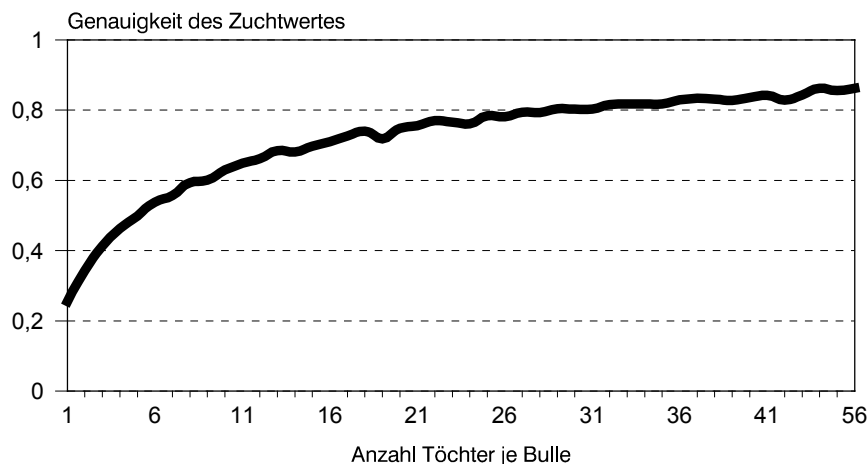


Abbildung 15: Einfluß des Prüfumfanges auf die Genauigkeit der Zuchtwertschätzung für das Merkmal „ADMG“

6. Diskussion

Für die Entwicklung einer Zuchtwertschätzung auf Melkbarkeit wurden in der vorliegenden Analyse die Merkmale „Melkdauer (MD)“ und „Absolutes Durchschnittliches Minutengemelk (ADMG)“ näher untersucht. Der Mittelwert für die Melkdauer betrug $5,54 \pm 1,65$ Minuten, für das ADMG $1,71 \pm 0,51$ kg/min und entspricht in etwa den von GÖFT et al. (1994) angegebenen Werten für Schwarzbunte von $1,57 \pm 0,71$ kg/min.

Die einzelnen Meßwerte können durch eine Reihe systematischer Umwelteffekte verzerrt werden. In den Untersuchungen von GÖFT et al. (1994) hatten die Herde und der lineare Kalbeabstand (Zwischenkalbezeit) einen signifikanten Einfluß auf das ADMG. BAHR et al. (1995) sehen die Milchmengenmeßgeräte und die Gemelksmenge als die wichtigsten Einflußfaktoren auf die Melkdauer und das ADMG an. ROSEN et al. (1983) führen ebenfalls im einzelnen melktechnische Faktoren wie die Höhe des Nennvakuums oder der Pulsierung auf. Die Autoren sehen es allerdings genau wie BAHR et al. (1995) als praktikabel an, diese Effekte im Herdeneffekt zu berücksichtigen. BIEDERMANN und HUBAL (1994) halten eine Korrektur des Prüferinflusses neben der Korrektur des Herdeneinflusses und des Laktationsstadiums für sinnvoll. Das Erstkalbealter hat nach PLACKE et al. (1983), TREDE u. KALM (1989) keine Auswirkung auf das ADMG.

In den eigenen Untersuchungen wurden beide Merkmale in erster Linie durch die systematischen Effekte „Herde“, „Jahr-Saison“ und „Melkbarkeitsprüfer“ beeinflusst. Das entspricht im wesentlichen den Ergebnissen der oben genannten Autoren. Im Gegensatz zu diesen haben die melktechnischen Faktoren eine nur untergeordnete Bedeutung für das ADMG und die Melkdauer. Diese Effekte sind im Modell M_{AS} nicht oder nur schwach signifikant. Im Modell M_{OP} , in dem sie Bestandteil des Herdeneffektes bzw. zum Effekt „Melkverfahren“ zusammengefaßt sind, ist das Residual geringer als im Ausgangsmodell. Damit liegt es nahe, der Auffassung von ROSEN et al. zu entsprechen.

Neben den systematischen Umwelteinflüssen haben die Kovariablen „Gesamtgemelk“ und „Melktage“ einen statistisch hoch signifikanten Einfluß, wobei der Einfluß des Laktationsstadiums im Vergleich zum Gesamtgemelk geringer ist. Das gleiche Ergebnis erhalten BAHR et al. (1995). Auch in ihren Untersuchungen wiesen die Regressionskoeffizienten

der Melkbarkeitsparameter insgesamt nur sehr niedrige Werte auf den Laktationstag auf. Für die Melkdauer und das unkorrigierte ADMG werden diese mit $b = -0,012$ bis $b = -0,006$ ausgewiesen. Die Regressionskoeffizienten zwischen den Melkbarkeitsparametern und der Gemelksmenge sind dagegen ausgeprägter. Für die Melkdauer liegen bei den Autoren deutliche Beziehungen von $b = 0,25$ bis $b = 0,28$ vor, wonach sich mit ansteigender Milchmenge das ADMG und vor allem die Melkdauer erhöhen. TREDE und KALM (1989) vertreten die Auffassung, daß aufgrund der geringen Korrekturwirkung des Laktationsstadiums eine Korrektur des DMG entbehrlich ist. Sie betrachten die Merkmale korrigiertes DMG und unkorrigiertes DMG aufgrund ihrer genetischen Korrelation zur Milchmenge von $r_g = 0,93$ und $r_g = 1$ als identisch. REITER et al. (1987) kommen aufgrund wiederholter Messung des DMG zum gleichen Ergebnis. Durch eine Korrektur auf gleiche Gemelksgröße bzw. gleichen Laktationstag wurde nur eine geringe Erhöhung der Wiederholbarkeit erzielt.

In den eigenen Untersuchungen beträgt die Heritabilität für das Merkmal „ADMG“ im Ausgangsmodell $h^2 = 0,48$ und im bevorzugten Modell M_{OP} $h^2 = 0,50$. Diese Werte liegen im oberen Bereich der von anderen Autoren ermittelten Heritabilitäten. Für die Melkdauer werden in der Literatur h^2 -Werte von 0,09 bis 0,25 angegeben. Auch hier sind die Heritabilitäten der eigenen Untersuchungen höher und betragen für das Modell M_{AS} $h^2 = 0,15$ und für das Modell M_{OP} $h^2 = 0,50$.

Neben den Fragen der Modellgüte ist für die Zuchtwertschätzung die Auswahl eines relevanten Merkmals von Bedeutung. Nach WILKE (1994) sollte ein Merkmal für die Aufnahme in das Zuchtziel in Betracht kommen, wenn drei grundsätzliche Bedingungen erfüllt sind:

- Das Merkmal muß eine genügend große wirtschaftliche Bedeutung haben.
- Das Merkmal muß eine genügend große additiv genetische Varianz haben.
- Das Merkmal muß mit genügender Genauigkeit meßbar sein.

Auch wenn diese Bedingungen für die Merkmale „Melkdauer“ und „ADMG“ prinzipiell zutreffend sind, muß dennoch in der Zuchtwertschätzung für eines der beiden Merkmale entschieden werden.

BAHR et al. (1995) sind der Meinung, daß unter heutigen Produktionsbedingungen eine einheitliche Melkdauer aller Kühe wichtiger ist als eine allgemeine Anhebung des ADMG als Ausdruck der Milchflußgeschwindigkeit. Sie verweisen auf einen mit sehr hohen Milchflußraten verbundenen Anstieg der Zellzahl bei einer Selektion auf höhere Milchflußgeschwindigkeit bzw. kürzere Melkdauer. Die Aufnahme des ADMG als Zuchtziel würde aufgrund positiver Korrelationen zwischen ADMG und Milchflußrate automatisch zu einer zunehmenden Leistungsselektion auf hohe Milchflußraten führen. Dagegen läßt sich eine Zellzahlerhöhung aufgrund einer verhältnismäßig langen Melkdauer, die aus der damit zusammenhängenden starken Belastung des Zitzengewebes entsteht, nur schwer nachweisen.

Zu ähnlichen Schlußfolgerungen kommt DUDA (1995). Ausgehend von seinen Analysen zum Milchfluß ist ein ausgeprägtes Plateau auf nicht sehr hohem Niveau trotz der längeren Melkdauer günstiger für die Eutergesundheit, als ein sehr hoher Spitzenfluß mit einer damit verbundenen kurzen Plateau- und Melkdauer und einer verhältnismäßig langen Abstiegsdauer. Der Autor untersuchte die Beziehungen von Merkmalen des Milchflusses zum ADMG und ermittelte Korrelationen zwischen dem ADMG und dem höchsten Milchfluß von $r_p = 0,53$ bis $r_p = 0,63$. Zu allen anderen Merkmalen des Milchflusses waren die Korrelationen leicht negativ. Diesen Ergebnissen zufolge hat die Verbesserung des ADMG vor allem den Spitzenfluß gefördert, ohne wesentliche Veränderungen der Viertelverteilung in der Milchabgabe zu bewirken, was im Zusammenhang mit der Eutergesundheit als nicht unproblematisch angesehen werden muß. Da mit dem ADMG keine Aussage zur für die Eutergesundheit bedeutsamen Struktur der Milchabgabe gemacht werden kann, erscheint dieses Merkmal als Zuchtzielmerkmal überarbeitungswürdig. In diesem Zusammenhang verweisen TREDE und KALM (1989) auf einen weiteren Aspekt. In der vorliegenden Untersuchung ist die Milchmenge in beiden Modellen als Kovariable aufgeführt, d. h. die abhängigen Variablen werden auf eine einheitliche Milchmenge korrigiert. Dabei ist den Autoren zufolge zu berücksichtigen, daß es sich um die Beziehung zwischen einem Faktor und dessen Quotienten mit einem weiteren Faktor handelt. Nach Turner (1959) ist eine derartige Beziehung von der Korrelation und dem relativen Ausmaß der Variationskoeffizienten der beiden Merkmale des Quotienten abhängig. Bei einer realistischen Variation der Beziehung zwischen den Parametern Milchmenge und

Melkdauer von $r_g = 0$ und $r_g = 0,4$ ergibt sich eine genetische Beziehung zwischen der Milchmenge und dem DMG, die größer als $r_g = 0,3$ ist. Dadurch würde sich TREDE und KALM (1989) zufolge eine Milchmengenkorrektur wegen der Reduzierung der genetischen Varianz beim DMG verbieten.

Eine Alternative zum Merkmal „ADMG“ könnte die Melkdauer sein. Im Vergleich zum ADMG ist dieses Merkmal kein „Quotientenmerkmal“, die Korrektur der Milchmenge erfolgt in einer korrekten Art und Weise. Allerdings liegen auch hier zwischen der Melkdauer und der Zellzahl im züchterischen Sinne antagonistische Beziehungen vor. Eine Selektion auf kürzere Melkdauer führt zu einer negativen Entwicklung der Zuchtwerte für die Zellzahl. BAHR et al. (1995) geben genetische Beziehungen zwischen der Melkdauer und der Zellzahl von $r_g = -0,10$ bis $r_g = -0,39$, zwischen dem ADMG und der Zellzahl von $r_g = 0,32$ bis $r_g = 0,57$ an. MOORE et al. (1983) ermittelten Korrelationen zwischen der monatlichen Zellzahlmessung und der Melkdauer von $r_g = -0,40$ und $r_g = -0,59$. Bei diesem Merkmal erscheint aus zweierlei Hinsicht eine Zucht auf ein Optimum sinnvoll. Zum einen sieht WILKE (1994) das derzeitige Populationsmittel der Holstein-Frisian-Kühe als optimal an. Zum anderen geben GÖFT et al. (1994) für die Plateaudauer (die Melkdauer im engeren Sinne) einen Optimalwert von 4 bis 5 min an.

WILKE (1994) vertritt die Auffassung, Vererbungstendenzen mit wenig Aufwand durch Befragung des Melkpersonals zu ermitteln. Allerdings weisen BIEDERMANN und HUBAL (1994) darauf hin, daß sich das subjektiv eingestufte Melkverhalten als nur sehr wenig heritabel ($h^2 = 0,09$) erweist. Sie stellten eine genetische Korrelation von $r_g = 0,87$ zwischen der subjektiv ermittelten Melkbarkeit und dem ADMG fest. Unter diesem Aspekt erwägen sie, genau wie MEYER und BURNSIDE (1987), auf die Melkbarkeitsprüfung zu verzichten und statt dessen Besitzerbefragungen bzw. die subjektive Einstufung in Betracht zu ziehen. Das setzt allerdings eine eindeutige Definition des Begriffs Melkbarkeit voraus, um die Ergebnisse vergleichen zu können. Für sächsische Verhältnisse ist diese Sichtweise nicht relevant. Zum einen ist eine Besitzerbefragung aufgrund der großen Bestände nicht möglich, zum anderen ist die Melkbarkeit der bodenständigen Rassen mit denen der Holstein-Frisian nicht vergleichbar.

Auch wenn die Melkbarkeit im Vergleich zu Milchleistungsparametern nicht die adäquate Bedeutung

hat, sollte sie als unabhängiges Schwellenmerkmal erhalten bleiben, um auf diese Weise Minusvarianten von bestimmten Anpaarungen ausschließen zu können. Das gilt auch dann, wenn über den korrelierten Selektionserfolg, ohne Berücksichtigung der Melkbarkeit als Selektionsmerkmal, keine generelle Verschlechterung der Melkgeschwindigkeit und der Melkdauer zu erwarten ist. Perspektivisch erscheint für sächsische Verhältnisse in der Zuchtwertschätzung ein Zwei-Merkmalmodell interessant, in das die Melkdauer und der Spitzenmilchfluß einfließen. Beide Merkmale sind mittels Laktocorder problemlos erfassbar und würden die Aspekte der Melkbarkeit und der Euter-gesundheit optimal miteinander vereinen.

7. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

In der vorliegenden Arbeit wurden Melkbarkeitsdaten des LKV Sachsen ausgewertet. Ziel war es, anhand dieser Daten ein Modell zur BLUP-Zuchtwertschätzung auf Melkbarkeit beim Milchrind zu entwickeln. Dazu wurde zuerst die Datenstruktur (Klassenbesetzung, Verknüpfungen u.s.w.) analysiert, danach verschiedene Merkmale untersucht und das absolute durchschnittliche Minutengemelk (ADMG) als Merkmal für die Zuchtwertschätzung ausgewählt. Anhand verschiedener Modelle wurden die systematischen Einflüsse auf das ADMG untersucht und ein Modell für die Zuchtwertschätzung abgeleitet.

- Für die Untersuchung standen die Meßergebnisse von 5.812 erstlaktierenden Kühen aus 254 Herden von 712 Bullen zur Verfügung. Die Daten wurden von 68 Melkbarkeitsprüfern erhoben und ergaben im Mittel über das gesamte Material hinweg eine Melkdauer von 5,54 min, ein Gesamtgemelk von 9,0 kg, ein absolutes durchschnittliches Minutengemelk von 1,71 kg/min sowie ein standardisiertes absolutes durchschnittliches Minutengemelk von 1,77 kg/min.
- Die Struktur des Datenmaterials wurde anhand der Verknüpfungen der Bullen über die Herden geprüft sowie an den Töchtern bzw. Prüfungen je Bulle bzw. Prüfer. Insgesamt ist das Datenmaterial für die Zuchtwertschätzung nicht optimal. So lag bei 254 Bullen (36 %) nur eine Tochterleistung vor. Außerdem ist die Zahl der Melkbarkeitsprüfer mit 68 Prüfern relativ hoch. Problematisch ist vor allem die Prüfdichte, die zwischen sieben Prüfern mit weniger als fünf Prüfungen und fünf Prüfern mit mehr als 200 Prüfungen liegt. Um eine optimale Daten-

struktur für die Zuchtwertschätzung zu gewährleisten, sollten Melkbarkeitsprüfer und Prüfbetriebe beschränkt werden.

- Für ein Zuchtwertschätzmodell wurden als abhängige Variablen das absolute durchschnittliche Minutengemelk und die Melkdauer gewählt. Auf beide Merkmale wirkende systematische Einflußfaktoren wurden in zwei Varianten untersucht. In Modell 1 sind alle Effekte einzeln aufgeführt (Herde, Jahr-Saison, Prüfer, Melkanlage, Melkzeit, Stimulationsverfahren, Meßgerät, Laktationstage, Gesamtgemelk und Tier). Modell 2 unterscheidet davon im Zusammenfassen der Effekte Herde, Jahr und Saison und daß das Melkverfahren als herdenspezifisch in der Herde berücksichtigt wurde. In beiden Modellen haben die Kovariablen Laktationstage und Gesamtgemelk, das Tier und der Herdeneffekt einen hoch signifikanten Einfluß auf die abhängigen Variablen. In Modell 1 sind die Effekte Melkanlage und Meßgerät von untergeordneter Bedeutung, der Prüfer und das Stimulationsverfahren haben nur einen indifferenten Einfluß.
- Für das Merkmale „ADMG“ liegt die Heritabilität im Bereich von $h^2 = 0,141$ und $h^2 = 0,503$ und damit im unteren bis mittleren Bereich. Die entsprechenden Heritabilitäten des Merkmals „Melkdauer“ bewegen sich im gleichen Bereich.
- Zwischen den BLUP-Zuchtwerten, die für das „ADMG“ nach dem Modell MOP ermittelt wurden und den bisherigen Melkbarkeitszuchtwert für das ADMG bestehen nur geringe Beziehungen. Die Korrelation zwischen beiden Zuchtwerten ist im Modell 1 des Merkmals ADMG $r_p = 0,33$ und $r_p = 0,36$ im Modell 2. In der gleichen Größenordnung nur mit umgekehrten Vorzeichen liegen die Korrelationen zwischen dem BLUP-Zuchtwert „Melkdauer“ und dem Zuchtwert für das ADMG. Sie betragen für das Modell 1 $r_p = -0,39$ und $r_p = -0,35$ im Modell 2. Die Korrelationen der in der Zuchtwertschätzung ermittelten Zuchtwerte für Milchleistung, Exterieur und Zellzahl zu den BLUP-Zuchtwerten „ADMG“ bzw. „Melkdauer“ sind nahe Null und nicht signifikant.

Für die Zuchtwertschätzung „Melkbarkeit“ eignen sich sowohl „ADMG“ als auch „Melkdauer“. Den Vorzug sollte allerdings das Merkmal „ADMG“

haben, nicht zuletzt weil es den Richtlinien der ADR (ADR, 1986) entspricht.

Für die Zuchtwertschätzung wird ein Einmerkmals-Tiermodell empfohlen:

$$y_{ijkl} = \mu + HYS_i + PR_j + b_1 * MT + b_2 * GG + Tier_k + e_{ijkl}$$

- y_{ijkl} - Merkmalsausprägung der ijkl-ten Kuh (AMDG)
- μ - Populationsmittel
- HYS_i - fixer Effekt i-ten Herden-Jahres-Saison-Klasse
- PR_j - fixer Effekt des j-ten Prüfers
- $b_1 * MT$ - Regression der Leistung auf die Melktage
- $b_2 * GG$ - Regression der Leistung auf das Gesamtgemelk
- $Tier_k$ - zufälliger Effekt des k-ten Tieres
- e_{ijkl} - zufälliger Restfehler

8. Organisation der Zuchtwertschätzung

Aus der Analyse wird für die routinemäßige Zuchtwertschätzung folgende Verfahrensweise vorgeschlagen. In einer möglichst geringen Anzahl von Betrieben (10-20) werden mindestens 25 Töchter ausgewählter Bullen in der ersten Laktation auf Melkbarkeit geprüft. Die Prüfung sollte in der Verantwortung des Landeskontrollverbandes Sachsen (LKV) mit geschultem Personal liegen. Es sollten möglichst wenig Melkbarkeitsprüfer sein. Die Daten werden auf einem Beleg im Prüfbetrieb erfaßt und im LKV in einer Microsoft-ACCESS-

Datenbank kontrolliert und wie üblich ausgewertet. Einmal im Quartal werden die Daten von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Köllitsch (LfL) für die Zuchtwertschätzung aufbereitet. Im Anschluß wird die BLUP-Zuchtwertschätzung vorgenommen (Abbildung 16).

Die Melkbarkeitszuchtwerte der Bullen werden auf den Mittelwert 100 und einer Standardabweichung von 12 standardisiert und ab einer bestimmten Genauigkeit durch LfL quartalsweise in einer Broschüre veröffentlicht. Alle Zuchtwerte erhält der Sächsische Rinderzuchtverband als Liste.

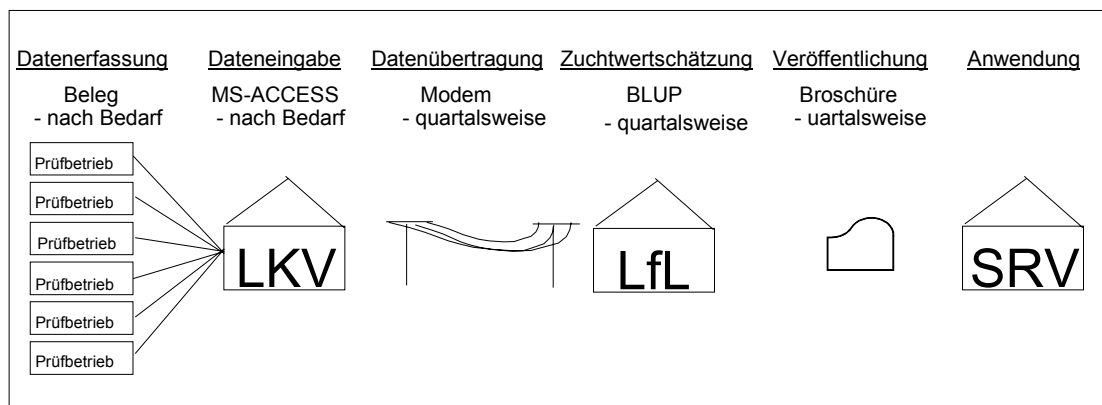


Abbildung 16: Ablauf der BLUP-Zuchtwertschätzung auf Melkbarkeit in der Routine

Literaturverzeichnis

- ADR (1986): ADR-Empfehlung 3.4 für die Feststellung des Zuchtwertes von Bullen und Kühen für Melkbarkeit.
- ADR (1987): ADR-Empfehlung 3.3 für die Durchführung von Melkbarkeitsprüfungen.
- BAHR, T., PREISINGER, R. und E. KALM (1995): Untersuchungen zur Zellzahl und Melkbarkeit beim Rind. 2. Mitteilung: Genetische Parameter der Melkbarkeit. - Züchtungskunde, 76, (2), 105 - 116
- BIEDERMANN, G. und M. HUBAL (1994): Untersuchungen zur Euterform und Melkbarkeit schwarz-bunter Kühe. - Züchtungskunde, 66, (1), 38 - 48
- BLAKE, R. W. und B. T. MCDANIEL (1978): Relationships among rates of milk flow, machine time, udder conformation and managerial aspects of milking efficiency: a review. - J. Dairy Sci. 61, 363 - 378
- BROWN, D. A., RISCHETTE, J. und L. H. SCHULTZ (1986): Relationship of milking rate to somatic cell count. - J. Dairy Sci. 69, 850 - 854
- DUDA, J. (1995): Beziehungen zwischen Melkbarkeit und Mastitisanfälligkeit. - Züchtungskunde, 67, (6), 467 - 476
- GEISSLER, B. und G. BEYERSDORFER (1991): Die Umstellung der Melkbarkeitsprüfung auf das durchschnittliche Minutengemelk in den ostdeutschen Bundesländern und Entwicklung eines PC-Programmes.
- GÖFT, H., DUDA, J., DETHLEFSEN, A. und H. WORSTORFF (1994): Untersuchungen zur züchterischen Verwendung der Melkbarkeit beim Rind unter Berücksichtigung von Milchflußkurven. - Züchtungskunde, 66, (1), 23 - 37
- GRINDAL, J. und J. E. HILLERTON (1991): Influence of milk flow rate an new intramammary infection in dairy cows. - J. Dairy Res. 58, 263 - 268
- GROENEVELD, E. (1996): REML VCE - A multivariate multi restricted maximum likelihood (co)variance component estimation package. Version 3.2
- JØRSTAD, A., FARVER, T. B. und H. RIEMANN (1989): Teat canal diameter and other cow factors with possible influence on somatic cell counts in milk. - Acta vet. scand. 30, 239 - 245
- MAYNTZ, M. (1981): Über den Einfluß ausgewählter Maße des Zitzengummikopfes auf Merkmale der Melkbarkeit, der Gemelksstruktur und auf das Nachgemelk. Diss. Universität Hohenheim.
- MEYER, K. und E. B. BURNSIDE (1987): Scope for a subjective assessment of milking speed. - J. Dairy Sci. 70, 1061.
- MOORE, R. K., KENNEDY, B.W., BURNSIDE, E. B. und J. E. MOXLEY (1983): Relationships between speed of milking an somatic cell count an production in Holsteins. Can. J. Anim. Sci. 63, 781 - 189
- NATZKE, R. P., EVERETT, R. W. und D. R. BRAY (1982): Effect of overmilking on udder health. - J. Dairy Sci. 65, 117 - 125
- O'SHEA, J. (1974): Effect of duration of milking on bovine milk yield an d composition, milking characteristics an mastitis. - Ir. J. Agr. Res. 13, 69
- PERES-GUZMAN, M.D., CLAUS, J., JUNGE, W. und E. KALM (1986): Untersuchungen zur Melkbarkeit und Eutergesundheit beim Rind. 1. Mitteilung: Prüfung von Zusammenhängen zwsichen Milchfluß und Eutergesundheit. - Züchtungskunde, 58, 21 - 31
- ROSEN, M. B., CARUOLO, E.V., MOCHRIE, R. D. und D.A. DICKEY (1983): Relationship of pulsation rate, pulsation ration and vacuum decrease time to milking performance. - J. Dairy Sci., 66, 2580 - 2586
- SAS-INSTITUTE INC. (1988): User's Guide: Statistics. Vers. 5 Cary, NC
- SCHNEEBERGER, M. und C. HAGGER (1985): Sire evaluation for milkability traits in Swiss braunvieh. - Livestock Prod. Sci. 13, 219 - 227

TOMASZEWSKI, M. A., HARGROVE, G. L. und J. E. LEGATES (1975): An assessment of field measures of milking rate. - J. Dairy Sci., 58, 545 - 550

TREDE, J. und E. KALM (1989A): Untersuchungen zur Melkbarkeit und Eutergesundheit. 1. Mitteilung: Korrektur verschiedener Melkbarkeitskriterien und deren Beziehung zur Milchleistung. - Züchtungskunde, 61, (6), 440 - 450

TREDE, J. und E. KALM (1989B): Untersuchungen zur Melkbarkeit und Eutergesundheit. 2. Mitteilung: Einfluß der Melkbarkeit auf die Eutergesundheit. - Züchtungskunde, 61, (6), 451 - 456

WILKE, G. (1994): Zuchtziele und Marketing aus Sicht eines Zuchtverbandes. - Züchtungskunde, 66, (6), 460 - 470

Autoren:

Dr. Ulf Müller, Dr. Uwe Bergfeld
LfL, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland
Landesversuchsgut
Am Park 3, 04886 Köllitsch

Michael Klunker
LfL, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland
Referat Tierzucht
Winterbergstraße 98, 01237 Dresden

Nutzung rekultivierter, verkippter Bergbaugelände, Tagebaurandgelände und Bergbauerwartungsgelände zur Produktion von Qualitätslammfleisch

Regina Walther, Hanno Franke

Stichworte: Qualitätslammfleisch, Schafhaltung

Zusammenfassung

1992 bis 1996 wurden Untersuchungen angestellt zur Nutzung rekultivierter, verkippter Bergbaugelände, Tagebaurandgelände und Bergbauerwartungsgeländen durch Schafe zur Produktion von Qualitätslammfleisch. Untersucht wurden vier Schäferereien, die sich 1991/92 als selbständige Familienbetriebe in den ehemaligen Tagebauen Kulkwitz, Schleenhain, Haselbach sowie Zwenkau und Cospuden herausbildeten. Die Betriebsinhaber konnten nur auf die vorhandenen Flächen zurückgreifen. Durch die Nutzung der Flächen ehemaliger staatlicher bzw. genossenschaftlicher Betriebe konnten sie ihre Schäferereien als Vollerwerbsbetriebe einrichten. Die vorliegende Arbeit ist eine Literaturstudie zur Rekultivierung der vom Bergbau zugeführten Flächen. Davon ausgehend

wurden Böden und Futtermittel untersucht. Aus der Produktion standen die Ergebnisse von 660 Lämmern zur Verfügung. Bei der Bewertung der Herden fand der Genotyp keine Berücksichtigung. Für eine bedarfsgerechte Versorgung der Schafherden waren zusätzliche Aufwendungen notwendig. Von der Kostenseite her können die Ergebnisse befriedigen, die Erlöse sind differenzierter zu bewerten. Der Erlös aus Mastlämmern war zu niedrig, zusätzliche Aufwendungen auf diesen wenig ertragsreichen Böden wurden notwendig, um konkurrenzfähige Qualitätslämmer zu produzieren. Bleiben die Mutterschafprämie und sonstige Beihilfen unberücksichtigt, errechnete sich seit 1994/95 ein Verlust, wobei der Lohnansatz der Familien-AK nicht mitbetrachtet wurde.

1. Zielstellung

Der Freistaat Sachsen ist reich an Braunkohlenvorkommen. Durch den Abbau dieser Braunkohle in Tagebauen wurden ganze Regionen geprägt. Seit Jahrzehnten werden ehemalige Bergbaugebiete rekultiviert und vor allem einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt. Durch Rekultivierung wird das Landschaftsbild normalisiert und begrünte Flächen erwecken den Anschein gesunder und ertragsfähiger Böden.

Mit der Umstrukturierung der Landwirtschaft 1990 etablierten sich im Landkreis Leipzig Schäferereien als selbständige Familienbetriebe. Die Betriebsinhaber mußten sich mit den natürlichen Gegebenheiten abfinden und die Schafherden übernehmen, die ihnen aus den ehemaligen LPG bzw. VEG zur Verfügung standen. In der vorliegenden Studie wurden Bodenqualität, Futterqualität sowie Mast- und Schlachtleistung in vier Schäferereien untersucht. Das Ziel war, anhand der Leistungen der Schafherden die Wirtschaftlichkeit der Betriebe darzustellen.

Zu Beginn der Untersuchungen lagen wenige Erkenntnisse über die Ergiebigkeit der genutzten rekultivierten Flächen vor. Die vorangestellte Literaturstudie soll Einblicke in die Entwicklung dieser Maßnahmen im Raum Leipzig geben.

2. Grundsätzliches zum Braunkohlenbergbau im Regierungsbezirk Leipzig

Die vorliegende Studie wurde vor allem im südlichen Teil der Leipziger Tieflandbucht und am ehemaligen Tagebau Kulkwitz am Westrand von Leipzig durchgeführt. Hier befand sich eines der drei Zentren des Braunkohlebergbaues der DDR. Dabei unterlagen insbesondere die Flächen des heutigen Landkreises Leipzig im Raum Borna einer bergbaulichen Beeinflussung und Prägung im beträchtlichem Umfang. Diese Tatsache verdeutlicht Tabelle 1. In dieser von HOLZAPFEL (1978) durchgeführten Erfassung sind die Flächen, die 1978 bereits

wieder einer Nutzung zugeführt wurden, nicht enthalten.

Nach Beendigung des Abbauvorganges in den Tagebauen stand die Braunkohleindustrie vor der Aufgabe, das zurückgebliebene Bergbaunland unverzüglich wieder nutzbar zu machen. Nutzbarmachung hieß zum damaligen Zeitpunkt vorrangige Nutzung durch die Landwirtschaft.

Die Leistungsfähigkeit von Kippenflächen hängt dabei vorrangig von den physikalisch-chemischen Eigenschaften und Standortfaktoren ab.

Nach den Untersuchungen von WERNER (1974) und WÜNSCHE (1975) ist zur Erzielung eines wirtschaftlichen Ertrages auf Schüttflächen eine bestimmte Mindestschütthöhe der Kulturböden nach der Devastierung erforderlich. WERNER (1965, 1970) untersuchte die leistungsbegrenzenden Standortfaktoren eines neugeschütteten Kippbodens und er wies nach, daß die nachhaltige Ertragsfähigkeit solcher Böden in entscheidendem Maße von einer genügenden Stärke des Kulturbodenauftrages abhängig ist.

War ein ausreichender Auftrag kulturfähigen Bodens nicht zu erreichen, oder wirtschaftlich nicht zu vertreten, wurden bodenverbessernde oder ertragsverbessernde Maßnahmen durchgeführt, die als Grundmelioration bezeichnet werden. Unter Grundmelioration ist dabei die tiefe Durchmischung schwefelhaltiger Rohböden mit kalkhaltigen Zuschlagstoffen und Düngemitteln zu verstehen. Zur Kennzeichnung der unteren Grenze für eine landwirtschaftliche Nutzung wird ein T-Wert von 8 mval/100g Gesamtboden angegeben.

T-Wert: Fähigkeit des Bodens zur Bindung von Kationen wie Kalzium, Magnesium, Kalium, Ammonium usw.

Aus Untersuchungen von DORSCH (1988) ist zu schlußfolgern, daß die Qualität der übergebenen Flächen im Untersuchungsgebiet südlich von Leipzig in den meisten Fällen besser als die gefor

Tabelle 1: Größe der Bergbauschutz- und Abbaugebiete in ausgewählten Kreisen des Regierungsbezirks Leipzig (ha) nach dem Stand vom 1.1.1978

Kreis	Katasterfläche	Bergbauschutz- Und Abbaugebiet	Katasterfläche %
Delitzsch	38.400	16.404	43
Leipzig	44.100	10.140	24
Borna	36.800	17.290	47

derte Mindestfruchtbarkeit, T-Wert 20 mval/100g Boden, war.

HOLZAPFEL (1978) wies aber auch darauf hin, daß für den Regierungsbezirk Leipzig die der Landwirtschaft zur Rekultivierung bereitgestellten Flächen in anderer Hinsicht grobe Qualitätsmängel aufwiesen. Durch fehlende Vorflut, durch Ablagerung von tertiärem Material in der Oberschicht oder durch Senken mit stauender Nässe waren zusätzliche Meliorationsmaßnahmen seitens der Landwirtschaft notwendig.

Unter dem Begriff der **Rekultivierung** werden alle ackerbaulichen- und pflanzenbaulichen, meliorativen und forstlichen Maßnahmen verstanden, die notwendig sind, um die für eine landwirtschaftliche Folgenutzung wieder urbar gemachten Bodenflächen in eine den wirtschaftlichen und territorialen Interessen gerecht werdende, landeskulturell hochentwickelte Bergbaufolgelandschaft einzugliedern (WERNER, 1974).

Die Standortmerkmale Klima, Geländeformung und hydrologische Bedingungen sind auf den landwirtschaftlich genutzten Kippenflächen des Untersuchungsgebietes weitgehend identisch. Es fallen durchschnittlich 560 mm Jahresniederschlag, bei einer mittleren Temperatur von 8,4 °C.

Durch WÜNSCHE, SCHUBERT, LORENZ (1970) erfolgte eine Zuordnung der Lokalbodenformen im Untersuchungsgebiet südlich von Leipzig zu Behandlungseinheiten. Die Behandlungseinheiten 1 bis 3 umfassen vorwiegend die bindigen holozänen Materialien, die Behandlungseinheit 4 die tertiären Kohlelehme. Die Behandlungseinheiten 5 und 6 sind repräsentativ für sandige Standorte. Die Behandlungseinheit 7 repräsentiert Sande und anleh-mige Sande mit sehr geringem Humusgehalt, sehr geringer Wasserhaltefähigkeit bei mäßiger bis guter

Durchlüftung. Die Behandlungseinheit 7 charakterisiert Lokalbodenformen, die forstwirtschaftlich genutzt werden sollen.

WERNER (1974) gab bei richtiger Bewirtschaftungsweise, in guter Qualität geschüttetem Bodenmaterial und dem Einsatz der zweckmäßigen Leitfruchtfolgen die in Tabelle 2 ausgewiesenen Erträge in GE/ha als erreichbar an.

Die Erhöhung des Nährstoffgehaltes über organische und mineralische Düngung stellte WERNER bei allen Behandlungseinheiten als eine wichtige Rekultivierungsaufgabe dar. Sie ergab sich aus der geringen Versorgung der verkippten Substrate mit Stickstoff, Phosphor, Kali und Kalk, wobei die einzelnen Behandlungseinheiten in Abhängigkeit von dem geologischen Ausgangsmaterial große Unterschiede aufwiesen.

Der Rekultivierungsprozeß galt nach WERNER mit dem Einstellen des bodeneigenen Humusspiegels als abgeschlossen. Dies sollte unter Beachtung der Einhaltung differenzierter Fruchtfolgen, die speziell für die Behandlungseinheiten ausgearbeitet wurden und der Faktoren Pflanzenartenwahl, intensive Bodenbearbeitung und Düngung im wesentlichen nach Abschluß der zweiten Rotation also nach 14 Jahren intensiver Bewirtschaftung, eintreten.

3. Material und Methode

Nach Angaben des Staatlichen Amtes für Landwirtschaft Rötha wurden 1992 im Amtsbereich ca. 7.500 ha Bergbaufolgeflächen bewirtschaftet.

In die Untersuchung wurden vier Schäfereien einbezogen, die vorwiegend Rekultivierungsflächen nutzten sowie Flächen, die zu unterschiedlichen Zeiten der Rekultivierung unterzogen wurden. Diese Flächen sind wie folgt beschrieben:

Tabelle 2: Gemäß den Behandlungseinheiten (BhE) zu erwartende Erträge

BhE	Zugeordnete Flächen im Untersuchungsgebiet	Anlaufrotation GE/ha	Folgerotation GE/ha
1		45,4	49,3
2		43,4	44,4
3	Neukirchner Kippkallehm	40,2	44,0
4		36,5	41,7
5	Thränaer Kippsand	31,1	33,8
6	Bornaer Kippkohlesand	28,9	35,0
7	Ramsdorfer Kippkohleton	-	-
8	Haselbacher Kippton	-	-

- **Restloch Haselbach III** - zugehörig zum ehemaligen Tagebau Schleenhain wurde 1977 als Überflurkippe urbar gemacht und der Landwirtschaft zur Nutzung übergeben. Bei der Flächenübergabe war die Kippe ohne Mängel. Nach zwei Jahren traten Senkebildungen ein. Die verkippten Geschiebemergelflächen neigten substratbedingt zu Sackungen und Wasserstau. Deshalb sind diese Kippenrohböden hinsichtlich Bearbeitung, Wasserführung und Ertragsstabilität Problemstandorte.

- **Staubecken Borna** - die Flächen um das Staubecken Borna wurden 1965 der Rekultivierung unterzogen. Sie wurden nie ackerbaulich genutzt und dienen heute ausschließlich der Schafbeweidung. Seit Übergabe zur Nutzung erfolgte keinerlei Düngung. Bodenbeschaffenheit (Hanglage) sowie Nutzung als Naherholungsgebiet gestatteten keine maschinelle Bearbeitung.

In Folge dieser Bewirtschaftungsform trat Nährstoffmangel auf. Der Pflanzenwuchs ist instabil und heterogen.

- **Tagebau Zwenkau** - Dieser Tagebau liegt am Südrand von Leipzig und Markkleeberg-West und ist in einigen Abschnitten (Tagebau Cospuden) noch im Betrieb.

Die Untersuchungsflächen befinden sich zwischen Gaschwitz und Zwenkau. Diese Flächen wurden seit 1976 von Ost nach West über Absetzer aufgefüllt. Dabei wurden über tertiäre Schichten aus kulturfeindlichem kohlig-lehmigem und tonigem Material ein 2 bis 4 m starker, kulturfähiger, kiesreicher Auelehm aufgetragen. Da der Tagebau noch in Betrieb ist, liegt das Grundwasser sehr tief.

Ein Teil der Kippenflächen zwischen Großstädteln und Zörbiger wurde aufgeforstet. Die Untersuchungsflächen wurden nach der Rückgabe ackerbaulich genutzt und vor allem Luzerne, Mais, Wintergerste und Sommerzwischenfrüchte angebaut.

- **Tagebau Kulkwitz** - Der Tagebau Kulkwitz lag am Westrand von Leipzig zwischen Miltitz und Markranstädt in 120 m über NN. Der Abbau begann 1954 und endete im April 1963. Die Abbautiefe betrug 35 m.

Die geologischen Verhältnisse dieses Tagebaues wurden intensiv untersucht (DORSCH, 1988).

Der Abraum aus einer Tiefe bis zu 10 m wurde im „anthroturbaten“ Gemisch aus Sand, Kies und Geschiebemergel und -lehm auf der Über-

flurkippe abgelagert. Insgesamt erwies sich dieses Kulturgemisch als kulturfreundlich. Der pH-Wert lag überwiegend zwischen 5,5 und 7,5 und betrug nur an der Ostseite 2,8. Da der Bodenauftrag ohne Auswahl erfolgte, erweist sich dieser Kippenboden in seiner Zusammensetzung als sehr heterogen. Während im Westteil der Kippe bessere Bodenmassen aufgetragen wurden, enthält der östliche Teil ausschließlich diluviales Material aus lehmigen Sand und bis zu 30 % aus sandigem Lehm.

Ein Großteil dieser Flächen wurde aufgeforstet und ist heute Bestandteil des Naherholungsgebietes Kulkwitz. Zwei große unbepflanzte Flächen wurden mit Rotschwingelmischung eingesät. Seit 1981 werden diese Flächen zur Schafbeweidung genutzt.

In die Analyse wurden herangezogen:

- Bodenuntersuchungen,
- Futtermitteluntersuchungen,
- Lebendmasseentwicklung sowie die Schlachtkörperqualität der Lämmer und
- ökonomische Betrachtungen.

4. Ergebnisse und Schlußfolgerungen

4.1 Bodenuntersuchungen

Für die Einschätzung der Bodenqualität wurden ausgewählte Inhaltsstoffe bestimmt und mit einem für diese Bodentypen zutreffenden Sollbereich verglichen.

Die Probe 2/3 repräsentiert eine stark mit Kohlschlamm durchsetzte Fläche und zeigte für den pH-Wert und den Magnesiumgehalt extreme Abweichungen vom Soll-Bereich.

An allen Standorten lag der pH-Wert im Bereich von 6,4 - 7,1 und entsprach damit den Anforderungen.

Deutlich zeigte sich im Phosphorgehalt das größte Defizit. Nur drei Flächen lagen an der unteren Grenze des Sollwertes, während in allen Fällen erheblicher Phosphormangel festgestellt wurde. Im Zusammenhang mit der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes und im Hinblick auf die Futterzusammensetzung und Fruchtbarkeit der Schafe ist eine stufenweise und kostenverträgliche Verbesserung des P-Zustandes auf den Flächen mit einem P-Gehalt < 6 mg P/100 g lufttrockener Boden langfristig notwendig.

Die Kalium- und Magnesiumwerte unterlagen starken Schwankungen zwischen den Standorten, jedoch reichten sie in keinem Fall zum Defizit.

Aus der Tabelle 4 ist der Gehalt der Böden an organischer Substanz und an Stickstoff ersichtlich. Zur Charakterisierung der Stickstoffversorgung der Böden wurde der in der Krume (0-30 cm) befindlich verfügbare Stickstoff (NO₃ + NH₄) bestimmt.

Der Stickstoffvorrat des Bodens zeigte auf zwei Flächen sehr niedrige Werte, die zu einer Verschiebung der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes führen können. Das hätte eine Qualitätsminderung des Weidefutters zur Folge.

Man kann davon ausgehen, daß Ertragsminderungen eintreten, wenn die Versorgung an der unteren Grenze von 30 kg N/ha liegt.

Der extrem hohe Gehalt auf der Fläche 2/3 mit 249,7 kg/ha stellte eine Besonderheit dieser Fläche aufgrund des hohen Kohleanteiles im Boden dar.

Die Ergebnisse zur Bestimmung der organischen Substanz im Boden zeigten, daß sich die untersuchten Standorte in die Gruppe „humos“ (5-10 % organische Substanz) einstufen lassen. Gezielte Maßnahmen zur Erhöhung der organischen Substanz sind nicht vorzunehmen, da auch durch die Dauerbeweidung mit Schafen ein N-Eintrag gegeben ist.

Tabelle 3: Ergebnisse von pH-Wert, Phosphor-, Kalium- und Magnesiumgehalt in Böden der untersuchten Weideflächen

Probenbezeichnung und Standort	pH-Wert	Phosphor mg/100 g	Kalium mg/100 g	Magnesium mg/100 g
1/1 Schlhein./Haselb.	6,4	3,4	10,6	7,3
1/2 Schlhein./Haselb	6,7	5,9	13,4	9,9
2/3 Gaulis	4,9	3,0	18,1	60,1
2/4 Stöhn. Becken	6,7	5,0	14,6	8,1
3/5 Deutzner Becken	7,1	0,9	15,2	12,1
3/6 Regiser Becken	6,1	6,9	25,6	20,3
4/7 freie Weide	6,7	6,5	33,9	8,6
4/8 leichter Pappelbewuchs	6,7	6,1	21,2	8,8
Soll- Bereich	6,0-6,8	6,0-8,0	9,0-15,0	6,0-10,0

Tabelle 4: Organische Substanz und Stickstoff in Böden der untersuchten Weideflächen

Probenbezeichnung	Organische Substanz %	Stickstoff (NO ₃ + NH ₄) kg/ha
1/1	8,44	44,5
1/2	8,70	33,7
2/3	84,71	249,7
2/4	10,77	18,0
3/5	4,14	18,0
3/6	9,86	63,9
4/7	6,08	117,5
4/8	5,01	31,5
Soll-Bereich	> 2,0	> 30

4.2 Futtermitteluntersuchung

Die analytischen Befunde in den Weidegrasproben wurden aus dem für die Ertragsfeststellung geschnittenen Material (Mischproben) abgeleitet. Die Untersuchungs- und Bewertungsmethoden entsprachen dem fütterrechtlich vorgeschriebenen Verfahren.

Aufgrund der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen und im Hinblick auf die Versorgung der Tiere wurde es als notwendig erachtet, in den Weidefuttermitteln auch den Gehalt an Mineralstoffen, einschließlich einiger ausgewählter Spurenelemente zu bestimmen.

Ertrag und Futterwert des Weidefutters

In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der Ertragsfeststellung, der Rohnährstoffanalyse und der energetischen Bewertung der untersuchten Weidegrasproben zusammengefaßt.

Im folgenden werden die ermittelten Durchschnittswerte für Stärkeeinheiten und für Rohprotein mit den gültigen Bedarfsnormen verglichen. Dabei wurden Körpergewichte der Mutterschafe von 65-70 kg unterstellt und die Normen für zwei Lämmer angenommen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 dargestellt.

Die Vergleichsrechnung basiert auf den Mittelwerten der untersuchten Proben. Aus diesem Vergleich ist der Schluß zu ziehen, daß in allen Reproduktionsabschnitten der Mutterschafe der Rohproteingehalt im Weidefutter ausreichend war. Das traf auch bei den tragenden Schafen zu, bei deren Flächen der Rohproteingehalt unter dem Mittelwert lag. Für die laktierenden Schafe ergaben sich einige Flächen (1/1, 1/2, 2/5, 2/6, 3/10, 4/12), bei denen Rohprotein begrenzend sein könnte.

Tabelle 5: Ertrag und Futterwert des Weidegrases

Probebezeichnung	Ertrag OS dt/ha	TS dt/ha	TS-Geh. %	Rohprot. g/kg TS	Rohfaser g/kg TS	Rohfett g/kg TS	Energie StE	EFr
1/1	39,5	11,4	28,8	106	327	32	507	536
1/2	44,8	11,8	26,4	123	275	34	521	527
2/3	22,8	4,5	19,7	189	219	42	562	523
2/4	15,6	4,3	27,4	141	304	34	531	538
2/5	43,7	13,9	31,8	120	295	31	513	525
2/6	42,8	20,6	48,1	93	311	31	413	491
2/7	68,4	11,4	16,6	297	180	35	535	514
3/8	97,4	26,6	27,3	200	274	33	535	527
3/9	160,0	32,5	20,3	143	281	32	578	555
3/10	168,0	47,4	28,3	120	300	28	472	534
4/11	136,5	26,08	19,6	179	183	41	600	547
4/12	145,9	40,0	27,4	102	331	31	507	501
Durchschnitt		18,2	27,7	138	282	34	522	528

Tabelle 6: Bedarf und Bedarfsdeckung für Energie und Rohprotein bei Mutterschafen

	Güst/Niedertragend		Hochtragend		Laktierend	
	StE	Rohprotein g	StE	Rohprotein g	StE	Rohprotein g
Mittlere Futteraufnahme kg TS/Tier und Tag		1,2		1,6		1,6
je Tier und Tag:						
Bedarfsnorm	630	110	920	175	1190	270
Bedarfsdeckung	626	166	835	221	1056	276
Norm = 100	99	151	91	126	89	102
je kg TS:						
Bedarfsnorm	525	92	575	109	595	135
im Weidefutter	522	138	522	138	522	138
Norm = 100	99	150	91	127	88	102

Die Kalkulationen zeigen, daß die Energieversorgung der wichtigste Faktor für eine Leistungssteigerung ist.

Während für die niedertragenden Tiere keine Probleme auftreten, ist in einigen Fällen darauf zu achten, daß bereits bei den hochtragenden Mutterschafen (ca. 6 Wochen vor der Ablammung) eine zusätzliche Energieversorgung zweckmäßig sein kann, um Trächtigkeitsketose zu verhindern. Das trifft vor allem für Schafe zu, die Zwillinge tragen. Für die laktierenden Mutterschafe kann die Milchleistung und damit die Zuwachsrates für die Lämmer in der überwiegenden Zahl der Flächen nur durch eine Zufütterung von energiereichen Kraftfuttermitteln in den ersten 6 bis 8 Wochen der Laktation erreicht werden.

Es ist zunächst eine ökonomische Entscheidung, ob zugefüttert wird oder nicht. Die Entscheidung wird durch das Preisverhältnis DM/dt Kraftfutter und DM/kg Lammfleisch bestimmt und ist jeweils aktuell zu berechnen.

Mineralstoffgehalt des Weidefutters

Für die Erhaltung der Gesundheit der Mutterschafe, für eine ausreichende Fruchtbarkeit und eine hohe Milchleistung als Voraussetzung für gutes Lämmerwachstum ist neben der ausreichenden Versor-

gung mit Energie und Rohprotein die Bedarfsdeckung mit Mengen- und Spurenelementen von besonderer Bedeutung.

Wie zu erwarten war, wirkten sich die Boden- und Ertragsverhältnisse sowie die botanische Zusammensetzung der Bestände stärker auf den Mineralstoffgehalt aus, als auf den energetischen Futterwert des Weidefutters.

Im Vergleich zu Tabellenwerten, die als Richtwerte anzusehen sind, war der Phosphorgehalt als niedrig und der Kalziumgehalt als relativ hoch anzusehen. Dabei sind die erheblichen Schwankungen zwischen den Proben zu beachten.

Schafe können einen höheren Ca-Gehalt kompensieren. Bei Phosphormangel ist bei Mutterschafen mit einer Verminderung der Futteraufnahme, mit Störungen im Fruchtbarkeitsgeschehen und mit einer Verringerung der Milchsekretion zu rechnen. Der Phosphorversorgung muß deshalb größte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Im Vergleich zu den Tabellenwerten lag der Natriumgehalt im Normalbereich für Grünfutter.

Die für den Rohaschegehalt ausgewiesenen Werte zeigten, daß auf den rekultivierten Weideflächen keine Zusatzverschmutzung eingetreten war (> 200 g Rohasche/kg Trockensubstanz).

Tabelle 7: Bedarf und Bedarfsdeckung für Kalzium, Phosphor und Natrium bei Mutterschafen

	güst niedertragend			Hochtragend			Laktierend		
	Ca g	P g	Na g	Ca g	P g	Na g	Ca g	P g	Na g
Mittlere Futtermittelaufnahme kg TS je Tier und Tag	1,2			1,6			2,0		
je Tier und Tag:									
Bedarfsnorm	6,0	4,5	1,0	9,0	6,0	1,5	15,0	8,0	2,0
Bedarfsdeckung	9,7	3,5	0,7	13,0	4,6	0,9	16,2	5,8	1,1
Norm = 100	161	78	70	144	77	60	108	73	55
je kg TS:									
Bedarfsnorm	5,0	3,8	0,8	5,6	3,8	0,9	7,5	4,0	1,0
Bedarfsdeckung	8,1	2,9	0,6	8,1	2,9	0,6	8,1	2,9	0,6
Norm = 100	162	76	75	145	76	67	108	73	60

Im Mittel der untersuchten Proben ergab sich für alle Reproduktionsabschnitten eine ausreichende Kalziumversorgung über das Weidefutter. Lediglich in zwei Fällen war der Bedarf für laktierende Mutterschafe nicht abgedeckt.

Für die Phosphorversorgung ergaben die Daten, daß eine Ergänzung über Mineralfutter notwendig ist.

Der Natriumgehalt lag zwar im Bereich der Tabellenwerte, aber die Bedarfsrechnung ergab, daß eine zusätzliche Natriumversorgung über ein Mineralfutter für alle Reproduktionsabschnitte dringend erforderlich ist.

Um Kenntnisse zur Spurenelementversorgung zu gewinnen, wurden in ausgewählten Proben auch die Spurenelemente Kobalt, Kupfer und Mangan untersucht.

Die Gehaltswerte waren erwartungsgemäß sehr schwankend. Eine besondere Berücksichtigung muß die Kupferversorgung finden. Der Kupfergehalt in den Rationen stellt für Schafe ein Problem dar, da der Bedarf und die toxische Grenze relativ dicht beieinander liegen.

4.3 Lebendmasseentwicklung der Lämmer

In den Jahren 1993-1996 wurden in allen Herden stichprobenartige Wägungen mit der Zielstellung durchgeführt, die Lebendmasseentwicklung der Lämmer über einen Zeitraum von drei Jahren in den einzelnen Herden zu verfolgen.

Als Ausdruck der Lebensmasseentwicklung werden in der vorliegenden Studie die Lebendstagszunahmen in den Herden sowie Ergebnisse aus der

Mastprüfung der ehemaligen MPA für Schafe Meißner-Buschbad dargestellt und diskutiert.

Die Auswahl der Lämmer erfolgte nach dem Zufallsprinzip, unberücksichtigt blieben das Geschlecht und der Genotyp.

Erfasst wurden das Ablammdatum und die Identität der Lämmer, die Kennzeichnung erfolgte mittels Ohrmarken. Die Schäfer hüteten ihre Herden mit Lämmern bei Fuß während der Weideperiode im Durchschnitt acht Stunden, nach dem Hüten konnten die Schafe und die Lämmer noch in der Koppel nachfressen. Es erfolgte keine Zufütterung an die Lämmer und auch keine getrennte Weideführung.

In den untersuchten Herden wird das extensive Weidemastverfahren im klassischen Sinne durchgeführt. Die Schafe drei Versuchsherden wurden dabei im gesamten Untersuchungszeitraum auf den Rekultivierungsflächen gehalten.

Eine Vergleichsherde wurde nicht durchgehend auf Rekultivierungsflächen gehalten.

Desweiteren wurden als Vergleich die Ergebnisse der Stationsprüfung aus einer Versuchsherde sowie Ergebnisse der Feldprüfung von Herden mit vergleichbarem Lämmermastverfahren, für 1995 die Herde Großpösna und für 1996 die Herde Pyma, herangezogen.

Als Untersuchungsmaterial standen 644 Lämmer in den Herden zur Verfügung, außerdem wurden 16 Tiere aus der Herde Bloch zur Kontrolle in die MPA eingestallt.

Die Stationstiere (STAT) erreichten mit 372 g/Tag erwartungsgemäß den höchsten Wert und gelangten nach 115 Lebendstagen (LT) mit einem Schlachtgewicht von 42,5 kg zur Schlachtung. Die Tiere der Vergleichsherden (VG) erzielten 274 g/Tag und sie hätten für eine Mastendmasse von 42 kg 150 LT benötigt (Abkauf erfolgte vor dem Erreichen der Mastendmasse) und damit erzielten sie einen guten Wert für die Feldprüfung. Die Lämmer der Herden A hatten eine Lebendstagszunahme von 194 g/Tag, die der Herde C 201 g/Tag und die Lämmer der Herde B 186 g/Tag. Damit benötigten diese Lämmer für das Erreichen der vergleichbaren Mastendmasse im Durchschnitt 215 Tage.

Die Lebendstagszunahmen lagen damit an der untersten Grenze der zu erreichenden Werte in der extensiven Weidemast. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen dargestellt.

Die Zunahmen differierten vom Minimum 93,75 g bis zum Maximum von 496,05 g. Dies ist wahrscheinlich der hohen Variation der Lebendstage geschuldet, die von 66 bis 309 Tagen reichte.

Die Lebendmassen der Lämmer in den untersuchten Herden waren in etwa vergleichbar. Die Streuung von 28,37 % in der Herde A und die Unterschiede von 17,9 bis 69,0 kg sind sowohl den Lebendstagen als auch den Lebendstagszunahmen geschuldet. Die Prüftagszunahmen wurden ermittelt, indem die

Lämmer in einem Alter von ca. 70-80 Tagen erstmals gewogen wurden. Die Prüfzeiträume gestalteten sich sehr unterschiedlich. Die Lämmer der Herde C wurden relativ spät in die erste Wägung einbezogen, so daß nur ein Prüfzeitraum von 94 Tagen gegeben war. Die Prüfzeiträume in den Herden A 164 Tage und B 142 Tage sind in etwa vergleichbar. Der Prüfzeitraum der Herde VG mit 61 Tagen bezieht sich auf die ausschließliche Beweidung der Rekultivierungsfläche.

Wie die Zunahmen von 154 g/Tag (37,67 %) zeigen, lagen diese deutlich unter den 246 g/Tag, die die Lämmer insgesamt in dieser Herde erreichten.

Interessant ist der Vergleich der Nettozunahmen (NZ), die sich aus der Schlachtung ergaben. Für die Berechnung dieser Zunahmen wurde die Schlachtkörpermasse warm durch die Anzahl der Lebendstage geteilt, somit erhält man den reinen Schlachtkörperzuwachs. Unberücksichtigt blieb dabei die Geburtsmasse.

Der Vergleich der Herden zeigte eine deutliche Unterlegenheit der Versuchsherden, so lag die Herde A mit 78 g NZ unter der VG-Herde und erreichte damit nur 72,15 % von deren Zunahme.

Noch gravierender war der Unterschied der Herde B mit 65 g NZ, 59,69 % der VG. Die Herde C erreichte 90 g NZ und lag damit 17,47 % unter der Nettozunahme der Vergleichsherde.

Tabelle 8: Lebendstagszunahme

	A	B	C	VG	STAT
Anz. Lä.	131	131	164	218	16
LTZ g	194,35	185,83	200,81	273,82	371,66
% zur VG	70,97	67,86	73,34	-	135,73
% zur ST	52,29	50,00	54,03	73,67	-
S	38,32	34,89	39,47	59,72	40,59
s %	19,71	18,78	19,66	21,81	10,92
Min	93,75	117,07	120,73	117,74	279,53
Max.	293,01	316,04	371,43	496,05	423,08

Tabelle 9: Vergleich der Lebendmasse (kg) zur Abschlußwägung der Herden

	A	B	C	VG	STAT
Anz. Lä.	131	131	164	218	16
LM	36,19	33,79	34,29	29,53	42,53
S	10,27	7,79	6,79	6,51	2,64
s %	28,37	23,04	19,82	22,04	6,2
Min	17,9	22,5	19,8	11,8	35,5
Max.	69,00	67	65	50,5	46

Tabelle 10: Prüftagszunahme (g)

	A	B	C	VG	STAT
Anz. Lä.	68	93	130	57	16
PT	163,78	141,85	93,55	60,73	59,25
PTZ (g)	150,91	144,85	186,90	153,60	365,45
S	29,26	32,79	69,93	41,69	75,89
s %	19,39	22,64	37,42	27,14	20,77
Min	39,82	66,22	20,51	64,86	232,39
Max.	23,86	222,69	340,70	348,94	489,80

Tabelle 11: Nettozunahme

	BL	EC	BA	VG	STAT
Anz. Lä.	63	55	30	54	16
NZ	78,33	64,81	89,57	108,56	167,04
% zu VG	72,15	59,69	82,51	-	153,86
% zu ST	46,89	38,79	53,62	64,99	-
S	13,50	26,54	34,44	26,44	22,01
s%	17,23	40,96	38,45	24,35	13,18
Min	55,13	32,42	51,85	57,81	114,96
Max.	113,90	146,46	175,21	187,68	200,96

4.4 Schlachtergebnisse der Lämmer

Die Schlachtung der Lämmer wurde stichprobenartig vorgenommen, da die weiblichen Lämmer teilweise zur Reproduktion vorgesehen waren. Insgesamt wurden 218 Versuchstiere der Schlachtung zugeführt. Folgende Parameter wurden erfaßt:

- Schlachtkörpermasse warm (SKM w),
- Schlachtkörpermasse kalt (SKM k),
- Schlachtausbeute (SA),
- Benotung von Kamm, Rücken Schulter, Keule,
- Bewertung der Verfettung.

Die Schlachtkörpermasse warm der Lämmer der Versuchsherden variierte zwischen 12,7 kg und 17,4 kg.

Die SKMw der Herde A erreichte mit 17,4 kg die von den Vermarktern gewünschten Gewichtsklassen, ebenso die Schlachtkörper der VG und aus der Station, unzureichend waren die Schlachtkörper aus den Herden B (12,7 kg) und C (15,4 kg), dabei hatten die Lämmer bereits ein Alter von 183 bzw. 171 Tagen erreicht.

Die Differenz zwischen der SKMw und SKMk betrug ca. 200 g und lag damit im Bereich der Schlachtungen aus der Stationsprüfung. Der Unterschied von 610 g bei den Schlachtkörpern der Herde B läßt Rückschlüsse auf deren Schlachtkörperqualität zu. Die sehr schlechte Qualität zeigte sich in einem wäßrigen Fleisch, daß auch nach der 24-

stündigen Kühlung nicht abgetrocknet, sondern noch naß war.

Die Schlachtkörperausbeute sollte im Hinblick auf veränderte Vermarktungsformen eine starke Beachtung finden. In der vorliegenden Studie variierte dieses Merkmal von 38,8 bis 46,3 %. Die Stationslämmer der Herde A erzielten mit 48,4 % ein sehr gutes Ergebnis, ein Beweis für die gute genetische Veranlagung der Herde bei entsprechender Futterqualität.

Als unbefriedigend erwies sich in diesem Merkmal die Schlachtausbeute der Lämmer aus der Herde B mit 38,8 %.

Für die Einschätzung der Bemuskelung wurde die Benotung der Kriterien Kamm/Schulter, Rücken und Keule herangezogen. Eine Schlachtkörperzerlegung in einzelne Teilstücke erfolgte nur im Jahr 1993, in den folgenden Jahren wurde die Bemuskelung und Verfettung am ganzen Schlachtkörper eingeschätzt. Die Benotung der Kamm/Schulterpartie der Herden B und C bestätigte die bisherigen Ergebnisse. Mit 3,65 und 3,88 erreichten sie deutlich geringere Noten als die anderen Herden. Analoge Ergebnisse ergaben die Bewertungen für den Rücken sowie die Keulenausbildung, letztere war jedoch in allen Herden unzureichend. Schon bedingt durch die geringe Mastendmasse wurde deutlich, daß die Lämmer einen geringen Ausmästungsgrad erreicht hatten. Die Einschätzung der Verfettung der Lämmer wurde anhand des Oberflächen-

fettes (F-P) vorgenommen. Dabei zeigte sich, daß die Mängel in der Qualität nicht durch zu viel Fett verursacht wurden, sondern durch zu geringe Fettauflage.

5. Ökonomische Wertung

5.1 Methodische Hinweise

Als Datengrundlage standen für zwei Betriebe Einnahme-Überschußrechnungen (E-Ü-R) und für einen Betrieb steuerliche Jahresabschlüsse zur Verfügung. Das Material wurde methodisch einheitlich in eine Leistung-Kosten-Rechnung überführt.

Eine absolut identische Zuordnung aller Kostenarten zu den entsprechenden Positionen war aufgrund der Unterschiedlichkeit der Datenquellen nicht möglich. Problematisch war z. B. die Einbeziehung von Bestandsveränderungen, die bei den E-Ü-R nicht direkt feststellbar waren. Das Gesamtergebnis dürfte aufgrund des Zahlenmaterials von je vier Jahren die wirtschaftliche Situation relativ gut widerspiegeln.

Die Ist-Ergebnisse werden mit methodisch gleich ermittelten Ist-Zahlen von Schäfereien aus dem Rbz. Dresden (FÖRSTER, 1996, Broschüre 4. Sächsischer Schafttag) und einer Planvariante (KLEMM, DIENER, 1996, Planungsmodell Mastlammerzeugung) verglichen. Beim „Mittel Lpz“ handelt es sich um den Durchschnittswert der 4jährigen Mittel der drei Auswertungsbetriebe. (KLEMM, DIENER, 1997).

Tabelle 12: Schlachtkörpermasse - warm (kg)

	BL	EC	BA	VG	STAT
Anz. Lä.	63	55	30	54	16
SKM w	17,36	12,66	15,42	16,56	19,11
S	3,89	2,41	2,78	2,81	1,76
s%	22,43	19,03	18,02	16,97	9,21
Min	10,34	8,30	11,20	10,80	14,60
Max.	28,32	18,60	20,50	25,90	21,10

Tabelle 13: Schlachtausbeute (%)

	BL	EC	BA	VG	STAT
Anz. Lä.	63	55	30	54	16
SA	42,74	38,84	46,32	44,24	48,44
S	4,87	3,29	3,11	2,14	2,23
S%	11,38	8,46	6,71	4,83	4,60
Min	30,56	29,82	41,03	39,74	43,85
Max.	55,75	44,60	52,00	48,83	51,50

5.2 Ergebnisse

5.2.1 Marktleistung/Erlöse

Die Gesamterlöse liegen 20 % unter dem Planwert (PW) und 27 % unter dem Vergleichswert Dresden (DD). Den Hauptteil der Erlöse bilden Prämien, Beihilfen und andere Subventionen mit 62 %. Das Hauptprodukt Lamm trägt nur mit 29 % zur Gesamtleistung bei. Die weiteren Positionen sind von untergeordneter Bedeutung.

Im Vergleich der Gruppen fällt auf, daß die Auswertungsbetriebe (AB) mit 57 DM/MS und Jahr sehr niedrige Erlöse erzielten, 26 DM/MS weniger als die Schäfer des Rbz. Dresden. Eine Ursache liegt darin, daß bei zwei Schäfereien die Bestände ständig erhöht wurden und damit weniger weibliche Lämmer zur Schlachtung kamen.

Im Vergleich zu den progressiven Planwerten und Ergebnissen aus Schleswig-Holstein liegen die Erlöse deutlich zu niedrig. Die Ursachen dazu können vielgestaltig sein (Fruchtbarkeit, Vermarktung etc.) und müssen anhand weiterer betrieblicher Angaben analysiert werden (Ablamtrate, Ablammergebnis, Verluste, Reproduktionsrate, Preise etc.). Betrachtet man die Betriebe über die einzelnen Jahre, so ist eine enorme Schwankungsbreite feststellbar. 15 und 16 DM/MS und Jahr weisen auf „Einbrüche“ hin.

Die gesamten Subventionen liegen etwas niedriger als im Rbz. Dresden. Eine Ursache sind die fehlenden Ausgleichszahlungen für benachteiligte Gebiete in den 3 Leipziger Betrieben. Im Verlauf des Betrachtungszeitraumes ist ein Rückgang der Beihilfen zu verzeichnen, teils bedingt durch den Wegfall der Anpassungshilfe im Jahr 1996. Im Vergleich zum Planwert ist zu beachten, das hier mit gesamt 84 DM/MS lediglich die MS-Prämie (Mittel über 5 Jahre) und die anteilig umgelegte Extensivierungsprämie von 260 DM/ha berücksichtigt ist.

Im Ergebnis ist festzustellen, daß die relativ geringe Erlös-Differenz des IST-Wertes zum Planwert durch deutlich höhere Subventionen erreicht wird, die Mindererlöse bei Lämmern werden damit jedoch nicht voll ausgeglichen. Im Vergleich zu den Dresdner Schäfereien sind auf der einen Seite die Erlöse aus Lammverkauf, auf der anderen Seite aber auch die Beihilfen deutlich niedriger, was letztlich die Differenz von - 72 DM/MS ausmacht.

5.2.2 Kosten

Die *Gesamtkosten* belaufen sich auf 122 DM/MS und Jahr und liegen damit 30 % unter dem Planwert. Die Kosteneinsparung wird besonders in den

variablen Kosten wirksam. *Hauptkostenarten* sind hier das zugekaufte Futter mit 19 % (meist Kraftfutter) und die Maschinenkosten (Reparaturen, Treibstoff, PKW, Fuhrlohn etc.) mit 20 % Anteil der Gesamtkosten.

Da bei den Vergleichsgruppen die Maschinenkosten unter Grundfutterkosten eingeordnet sind muß der Vergleich entsprechend erfolgen. Bei den Auswertungsbetrieben werden 29 DM/MS benötigt, 10 DM mehr als bei der Gruppe DD. Gegenüber dem Planwert mit 66 DM/MS ist der Wert jedoch deutlich niedriger. Hier muß aber beachtet werden, daß im PW die Pachten und die Abschreibungen für die Technik i. S. von Grundfuttervollkosten enthalten sind. Beachtet man dies für die Auswertungsgruppen, liegen die Grundfutterkosten bei 40 DM/MS, also bei 60 % im Vergleich zum PW. Die Dresdener Betriebe liegen hier etwa im Bereich des PW. Das Grundfutter steht damit für die 3 Auswertungsbetriebe relativ günstig zur Verfügung. Der Futterzukauf liegt 9 DM über dem Richtwert, da auch Grundfutter zugekauft wurde, aber um 13 DM niedriger als bei der Gruppe DD. Zwischen den Betrieben sind bei den Futterkosten große Schwankungen zu verzeichnen.

Für Tierarzt und Medikamente wurden 4 DM und für Tierzukauf (i. d. R. Böcke) ebenfalls 4 DM/MS benötigt.

Die *festen Kosten* betragen 46 % der Gesamtkosten und liegen mehr als doppelt so tief als bei der Gruppe DD. Bei den Dresdener Betrieben fallen die hohen *Abschreibungen* und der allg. Betriebsaufwand deutlich heraus. Der Anteil *Fremdlöhne* ist mit 19 DM/MS ebenfalls höher. Hauptkostenarten sind bei den Lpz. Schäfern die Abschreibungen (fast nur Technik) mit 11 %, die Betriebsversicherungen und -steuern mit 10 % und die Personalkosten sowie der allg. Betriebsaufwand mit je 7 % Anteil an den Gesamtkosten. Gegenüber dem PW werden 17 DM/MS mehr benötigt. Die Größenordnung stimmt jedoch gut mit den Planwerten überein, da dort die Abschreibung für die mobile Technik den Grundfuttervollkosten zugeordnet ist (s. o.). Bei Betrachtung über die Jahre fällt auf, daß der allgemeine Betriebsaufwand von Jahr zu Jahr ansteigt.

Einzelbetrieblich gibt es wiederum größere Unterschiede. So fällt bei den Fremdlöhnen der Betrieb B und bei Versicherung/Steuern der Betrieb C deutlich erhöhend heraus.

5.2.3 Wirtschaftliches Ergebnis

Bei dem ausgewiesenen Gewinn handelt es sich um einen betriebswirtschaftlichen Gewinn vor Steuer ohne Beachtung des Lohnansatzes für die nichtentlohnten Familienangehörigen.

Vergleich der Schäfereien untereinander:

Im Mittel der vier Jahre schwanken die Gewinne zwischen 63 DM (B), 73 DM (C) und 91 DM (B). Läßt man die Fremdlöhne als Kosten unberücksichtigt (bessere Vergleichbarkeit), so betragen die Werte 74 DM (C), 86 DM (Kreis) und 94 DM (A) und liegen relativ nahe beieinander.

Ab 1994/95 ist ein deutlicher Rückgang gegenüber den Vorjahren auf ein Niveau von 60-65 DM/MS zu verzeichnen. Im Jahr 1994/95 waren es v. a. die höheren Kosten, während 1995/96 Mindereinnahmen Ursachen der Gewinnrückgänge sind.

Vergleich zur Gruppe DD:

Der Gewinn liegt bei den drei Schäfern 10 DM über dem Mittel der Schäfer des Rbz. DD. Bei Addition der Fremdlöhne ergibt sich ein gleicher Wert von 84 DM/MS und Jahr. Die geringeren Erlöse der Leipziger Schäfer wurden durch niedrigere Festkosten (v. a. Abschreibungen) aber auch durch niedrigere Futterkosten kompensiert.

Vergleich zur Planvariante:

Der Gewinn liegt um 2 DM/MS über der Planvariante. Dies resultiert daraus, daß die Differenz der Gesamtkosten (30 %) höher ist als die Differenz der Gesamtleistung (20 %).

Die Kosteneinsparung betrifft v. a. die veränderlichen Kosten, die nur halb so hoch sind. So steht das Grundfutter sehr billig zur Verfügung, kleinere Positionen fallen kaum ins Gewicht.

Das nicht so starke Defizit in den Erlösen liegt daran, daß die Subventionen gegenüber der Planvariante wesentlich höher sind. Blieben die Prämien außer Betracht wäre der Gewinn 40 DM/MS niedriger als der Planwert.

Schlußfolgerungen

Es ergeben sich folgende Schlußfolgerungen:

- Die Qualität der rekultivierten Flächen ist in Substanz und Struktur differenziert. Die ausschließlich extensive Nutzung scheint in den letzten Jahren nicht zu einer Erhöhung der Wertigkeit des Futters geführt zu haben. Infolge von Pferch- und Koppelhaltung sind jedoch sichtbare Veränderungen im Pflanzenbestand erzielt worden.
- Die Boden- und Futteruntersuchungen zeigen, daß für eine bedarfsgerechte Versorgung der Schafherden zusätzliche Aufwendungen notwendig sind. Ausschließlich extensive Weidemast ist hier nicht ausreichend. Es muß im Einzelfall geprüft werden, ob die Muttertiere während der Laktation eine Zufütterung benötigen, auf jeden Fall benötigen die Lämmer diese Zufütterung. Das ist auch auf der Weide über Automaten bzw. Lämmerschlufl im Pferch möglich. Es sollte auf bekannte Getreidemischungen zurückgegriffen werden.
- Betriebswirtschaftlich kann das Ergebnis befriedigen, bezogen auf die Erlöse ist es differenziert zu bewerten. Der Erlös aus Mastlämmern ist zu niedrig. Zusätzliche Aufwendungen auf diesen wenig ertragsreichen Böden sind notwendig, um konkurrenzfähige Qualitätslämmer zu produzieren. Bleiben die Mutterschafprämie und sonstige Beihilfen unberücksichtigt, errechnet sich ab 1994/95 bereits ein Verlust, und das ohne Lohnansatz der Familien-AK.
- Die Betriebe erhalten keine Zuwendungen für benachteiligte Gebiete, da sich deren Definition nicht aus der Schädigung für die Umwelt ergibt. Die Schäfer leisten aber einen großen Beitrag für die Wiedergestaltung der Kulturlandschaft. Der scheinbare Widerspruch von Landschaftspflege und Fleischproduktion kann durch zusätzliche Maßnahmen bei Fütterung, Haltung und Herdenmanagement behoben werden.

Tabelle 14: Betriebswirtschaftlicher Vergleich

	Planungsmodell	Mittel DD	Mittel LPZ	Anteil	<i>Lpz.</i>	<i>Lpz.</i>
<u>Marktleistung</u>	pro MS			Lpz.	<i>relativ zu DD</i>	<i>relativ zu PM</i>
Mastlamm	DM 136	83	57	29%	68%	42%
Schlachtschaf	DM 24	3	4	2%	130%	16%
Prämie + Beihilfen	DM 84	153	123	62%	80%	147%
Wolle	DM 4	6	9	4%	134%	240%
Bestandsveränd./sonstige Erlöse	DM 0	24	6	3%	24%	
insgesamt	DM 248	270	198	100%	73%	80%
	0					
<u>veränderliche Kosten</u>						
Bestandsergänzung	DM 6	2	4	3%	232%	70%
Grundfutter	DM 66	19	4	3%	21%	6%
Kraftfutter	DM 15	37	24	19%	64%	159%
Mineral + MAT	DM 5	0	1	0%		11%
Deckgeld/Bockhaltung	DM 10	0	0	0%		0%
Tierarzt, Medikamente	DM 12	3	4	3%	102%	30%
Energie/Wasser/Br.st.	DM 9	0	1	1%		15%
Maschinenkosten	DM 1	0	25	20%		2460%
Lohnarbeit (Klauenpflege, Schur)	DM 7	0	4	3%		59%
Hundehaltung	DM 4	0	0	0%		0%
sonstige veränd. Kosten	DM 5	26	3	2%	11%	59%
	0					
Summe veränderl. Kosten	DM 139	88	69	56%	79%	49%
	0					
<u>Fixe Kosten</u>						
Fremdlöhne	DM 5	19	9	7%	48%	183%
Abschreibung	DM 7	38	13	11%	34%	184%
Unterhaltg. Gebäude	DM 1	0	3	2%		258%
Zinsen	DM 5	5	1	1%	22%	27%
Mieten/Pachten	DM 0	16	6	5%	40%	
Betr. Versicherung; Betr. steuern	DM 8	6	13	10%	225%	159%
allg. Betriebsaufwand	DM 10	33	8	7%	25%	85%
Summe Festkosten	DM 36	117	53	44%	46%	150%
	0					
	0					
<u>GESAMTKOSTEN</u>	DM 175	205	122	100%	60%	70%
	0					
	0					
<u>Gewinn vor Steuer</u>						
(ohne Lohnansatz)	DM 73	65	75		116%	104%

Literaturverzeichnis

- AL- NAIMI, KHALDOUN (1989): Die forstlich genutzten Kippen des Braunkohlentagebaues der DDR und ihre nachhaltige Bewirtschaftung. Dresden
- BARNER, J. (1978): Rekultivierung zerstörter Landschaften: Ökologie, Meliorationswesen und Anbautechnik. Stuttgart: Enke
- DORSCH, H. (1988): Analyse der Entwicklung von Vegetation und Avifauna in Tagebaugebieten bei Leipzig. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin
- EISMANN, L. (1970): Geologie des Bezirkes Leipzig. *Natura regionis Leipzig*, H. 1, Leipzig
- FIEDLER, H. J. (1985): Wiedernutzbarmachung von Bergbauflächen im Braunkohlenrevier südlich von Leipzig: Bodennutzung und Bodenschutz. Exkursionsführer/Technische Universität Dresden, Sektion Forstwirtschaft,
- FÖRSTER, CAROLA (1996): Rentabilität der Herdenschafhaltung im Regierungsbezirk Dresden. Vortrag anlässlich des 4. Sächsischen Schaftages in Köllitsch
- HILDMANN, E. (1988): Beitrag zur Bewertung von Veränderungen ausgewählter Naturraumeigenschaften durch den Braunkohlenbergbau: dargestellt am Beispiel des Tagebaues Delitzsch-Südwest. Universität Halle, Rechts- und Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Diss. A
- HOLZAPFEL, R. (1978): Der Braunkohlenbergbau im Bezirk Leipzig, sein Einfluß auf die sozialistische Landwirtschaft unter Beachtung der Entwicklung einer den territorialen Bedingungen entsprechenden Bergbaufolgelandschaft. Universität Halle, Diss. A
- MOEWES, K. (1985): Untersuchungen zur Wiederurbarmachung und landeskulturellen Funktion der Bergbaufolgelandschaft am Beispiel der Intensivierung des Tagebaues Schleenhain. Universität Rostock; Fakultät für Mathematik, Physik und Technische Wissenschaften, Diss. A
- N. N.: Probleme des Boden-, Berg- und Umweltrechts in Zusammenhang mit der Vorbereitung und Durchführung von Nutzungen der Erdkruste und der Entwicklung von Bergbaufolgelandschaften. Beiträge der internationalen wissenschaftlichen Konferenz vom 01.-07.09.1988 in Dresden
- N. N. (1989): Richtlinie Qualitätsparameter und Abnahmekriterien für die Wiederurbarmachung von Bodenflächen zur land- und forstwirtschaftlichen Nutzung. Herausgeber: Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft, Ministerium für Kohle und Energie, Berlin
- SEELA, M. (1983): Aufgaben, Probleme und Ergebnisse der Wiedernutzbarmachung devastierter Böden; dargestellt am Beispiel des Arbeitsbereiches der ZBE Rekultivierung Borna. Universität Rostock, Fakultät für Biologie, Chemie und Agrarwissenschaften, Diss. A
- THUM, J. (1975): Boden-Pflanze-Beziehungen auf forstlich genutzten Kippenflächen des Braunkohlenreviers südlich von Leipzig. Berlin, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Diss. A
- WALTER, H. (1975): Bodennutzung und Umweltschutz. Beitrag aus dem Braunkohlebergbau, Herausgeber: Kommission für Umwelt beim Präsidium der Kammer der Technik, 1. Aufl. Leipzig; Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie

WERNER, K., EINHORN, W., GUNSCHERA, G. und E. VOGLER (1974): Verfahren zur landwirtschaftlichen Rekultivierung von Kippen des Braunkohlenbergbaues. AdL, Institut für Landschaftsforschung und Naturschutz, Zweigstelle Dölitz, Leipzig

WERNER, K. und W. EINHORN (1976): Probleme der planmäßigen Gestaltung komplexer Bergbaufolgelandschaften. Neue Bergbautechnik, 6, 536 - 541

WÜNSCHE, M. (1976): Die bodenphysikalischen, - chemischen und mineralogischen Eigenschaften der Abraumschichten und ihre Eignung für die Wiedernutzbarmachung im Braunkohlenrevier südlich von Leipzig. TU Dresden, Diss. B

WÜNSCHE, M. (1976): Die Bewertung der Abraumsstrate für die Wiederurbarmachung im Braunkohlenrevier südlich von Leipzig. Neue Bergbautechnik, 6, 382 - 387

Autoren:

Dr. Regina Walther
LfL, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland
Bornaische Straße 31-33
04416 Markkleeberg

Hanno Franke
Sächsischer Schaf- und Ziegenzuchtverband e. V.
Bornaische Str. 31 - 33, 04416 Markkleeberg

Die Untersuchungen wurden gefördert durch das
Sächsische Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten.

Magen-Darm-Nematoden- und -Zestoden-Befall in einer Mutterschafherde mit Nachzucht auf einer Mähstandweide

Regine Ribbeck, W. Haupt, D. Reichel

Stichworte: Endoparasiten, Schafhaltung

Zusammenfassung

Es wurden in einer Herde von Mutterschafen mit Lämmern auf einer Mähstandweide mit dreimaliger Mineralstoffdüngung Untersuchungen angestellt zum Verlauf des Endoparasitenbefalls während der Weidesaison (koproskopische Untersuchungen bei ausgewählten Müttern und Lämmern, Weidegrasuntersuchungen) und zur qualitativen und quantitativen Erfassung der Endoparasitenbürde (parasitologische Sektion des Magen-Darm-Kanals) bei Müttern und Lämmern.

Die Ansteckung der Mutterschafe und Lämmer nach Weideauftrieb erfolgt in erster Linie durch überwinterte Magen-Darm-Strongyliden-Infektionslarven, bei *Haemonchus contortus* auch durch die Reaktivierung hypobiotischer Larven und das Auftreten adulter Magenwürmer (= Patentwürmer der Infektion).

Eine Bandwurmbehandlung der Lämmer vier Wochen nach Weideauftrieb, bevor es zur Ausscheidung der graviden Glieder kommt, ist unbedingt

erforderlich. Dadurch können eine Kontamination der Weidefläche mit Bandwurmeiern und eine Infektion der Moosmilben vermieden werden.

Vor Weideauftrieb sollten die mehr als ein Jahr alten Schafe unbedingt mit einem Anthelminthikum behandelt werden, das auch gegenüber hypobiotischen Larven wirkt. Dadurch können die patenten Infektionen, die Kontamination der Weide mit Eiern und Larven sowie die Ansteckung vor allem der Lämmer verhütet werden.

Die Weideform „Mähstandweide“ erfordert beim Schaf eine Überwachung der Weidetiere während der Weidesaison und während der Stallhaltung. Beim Auftreten klinischer Erscheinungen, die den Verdacht auf eine Parasiteninfektion (z. B. mit Kokzidien, Nematoden, Zestoden, Trematoden) nahelegen, sind durch den betreuenden Tierarzt eine sofortige koproskopische Untersuchung und ggf. eine Behandlung mit den entsprechenden Antiparasitika einzuleiten.

Einleitung

Bei der extensiven Grünlandnutzung in Verbindung mit der Erzeugung von Qualitätslämmern spielen die Verhütung und Bekämpfung von Weideparasitosen eine wichtige Rolle.

Wir unternahmen 1995 im LVG Kalkreuth in einer Herde von Mutterschafen mit Lämmern auf einer Mähstandweide mit dreimaliger Mineralstoffdüngung Untersuchungen zum Verlauf des Endoparasitenbefalls während der Weidesaison (koproskopische Untersuchungen bei ausgewählten Müttern und Lämmern, Weidegrasuntersuchungen) und zur qualitativen und quantitativen Erfassung der Endoparasitenbürde (parasitologische Sektion des Magen-Darm-Kanals) bei Müttern und Lämmern.

1. Material und Methodik

1.1 Tiermaterial

Für die Untersuchungen standen aus einer Herde von ca. 300 Mutterschafen mit Lämmern der Rassen Merinolangwollschaf und Deutsches Schwarzköpfiges Fleischschaf 16 Merinolangwollschaf- und 12 Deutsche Schwarzköpfige Fleischschafmüttern sowie anfänglich 30 Merinolangwollschaf- und 21 Schwarzkopflämmer zur Verfügung. Durch Abgänge von Versuchslämmern nach dem Weideaustrieb verringerte sich die Zahl der untersuchten Tiere auf 25 Merinolangwollschaf- und 19 Schwarzkopflämmer. Vor dem Weideaustrieb wurden die Mutterschafe, die im Winter in Folienzelten gehalten wurden, einer einmaligen Behandlung mit dem Breitspektranthelminthikum Mebendazol (Handelspräparat Ovitelmin^{###}, Janssen GmbH; Dosierung 25 ml/Mutterschaf, Drench) unterzogen. Die Lämmer wurden im LVG Kalkreuth gewogen.

1.2 Koproskopische Untersuchungen

Die koproskopischen Untersuchungen erfolgten monatlich April bis Oktober quantitativ im modifizierten McMaster-Verfahren nach WETZEL (1951) bei einer Nachweisgrenze von 67 Eiern pro Gramm Kot = EpG sowie qualitativ im kombinierten Sedimentations- und Flotationsverfahren. Vom Kot der Lämmer und Mutterschafe wurden Sammelkotkulturen zur Differenzierung der Magen-Darm-Nematoden-Gattungen nach ECKERT (1960) angelegt.

1.3 Parasitologische Teilsektion

Stichprobenweise Schlachtungen von insgesamt 14 Mutterschafen (Oktober 1995) sowie 38 Lämmern (zwischen August und November, bei Erreichen der erwünschten Körpermasse von 40 kg bzw. spätestens beim Abtrieb im November) und die parasito-

logische Teilsektion des Magen-Darm-Kanals sind zur quantitativen und qualitativen Feststellung der Wurmbürde (Auswertung mittels des Verdünnungsverfahrens, WOOD et al. 1995) durchgeführt worden. Die Bestimmung der isolierten Helminthen erfolgte nach den Angaben von SARWAR (1954), LANCASTER (1969), SKRYABIN (1992 a+b) sowie THOMAS und PROBERT (1993).

1.4 Mähstandsweide

Die Mähstandsweide, im Englischen set-stocking bzw. wie im vorliegenden Fall intensive set-stocking bezeichnet, ist eine Verbindung von Mäh- und Standweide, d. h. eine intensive Koppelweide (allerdings ohne strenge Koppelunterteilung) mit Mähweidenutzung. Sie ist charakterisiert durch einen ganzjährig hohen und gleichbleibenden Tierbesatz (ein Umtrieb erfolgt nicht) sowie durch Futterüberschüsse und erfordert deshalb mehrmalige N-Düngung. Die Grasfläche wird zunächst während des intensiven Aufwuchses mit einem Elektrozaun begrenzt, der übrige Teil zunächst gemäht. Mit abnehmendem Zuwachs wird die Fläche schrittweise erweitert. Die Fläche ist den Tieren bis zum Ende der Weideperiode ununterbrochen zugänglich (VOIGTLÄNDER und JAKOB, 1987). Die ursprünglich für das Rind entwickelte Mähstandsweide wurde von der Landesanstalt auch als alternative Weidenutzung durch Schafe, insbesondere bei der Lämmermast, auf einer 15 ha großen Weidefläche erprobt. Die Witterungsdaten stellte die Wetterstation „Reiherhof“ – ca. 2 km von der Versuchsweidefläche entfernt - zur Verfügung.

1.5 Weidegrasuntersuchungen

Die Sammlung der Vegetationsproben wurde auf einem 5 ha großen Areal der Mähstandsweide, das den Schafen vom Auftrieb an als Grasfläche zur Verfügung stand, monatlich zwischen April und Oktober vorgenommen (Proben von jeweils 25 Sammelpunkten, gleichmäßig entfernt auf einem Weg in Form von zwei gegenläufigen „W“ gelegen). Für jedes „W“ ergab sich so eine Sammelprobe von etwa 350-600 g Gras. Die Gewinnung der Larven aus den Grasproben erfolgte nach den Methoden von SIEVERS PREKEHR (1973) und JØRGENSEN (1975), die Differenzierung der Larven nach ECKERT (1960). Die Larvenzahlen sind pro kg TM Gras berechnet worden (REHBEIN et al. 1995).

1.6 Biostatistische Auswertung

Das geometrische Mittel wurde nach Transformation der Ausgangswerte (count + 1) errechnet. Die statistischen Berechnungen erfolgten mit SPSS

Release 6.1.2. Der Vergleich der Mittelwerte geschah mit dem U-Test (MANN-WHITNEY).

2. Ergebnisse

2.1 Weidegrasuntersuchungen

Die erste Weidegrasuntersuchung erfolgte am 12.4.1995 vor dem Austrieb. Dabei konnten 246 Trichostrongyliden je kg TM Gras nachgewiesen werden. Bei der Untersuchung im Mai waren keine Trichostrongyliden festzustellen. Im Sommer wurden durchschnittliche Larvenzahlen von 973 (Juni), 560 (Juli), 150 (August) sowie 1.055/kg Trockenmasse Gras (September) ermittelt. Bei der letzten Weidegrasuntersuchung Mitte Oktober lag die Kontamination bei 620 Infektionslarven/kg TM. Während der gesamten Weidesaison dominierten die Infektionslarven *Ostertagia* und *Trichostrongylus*. *Haemonchus*-Larven wurden ab Juli in den Grasproben nachgewiesen, zum Ende der Weidesaison traten auch wenige Strongyloiden-Larven auf. Die Belastung der Mähstandweide mit Infektionslarven von Magen-Darm-Würmern korrelierte mit dem Witterungsverlauf (Abbildung 1).

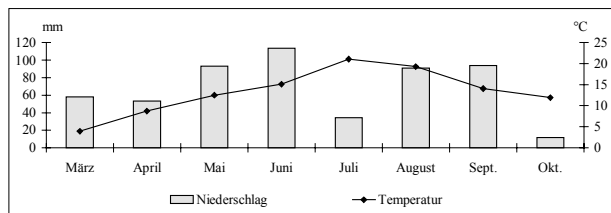


Abbildung 1: Durchschnittstemperatur und monatliche Niederschlagsmenge während der Weidesaison 1995

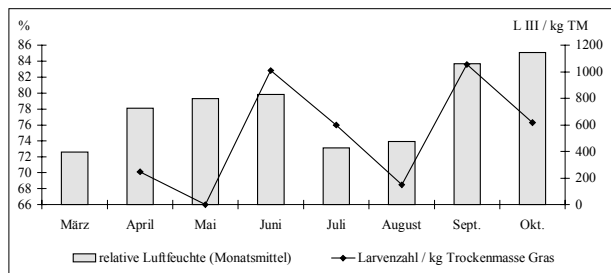


Abbildung 2: Monatsmittel der relativen Luftfeuchte in Bezug zur Zahl der Nematodenlarven/kg TM Gras

Während beispielsweise die geringen Larvenzahlen im August offensichtlich auf eine Trockenperiode zurückzuführen sind, trat der Befund von mehr als 1.050 Larven/kg Trockenmasse Gras im September nach der Ende August/Anfang September vorherrschenden kühlen Witterung mit hohen Niederschlagsmengen auf (Abbildung 2).

2.2 Koproscopische Untersuchungen

2.2.1 Mutterschafe

Die Mutterschafe schieden vor Weideauftrieb bei der 1. Kotuntersuchung (12.4.1995) nur sehr geringe Mengen Trichostrongyliden-Eier (maximal 333 EpG), einzelne Tiere auch Strongyloides-Eier und Kokzidien-Oozysten, mit dem Kot aus. Bei der Untersuchung am 21.4.95, nach der Wurmkur, wurden bei keiner der Mütter Magen-Darm-Wurm-Eier nachgewiesen. Dieser Befund konnte in der Larvenkultivierung aus den Sammelkotproben bestätigt werden. Im weiteren Verlauf der Weidesaison von Mai bis Oktober waren in den monatlich untersuchten Kotproben der Mutterschafe nur geringe Mengen Trichostrongyliden-Eier (maximal 533 EpG bei Merinolangwollschafmüttern, maximal 267 EpG bei Schwarzkopfmüttern), ganz vereinzelt auch Strongyloides-Eier und Kokzidien-Oozysten, festzustellen.

2.2.2 Lämmer

Die Mehrzahl der Merinolangwollschaf- und Schwarzkopflämmer schied am Ende der Stallhaltungsperiode (Untersuchung am 21.4.1995) vereinzelte Kokzidien-Oozysten, jedoch keine Helmintheneier aus. Bei den Kotuntersuchungen am 18.5.1995, ca. drei Wochen nach Auftrieb, sowie am 16.6.1995 konnten mit dem McMaster-Verfahren bei fast allen Lämmern bis zu einige 100 Trichostrongyliden-Eier pro Gramm Kot (maximal 867 EpG bei Merinolangwollschaf- und 467 EpG bei Schwarzkopflämmern) nachgewiesen werden. Bei einem Teil der Lämmer waren die Zahlen im Juli/August bis auf mehrere 1.000 Eier/g Kot angestiegen. Diese hohe Zahl war, wie die Ergebnisse der Kotkulturen zeigten, auf das Erscheinen von *Haemonchus*-Eiern im Kot ab Juli zurückzuführen. *Haemonchus contortus* besitzt, im Gegensatz zu den *Trichostrongylus*- und *Ostertagia*-Arten, ein hohes Vermehrungspotential. Erst im September und Oktober 1995 war eine leichte Abnahme der Anzahl der Trichostrongyliden-Eier im Kot der Lämmer festzustellen (Abbildung 3).

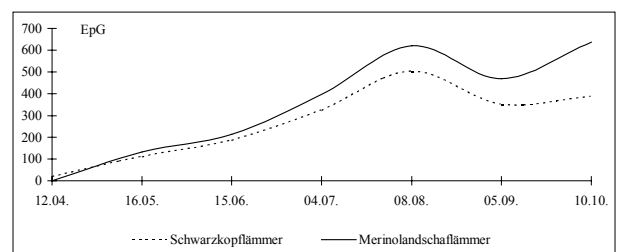


Abbildung 3: Verlauf der Nematoden-Eiauscheidung bei Lämmern

Im Juni schieden 88 % der Merinolangwollschaf- und 74 % der Schwarzkopflämmer, im Juli 60 % der Merinolangwollschaf- und 37 % der Schwarzkopflämmer Bandwurmglieder bzw. Bandwurmeier der Gattung *Moniezia* mit dem Kot aus. In August/September setzte erwartungsgemäß ein Rückgang in der Ausscheidung von *Moniezia*-Proglottiden und -eiern ein, diese waren nur noch bei wenigen Lämmern nachzuweisen (Abbildung 4).

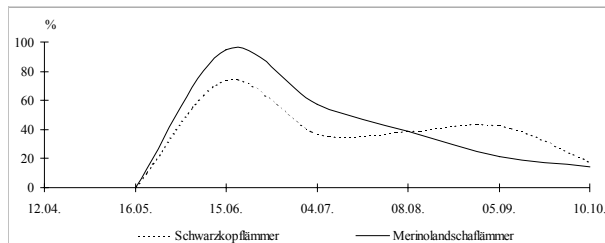


Abbildung 4: Nachweis von *Moniezia*-Eiern bzw. -Proglottiden (Befallshäufigkeit) bei Lämmern

Die Kokzidienoozysten-Ausscheidung hatte sich im Mai im Vergleich zur Stallhaltungsperiode noch weiter verringert. Ab Juli betrug die Häufigkeit der Ausscheidung von Kokzidienoozysten in den beiden Lämmergruppen jeweils 100 %, alle Tiere hatten nur vereinzelt Oozysten im Kot.

2.3 Parasitologische Sektion

2.3.1 Parasitenfauna

Mutterschafe

Bei der parasitologischen Sektion des Magen-Darm-Kanals wurde bei den 14 Mutterschafen ein Befall mit den Trichostrongyloiden-Arten *Haemonchus contortus*, *Ostertagia circumcincta*, *Trichostrongylus colubriformis* und *Cooperia curticei* in Labmagen oder Dünndarm sowie mit den Strongyloidenarten *Oesophagostomum venulosum* und *Chabertia ovina* im Dickdarm festgestellt.

Lämmer

Die Merinolangwollschaf- und Schwarzkopflämmer wiesen im Vergleich mit den Mutterschafen ein größeres Artenspektrum der Magen-Darm-Helminthen auf. Bei dieser Altersgruppe konnten folgende Spezies nachgewiesen werden:

Labmagen: *Haemonchus contortus*, *Ostertagia circumcincta*, *Ostertagia trifurcata*, *Ostertagia pinnata*,

Dünndarm: *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Cooperia curticei*, *Nematodirus filicollis*,

Strongyloides papillosus, *Moniezia expansa*,

Dickdarm: *Oesophagostomum venulosum*, *Chabertia ovina*, *Trichuris ovis*, *Trichuris globulosa*.

2.3.2 Befallshäufigkeit und Befallsstärke mit Magen-Darm-Helminthen

Lämmer

Labmagenwürmer

Von den 38 ausgewerteten Schaflämmern waren 34 mit *Haemonchus contortus*, dem Großen oder Gedrehten Magenwurm, infiziert; die Befallsstärke lag zwischen 1 und 1.214, im Durchschnitt bei 27,5 Würmern/Tier. Die durchschnittliche Befallsstärke bei den Merinolangwollschaf-Lämmern ($\bar{x} = 24,8$ Würmer/Tier) und den Schwarzkopflämmern ($\bar{x} = 31,1$ Würmer/Tier) unterschied sich nicht signifikant. Sie war bei den im September 1995 geschlachteten Tieren mit $\bar{x} = 89,6$ Würmern bei den Merinolangwollschaf-Lämmern und $\bar{x} = 101,3$ Würmern bei den Schwarzkopflämmern am höchsten. Während von den zwischen dem 1.8. und 9.10.1995 geschlachteten 16 Lämmern nur insgesamt zwei Tiere jeweils 100 *Haemonchus contortus*-Larven IV in der Labmagenwand aufwiesen, wurden bei 19 der 22 nach dem 23.10.1995 geschlachteten Lämmern zwischen 100 und 3.300 Larven nachgewiesen. Die Merinolangwollschaf-Lämmer beherbergten im Durchschnitt = 740,7 Larven, die Schwarzkopflämmer $\bar{x} = 64,9$ Larven in der Labmagenschleimhaut.

Der *Ostertagia*-Befall im Labmagen variierte bei den 37 infizierten Lämmern von zehn bis maximal 4.200 Würmern, im Durchschnitt wurden 139,9 Exemplare/Tier gezählt. Der Unterschied in der durchschnittlichen Befallsstärke bei Merinolangwollschaf-Lämmern ($\bar{x} = 207,7$ Würmer) und Schwarzkopflämmern ($\bar{x} = 85,8$ Würmer/Tier) konnte statistisch nicht gesichert werden. Bei diesen Parasiten war eine signifikante Abnahme der Befallsstärke bei den in den Monaten September bis November 1995 geschlachteten Merinolangwollschaf-Lämmern, nicht jedoch bei den Schwarzkopflämmern zu verzeichnen. Die im September geschlachteten Merinolangwollschaf-Lämmer wiesen im Durchschnitt 794,2, die im Oktober und November geschlachteten dagegen nur 94,2 *Ostertagia*-Exemplare im Labmagen auf. Bei den Schwarzkopflämmern war der Unterschied in der

Tabelle 1: Cooperia-Wurmbürde bei zu unterschiedlichen Zeitpunkten geschlachteten Schaflämmern

Cooperia-Bürde bei Schlachtung				
□	August / September 95		Oktober / November 95	
	N	\bar{x}	N	\bar{x}
M	7	247,1	14	4643,9
S	5	401,2	12	4448,4

M = Merinolangwollschafklämmer

S = Schwarzkopflämmer

□

Ostertagia-Bürde zwischen den im September (\bar{x} = 62,1 Würmer) und den im Oktober und November geschlachteten Tieren (\bar{x} = 98,1 Würmer/Tier) unbedeutend. Im Gegensatz zur Abnahme der adulten Ostertagia spp. gegen Ende der Weidesaison nahmen Befallshäufigkeit und Befallsstärke mit 4. Larvenstadien dieser Wurmart in der Labmagenschleimhaut der Schaflämmer zu. Während von den 16 bis zum 9.10.1995 geschlachteten Lämmern nur bei insgesamt fünf Tieren (vier Merinolangwollschafklämmer, ein Schwarzkopflamm) vereinzelte Ostertagia-Larven IV in der Labmagenschleimhaut festgestellt wurden, hatten elf der zwölf ab dem 23.10.1995 geschlachteten Merinolangwollschafklämmer durchschnittlich 255,2 und acht der zehn Schwarzkopflämmer 119,4 Larven.

Dünndarmparasiten

Im Dünndarm wurden bei den Lämmern insgesamt fünf Nematodenarten und eine Zestodenart festgestellt. Die beiden Trichostrongylus-Spezies, *Trichostrongylus colubriformis* und *Trichostrongylus vitrinus*, waren bei 37 von 38 ausgewerteten Lämmern zehn mit einer Befallsstärke zwischen zehn und 4.380 (\bar{x} = 683,2) Würmern/Tier nachzuweisen. Die durchschnittliche Befallsstärke lag bei den Merinolangwollschafklämmern bei \bar{x} = 763, bei den Schwarzkopflämmern bei \bar{x} = 596 Würmern/Tier. Der Unterschied in der Wurmbürde konnte zwischen den beiden Rassen statistisch nicht gesichert werden.

Cooperia curticei trat ebenfalls bei 37 von 38 Lämmern auf, die Wurmbürde lag dabei zwischen 90 und 16.350 (\bar{x} = 1.934,9) Exemplaren. Bei Tieren mit einer längeren Weidedauer (Schlachtung im Oktober/November 1995) war eine hochsignifikant höhere Befallsstärke festzustellen als bei den bereits im August/September geschlachteten Lämmern.

Nematodirus filicollis parasitierte im Dünndarm bei 31 der 38 ausgewerteten Lämmer mit einer Befallsstärke zwischen 30 und 14.500 Würmern/Tier. Ein starker Befall mit mehr als 5.000 Wurmexemplaren war jedoch nur bei insgesamt vier Lämmern nach-

zuweisen. Im Durchschnitt lag die Parasitenbürde bei dieser Wurmart bei 245,9 Exemplaren, die durchschnittliche Befallsstärke bei den Merinolangwollschafklämmern mit 358 Exemplaren/Tier und bei den Schwarzkopflämmern mit 155 Exemplaren/Tier unterschied sich dabei nicht signifikant.

Der Zwergfadenwurm, *Strongyloides papillosus*, war bei 37 der 38 geschlachteten Lämmer nachzuweisen. Die Befallsstärke lag im Durchschnitt bei 338 Würmern/Tier, sie variierte von 90 bis 6.420 Parasiten/Lamm. Zwischen dem durchschnittlichen Befallsgrad bei den Merinolangwollschafklämmern (\bar{x} = 373 Würmer/Tier) und den Schwarzkopflämmern (\bar{x} = 250 Würmer/Tier) bestand kein signifikanter Unterschied. Zur Schlachtung beherbergten noch 24 Lämmer adulte und bzw. oder juvenile Bandwürmer der Gattung *Moniezia*. Mit maximal drei adulten bzw. neun juvenilen Exemplaren war die Befallsstärke relativ niedrig. Alle von insgesamt zehn Lämmern stammenden adulten Bandwürmer konnten der Spezies *Moniezia expansa* zugeordnet werden. Eine sichere Artbestimmung aufgrund morphologischer Merkmale (u. a. Form der Interproglottaldrüsen, Breite der Proglottiden, Länge der Strobila) ist bei juvenilen *Moniezia*-Exemplaren jedoch nicht möglich.

Zur Schlachtung wurden bei allen 38 Lämmern im Enddarmkot Trichostrongyliden-Eier (V = 67-9.133) festgestellt. Bei den meisten Tieren lagen die Eizahlen dabei > 1.000 EpG. Strongyloides-Eier waren im Enddarmkot bei 35 Schaflämmern (V = 67-8.333, \emptyset = 385,7 EpG) nachzuweisen.

Dickdarmwürmer

Im Dickdarm konnten die Palisadenwürmer *Oesophagostomum venulosum* und *Chabertia ovina* sowie Peitschenwürmer der Gattung *Trichuris* in sehr geringer Intensität nachgewiesen werden.

Oesophagostomum venulosum trat bei 21 von 38 ausgewerteten Lämmern mit einer maximalen Befallsstärke von 54 Würmern (\bar{x} = 2,3 Exemplare/Tier) auf. Es gab keinen signifikanten Unterschied im durchschnittlichen Befallsgrad bei den

Merinolangwollschafklämmern ($\bar{x} = 2,4$) und den Schwarzkopflämmern ($\bar{x} = 2,2$ Würmer/Tier).

Chabertia ovina beherbergten insgesamt 21 Lämmer, die Würmbürde lag zwischen 3 und 109, im Durchschnitt bei 8,5 Exemplaren/Tier. Ein signifikanter Unterschied in der Befallsstärke bei Merinolangwollschafklämmern ($\bar{x} = 11$) und Schwarzkopflämmern ($\bar{x} = 6$ Würmer/Lamm) konnte nicht festgestellt werden.

Trichuris spp. kamen bei 35 von 38 Lämmern mit maximal 6 Würmern ($\bar{x} = 2,1$) pro Tier vor. Der geringe Unterschied in der Würmbürde der Merinolangwollschafklammer ($\bar{x} = 2,2$ /Tier) und der Schwarzkopflammer ($\bar{x} = 2$ /Tier) war statistisch nicht zu sichern. Zur Schlachtung hatten 14 von 38 ausgewerteten Lämmern Strongylyden-Eier ($V = 67-1.067$, $\bar{x} = 144,2$ EpG) im Enddarmkot.

Mutterschafe

Die parasitologische Sektion des Magen-Darm-Kanals der Merinolangwollschaf- und Schwarzkopfmutter ergab, auf Grund des Alters der Mutterschafe (5-8 Jahre), nur eine relativ geringe Würmbürde. Diese Befunde korrespondieren mit den geringen Wurmeizahlen, die im Enddarmkot der Schafmutter am Schlachttag festgestellt wurden.

Labmagenwürmer

Nur fünf von 14 geschlachteten Mutterschafen beherbergten zwischen ein und 197 *Haemonchus contortus*-Exemplare im Labmagen, bei vier der mit *Haemonchus contortus* infizierten Muttern sind auch zwischen 100 und 500 Larven IV dieser Wurmart in der Labmagenschleimhaut nachgewiesen worden. Ein Befall mit adulten *Ostertagia circumcincta* konnte ebenfalls nur bei fünf Mutterschafen in einer Intensität bis zu 60 Würmern/Tier festgestellt werden. In der Labmagenschleimhaut hatten acht Mutterschafe zwischen 100 und 500 *Ostertagia-circumcincta*-Larven IV auf, der durchschnittliche Befall lag bei 182 Larven /Tier.

Dünndarmwürmer

Im Dünndarm dominierte bei den Mutterschafen *Cooperia curticei*. Elf der 14 ausgewerteten Tiere hatten einen Befall mit 200 bis 9.240, im Durchschnitt 3.108 Würmer. *Trichostrongylus colubriiformis* wurde nur bei zwei Mutterschafen mit 40 bzw. 540 Exemplaren nachgewiesen. Adulte von *Nematodirus filicollis* und *Strongyloides papillosus* sowie Bandwürmer der Gattung *Moniezia* konnten bei den Muttern nicht aufgefunden werden.

Dickdarmwürmer

Befallshäufigkeit und Befallsstärke mit Dickdarmwürmern waren bei den Mutterschafen ebenfalls als sehr gering einzuschätzen. *Trichuris spp.* wurden nur bei einem Schaf in einem Exemplar nachgewiesen. Bei fünf der 14 ausgewerteten Schafmutter lag ein Befall mit *Oesophagostomum venulosum* ($V = 1-7$ Würmer/Tier) vor, neun Muttertiere waren mit *Chabertia ovina* (Befallsstärke zwischen 1 und 10 Würmern/Schaf) infiziert.

3. Besprechung der Ergebnisse

Nach der vor Weideaustrieb durchgeführten Wurmkur erbrachte die koproskopische Untersuchung bei allen Schafmutter ein negatives Ergebnis. Die Lämmer wurden frei von Magen-Darm-Nematoden auf die Mähstandweide aufgetrieben, sie wiesen am Ende der Stallhaltungsperiode lediglich vereinzelte Kokzidienoozysten im Kot auf. Im Verlauf der Weidesaison 1995 erwarben 26 der 28 Schafmutter einen geringgradigen Befall mit Magen-Darm-Nematoden (67-533 EpG bei infizierten Merinolangwollschaf-, 67-267 EpG bei Schwarzkopfmutter). REHBEIN et al. (1997a) konnten bei ihren Untersuchungen signifikant positive Zusammenhänge zwischen koproskopischem Befund und Würmbürde bei der helminthologischen Sektion bei *Trichostrongyliden*, *Strongyloides papillosus*, *Moniezia spp.*, *Chabertiidae* und *Trichuris spp.* feststellen, so daß durch die Ergebnisse der quantitativen Kotuntersuchung, insbesondere bei Jungschafen, eine Orientierung hinsichtlich der Befallsstärke mit Magen-Darm-Würmern beim Schaf gegeben ist. Nach dem Auftrieb kam es sowohl bei den Merinolangwollschaf- als auch bei den Schwarzkopflämmern sehr rasch zu einer Ansteckung mit Magen-Darm-Nematoden-Larven. Während der Weidesaison nahm die Infektion bei dieser Tiergruppe kontinuierlich zu. Als epidemiologische Faktoren für die Infektion der Schafe müssen vor allem die auf den Weideflächen überwinterten Magen-Darm-Nematoden-Larven, die etwa bis Ende Juni lebens- und infektionsfähig sind, und die zunehmende Anreicherung von Infektionslarven während der Weidesaison durch u. U. mehrmalige, anfangs geringe Infektionen der Schafe angesehen werden. Die i. d. R. geringe Befallsintensität reicht dabei für die Ausbildung einer belastbaren Immunität bei den Lämmern nicht aus, deshalb ist die Anreicherung des Infektionsstoffes auf der Weide durch mehrfache Infektionen möglich. Infektionslarven von Magen-Darm-Nematoden (246 Larven/kg Trockenmasse Gras) wurden von uns im April, vor dem Austrieb der Schafe, auf der Mähstandweide nachgewiesen. Der Höhepunkt der Kontamination der Weide mit Larven III der Magen-Darm-Nematoden

lag während der Weidesaison im Juni (973 Larven/kg Trockenmasse Gras) sowie im September (1.055 Larven/kg Trockenmasse Gras), wie auch SAUER (1996) in Hessen bei der Koppelhaltung von Schaflämmern feststellen konnte. Witterungsbedingt (Trockenperiode) waren die Larvenzahlen in den im Juli und August gezogenen Grasproben bei den vorliegenden Untersuchungen geringer.

Infizierte Mutterschafe dürften zu Beginn der Weidesaison, d. h. nach der Wurmkur, aber auch in deren Verlauf insgesamt nur eine untergeordnete Rolle als Ansteckungsquelle für Magen-Darm-Nematoden-Infektionen bei Lämmern gespielt haben, sind jedoch wohl als Ursache für die *Haemonchus contortus*-Infektionen anzusehen. *Haemonchus contortus*-Infektionslarven überwintern in Deutschland nicht oder nur zu einem geringen Prozentsatz auf der Weide (SCHÜTZE, 1984), jedoch werden in den Wintermonaten verstärkt inhibierte *Haemonchus*-Larven in der Labmagenschleimhaut bei Schafen gefunden. In den vorliegenden Untersuchungen wiesen alle mit *Haemonchus contortus* infizierten Schafmüttern bei der Schlachtung im Oktober Larven IV dieser Spezies (100-500 Larven/Tier) im Labmagen auf. Bei den nach Mitte Oktober geschlachteten Lämmern nahmen die 4. Larvenstadien von *Ostertagia spp.* und von *Haemonchus contortus* hinsichtlich Befallshäufigkeit und Befallsstärke deutlich zu. Diese inhibierten Larven, die monatelang im Wirtstierkörper verbleiben und dort den Winter überdauern, werden erst zum Ende der Stallhaltungsperiode oder zu Beginn des Weideganges reaktiviert und setzen ihre Entwicklung zu den Adulten fort. Von dem Wirkstoff Mebendazol werden die inhibierten Larven während ihrer histotropen Phase nicht abgetötet. Durch die Weiterentwicklung dieser hypobiotischen Larven sind auch die peripartal entstehende erhöhte Eiausscheidung bei Mutterschafen (spring rise phenomenon) und die daraus folgende Kontamination der Weiden mit Larven III zu erklären. Nach mehrmaligen geringen Infektionen mit *Haemonchus contortus* bei den Lämmern kommt es in der Regel erst im Juli zu einer höheren *Haemonchus*-Bürde (DÜWEL, 1990). Die Ausbildung einer belastungsfähigen Immunität gegenüber *Haemonchus contortus* setzt bei den Schafen erst nach dem 6. Lebensmonat ein, gegenüber *Ostertagia spp.* entwickelt sich diese nur langsam und unvollständig. Da die *Haemonchus*-Weibchen eine relativ große Reproduktionsrate besitzen, ist der Anstieg der EpG im Kot in der 2. Weideperiode erklärlich. Daraus resultierten dann in unseren Untersuchungen im September relativ hohe Nematoden-Larven-Zahlen im Weidegras, die 1995 durch

eine kühle, feuchte Witterung Ende August/Anfang September begünstigt wurden.

Die Parasitenfauna war bei den auf der Mähstandweide gehaltenen Schafmüttern relativ artenarm. Es wurden jeweils zwei Nematoden-Spezies im Labmagen (*Haemonchus contortus*, *Ostertagia circumcincta*), im Dünndarm (*Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia curticei*) und im Dickdarm (*Oesophagostomum venulosum*, *Chabertia ovina*) nachgewiesen. Das Artenspektrum der Magen-Darm-Nematoden war bei den Lämmern im Vergleich mit den Mutterschafen deutlich größer. Bei den Lämmern traten im Labmagen neben *Haemonchus contortus* drei *Ostertagia*-Arten, *O. circumcincta*, *O. trifurcata* und *O. pinnata*, auf. Die *Trichostrongyliden* waren im Dünndarm mit den Spezies *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Cooperia curticei* und *Nematodirus filicollis* vertreten. *Strongyloides papillosus* gehört zu den insbesondere bei Jungtieren parasitierenden Nematoden und trat erwartungsgemäß bei dieser Altersgruppe auf. Durch die Weidehaltung ist die relativ geringe Befallsstärke mit diesem Parasiten erklärbar. Dickdarmwürmer kamen bei den Müttern beider Rassen und ihrer Nachzucht nur in geringer Intensität vor, dabei waren bei den Lämmern die Spezies *Oesophagostomum venulosum*, *Chabertia ovina*, *Trichuris ovis* und *Trichuris globulosa* vertreten. Bei Untersuchungen zur Parasitenfauna von Schafen aus dem ehemaligen Bezirk Leipzig konnte LAJN (1987) neben den auch von uns nachgewiesenen Spezies im Labmagen außerdem *Trichostrongylus axei* sowie im Dünndarm *Cooperia oncophora*, *Capillaria bovis* und *Bunostomum trigonocephalum* feststellen. Befallshäufigkeit und Befallsstärke mit Dickdarmwürmern lagen bei den Untersuchungen von LAJN (1987) und SCHLAUBKE (1988), der ebenfalls Schlachtschafe aus dem Raum Leipzig auswertete, etwa in dem von uns ermittelten Bereich, LAJN (1987) konnte bei einem Tier auch einen Befall mit *Trichuris skrjabini* diagnostizieren. REHBEIN et al. (1997b) stellten dagegen bei 130 von 136 ausgewerteten Schlachtschafen aus Oberbayern eine höhere Befallsintensität als von uns nachgewiesen fest. BENESCH (1993) fand bei verendeten Schafen aus Hessen im Labmagen ebenfalls *Trichostrongylus axei*, den wir bei unseren Untersuchungen nicht nachweisen konnten, im Dünndarm außerdem *Nematodirus battus*, *Cooperia punctata* und *Bunostomum trigonocephalum*

Tabelle 2: Moniezia sp. bei geschlachteten Lämmern

□ Monat	□ Geschlachtete Lämmer (n)	Infizierte Lämmer (n) mit	
		Adulten Moniezia expansa	Juvenilen □ Moniezia sp.
Oktober □ November	12 □ 14	5 □ 3	4 □ 13

□

sowie im Dickdarm weiterhin Oesophagostomum columbianum.

Schlachtschafe aus Oberbayern (99 Tiere unter, 37 Tiere über ein Jahr alt) aus insgesamt 37 Beständen wiesen einen Befall mit insgesamt 24 Nematoden-, zwei Trematoden- und drei Zestodenarten auf (REHBEIN et al. 1996). Neben *Haemonchus contortus* und den drei auch bei unseren Schaflämmern parasitierenden Ostertagia-Arten fanden die Autoren im Labmagen außerdem *Trichostrongylus axei*, *Cooperia oncophora*, *Cooperia punctata*, *Nematodirus battus*, *Nematodirus helvetianus*, *Nematodirus spathiger* und *Trichostrongylus capricola* konnten REHBEIN et al. (1996) zusätzlich im Dünndarm, *Trichuris skrjabini* im Dickdarm feststellen, diese Arten lagen in unserem Untersuchungsmaterial nicht vor. Insgesamt hatten 37 der 44 von uns ausgewerteten Schaflämmer einen Befall mit dem Bandwurm *Moniezia expansa* auf; auch hierbei handelt es sich um eine ausgesprochene Jungtierparasitose.

Moniezia-benedeni-Exemplare, die REHBEIN et al. (1996) bei 4,4 % der von ihnen untersuchten Schafe, allerdings in der geringen Befallsstärke von 1-3 Bandwürmern/Tier, ermitteln konnten, wurden von uns bei den geschlachteten Schafen nicht festgestellt. In Mitteleuropa überwintern i. d. R. die Zystizkerkoide, d. h. die Zweitlarven, von *Moniezia expansa* im Zwischenwirt (Moosmilben). Die Ansteckung der Lämmer erfolgt bald nach Weidaustrieb, die Präpatenzperiode von *Moniezia expansa* beträgt zwischen 30 und 52 Tagen (BOCH und SUPPERER, 1992). In den vorliegenden Untersuchungen konnten die ersten *Moniezia*-Eier bei der Untersuchung im Juni festgestellt werden, das läßt auf eine Infektion etwa Anfang bis Mitte Mai schließen. Koproskopisch wurden im Juni bei 36 von 43 Lämmern (= 82 %) *Moniezia*-Eier nachgewiesen, im Juli war die koproskopisch ermittelte Befallsextenstivität bereits auf 50 % (22 *Moniezia*-positive von 44 untersuchten Lämmern) gefallen. Nach Schriftumsberichten sind die Lämmer vor allem im 2.-4. Weidemonat mit *Moniezia expansa* infiziert, diese Befunde stimmen mit unseren Untersuchungsergebnissen überein. Bei der Untersuchung im Oktober

sind nur noch bei 4 von 24 Lämmern Bandwurmeier oder -proglottiden im Kot gefunden worden, jedoch waren bei den im November, am Ende der Weidesaison, geschlachteten Lämmern vermehrt juvenile *Moniezia*-Exemplare im Dünndarm festzustellen. Juvenile *Moniezia spp.* wiesen REHBEIN et al. (1996) ebenfalls bei 5,4 % der von ihnen von September bis Dezember 1994 geschlachteten Altschafe sowie bei 8,1 % der Lämmer nach. Die durchschnittliche Anzahl lag dabei bei den Altschafen bei 1,5 (Schwankungsbreite 1-2) und bei den Lämmern bei 9,2 (1-29) *Moniezia*-Exemplaren/Tier.

Möglicherweise überwintert *Moniezia expansa* nicht nur als Zweitlarve im Zwischenwirt, sondern auch im juvenilen Stadium im Endwirt, oder es handelt sich bei den unreifen Stadien um Juvenile der zweiten im Schaf parasitierenden Bandwurmart, *Moniezia benedeni*. Für *Moniezia benedeni* liegt der Hauptinfektionszeitpunkt später im Jahr (Herbst), bei dieser Art können adulte Bandwürmer im Schaf überwintern. Bei den juvenilen Bandwurmem Exemplaren ist eine Artbestimmung an Hand morphologischer Kriterien, wie Form und Lage der Interproglottaldrüsen, Breite der graviden Proglottiden, Länge der Strobila (BOCH und SUPPERER, 1992), nicht möglich.

Sowohl bei den von uns untersuchten Mutterschafen als auch bei den Lämmern traten klinische Erscheinungen (z. B. Durchfall, Anämie, Abmagerung) infolge des Magen-Darm-Helminthen-Befalls, abgesehen von einer weicheren Kotkonsistenz im August/September, nicht auf, jedoch mußte mit subklinischen Schädwirkungen und damit mit Leistungsbeeinflussungen gerechnet werden. So erreichten beispielsweise insgesamt 12 von 21 geschlachteten Merinolangwollschaf- und neun von 19 Schwarzkopflämmern nicht die erwünschte Lebendmasse von 40 kg zum Zeitpunkt der Schlachtung spätestens am 17. November 1995.

Haemonchus contortus gilt als der pathogenste Labmagenparasit, sowohl die Adulten und Präadulten als auch die Larven IV sind Blutsauger. Der tägliche Blutverlust kann etwa 50 µl je Wurm betragen. Der Grad der Anämie und daraus resultierend

auch einer Hypoalbuminämie steht bei den Schafen in Abhängigkeit von der spezifischen Kompensationsfähigkeit des erythropoetischen Systems in direkter Beziehung zur Befallsstärke mit *Haemonchus contortus* (ALBERS et al. 1990). Bei unseren Untersuchungen konnten wir nur bei einem Merinolangwollschaf-Lamm mehr als 1.000 *Haemonchus*-Exemplare im Labmagen feststellen, bei allen anderen Mutterschafen lag die Wurmbürde < 500 Magenwürmern je Tier. Damit wurde noch nicht einmal ein Schadenspunkt nach der Skala (s. u.) von GARDINER und GRAIG (1961) erreicht. Die Larvenstadien von *Haemonchus contortus* verursachen während der histotropen Phase ihrer Entwicklung Störungen der Sekretion (durch Zerstörung der HCl-produzierenden Zellen) und Motorik (durch verminderte Säuresekretion und dadurch bedingt erhöhtem Gastrinspiegel) des Magen-Darm-Kanals.

Bei den *Ostertagia spp.* steht die Schädwirkung der Larven und Präadulten während der histotropen Phase ihrer Entwicklung im Vordergrund. Die Zerstörung der HCl-produzierenden Belegzellen und der Ersatz pepsinogenproduzierender Hauptzellen durch undifferenzierte Zellen sind mit den daraus resultierenden Störungen der Eiweißverdauung die Pathogenitätsmechanismen dieser Trichostrongylen-Gattung. GARDINER und GRAIG (1961) bewerteten einen Befall mit 4.000 *Ostertagia*-Würmern mit einem Schadenspunkt (s. u.), die maximale *Ostertagia*-Bürde bei unseren Untersuchungen lag bei 560 Adulten + Larven IV im Labmagen bei Mutterschafen, 4.200 Adulten bei Merinolangwollschaf-Lämmern (in dieser Höhe nur bei einem Tier) sowie 2.400 Adulten bei Schwarzkopflämmern. Bei Lämmern kann ein Befall mit > 6.000 Dünndarmnematoden die Entwicklung negativ beeinflussen. Bei massivem Trichostrongylen-Befall werden verminderte Futteraufnahme, profuser Durchfall und Abmagerung, bedingt v. a. durch den gestörten enzymatischen Abbau und die gestörte Resorption der Nährstoffe, beobachtet. Die in dem vorliegenden Untersuchungsmaterial vorhandene Wurmbürde (maximal 4.380 *Trichostrongylus spp.*) dürfte unter der Schadensgrenze einzuordnen sein. *Cooperia curticei* wird im Vergleich mit *Trichostrongylus spp.* als weniger pathogen bewertet. Erst ein Befall mit > 10.000 Adulten dieser Spezies soll die Leistung der Jungschafe beeinträchtigen. Bei den ausgewerteten Lämmern wurde dieser Grenzwert nur bei drei Tieren überschritten. *Nematodirus filicollis* gilt als typischer Jungtierparasit. Bei einer hohen Befallsintensität (etwa 6.000 Würmer/Tier) können Durchfall und Entwicklungsstörungen bei Lämmern (bedingt durch Schleimhautdegeneration und eine

reduzierte Enzymaktivität des Darmepithels) auftreten. Eine vergleichbare Wurmbürde wurde in vorliegenden Untersuchungen nur bei zwei Lämmern, bei denen es jedoch nicht zu einer klinischen Manifestation des *Nematodirus*-Befalls kam, festgestellt. Bei Schafmüttern konnten wir eine Infektion mit *Nematodirus spp.* nicht nachweisen.

Ein *Strongyloides*-Befall spielte weder bei den Merinolangwollschaf- noch bei den Schwarzkopflämmern eine Rolle. Befallshäufigkeit und -stärke waren allgemein als geringgradig einzuschätzen. Als Infektionsquelle müssen bei dieser Parasitose vor allem die Mütter angesehen werden. Die Infektion mit *Strongyloides papillosus* erfolgt auch galaktogen durch kurz vor der Geburt ins Euter gelangte Larven, die beim Schaf etwa zwischen dem 7. und 19. Tag post partum mit der Milch ausgeschieden werden (BOCH und SUPPERER, 1992).

Der Befall des Dickdarmes mit *Oesophagostomum venulosum*, *Chabertia ovina* und *Trichuris spp.* war bei den geschlachteten Lämmern und Mutterschafen so gering, daß ein Einfluß auf die Entwicklung besonders der Lämmer nicht nachzuweisen und nicht anzunehmen war. Erst bei einer Wurmbürde mit mehreren hundert Dickdarmwürmern ist mit profusem Durchfall und Körpermasseverlusten bei Jungschafen zu rechnen.

Wegen der unterschiedlichen Schädwirkung der im Magen-Darm-Kanal von Schafen parasitierenden Nematoden-Gattungen versuchten GARDINER und GRAIG (1961) einen Schlüssel zu erarbeiten, in dem eine Bewertung der Befallsstärke mit wirtschaftlich bedeutsamen Magen-Darm-Nematoden in sog. Schadenspunkten ausgedrückt wird. Dabei entspricht ein Schadenspunkt einem Befall mit:

- 500 *Haemonchus contortus*;
- 4:000 *Ostertagia spp.*,
- 6.000 *Trichostrongylus spp.*,
- 10.000 *Cooperia spp.*,
- 6.000 *Nematodirus spp.*,
- 6.000 *Strongyloides papillosus*,
- 500 *Oesophagostomum venulosum*,
- 200 *Chabertia ovina*,
- 500 *Trichuris spp.*,
- 4.000 immaturren Nematoden.

Nach den Erfahrungen der Autoren wirkt sich i. d. R. eine Wurmbürde, die umgerechnet zwei Schadenspunkten entspricht, negativ auf die Leistung von Jungschafen aus. Bei säugenden bzw. abgesetzten Lämmern sind Todesfälle bei fünf bzw. zehn Schadenspunkten möglich. Beim vorliegenden Sektionsmaterial konnten bei einzelnen Lämmern bis zu drei Schadenspunkte errechnet werden, dies entsprach einem subklinischen Magen-Darm-Parasiten-Befall.

4. Schlußfolgerungen

Im Ergebnis der epidemiologischen Untersuchungen im LVG Kalkreuth zum Verlauf eines Magen-Darm-Nematoden- und -Zestoden-Befalls bei einer Mutterschafherde mit Nachzucht auf einer Mähstandweide während der Weidesaison 1995 ergeben sich folgende Schlußfolgerungen:

- Die Ansteckung der Mutterschafe und Lämmer nach Weideauftrieb erfolgt durch überwinterte Magen-Darm-Strongyloiden-Infektionslarven, bei *Haemonchus contortus* wohl auch durch die Reaktivierung hypobiotischer Larven und durch adulte Magenwürmer (= Patentwürmer).
- Die Weide wurde zunehmend mit Magen-Darm-Nematoden-Eiern und -Larven befallen, insbesondere durch infizierte Lämmer.
- Der Befall der Grasfläche mit verschiedenen Nematodenlarven erfolgte zu unterschiedlichen Zeiten während der Weidesaison.
- Anfang bis Mitte Mai steckten sich die Weidelämmer massiv mit Bandwürmern (*Moniezia expansa*) von infizierten Moosmilben, den Zwischenwirten dieser Bandwurmspezies, an.
- Eine Bekämpfung der Moosmilben auf der Weide mit Akariziden ist nicht möglich.
- Eine Bandwurmbehandlung der Lämmer vier Wochen nach Weideauftrieb, bevor es zur Ausscheidung der graviden Glieder kommt, ist unbedingt erforderlich. Dadurch können eine Kontamination der Weidefläche mit Bandwurmeiern und eine Infektion der Moosmilben vermieden werden.
- Die ab Oktober in der Labmagenschleimhaut der seziierten Weidelämmer zunehmend festgestellten Larven IV von *Haemonchus contortus* und *Ostertagia spp.* überwintern im Wirtstier. Die Weiterentwicklung zu den Adulten erfolgt im Frühjahr. Vor Weideauftrieb sollten die > 1 Jahr alten Schafe unbedingt mit einem Anthelminthikum behandelt werden, das auch gegenüber den hypobiotischen Larven wirksam ist. Dadurch können die Entstehung von patenten Infektionen, die Kontamination der Weide mit Eiern und Larven sowie die Ansteckung vor allem der Lämmer verhütet werden.
- Der Magen-Darm-Helminthen-Befall verlief sowohl bei den Mutterschafen als auch bei den Lämmern subklinisch, die nachgewiesene Wurmbürde erreichte nur bei einzelnen Weidelämmern einen als untere Schadensgrenze angenommenen Bereich.
- Die Weideform „Mähstandweide“ erfordert beim Schaf eine Überwachung der Weidetiere während der Weidesaison und während der Stallhaltungsperiode. Beim Auftreten von klinischen Erscheinungen, die den Verdacht auf eine Parasiteninfektion (z. B. mit Kokzidien, Nematoden, Zestoden, Trematoden) nahelegen, sind durch den betreuenden Tierarzt eine sofortige koproskopische Untersuchung und ggf. eine Behandlung mit den entsprechenden Antiparasitaria einzuleiten.

Literatur

- ALBERS, G. A. A., GRAY, G. D., LE JAMBRE, L. F., BARGER, I. A. und J. S. F. BARKER (1990): The effect of *Haemonchus contortus* infection on haematological parameters in young Merino sheep and its significance for productivity. *Anim. Prod.* 50, 99 - 109
- BENESCH, C. (1993): Parasiten des Magen-Darm-Traktes von Schafen in Hessen: eine Sektionsstudie. *Vet.-med. Diss.* Gießen, Univ.
- BOCH, J. und R. SUPPERER (1992): *Veterinärmedizinische Parasitologie*. Berlin, Hamburg: P. Parey, 4. Aufl.
- DÜWEL, D. (1990): Untersuchungen bei Wiederkäuern zum Vorkommen von Eiern gastro-intestinaler Nematoden im Kot in Relation zur Wurmbürde. *Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. Parasitol.* 12, 69 - 80
- ECKERT, J. (1960): Die Diagnose des Magen-Darm-Strongyloidbefalls des Schafes durch Differenzierung der frei lebenden dritten Larven. *Zbl. Vet. Med.* 7, 612 - 630
- GARDINER, M. R. und J. GRAIG (1961): Drugs for worm control. I. Sheep drenching trials with MK-360. *J. Dep. Agric. West. Aust.* 2, 737 - 747
- JØRGENSEN, R. J. (1975): Isolation of infective *Dictyocaulus* larvae from herbage. *Vet. Parasitol.* 1, 61 - 67
- LAJN, H. (1987): Untersuchungen zur Magen-Darm-Helminthen-Fauna bei Schafen aus dem Bezirk Leipzig. *Vet.-med. Dipl.-Arbeit*, Leipzig, Univ.
- LANCASTER, M. B. (1969): The identity of *Ostertagia trifurcata* Ransom, 1907. *J. Helminthol.* 43, 365 - 370
- REHBEIN, St., HAUPT, W., KUNZ, G. und W. HOCK (1995): Untersuchungen zur Kontamination der Äsungsflächen eines Damwildgeheges mit Larven parasitischer Nematoden. *Z. Jagdwiss.* 41, 93 - 99
- REHBEIN, St., KOLLMANNBERGER, M., VISSER, M. und R. WINTER (1996): Untersuchungen zum Helminthenbefall von Schlachtschafen in Oberbayern. 1. Mitt.: Artenspektrum, Befallsexten-sivität und Befallsintensivität. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 109, 161 - 167
- REHBEIN, St., LINDNER, Th., KOLLMANNBERGER, M., VISSER, M. und R. WINTER (1997a): Untersuchungen zum Helminthenbefall von Schlachtschafen in Oberbayern. 2. Mitt.: Beziehungen zwischen der Eiausscheidung und der Wurmbürde. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 110, 148 - 152
- REHBEIN, St., LINDNER, Th., KOLLMANNBERGER, M., WINTER, R. und M. VISSER (1997b): Untersuchungen zum Helminthenbefall von Schlachtschafen in Oberbayern. 3. Mitt.: Verteilung der Siedlungsorte der Dickdarmnematoden beim Schaf. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 110, 223 - 228
- SARWAR, M. M. (1994): On the occurrence of *Ostertagia pinnata* Daubney, 1933, in association with *Ostertagia trifurcata* Ransom, 1907 in India and Great Britain. *J. Helminthol.* 28, 151 - 154
- SAUER, S. (1996): Epidemiologie und klinische Auswirkungen von Infektionen mit Magen-Darm-Strongyloid bei Schafblämmern in Koppelhaltung. Gießen, Univ., *Vet.-med. Diss.*
- SCHLAUBKE, A. (1988): Beitrag zum Magen-Darm-Nematoden-Befall der Schafe unter Berücksichtigung von Befallsstärke und Eizahl im Kot. Leipzig, Univ., *Vet.-med. Dipl.-Arbeit*
- SCHÜTZE, J. (1984): Untersuchungen zum Ablauf der exogenen Phase der Entwicklung des Trichostrongyloiden *Haemonchus contortus* (Rudolphi, 1803) Cobbold (1898). Leipzig, Univ., *Vet.-med. Diss.*
- SIEVERS PREKEHR, G. H. C. (1973): Methode zur Gewinnung von III. Strongyloidenlarven aus dem Weidegras. Hannover, Univ., *Vet.-med. Diss.*
- SKRYABIN, K. I. [Hrsg.] (1992a): *Key to Parasitic Nematodes*. Vol. 3: Strongylata, Leiden, New York, Kopenhagen, Köln: E. J. Brill
- SKRYABIN, K. I. [Hrsg.] (1992b): *Key to Parasitic Nematodes*. Vol. 4: Camallanata, Rhabditata, Tylenchata, Trichocephalata, Dioctophymata, and distribution of parasitic nematodes in different hosts. Leiden, New York, Kopenhagen, Köln: E.J. Brill

Thomas, D. R. und A. J. Probert (1993): A key to the identification of arrested gastrointestinal nematode of sheep in Britain. *Vet. Parasitol.* 47, 77 - 80

VOIGTLÄNDER, G. und H. JAKOB (1987): *Grünlandwirtschaft und Futterbau*. Stuttgart: Ulmer

WETZEL, R. (1951): Verbesserte McMaster-Kammer zum Auszählen von Wurmeiern. *Tierärztl. Umschau* 6, 209 - 210

WOOD, I. B., AMARAL, N. K., BAIRDEN, K., DUNCAN, J. L., KASSEI, T., MALONE jr., J. B., PANKAVICH, J. A., REINECKE, R. K., SLOCOMBE, O., TAYLOR, S. M. und J. VERCRUYSSÉ (1995): World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Vet. Parasitol.* 58, 181 - 213

Autoren:

Prof. Dr. Regine Ribbeck, Dr. W. Haupt, TA D. Reichel Institut für Parasitologie
Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig
Margarete-Blank-Str. 4
04103 Leipzig

Die Untersuchungen wurden gefördert durch das
Sächsische Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten.

Schnittzeitpunktprognose von Grasaufwüchsen

Olaf Steinhöfel

Stichworte: Schnittzeitpunkt, Milchviehfütterung

Zusammenfassung:

Je höher die Leistungserwartung in der Milchviehhaltung gesetzt wird und je höher der Anteil an Grassilage in der Grundration ist, desto geringer muß der optimale Rohfasergehalt der Grassilage sein. Der Rohfasergehalt von Grasaufwüchsen ist in erster Linie eine Funktion des Vegetationszeitpunktes seiner Nutzung, dem Schnittzeitpunkt. Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden, deren man sich zur Optimierung und Vorhersage des Schnittzeitpunktes von Grasaufwüchsen bedient. Neben den direkten Indikatoren, die die aktuellen Veränderungen der Qualität und des Ertrages von Grasaufwüchsen anzeigen, können auch die Wachstumsbedingungen ermittelt und die Wachstumsrate und Qualitätsveränderung mathematisch modelliert werden. Ein solches Modell hat KORNHER et al. (1991) an der Kieler Universität entwickelt. In der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft wurde das Programm von TELLER et al. (1993) modifiziert und seit März 1996 wird das Programm zur Schnittzeitpunktprognose in der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft genutzt. Mit Hilfe des Programms FOPROQ1 wurden im Zeitraum vom 7.5.-6.6.1997 an zehn verschiedenen Tagen (i.d.R. alle drei bis vier Tage) Prognosen zur Ertrags- und

Qualitätsveränderung von Nutzungstypen Wiese, Mähweide, Feldgras und Gras-Leguminosengemenge in den fünf Agrarstrukturgebieten des Freistaates Sachsen erstellt und publiziert. Auf insgesamt 16 Versuchsfeldern wurden zeitgleich systematisch angelegte Schnittzeitpunktversuche durchgeführt. Zu Beginn der Prognose war die vorausgesagte Rohfaserdichte der Grasaufwüchse geringer als die in den Versuchen ermittelten Befunde, was vermutlich auf vorhandene Altgrasanteile zurückzuführen war. In der für die Schnittzeitoptimierung günstigen Zeitspanne war, mit Ausnahme für das Feldgras, eine auffallend gute Übereinstimmung zwischen Prognosedaten und Versuchsdaten erkennbar. Die Ertragsentwicklung wurde zu Vegetationsbeginn gut vorausgesagt, aber ab Ende Mai wurde ein stärkerer Ertragszuwachs modelliert als im Schnittzeitpunktversuch ermittelt worden ist. Die Wuchshöhe, das visuell bonierte Vegetationsstadium und der Trockenmasseertrag korrelierte hoch signifikant mit dem Rohfasergehalt der Grasaufwüchse. Je 10 g Rohfaserzuwachs wuchsen die Hauptbestandbildner 6-7 cm, der BBCH-Code veränderte sich um vier Punkte und der Trockenmasseertrag stieg um 4 bis 6 dt/ha.

1. Vegetationsbedingte Veränderung des Futterwertes von Grasaufwüchsen

Der Futterwert von botanisch reinen Beständen bzw. bewußt gestalteten Gemengen aus dem Ackerfutterbau kann anhand der botanischen Entwicklung und laboranalytischer Eckdaten mit Hilfe von Kalkulationsgleichungen relativ sicher ermittelt werden. Für Grünlandaufwüchse jedoch ist dies nur bedingt möglich, da die botanische Zusammensetzung stark variiert und vor allem von folgenden Faktoren abhängig ist:

- Bestandstyp/botanische Konkurrenz (Bestandsbildner, Leguminosen, Kräuter, Unkräuter, Giftpflanzen),
- Standort (Boden, Klima, Wasserhaushalt),
- Nutzungsintensität (Düngung, Pflege, Schnitthäufigkeit, Tierbesatz usw.),
- Nutzungsart (Schnittnutzung, Weidenutzung, Mähweide usw.),
- Nutzungszeitpunkt (frühe, mittelfrühe oder späte Nutzung des 1. Schnittes).

Der Aufbau blattreicher Pflanzenmasse während der ersten Phase der Pflanzenentwicklung ist durch die Bildung hoher Anteile an Zellsaft gekennzeichnet. Dieser Zellsaft ist reich an Zucker, welcher als Energiequelle für die Pansenmikroben der Wiederkäuer und für die säurebildenden Bakterien bei der Silagebereitung von Bedeutung sind. Der Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten nimmt mit zunehmender Pflanzenentwicklung ab, da der Anteil der Blattfraktion an der Gesamtpflanze sinkt.

Durch das einsetzende Streckungswachstum der Zellen und der Gesamtpflanze erfolgt eine verstärkte Synthese und Einlagerung von Zellwandkohlenhydraten (Zellulose bzw. Hemizellulose) in die Zellwände der Stengelfraktion. Mit fortschreitender Entwicklung wird dieser Prozeß durch eine Lignifizierung begleitet. Der Rohfasergehalt steigt an. Im Laufe der Vegetation kann der Rohfasergehalt von Gräsern bzw. Leguminosen von 130 auf 400 g und der Ligningehalt von 15 auf 150 g je kg Trockenmasse ansteigen. In der Hauptvegetationsphase des 1. Aufwuchses von Gräsern wird ein täglicher Zuwachs von 4 bis 5 g Rohfaser und 1 bis 1,5 g Lignin je kg Trockenmasse erwartet. Der Einbau der Zellwandkohlenhydrate und die Lignifizierung ist botanisch determiniert. Die Differenzen in der Veränderung des Blatt-Stengel-Verhältnisses und die Wachstumsdynamik unterscheiden sich. Neben dem Gehalt an futterwertbestimmenden Kohlenhydraten wird auch die Verdaulichkeit und damit der energie-

tische Futterwert von Gras und Leguminosengrünfutter entscheidend durch das Vegetationsstadium geprägt.

Der Rohproteingehalt von Grünfüttermitteln kann zwischen 50 g bei überständigen Grasaufwüchsen, z. B. Winterweiden, und 300 g bei jungem intensiv gedüngtem Pflanzenmaterial schwanken. Einen wichtigen Einfluß übt auch hier das Blatt-Stengel-Verhältnis aus. Der abnehmende Gewichtsanteil der rohproteinreichen Blattfraktion mit zunehmender Vegetationsdauer bewirkt eine Reduzierung des Rohproteingehaltes in der Gesamtpflanze. In der vegetativen Entwicklung kann die Nährstoff- und insbesondere Stickstoffaufnahme dem Aufbau der Pflanzenmasse vorauslaufen. Ein hohes Angebot an pflanzenverfügbarem Nitrat- bzw. Ammoniumstickstoff im Boden bzw. aus der Stickstoffdüngung verstärkt diesen Prozeß (Luxuskonsum). Leguminosen sind durch ihre Fähigkeit Luftstickstoff symbiotisch zu binden vom verfügbaren Bodennitrogen unabhängiger und bei vergleichbarem Entwicklungsstadium deutlich rohproteinreicher als Gräser. Auch die meisten Kräuter besitzen wegen der höheren Blattmasse einen höheren Proteingehalt als Gräser. Neben den bestandsbildenden Gräsern kann der Leguminosen- bzw. Kräuteranteil von Gemengen bzw. Grünlandaufwüchsen daher den Rohproteingehalt deutlich variieren.

Der Gehalt an Mineralstoffen im Grünfutter wird vor allem von der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenmaterials bestimmt. Leguminosen und nichtlegume Kräuter sind gegenüber Gräsern mineralstoffreicher. Weitere Faktoren auf den Gehalt wichtiger Mengen- und Spurenelemente sind der Boden-pH-Wert, die Niederschlagsmenge, die Düngung, Emissionen, Umweltgifte bzw. der geologisch bestimmte Standort. Im Verlauf des Wachstums eilt bei entsprechendem Angebot die Mineralstoffaufnahme dem Bedarf der Pflanzen voraus. D. h., die gezielte mineralische Düngung kann in den meisten Fällen den Mineralstoffgehalt der Pflanzen gerichtet beeinflussen.

2. Der optimale Schnittzeitpunkt von Grasaufwüchsen

Die Zielvorgaben für den optimalen Nutzungszeitpunkt von Grünfüttermitteln können unterschiedlich sein, da sie von folgenden Faktoren abhängig sind:

- von der *Tierart bzw. Nutzungsrichtung*, die gefüttert werden soll,
- vom Fütterungserfolg, den man erwartet (*Leistungserwartung*),

- von der Rolle, die das Grünfütter in der Rationsgestaltung spielt (z. B. als Alleinfuttermittel, Ergänzungsfuttermittel, Ausgleichsfuttermittel, Sättigungsfuttermittel oder Energieverdünner) (*betriebliches Fütterungskonzept*),
- ob es frisch verfüttert oder konserviert werden soll (*Konserviereignung*),
- von der Ertragsvorstellung bei der futterbaulichen Erzeugung dieser Futtermittel (z. B. Masseurtrag, Energieertrag oder Proteinertrag) (*Flächenproduktivität*).

Die Fülle der durch die Rohfaser geprägten Einflüsse erschweren es „den einen optimalen Schnitzeitpunkt“ zu formulieren. Optimal heißt im Einzelfall der Zeitpunkt, an welchem das Siliergut und letztlich das Konservat einen Futterwert besitzt, der in der betrieblichen Rationsgestaltung hilft, die Leistungserwartungen zu erfüllen. Folgende Gründe können unterschiedlich hohe optimale Rohfaserwerte in den Grasaufwüchsen fordern:

a) Die Höhe der Leistungserwartung und das betriebliche Grundfutterkonzept

Je höher die Leistungserwartung in der Milchviehhaltung gesetzt wird und je höher der Anteil an Grassilage in der Grundration ist, desto geringer muß der optimale Rohfasergehalt der Grassilage sein. Wie die Tabelle 1 modellhaft skizziert, kann bei einer Leistungserwartung pro Kuh und Jahr von 5.000 kg Milch die optimale Rohfaserdichte durchaus über 30 %, bei 8.000 kg nicht mehr als 22,5 % in der Trockenmasse betragen.

Bei sinkenden Maissilageanteilen in der Ration sinkt der zu fordernde optimale Rohfasergehalt in Grassilagen ebenfalls. Im Extremfall kann der optimale Gehalt über 30 % liegen, da hohe Maissilageanteile in der Ration bei geringen Leistungserwartungen ausgeglichen werden müssen. Da jedoch aus wirtschaftlichen Erwägungen in der Regel hohe

Einzeltierleistungen angestrebt werden, muß der optimale Rohfasergehalt der Grassilagen im betrieblichen Grundfutterkonzept genau definiert werden. Er liegt auch bei hohen Maissilageanteilen meist unter 26 %.

b) Die Flächenproduktivität

Mit zunehmender Vegetation steigt der Rohfasergehalt erwartungsgemäß an und die Energiedichte des Grases nimmt ab. Aber auch der Energieertrag steigt an, da der Masseurtrag deutlich schneller zunimmt als der Futterwert sich verschlechtert.

Da aber andererseits die fütterungsbedingte Leistungsgrenze von Milchrindern mit zunehmender Rohfaserdichte im Grundfutter deutlich verringert wird, kann der Mehrertrag an Energie nur über mehr Kühe mit geringerer Leistung (aber höherem Erhaltungsfutterbedarf) oder über Zufütterung von Maissilage (die wiederum auch Fläche benötigt, aber in der Regel wirtschaftlicher erzeugt wird), ausgeglichen werden. Betriebswirtschaftliches Rechnen muß hier zum optimalen Schnitzeitpunkt von Grasaufwüchsen im konkreten Betrieb führen.

3. Methoden zur Schnitzeitpunktprognose

Es gibt unterschiedlichste Methoden, deren man sich zur Optimierung und Vorhersage des Schnitzeitpunktes von Grasaufwüchsen bedient. Folgende Methoden sind dabei hervorzuheben:

1. Tabellen- und Erfahrungswerte

Im langjährigen Mittel ist der optimale Schnitzeitpunkt auf wenige Tage begrenzt bzw. die benötigten Wuchstage von Vegetationsbeginn bis zum günstigsten Zeitpunkt sind gleich. Viele Praktiker sprechen vom „Himmelfahrtstagschnitt“ oder vom 20. Mai ± 5 Tage, wenn sie zum optimalen Schnitzeitpunkt befragt werden. Im Mittel stimmt dies sicher ebenso wie Angaben in Tabellen (z. B. 60-75 Wuchstage / mittlerer Rohfaserzuwachs von täglich 5 g ab zweite Maihälfte). Aber gerade die letzten

Tabelle 1: Maximale Rohfaserdichte (g/kg T) der Grassilagen in Abhängigkeit der Leistungserwartung und des Anteils an Maissilage in der Ration

Leistungserwartung (kg Milch je Kuh und Jahr)	Anteil Maissilage in % TS der Ration				
	0	20	40	60	80
5.000	309	334			
6.000	277	296	320		
7.000	250	261	275	300	
8.000	225	229	235	245	279

(mittlerer Futterwert der Maissilage aus der Ernte 1995 im Freistaat Sachsen)

vier Jahre zeigten deutlich, welche unterschiedlichen Vegetations- und auch Welkbedingungen in den einzelnen Jahren vorherrschten, die den optimalen Zeitraum von Jahr zu Jahr verschoben haben.

2. Korrelation zur Wuchshöhe und sensorische Veränderung von Pflanzenteilen

Eine vielgepriesene Methode ist die „Bierflaschenmethode“, d. h. die Schnittreife des Grases ist erreicht, wenn seine Wuchshöhe der Höhe einer stehenden Bierflasche gleicht. Da die Wuchshöhe sowohl von der botanischen Zusammensetzung des Bestandes als auch von Umwelteinflüssen (Klima, Düngung, Bodenverhältnisse etc.) abhängig sein kann, hat diese Methode nur in Ausnahmefällen Bedeutung und paßt eher in die Ertrags- und weniger in die Qualitätssicht bei der Bestimmung des Schnittzeitpunktes.

Die sensorische Veränderung von Pflanzenteilen, wie zum Beispiel farbliche Reifungszeichen, sind eher für Getreide- bzw. Maisreifebestimmungen geeignet. Hier sind auch die Vielzahl der sensorischen Hilfsmethoden einzuordnen, wie z. B. „Nagelprobe für Samen/Körner“, „Ball- und Wringprobe für physiologische Austrocknung“ oder auch „Geschmacksprobe für Umlagerung von Zucker in Stärke“.

3. Botanische Beurteilung des Entwicklungsstadiums der Hauptbestandbildner

Die häufigste Form den richtigen Schnittzeitpunkt zu beschreiben ist die Formulierung des optimalen Entwicklungsstadiums der Pflanzen. Es gibt eine Vielzahl von graphischen Übersichten mit Codierungen, die das Wachstum der Pflanzen in seinen Phasen darstellen und für die Bonitur in Reifestadien klassifizieren helfen. In der Tabelle 2 sind

typische Angaben zu günstigen Reifestadien für den Schnitt ausgewählter Futteraufwüchse zusammengestellt. Wichtig ist, daß die Hauptbestandbildner erkannt und ihr Wachstum beobachtet werden kann, da sich der Futterwert unterschiedlicher Gräser und Kräuter beim Übergang von der vegetativen zur generativen Entwicklungsphase sehr verschieden verhält.

4. Laboranalytische bzw. physikalische Methoden

Da die Rohfaser, ebenso wie anders definierte Fraktionen von pflanzlichen Gerüstsubstanzen (z. B. ADF oder Lignin), der wichtigste Indikator für die Veränderung des Futterwertes ist, wird die laboranalytische Bestimmung dieser Fraktionen die genaueste Methode zur Fixierung der Futterwertveränderung sein. Die Repräsentativität ist dabei maßgeblich von der Probenahme abhängig. In Tabelle 3 sind ausgewählte laboranalytische Eckdaten zusammengestellt.

Obwohl es die sicherste Methode ist, wird kaum Siliergut untersucht. Der Grund ist in den häufig zu langen Untersuchungszeiten im Labor zu suchen. Der Rohfasergehalt der Grünfütter- bzw. Siliergutproben, die in der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft in den letzten Jahren untersucht wurden, war mit 26 % in der Trockenmasse an der oberen Grenze des optimalen Bereiches, womit sich selbst bei günstigen Untersuchungszeiten im Labor und einem mittleren Rohfaserzuwachs von 0,5 %-Punkten Rohfaser je Tag Zweifel an der Nutzung dieser Befunde für die Schnittzeitpunktoptimierung ergeben. Untersuchungszeiten von maximal zwei Tagen (von der Probenahme bis zum vorliegenden Befund) sind notwendig, um den praktischen Nutzen der laboranalytischen Methode zu begründen.

Tabelle 2: Vegetationsstadium und laboranalytische Kennzahlen zur Markierung des optimalen Schnittzeitpunktes von Futteraufwüchsen

<input type="checkbox"/>	Laboranalytische Eckdaten	<input type="checkbox"/> Vegetationsstadium <input type="checkbox"/>
Wiesen / Weiden / Feldgras	24-26 % Rohfaser i.T. 2 % Zucker i.F. 15 % Rohprotein i.T.	Schossen bis Beginn Ähren- bzw. Rispschieben
Klee / Luzerne	26 % Rohfaser i.T. 1,8 % Zucker i.F.	volle Knospe
Hafer	35 % Körner-T.	Milchreife der Körner
Gerste / Weizen	40-50 % Körner-T. TKM = unter 35 g	Ende Milch- bis Beginn Teigreife der Körner
Silomais	48-50 % Kolben-T.	Mitte Teigreife der Körner

Dies hat auch dazu geführt, daß über physikalische Methoden nachgedacht wurde, die die Untersuchungszeiten verringern sollen. So wurde z. B. über den Mahlwiderstand einer Mühle, die getrocknetes Siliergut vermahlt, eine Korrelation zur Rohfaserdicke gefunden oder mit Hilfe der Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) eine zerstörungsfreie Methode entwickelt, die schnelle, korrekte und preislich günstige Untersuchungen ermöglicht.

5. Modelle zur Prognose von Wachstum und Qualitätsveränderung von Grasaufwüchsen

Neben den direkten Indikatoren, die die aktuellen Veränderung der Qualität und des Ertrages von Grasaufwüchsen anzeigen, können auch die Wachstumsbedingungen ermittelt und die Wachstumsrate und Qualitätsveränderung mathematisch modelliert werden. Dabei werden die Daten von mehrjährigen systematischen Schnittzeitpunktversuchen erfaßt und das Wachstum mathematisch simuliert. Mit derartigen Prognosen wird das Ziel verfolgt, ähnlich wie bei Wetterprognosen, die Qualitätsveränderung und Ertragsentwicklung von Grasaufwüchsen in Form von Informations- und Ansgediensten den Landwirten zur Entscheidungshilfe anzubieten.

Ein solches Modell, welches auch in Schleswig-Holstein vom Deutschen Wetterdienst für Prognosen genutzt wird, hat KORNHER et al. (1991) an der Kieler Universität entwickelt. In der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft wurden von TELLER et al. (1993) Untersuchungen zur Adaptation des Kieler Ertrags- und Qualitätsentwicklungsmodells für Grünlandaufwüchse FOPROQ an die in Schnittzeitpunktversuchen in der Grünlandstation Oberweißbach ermittelten Befunde durchgeführt. Die Ergebnisse liegen als Forschungsbericht und in Form div. Publikationen vor und dokumentieren ein hohes Maß an Robustheit des Programms und Zuverlässigkeit für FOPROQ-Prognosen unter thüringischen Bedingungen. Im Modellansatz von FOPROQ werden folgende Faktoren berücksichtigt:

Bestandseigenschaften (Art, Sorte und botanische Zusammensetzung des Bestandes, Bestandsdichte und Pflanzenkondition, phänologische Entwicklung der Pflanzen des Bestandes),

Natürliche Umwelt (Licht, Temperatur, Niederschläge, Verdunstung, pflanzenverfügbares Wasser im Wurzelbereich der Pflanzen),

Bewirtschaftung (Zeitpunkt und Rhythmus der Nutzung, Düngungsintensität).

Während Bestandseigenschaften und Bewirtschaftungsformen nach einer Bonitur des Bestandes als Konstanten in den Modellansatz eingehen, werden folgende klimatische Daten in der Hauptvegetationsphase des 1. Aufwuchses täglich erfaßt und bilden die Grundlage des modellierten Wachstumsverlaufes:

- Tagesmitteltemperatur in °C,
- tägliche Niederschlagsmenge in mm,
- potentielle Evapotranspiration nach PENMANN (PET) in mm,
- Globalstrahlung in J je cm² und Tag.

4. Schnittzeitpunktprognose der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

Im Juni 1995 erhielt der Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland der LfL nach einem Amtshilfeersuchen von der Thüringischen Landesanstalt für Landwirtschaft das Programm zur Überprüfung und weiteren Nutzung. Da exakte Schnittzeitpunktversuche in den letzten Jahren in Sachsen nicht ausgeführt wurden, konnten für eine Überprüfung des Programms nur Ergebnisse der Grundfutteruntersuchung und Untersuchungen im Rahmen von Versuchen des sächsischen Grünlandreferates genutzt werden. Die für 1994 und 1995 getestete Übereinstimmung dieser Ergebnisse mit den modellierten Befunden des FOPROQ1 war nicht befriedigend, da eine starke Konzentration der Werte auf wenige Tage und eine unsystematische Probenahme keinen statistischen Vergleich zuließen.

Deshalb und zur Überprüfung der Prognose wurden in fünf Versuchsstationen der sächsischen Landesanstalt systematisch angelegte Schnittzeitpunktversuche durchgeführt. Methodik und Ergebnisse der Untersuchungen und der Prognose sollen nachfolgend kurz vorgestellt werden.

4.1 Methodik

4.1.1 Standortwahl

Zur territorialen Abgrenzung von Futteranbauregionen im Freistaat Sachsen, die sich durch klimatische und bodenspezifische Bedingungen unterscheiden, wurde auf die Einteilung in fünf Agrarstrukturgebiete zurückgegriffen. Unter Berücksichtigung der Standorte agrarmeteorologischer Meß- und pflanzenbaulicher Versuchsstationen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft wurden folgende Referenzstandorte festgelegt:

Referenzstandorte

I	(Sächsische Heidegebiete, Riesaer-Torgauer Elbtal)	Köllitsch
II	(Oberlausitz, Sächsische Schweiz)	Pommritz
III	(Mittelsächsisches Lösgebiet)	Roda
IV	(Erzgebirgsvorland, Vogtland, Elsterbergland)	Christgrün
V	(Erzgebirgskamm)	Lauterbach

4.1.2 Wetterdatenerfassung

Vom 1. März bis 15. Juli wurden 1996 und 1997 von den agrarmeteorologischen Meßstationen Köllitsch, Pommritz, Roda, Christgrün und Lauterbach vom Fachbereich Informationstechnik der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft die Wetterdaten per Telefon abgerufen.

4.1.3 Prognose

Mit Hilfe des Programms FOPROQ1 wurden vom 7.5. - 6.6.1996 an zehn Tagen (i.d.R. alle drei bis vier Tage) Prognosen zur Ertrags- und Qualitätsveränderung von Grasaufwüchsen erstellt. Dabei wurden die Nutzungstypen Wiese, Mähweide, Feldgras und Gras-Leguminosen-Gemenge in den fünf Agrarstrukturgebieten berücksichtigt.

4.1.4 Feldversuche

In den fünf Referenzstationen wurden auf 16 Versuchsfeldern systematisch angelegte Schnitzeitpunktversuche durchgeführt. Bedingt durch den verspäteten Vegetationsbeginn wurden erst am 2. Mai 1996 die ersten Proben genommen, die letzten Proben wurden am 11. 7. gezogen. Dabei wurden von den unten angegebenen *Nutzungstypen* jeweils wöchentlich zweimal Daten erfaßt und Proben für die Untersuchung gezogen.

Entsprechend dem nachfolgend skizzierten *Anlageschema* wurden Versuchsfelder ausgegrenzt, boni-

tiert und je Nutzungstyp eine Bodenprobe (Mischprobe aus 20-30 Einstichen in 0-10 cm Bodentiefe) gezogen. Je Probenahme wurde eine Fläche von 2 x 1-2 m und damit je Nutzungstyp (bei einer einfachen Wiederholung) insgesamt eine Fläche von ca. 6 x 52 m, d. h. ca. 350-400 m², benötigt.

Bei der Grunddüngung der Versuchsfelder wurde die Versorgungsstufe C angestrebt. Der Basiswert orientierte sich am durchschnittlichen Trockenmasseertrag (je nach Pflanzenbestand ca. 60-80 dt/ha und Jahr) und dem Versorgungsniveau des Standortes, entsprechend des Bodenuntersuchungsbefundes. Zum 1. Aufwuchs wurde eine N-Gabe von 50 kg/ha (außer Gras-Leguminosen-Gemenge = kein Stickstoff) vorgenommen.

Entsprechend dem Anlageschema und dem Probenplan wurden je Nutzungstyp aus zwei Parzellen (A- und B-Probe) mit dem Parzellenmäher eine Mähbreite der 2 m langen Parzelle geschnitten, wobei eine Schnitthöhe von 5 cm eingehalten wurde. Der Grünmasseertrag je Parzelle wurde gewogen. Vor jeder Probenahme wurde das Entwicklungsstadium der Hauptbestandbildner nach dem BBCH-Code bonitiert. Von der Erntemasse jeder Parzelle wurde eine repräsentative Mischprobe von ca. 500 g gehäckselte Grünmasse entnommen und bei 60°C 24 Stunden im Trockenschrank vorgetrocknet. Insgesamt wurden 594 Grüngutproben im Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen der LfL unter-

Nutzungstypen

Köllitsch	Wiese	Mähweide		Knautgras
Pommritz	Wiese	Mähweide	Klee gras	Weidelgras
Roda		Mähweide	Klee gras	Weidelgras
Christgrün	Wiese	Mähweide		Weidelgras
Lauterbach	Wiese	Mähweide	Klee gras	

Anlageschema

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

□

sucht. Mit diesen Ergebnissen wurden die computergestützten Prognosen überprüft und korrigiert. Die Futtermittelproben wurden auf ihren Trockenmasse, Rohfaser-, Rohasche- und Rohproteingehalt untersucht.

Die mit dem Computerprogramm FOPROQ1 modellierte Veränderung des Rohfasergehaltes und Ertragszuwachses von Futteraufwüchsen sind mit Hilfe der Ergebnisse der Schnittzeitpunktversuche korrigiert worden. Weiterhin wurden vom LKV Sachsen e. V. 95 Datensätze aus der aktuellen Schnittzeitpunktuntersuchung von Grasaufwüchsen zur Verfügung gestellt, welche in die Validierung der Prognose einbezogen wurden.

4.2 Ergebnisse der Untersuchungen

In der Abbildung 1 ist die vegetationsbedingte Veränderung der Rohfaserdichte in Wiesengras am Standort Köllitsch 1996 dargestellt. Zu Beginn der Prognose war die vorausgesagte Rohfaserdichte der Grasaufwüchse geringer als die in den Versuchen ermittelten Befunde. Dies ist vermutlich auf vorhandene Altgrasanteile zurückzuführen, die bei einem relativ geringen Aufwuchs im Probenmaterial nicht völlig auszusondern waren. In der für die Schnittzeitoptimierung günstigen Zeitspanne war eine auffallend gute Übereinstimmung zwischen Prognosedaten und Versuchsdaten erkennbar.

Die Energie- und Rohproteindichte ging erwartungsgemäß mit zunehmender Vegetation zurück,

während sich der Rohaschegehalt nur geringfügig veränderte (Abbildung 2).

Die Ertragsentwicklung (Abbildung 3) wurde zu Vegetationsbeginn gut vorausgesagt, aber ab Ende Mai wurde ein stärkerer Ertragszuwachs modelliert als im Schnittzeitpunktversuch ermittelt worden ist. Hier ist insbesondere eine Anpassung der Bestands-eigenschaften im Programm FOPROQ1 notwendig.

In der Tabelle 3 sind die linearen Korrelationskoeffizienten zwischen den in den Schnittzeitpunktversuchen ermittelten Rohfaserdichten und den Werten, welche in der Prognose bzw. dem Gesamtmodell (bei Vorliegen aller Wetterdaten) kalkuliert und publiziert wurden, zusammengestellt.

In der Abbildung 4 ist die lineare Beziehung der 10-Tage-Prognose zu den Versuchsdaten dargestellt. Mit Ausnahme der Ergebnisse für die Prognose der Qualitätsveränderung des Feldgrases kann eine akzeptable Prognosesicherheit bescheinigt werden. Für die Prognose der Feldgrasentwicklung stand im Programm FOPROQ1 nur eine Kurve von Knautgras zur Verfügung. Außer am Standort Köllitsch waren jedoch an den Versuchsorten keine Knautgrasbestände verfügbar. Das Wachstumsverhalten des Welschen Weidelgrases war jedoch ein völlig anderes, wodurch es zu den Fehlprognosen für die Feldgrasbestände kam.

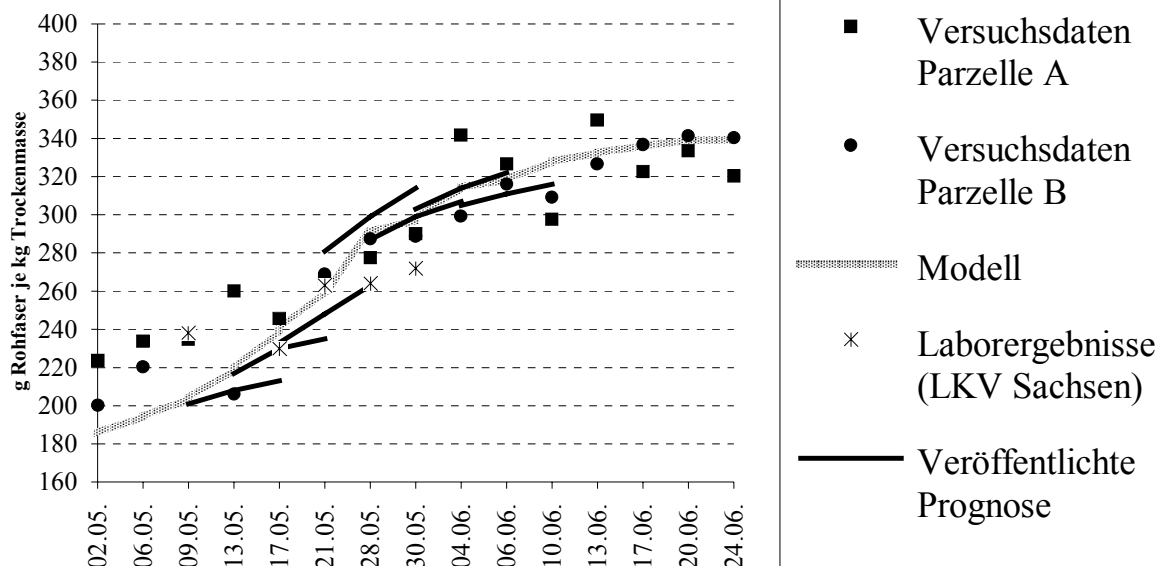


Abbildung 1: Vegetationsbedingter Rohfaserzuwachs im Wiesengras am Standort Köllitsch 1996

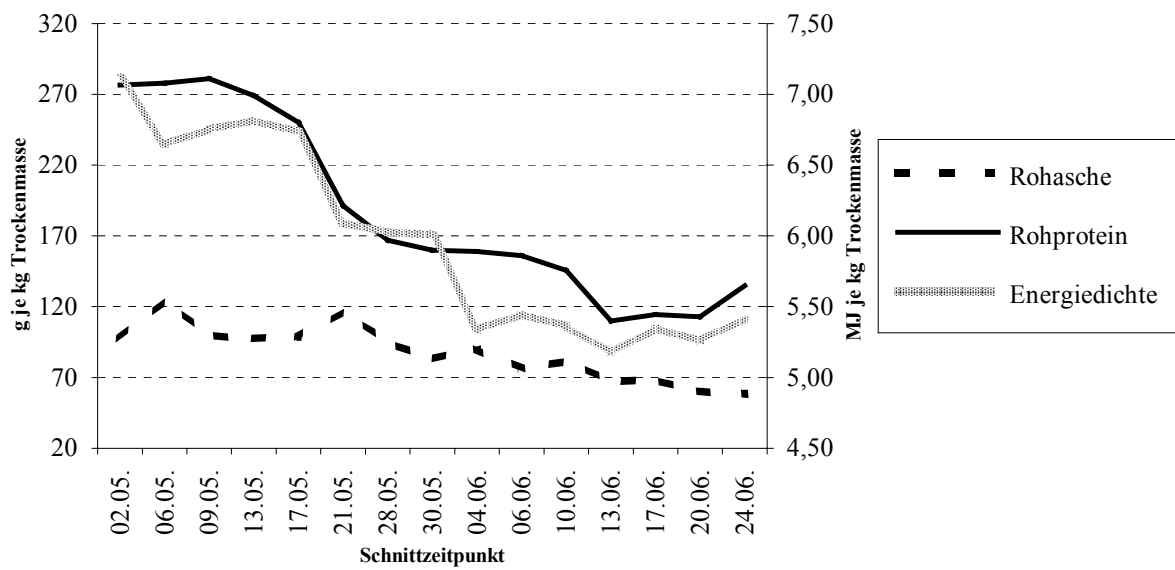


Abbildung 2: Veränderung des Rohasche, Rohprotein und Energiegehaltes von Wiesengras am Standort Köllitsch 1996



Abbildung 3: Entwicklung des Trockenmassertrages im Vegetationsverlauf der Köllitscher Wiese 1996

Tabelle 3: Lineare Korrelationskoeffizienten zwischen Rohfaser (Versuchsdaten) und Rohfaser (Prognosedaten)

	Wiese n=89	Mähweide n=71	Feldgras n=64	Klee gras n=54
3-Tage-Prognose	0,75	0,73	0,56	0,84
7-Tage-Prognose	0,74	0,74	0,48	0,84
10-Tage-Prognose	0,74	0,78	0,42	0,80
Gesamtmodell *)	0,97	0,91	0,86	0,89

*) Prognose nach vorliegen aller Wetterdaten

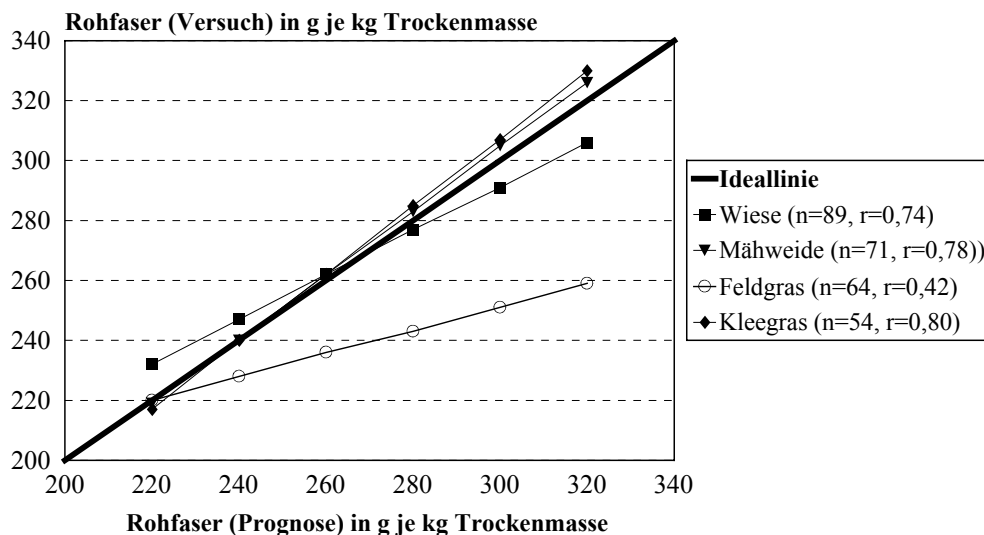


Abbildung 4: Lineare Beziehung zwischen Rohfasergehalt (Versuchsdaten) und Rohfasergehalt (10-Tage - Prognose)

Sowohl die Wuchshöhe als auch das bonitierte Vegetationsstadium korrelierten hoch signifikant mit dem Rohfasergehalt der Grasaufwüchse (Tabelle 4). Je 10 g Rohfaserzuwachs wuchsen die Hauptbestandsbildner 6-7 cm und der BBCH-Code veränderte sich um vier Punkte. Auch der Trockenmasseertrag war erwartungsgemäß hoch mit dem Rohfasergehalt der Gräser korreliert. Hier konnten je 10 g Rohfaserzuwachs 4-6 dt höhere Hektarerträge ermittelt werden. Deutlich wird auch die zunehmende Verarmung an wertbestimmenden Futterinhaltsstoffen der Grasaufwüchse bei steigen dem Rohfasergehalt. Immerhin nahm der Rohproteingehalt 13-14 g je kg Trocken-

masse ab, wenn der Rohfasergehalt um 10 g anstieg.

5. Fazit

Zusammenfassend kann geschlußfolgert werden, daß mit der Modellierung der Qualitäts- und Ertragsveränderung von Grasaufwüchsen über das Programm FOPROQ1 gut reproduzierbare Daten für die aktuelle Beratung zu erwarten sind. Eine Korrektur über begleitende Schnittzeitpunktversuche war jedoch notwendig, um grobe Abweichungen rechtzeitig zu erkennen. Die Wachstumskurven des Programms werden schrittweise überarbeitet und an sächsische Verhältnisse angepaßt.

Tabelle 4: Statistische Veränderung von Vegetations - und Futterwertdaten bei steigendem Rohfasergehalt

<input type="checkbox"/>	Rohfaser g / kg T <input type="checkbox"/>	Wuchshöhe cm <input type="checkbox"/>	T-Ertrag dt / ha <input type="checkbox"/>	BBCH-Code <input type="checkbox"/>	Rohasche g / kg T <input type="checkbox"/>	Rohprotein g / kg T <input type="checkbox"/>
Wiese und Mähweide	240	39	22	38	110	215
	260	52	31	45	99	189
	280	66	39	52	90	162
	300	79	48	59	79	135
	+ 10 g	7	4	4	-5	-13
	r = <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>0,88</i> <input type="checkbox"/>	<i>0,90</i> <input type="checkbox"/>	<i>0,90</i> <input type="checkbox"/>	<i>-0,82</i> <input type="checkbox"/>
Feldgras und Gras-Leguminosen	240	56	39	42	112	223
	260	67	52	50	101	195
	280	79	64	57	86	168
	300	91	76	63	75	140
	+ 10 g	6	6	4	-6	-14
	r = <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>0,92</i> <input type="checkbox"/>	<i>0,98</i> <input type="checkbox"/>	<i>0,89</i> <input type="checkbox"/>	<i>-0,95</i> <input type="checkbox"/>

Autor:

Dr. Olaf Steinhöfel
Lfl, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland
Am Park 3
04886 Köllitsch

Wachstumsleistung sowie Mast- und Schlachtleistung von Weidekälbern aus der Mutterkuhhaltung

Manfred Golze, Kurt Klos

Stichworte: Mutterkuhhaltung, Weidekälber

Zusammenfassung

Mit der Mutterkuhhaltung werden verschiedene Produktionsziele angestrebt. Meist dient sie der Erzeugung von Absetzern zum Verkauf oder zur Ausmast im eigenen Betrieb und in der Erzeugung von Weidekälbern. Das Weidekalb, in der internationalen Literatur als Baby Beef bezeichnet, ist nur über die Fleischrinderzucht und Mutterkuhhaltung zu realisieren.

Das Verfahren hat im Rahmen der Mutterkuhhaltung Vorteile für Verbraucher und Produzenten. Das Produkt und die Erzeugung ist gut nachvollziehbar. Es wird natürlich, unter Beachtung von Umwelt und Landschaftspflege, erzeugt. Über die Direktvermarktung kann der Erlös realisiert werden. Alle weiblichen Tiere, die nicht für die Bestandsergänzung benötigt werden, können günstig verwertet werden. Eine Ausmast ohne Prämien für Färsen ist wirtschaftlich z. Zt. nicht denkbar. Die Schlachtkörper sind mit Gewichten von 40-50 kg je Viertel handhabbar und leichter absetzbar als größere Mengen.

Aus volkswirtschaftlicher Sicht wird bei jedem Kalb, welches als Weidekalb mit 260-340 kg

Gewicht geschlachtet wird, das Schlachtrindaufkommen um 180-310 kg etwa verringert.

Im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch werden Untersuchungen zur Erzeugung von Weidekälbern, deren Mast- und Schlachtleistung sowie Schlachtkörperwert und Fleischqualität angestellt. Weidemastkälber beider Geschlechter werden aus der Kreuzung von Deutsche Angus oder Limousin und F1-Mutterkühen aus der Verpaarung Fleckvieh mal Schwarzbunt sowie reinrassige Deutsche Angus in die Untersuchung mit einem Alter von 7-8 Monaten einbezogen.

Die Kälber erreichten in der Säugezeit tägliche Zunahmen von 1.050 bis über 1.200 g und wurden mit 260-310 kg geschlachtet. Die Schlachtausbeuten bewegten sich bei 54-58 %. Der Anteil wertvoller Teilstücke lag bei 60-63 %. Er erhöhte sich mit steigendem Alter um 1-1,5 %.

Das Fleisch war sehr eiweißreich (Rohproteingehalt 21,7-22,4 %) und fettarm (Fettgehalt 0,8-1,9 %). Durch eine Reifung von 16 Tagen konnte die Zartheit und damit der Genußwert des Fleisches verbessert werden.

1. Einleitung

Mit Mutterkühen wird das Grünland genutzt, werden Kälber erzeugt und natürlich aufgezogen. Die Verwendung der Nachzucht erfolgt für unterschiedliche Zwecke. Die wesentlichsten Produktionsziele der Fleischrinderzucht und Mutterkuhhaltung bestehen in:

- Verkauf von Absetzern - in der Regel vom Grünlandstandort an Mäster im Ackerbaug Gebiet mit geeignetem Grundfutter für die Mast auf hoher Intensität,
- Ausmast der Absetzer im eigenen Betrieb - in der Regel in Betrieben, die in Übergangslagen sich befinden, also auch Mais anbauen oder die Tiere extensiv unter der Nutzung der Weide ausmästen,
- Erzeugung von Zuchtvieh - dabei ist ein hochwertiger Fleischrinderherdbuchbestand mit gutem Gesundheitsstatus erforderlich,
- Schlachtung und Vermarktung von Kälbern beim Absetzen oder kurz danach als Weidekalb oder Baby Beef,
- Landschaftspflege mit Rindern.

Für die Produktion von Weidekälbern sprechen einige Faktoren aus der Sicht des Verbrauchers, des Verfahrens sowie des Produzenten (Übersicht 1).

Die Erzeugung von Weidekälbern ist ein spezielles Produktionsziel der Mutterkuhhaltung. Es ist an die Direktvermarktung gekoppelt.

Weidekälber oder Tiere zur Baby-Beef-Erzeugung werden bis zehn Monate gesäugt und so in erster Linie mit Muttermilch aufgezogen. Darüber hinaus nehmen sie etwas Weidefutter auf und je nach Futtermittelwachstum wird ihnen etwa ab August etwas Kraftfutter zugefüttert. Eine Zufütterung der Kälber im Kälberschlupf sichert höhere Zunahmen pro Tag in der Säugeperiode von 100-120 g im Mittel. Das

sind im Endeffekt 20-25 kg Gewicht bzw. es besteht die Möglichkeit einer früheren Nutzung im Alter von 7-8 Monaten. Da hier sehr gut hofeigene Mischungen eingesetzt werden können, ist die Erzeugung von Weidekälbern über die Mutterkuhhaltung auch eine Form, die sehr gut in das Konzept von ökologisch produzierenden Betrieben paßt.

Die Schlachtung erfolgt mit dem Absetzen oder kurz danach. Infolge der gegenwärtigen Prämien für Bullen mit elf Monaten kann die Schlachtung auch für männliche Kälber zu diesem Zeitpunkt angestrebt und wirtschaftlich günstig sein.

Den Verbraucherswünschen kommt diese Erzeugung der Weidekälber, gekoppelt mit der Direktvermarktung, nach, die in folgender Reihen- und Rangfolge am häufigsten benannt sind:

- Fleisch aus gesicherter Herkunft,
- Fleisch aus gesunden Tierbeständen,
- Erzeugung aus umweltschonendem Anbau,
- die Landschaftspflege beachtend und
- kostengünstige Produktion.

Der Absatzstreß und die Umgewöhnung in die Mast, oft mit Depressionen im Wachstum verbunden, kann vermieden werden, indem die Tiere in der Regel 8-10 Monate gesäugt werden und sofort zur Schlachtung gehen.

Es wird kein zusätzlicher Stallraum benötigt und es lassen sich bei Endgewichten um 300 kg und Schlachtkörpergewichten um 170 kg, Viertel von 40-50 kg, besser bewirtschaften und verkaufen als Viertel, die 100 kg und mehr wiegen. Auch aus volkswirtschaftlicher Sicht soll der darin bestehende Vorzug Erwähnung finden, daß mit dieser frühen Nutzung das Schlachtrindaufkommen um 150 kg je weiblichen Nachkommen und 250 kg je männlichen Nachkommen gesenkt werden kann. Die Produktionsparameter zur Erzeugung von Weidekälbern sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1: Produktionsparameter zur Erzeugung von Weidekälbern

Produktionsparameter	Mutterkuhhaltung
Futtergrundlage	Vollmilch – Mutterkuhhaltung + Weidegras (evtl. + 1,0-1,5 kg Kraftfutter)
Tägliche Zunahme (g)	1.000-1.100
Schlachtalter (Monate)	8-10
Mastendgewicht (kg)	260-340 (weibl. Kälber 260-280; männl. Kälber 280-340)
Schlachtausbeute warm (%)	56-58
Schlachtgewicht (kg)	160-180

Übersicht 1: Vorteile der Erzeugung von Weidekälbern und Voraussetzungen (Baby Beef)

• aus der Sicht der Verbraucher	• aus der Sicht des Verfahrens	• aus der Sicht der Produzenten	• aus der Sicht der Volkswirtschaft
<ul style="list-style-type: none"> - nachvollziehbare Herkunft der Schlachttiere und des Fleisches □ - tier- und artgerechte Haltung und Fütterung; natürliche Aufzucht mit Muttermilch und Weidehaltung - naturnahe Produktion - umweltverträglich und pro Landschaftspflege □ - qualitativ hochwertiges Produkt, (kalorienarm und eiweißreich, für gesunde Ernährung) - gesundheitlich unbedenkliches Produkt 	<ul style="list-style-type: none"> - der Anteil Mutterkühe stieg von 0,1 - 0,4 % 1989 auf über 11 % am Gesamtkuhbestand; > 20% sind denkbar - frühreife Rassen bzw. Genotypen, die mit zehn Monaten hervorragende Schlachtkörper liefern - Absatzstreß von Nachkommen aus der Freilandhaltung wird durch volle Nutzung der Säugeperiode vermieden - kein extra Stallplatz für Absetzer notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> - Absatz i.d.R. über Direktvermarktung - so sind die notwendigen Erlöse erzielbar - kleinere Bestände mit diskontinuierlichen Produkthanfall haben mit Bestellsystem keine Absatzprobleme - für etwas größere Bestände ist der Absatz über Erzeugergemeinschaften planbar 	<ul style="list-style-type: none"> - jedes weibl. Weidekalb verringert das Schlachtrindaufkommen um etwa 150 kg - jedes männl. Weidekalb verringert das Schlachtrindaufkommen um etwa 250 kg

□

2. Ziel der Untersuchungen

Das Ziel der Untersuchungen umfaßt die Prüfung für Sachsens relevanter und geeigneter Genotypen bzw. Rassen für das Verfahren der Weidemastkälbererzeugung im Rahmen der Mutterkuhhaltung, desweiteren Untersuchungen zur Wachstumsleistung, der Schlachtleistung und des Schlachtkörperwertes sowie der Fleischqualität von Weidekälbern differenzierten Alters beiderlei Geschlechts.

Da die Weidekälbererzeugung ein neues Verfahren der Schlachttiererzeugung über die Mutterkuhhaltung ist, stehen den Erzeugern der Vermarktung als auch dem Verbrauchern kaum Daten zur Verfügung. Mit nachfolgenden Ergebnissen soll dieses Defizit beseitigt werden.

3. Material und Methode

Nach dem vorgegebenen Ablauf des Verfahrens der Erzeugung von Weidekälbern werden im Rahmen der Herdenbewirtschaftung im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch das geeignete Tiermaterial bereitgestellt und genutzt.

Es werden Bullen der Rasse Deutsche Angus und Limousin an die Kreuzungsmutterkuhherde (F 1 Fleckvieh mal Schwarzbunt) sowie Tiere aus der reinen Herde Deutsche Angus verwendet. Insgesamt konnten für die Untersuchung zur Wachstums- und Mastleistung in den Jahren 1993 bis 1997 194 Kälber in die Untersuchungen einbezogen werden (Tabelle 2). Die Erfassung von Schlachtleistung, Schlachtkörperwert sowie Fleischqualität erfolgte an einer Stichprobe von 34 Kälbern.

4. Ergebnisse

Der Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland der LfL betreut und nutzt im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch fünf Fleischrinder- und Mutterkuhherden. Ein Komplexthema sind dabei Untersuchungen zur Bewirtschaftung von Mutterkuhherden für die Erzeugung von Qualitätsfleisch. Ein Teilthema sind die vorliegenden Ergebnisse der Untersuchung zur Erzeugung, der Mast- und Schlachtleistung sowie des Schlachtkörperwertes und der Fleischqualität von Weidekälbern (Baby Beef).

Tabelle 2: Material der Untersuchungen

Genotyp/Rasse	Geschlecht der Kälber	Untersuchte Merkmale	
		Mastleistung	Schlachtkörperwert u. Fleischbeschaffenheit
Deutsche Angus mal F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt)	m w gesamt	39 28 67	6 7 13
Limousin mal F ₁ (Fleckvieh x Schwarzbunt)	M	10	8
	W	6	3
	Gesamt	16	11
Deutsche Angus	M w gesamt	46 65 111	4 6 10
Gesamtmaterial		194	34

Erfasst wurden folgende Daten:

in der Aufzucht/Säugeperiode:

- Geburtsdatum
- Geburtsgewicht
- Absatzalter
- Absatzgewicht
- tägliche Zunahme

im Schlachtprozeß:

- Gewicht zur Schlachtung
- Zweihälftenwarmgewicht
- Zweihälftenkaltgewicht
- Schlachtausbeute
- Kühlverlust
- Nettozunahme

Fleisch-Rohnährstoffe:

- Wassergehalt
- Rohproteingehalt
- Fettgehalt
- Aschegehalt

Schlachtkörperzusammensetzung:

(linke Schlachtkörperhälfte kalt)

- Anteil wertvoller Teilstücke:

- davon Keule
- davon Roastbeef
- davon Filet
- davon Kamm
- davon Bug

Fleischqualität:

- pH-Wert ¹⁾
- Kochverlust ¹⁾
- Bratverlust ¹⁾
- Dripverlust ^{1) 2)}
- Grillverlust ^{1) 2)}
- Scherkraft / Zartheit ^{1) 2)}
- Wasserverlust während der Lagerung ²⁾

1) 48 h p. m.

2) 16 d p. m.

Zunahmen in der Säugeperiode

Nach einer Säugedauer von 7-8 Monaten wurden die Kälber mit 260-310 kg geschlachtet. Die täglichen Zunahmen der weiblichen wie der männlichen Kälber lagen über 1.000 g. Die höchsten Zunahmen erreichten Kälber der Verpaarung Limousin x F₁ (Fleckvieh x Schwarzbunte) mit über 1.200 g. Deutsche Angus und Deutsche Angus-Kreuzungen lagen 120-165 g darunter (Tabelle 3).

Mast- und Schlachtleistung

Auf der Basis der zuvor genannten Schlachtendgewichte wurden Zweihälftenwarmgewichte von 150-190 kg realisiert. Die Nettozunahmen und Schlachtausbeuten variieren relativ stark, können aber als Richtwerte angesehen werden. Der Anteil wertvoller Teilstücke bewegt bei 60,2-63,6 % vom Zweihälftenkaltgewicht bzw. bei 85-115 kg (Tabelle 4).

Tabelle 3: Zunahmen von Kälbern in der Säugeperiode (Weidekälber)

Genotyp / Rasse			Alter beim Absetzen	Gewicht Ø kg		Tägliche Zunahme in der Säugedauer
				Geburt	Schlachtung	
n			Ø Tage			Ø g
DA x F ₁ (FL x SB)	m	6	222,7	34,3	272,1	1.053
	W	7	193,7	38,3	261,3	1.072
	ges.	13	208,2	36,3	266,7	1.063
Li x F ₁ (FL x SB)	m	8	199,0	38,5	307,6	1.272
	W	3	212,0	35,2	283,2	1.159
	ges.	11	205,5	36,9	295,4	1.215
DA	m	4	217,0	42,2	280,0	1.142
	W	6	264,5	39,1	289,0	1.056
	Ges.	10	240,8	40,7	284,5	1.099

DA	=	Deutsche Angus	SB	=	Schwarzbunt
Li	=	Limousin			Kalbeperiode Febr.-Mai
FL	=	Fleckvieh			Zufütterung der Kälber auf der Weide Ø pro Kalb 90 kg Kraftfutter

Da Weidekälber i.d.R. direkt vermarktet werden, ist dieser günstige Anteil wirtschaftlich bedeutsam, da diese Teilstücke höhere Erlöse sichern.

Schlachtleistung nach Alter und Gewicht

Um Aussagen über den Einfluß von Alter, Gewichtsklasse und Wachstumsintensität zu erhalten, wurden die Schlachtkörper entsprechend aufgeteilt. Da über die Direktvermarktung selten alle Tiere einer Herde zur gleichen Zeit vermarktet werden können, interessieren diese Parameter.

Von einem Schlachtalter von 5-6 zu 9-10 Monaten erhöhten sich die Gewichte um 40 und die Zweihälftenwärmgewichte um 15 kg. Aber auch die Schlachtausbeute erhöhte sich auf 58 %, der Anteil wertvoller Teilstücke auf 62,5 % (Tab. 5). Eine Säugedauer von 9-10 Monaten ist somit optimal. Die Aussagen in den Gewichtsklassen von 260-300 kg sind nicht so eindeutig (Tabelle 6).

Natürlich interessiert, daß bei Kälbern über 280 kg 98 kg wertvolle Teilstücke und bei Kälbern leicht über 300 kg Schlachtgewicht über 110 kg wertvolle Teilstücke verkauft werden. Die Zusammenhänge zwischen Wachstumsintensität und Schlachtleistung sind eindeutig. Kälber, die in der Säugeperiode über 1.200 g zunahmen,

erreichten im Mittel 200 g höhere Tageszunahmen und ein um 21 kg höheres Zweihälftenwärmgewicht. Die Schlachtausbeute verlief leicht gegenläufig und im Anteil wertvoller Teilstücke gab es keinen Unterschied (Tabelle 7).

Fleischqualität

Wie bereits geschildert, handelt es sich bei Fleisch von Weidekälbernkälbern aus der Mutterkuhhaltung um ein Erzeugnis, welches im Trend einer modernen Ernährung liegt. Mit 0,8-1,9 % Fett und 21,7-22,4 % Eiweiß ist das Fleisch sehr fettarm, aber eiweißreich (Tabelle 8).

Die pH-Werte 48 h. p. m. um 5,5 geben ebenfalls Werte im optimalen Bereich wieder. Fleischqualitätsuntersuchungen an ausgewählten Merkmalen unterstreichen diese Aussage (Tabelle 9).

Einer besonderen Bedeutung kommt bei diesem Spezialprodukt der Rindfleischerzeugung der Reifung des Fleisches zu. Die Scherkraftmessung ergab nach 16tägiger Reifezeit Werte von 3,9-4,6 kg, wogegen die Werte nach 48 h. p. m. noch bei 6,2-7,3 betragen haben. Der Reifeprozess trägt somit wesentlich zur Verbesserung der Zartheit des Fleisches bei.

Tabelle 4: Mast- und Schlachtleistung von Weidekälbern unterschiedlicher genetischer Konstruktion

Genotyp/Rasse	n	Schlacht-	Zweihälften-	Schlacht-	Netto-	Anteil wertvoller		
		gewicht	warmge-	ausbeute		zunahme	Teilstücke	
		Ø kg	wicht	Ø %	Ø g	Ø kg	Ø %	
			Ø kg					
DA x F ₁ (FL x SB)	m	6	212,1	160,0	58,8	728	94,0	62,3
	w	7	261,3	151,8	58,1	785	86,9	60,9
	ges.	13	266,7	155,9	58,5	756	90,5	61,6
Li x F ₁ (FL x SB)	m	8	307,6	190,0	61,7	962	114,1	63,6
	w	3	283,2	156,0	55,3	776	88,7	60,2
	ges.	11	295,4	173,0	58,5	869	101,4	61,9
DA	m	4	280,0	156,7	56,0	726	92,2	60,7
	w	6	289,0	149,8	51,8	636	87,0	60,0
	ges.	10	284,5	153,2	53,9	681	89,6	60,3

Tabelle 5: Schlachtleistung von Kälbern differenzierten Alters aus der Mutterkuhhaltung

(Weidekalb)

Alter □ Monate	□ n □	Gewicht zur Schlachtung Ø kg □	Zweihälften- warmgewicht Ø kg □	Schlacht- Ausbeute Ø % □	Anteil wertvoller Teilstücke	
					Ø kg □	Ø %
5-6	11	267,0	152,0	56,9	87,5	61,2
7-8	17	281,4	163,7	58,2	96,2	61,7
9-10	6	306,1	177,5	58,0	106,9	62,5

Tabelle 6: Schlachtleistung von Kälbern aus der Mutterkuhhaltung unterschiedlicher Gewichtsklassen (Weidekalb)

Gewichts- klasse	n	Ø kg	Ø Alter Tg	Zweihälften- warmgewicht	Schlacht- ausbeute	Anteil wertvoller Teilstü- cke	
				Ø kg	Ø %	Ø kg	Ø %
< 260	6	243,5	201	139,8	57,4	82,5	61,6
261 – 280	7	263,3	204	153,1	58,0	87,9	61,2
281 – 300	7	291,1	253	169,6	58,2	97,6	61,3
> 300	14	327,0	291	189,6	58,0	111,1	60,9

Tabelle 7: Mast- und Schlachtleistung von Kälbern aus der Mutterkuhhaltung bei unterschiedlicher täglicher Zunahme (Weidekalb)

tägliche Zunahme□		Endge- wicht□	Zweihälften- warmgewicht	Schlacht- ausbeute	Anteil wertvoller Teilstücke	
Klasse	Ø g	Ø kg	Ø kg	Ø %	Ø kg	Ø %
< 1.000	957	256	148,7	58,0	88,3	62,2
100-1.200	1.073	280	159,3	56,9	91,2	60,7
> 1.200	1.289	306	169,3	55,3	98,9	61,5

Tabelle 8: Fleischqualitätsuntersuchungen; Rohnährstoffe im m. l. dorsi (Weidekalb)

Genotyp / Rasse		Geschlecht	Zweihälften- warmgewicht	pH- Wert	Wasser	Roh- protein	Fett	Asche
Vater	Mutter		Ø kg	Ø	Ø %	Ø %	Ø %	Ø %
Deutsche Angus	Deutsche Angus	m w	156,7□165,3	5,6□5,5	76,2□74,9	21,7□22,2	1,0□1,9	1,2□1,2
DA oder Li	F ₁ (FL x SB)	m w	172,0 153,5	5,5 5,4	76,3 75,1	21,9 22,4	0,8 1,5	1,1 1,1

Tabelle 9: Ergebnisse der Fleischqualitätsuntersuchungen ausgewählter Merkmale 48 h p.m und im Vergleich zu einer 14tägigen Reifung im m. l. dorsi (Weidekalb)

Genotyp / Rasse□		Geschl.	Zweihälften- warm- gewicht	Koch- ver- luste	Brat- ver- luste	Dripverluste		Grill- verluste		Scherkraft	
Vater	Mutter		Ø kg	% 1)	% 1)	% 1)	% 2)	% 1)	% 2)	kg 1)	kg 2)
DA	DA	m W	156,7 165,3	46,5 47,2	34,2 37,7	1,4 2,7	1,4 1,5	30,9 24,9	25,7 27,1	7,6 6,2	3,9 4,5
DA Oder Li	F ₁ (FL x SB)	M w	172,0 153,5	48,2 45,8	38,1 34,6	2,1 1,7	1,8 1,8	27,5 23,9	34,4 31,0	6,9 6,7	4,5 4,6

Bemerkung: 1) Untersuchungen 48 h p.m
2) Untersuchungen nach 16 Tagen Reifung

Schlußfolgerungen

Für Jungtiere aus der Mutterkuhhaltung, die sofort nach der Säugeperiode oder kurz danach geschlachtet und vermarktet werden, ist die Bezeichnung „Baby Beef“ im internationalen Sprachgebrauch manifestiert. Aus der Sicht der Verbraucher werden Bezeichnungen wie „Natura Beef“ oder andere Synonyme wie „Weidekalb“, „Milchmastrind“, „Weidejungrind“ u. a. als günstiger angesehen. Die Bezeichnung „Natura Beef“ ist treffend und verbraucherorientiert, aber in der Schweiz patentiert. So sollte der Begriff „Weidekalb“ Verwendung finden. Das Fleisch hat einen hohen Stellenwert beim Verbraucher. Über die Direktvermarktung bietet dieses Produkt die Chance, eine günstige Vermarktung von Kälbern aus der Mutterkuhhaltung sowohl aus der Sicht der Organisation als auch der Wirtschaftlichkeit zu

haben. Die vielen kleineren Bestände - in Sachsen halten mehr als 85 % aller Betriebe weniger als 20 Mutterkühe – können ihren Absatz über Vorbestellungen gut sichern. Frühreife mittelrahmige Rassen und deren Kreuzungen sind, wie die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dafür gut geeignet. Die Mast auf 280-300 kg mit 9-10 Monaten ist aus der Sicht des Schlachtertrages aber auch der Wirtschaftlichkeit anzustreben. Der hohe Eiweißanteil von über 22 % und der Fettanteil von weniger als 2 % unterstreichen den hohen Wert des Fleisches aus der Sicht der Rohnährstoffe hinsichtlich eines Beitrages für die gesunde Ernährung. Durch eine exakte Reifung von etwa 14 Tagen können die Zartheit, das Aroma und die Saftigkeit und somit der Gebrauchswert des Fleisches wesentlich erhöht werden.

Autoren:

Dr. Manfred Golze, Kurt Klos
LfL, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland
Am Park 3
04886 Köllitsch

Bewertung objektiver und subjektiver Parameter der Beschaffenheit von Schweinefleisch

Marian Steinberg, Klaus Hörügel, Lore Schöberlein

Stichworte: Fleischqualität, intramuskulärer Fettgehalt

Zusammenfassung

Die Fleischqualität nimmt einen zunehmend hohen Stellenwert beim Verbraucher ein. Die Untersuchungen hatten folgende Ziele:

1. Berechnung und Bewertung der Beziehungen zwischen objektiv meßbaren Merkmalen der Fleischbeschaffenheit untereinander und zu organoleptisch ermittelten Fleischbeschaffenheitseigenschaften.
2. Bewertung der Beziehungen zwischen dem intramuskulären Fettgehalt und den technologischen Parametern der Fleischbeschaffenheit.
3. Bewertung des Einflusses, den der Gehalt an intramuskulärem Fett für die Beurteilung der Geschmacks- und Aromaeigenschaften von Schweinefleisch hat.
4. Bewertung der Beziehungen zwischen intramuskulärem Fettgehalt und Schlachtkörperzusammensetzung.

Im Ergebnis gibt es deutliche Unterschiede in den Beschaffenheitsmerkmalen zwischen Rassen und Kreuzungen. pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit bzw. Impulsimpedanz, die direkt am Schlachtkörper vorgenommen werden können, eignen sich zur Vorhersage des Wasserbindungsvermögens.

Die Ausprägung der Farbhelligkeit korreliert zwar mit dem Wasserbindungsvermögen, wird jedoch zusätzlich durch die Marmorierung beeinflusst. Die für den Konsumenten wichtigen Eigenschaften Zartheit und Geschmack korrelieren eng mit dem intramuskulären Fettgehalt. Mit steigendem IMF wurden bessere Bewertungen für die Zartheit, den Geschmack und den sensorischen Gesamteindruck registriert.

Bezogen auf das gesamte Tiermaterial des Versuches wurden signifikante Korrelationen für den intramuskulären Fettgehalt gegenüber den Mast- und Schlachtleistungen festgestellt. Höhere intramuskuläre Fettgehalte manifestierten sich vorrangig in einem höheren Fettansatz, was zum Rückgang des Magerfleischanteils führte. Der erhöhte Fettansatz wurde allerdings von steigenden Tageszunahmen begleitet. Bildet man innerhalb der untersuchten Rassen und Rassenkreuzungen IMF-Klassen, zeigten sich aber hohe Streuungen für die Mast- und Schlachtleistungsparameter innerhalb der IMF-Niveaus. Bei einer entsprechenden Wichtung aller bisher enthaltenen Parameter ist die Einbeziehung des intramuskulären Fettgehaltes in die Zuchtwertberechnung möglich und aufgrund des gegenwärtig erreichten IMF-Niveaus unbedingt erforderlich.

1. Zielstellung

Die Änderung in den Lebensgewohnheiten der Bevölkerung - massiv unterstützt durch Forderungen der Ernährungsberatung - hat dazu geführt, daß beim Schwein selektiv die Muskelfülle gesteigert und der Fettanteil gesenkt wurde. Damit wurde jedoch ein "Proteinlieferant" geschaffen, der in dieser Form von Natur aus nicht vorgesehen war. Die damit verbundenen positiven Entwicklungen werden allerdings mit Nachteilen für die Produktqualität und das Tier selbst erkauft.

Diese negativen Begleiterscheinungen des Umzüchtungsprozesses manifestieren sich hauptsächlich in einer verringerten Streßresistenz der Mastschweine und in einem erheblichen Rückgang der intramuskulären Fetteinlagerungen. Die Folgen bekommen sowohl die Verbraucher als auch die Produzenten und Verarbeiter zu spüren. Belastungsanfällige Schweine können schlechtere Fortpflanzungsleistungen (verminderte Spermaqualität, geringere Anpaarungsleistungen, verminderte Fruchtbarkeit) aufweisen und in ihrer Gesundheit beeinträchtigt sein. Es kann zu höheren Verlusten kommen. Das mit diesen Tieren produzierte Fleisch und Fettgewebe hat bei einem beträchtlichen Prozentsatz der Schlachtkörper starke Beschaffenheitsmängel (vermindertes Wasserbindungsvermögen; untypische, helle Fleischfarbe; weiches Fett mit verringerter Haltbarkeit) und kann dadurch in seinen Genußeigenschaften beeinträchtigt (Verschlechterung der Zartheit und der Geschmackseigenschaften) sein. Der technologische Gebrauchswert von Fleisch und Fett verringert sich damit zur Verarbeitung (FALKENBERG et al. 1994).

Frisches Schweinefleisch muß also heute als ein ausgesprochen fettarmes Nahrungsmittel angesehen werden. Obwohl der Nähr- und Gesundheitswert ein entscheidendes Kriterium beim Absatz von Schweinefleisch darstellt, beurteilt der Verbraucher zunehmend auch den Genußwert. Das Fleisch muß in Geschmack, Aroma, Zartheit und Saftigkeit seinen Erwartungen entsprechen. Die Literatur zeigt, daß bei der Gewährleistung dieser Eigenschaften dem intramuskulären Fettgehalt eine große Bedeutung zukommt.

Das Qualitätsfleischprogramm "SachsenArt" hatte es sich zur Aufgabe gemacht, dem sächsischen Konsumenten ein Produkt zu liefern, welches einen optimalen Nähr- und Gesundheitswert bei hervorragenden Verzehreigenschaften aufweist. Zur Unterstützung unternahm die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft einen Versuch mit folgenden Zielstellungen:

- Berechnung und Bewertung der korrelativen Beziehungen zwischen den technologischen Merkmalen der Fleischbeschaffenheit (pH-Wert, Leitfähigkeit, Impedanz, Dripverlust, Fleischfarbe) untereinander und gegenüber den organoleptisch ermittelten Fleischbeschaffenheitseigenschaften.
- Berechnung und Bewertung der Beziehungen zwischen dem intramuskulären Fettgehalt und den technologischen Parametern der Fleischbeschaffenheit.
- Bewertung des Einflusses, den der Gehalt an intramuskulärem Fett für die Beurteilung der Geschmacks- und Aromaeigenschaften von Schweinefleisch beim Verzehr hat.
- Ökonomische Beurteilung der Entwicklung von Mast- und Schlachtleistungen bei unterschiedlich hohen intramuskulären Fettgehalten.

2. Material und Methode

Die Untersuchungen erfolgten von November 1995 bis März 1996. Einbezogen waren zum größten Teil Tiere aus der Stationsprüfung auf Mast- und Schlachtleistung beim Schwein aus der LPA in Köllitsch. Lediglich die Tiere der Konstruktion PI x (DE x DL) stammten aus dem Bestand des Lehr- und Versuchsgutes Köllitsch. Der Versuch umfaßte die in Tabelle 1 dargestellten Versuchsgruppen.

Tabelle 1: Versuchsgruppen und Probandenzahl

Variante	Geschlecht	Probanden
DE	Weiblich	13
DEDL (F ₁)	Kastraten	56
Sattelschwein (DS)	Weiblich	11
PI	Weiblich	16
PI x F ₁	beide Geschlechter	18

Für die Versuchstiere wurden Schlachtkörpergewichte von ca. 85 kg angestrebt. Alle Versuchstiere wurden in Gruppen gehalten, bei Fütterung ad libitum. Gefüttert wurde eine der LPA-Richtlinie entsprechende Leistungsprüfung bzw. eine praxisübliche Mastration für die PI x F₁-Tiere.

Geschlachtet wurden die Versuchstiere im Schlachthof der Fa. Färber & Co in Torgau. Die Probenahme erfolgte 24 Stunden nach Schlachtung im Schlachthof. Die Probenuntersuchung nahm der Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen der Landesanstalt vor. Die Zuführung

zur Schlachtung erfolgte gewichtsabhängig bei Erreichen der angestrebten Mastendmasse.

Erfaßt und ausgewertet wurden Parameter der Mastleistung (Tiere aus der LPA), der Schlachtkörperzusammensetzung, der Fleischbeschaffenheit und des sensorischen Eindrucks von Kotelettproben vom 13./14. Brustwirbel. Die sensorische Prüfung erfolgte nach dem DLG-Bewertungsschema mit einer Skalierung von Note 1 (schlechteste) bis 6 (beste Bewertung). Die Datenauswertung erfolgte mittels Varianzanalyse nach dem Modell:

$$y_{ij} = \mu + \text{###}_i + b(x_{ij} - x_{\dots}) + \text{###}_{ij}$$

y_{ij} = Meßwert des untersuchten Merkmals für das ij-te Tier

μ = Gesamtmittelwert

###_i = Rasseneffekt (5; fix)

b = Regression auf die Schlachtkörperwarmmasse bzw. das Schlachtdatum bzw. die Anzahl Paneelmitglieder (jeweils für ausgewählte Merkmale)

###_{ij} = Restfehler

unter Einbeziehung von Störgrößen als Kovariable, die die Merkmale beeinflussten. Der Einfluß der Störgrößen wurde vorab über die Signifikanz des Varianzanteils abgetestet. Die Schätzung der Einflußfaktoren erfolgte über die verallgemeinerte Methode der kleinsten Quadrate.

Die im Versuch realisierte Verteilung der IMF-Werte war extrem linksschief, d. h. die hohen IMF-Werte waren deutlich unterrepräsentiert. Um eine Normalverteilung der Werte des intramuskulären Fettgehaltes zu erreichen, wurden die gemessenen Werte deshalb nach folgender Formel transformiert:

$$y = \ln x + 1$$

y = transformierter IMF %

x = gemessener IMF %.

Die Addition mit 1 erfolgte, um negative IMF-Werten zu verhindern. Nach der Transformation konnte eine angenäherte Normalverteilung erreicht werden. Die statistische Verrechnung (Maßzahlen, Korrelationen, Regressionen) erfolgte mit den Programmpaketen SPSS für Windows, Release 6.1.2. und Microsoft Access 2.0.

3. Diskussion

3.1. Rasseneinfluß

Die Gesamtübersicht der LSQ-Mittelwerte und der Standardabweichungen wird in der Tabelle 2 darge-

stellt. Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Rasseneinfluß, was in der Varianzanalyse für fast alle Merkmale statistisch gesichert wurde. Dies wird durch den Geschlechtseffekt noch verstärkt. Die DE x DL-Tiere waren Kastrate, während bei den Rassen DE, DS und PI ausschließlich weibliche Schweine einbezogen waren. Infolgedessen erreichten die F_1 -Tiere um 259,2-186,4 g höhere Prüftagszunahmen als die übrigen Tiere. Deren Futtermittelverwertung verschlechterte sich um 0,1 kg Futter je kg Zuwachs gegenüber den übrigen Probanden.

Bei der Betrachtung der Schlachtkörpergewichte muß man feststellen, daß das angestrebte Gewicht von 85 kg nur annähernd erreicht werden konnte. Lediglich die DE- und F_1 -Tiere gelangten in die Nähe dieser Marke, die übrigen Konstruktionen über- oder unterschritten sie deutlich.

In der Fleischansatzleistung sind klare Unterschiede zwischen den genetischen Konstruktionen zu erkennen. Wobei auch in dieser Hinsicht der Geschlechtseinfluß die Differenzen im Muskelfleischanteil zwischen den Edelschweinen und den F_1 -Tieren zusätzlich vergrößert. Ausgehend vom gesamten Tiermaterial sind die zu erwartenden Rangierungen zwischen den Rassen und Konstruktionen im MFA % zu registrieren. Hervorhebenswert ist die relativ geringe Streuung im Muskelfleischanteil bei der praxisüblichen Drei-Rassen-Kreuzung.

Die bei den Parametern der Schlachtkörperzusammensetzung erzielten Werte entsprechen den Entwicklungen, welche sich aus den Muskelfleischanteilen ableiten lassen. Sattelschweine haben die fettesten und fleischärmsten Schlachtkörper, während die Rasse Pietrain die fleischreichsten und fettärmsten Schlachtkörper aufwies. Desweiteren hatten die PI-Tiere die kürzesten Schlachtkörper. Die relativ geringen Differenzen in der Fettfläche am Kotelettanschnitt zwischen den untersuchten Sattelschweinen und den F_1 -Tieren sind durch die Gewichtsunterschiede begründet. Die Schlachtkörper der Sattelschweine waren um ca. 6 kg leichter als die DEDL-Tiere. Unter Berücksichtigung des Schlachtkörpergewichtes wurden Differenzen im LSQ-Mittelwert von 4,5 statt 2 cm² bei den unreinigten Mittelwerten erreicht.

Die Parameter der Fleischbeschaffenheit zeigen klare Rasseneinflüsse. Sattelschweine haben die besten technologischen Parameter (pH, LF, Impulsimpedanz, Drip- und Bratverlust). Sie er

Tabelle 2: LSQ-Mittelwerte der untersuchten Parameter innerhalb der Versuchsgruppen

	DE		DEDL		DS		PI		PI x F ₁	
	\bar{x}	s	\bar{x}	S	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	S
Prüftagszunahmen (g)	800,4^a	56,0	986,8^b	111,9	762,2^{ac}	138	727,6^c	64,0	-	-
Futtermverwertung (kg/kg)	2,7	0,12	2,8	0,21	3,8	0,22	2,7	0,13	-	-
Schlachtgew. warm (kg)	86,8^{ab}	1,6	87,5^a	3,2	81,9^b	6,4	89,8^a	9,7	90,7^a	11,5
MFA (%)	53,9^a	2,9	49,6^b	2,9	43,8^c	3,7	60,6^d	3,2	56,9^e	4,3
innere Länge (cm)	99,8^a	2,9	98,7^a	2,4	99,2^a	2,8	93,5^b	3,5	97,6^a	3,8
Rückenspeckdicke (cm)	2,37^a	0,30	2,81^b	0,28	3,48^c	0,48	2,24^a	0,64	2,41^a	0,39
Rückenmuskelfläche (cm ²)	45,7^a	3,4	41,1^b	4,9	35,6^c	4,5	59,9^d	7,1	50,1^e	7,4
Fettauflagefläche □ über Rückenmuskel (cm ²)	19,5^a	4,2	24,5^b	3,4	29,1^b	6,0	14,7^c	6,4	17,4^a	5,9
Bauchnote (Pkt.)	6,0^a	1,2	3,5^b	1,2	2,1^c	1,2	8,1^d	0,6	6,0^a	1,5
pH 45 Kotelett	6,45^{ab}	0,33	6,31^a	0,39	6,60^b	0,22	5,68^c	0,26	6,26^a	0,34
pH 24 Kotelett	5,61^a	0,15	5,51^b	0,09	5,52^b	0,12	5,52^b	0,10	5,51^b	0,09
LF 45 Kotelett (mS)	3,0^a	0,34	3,0^a	0,35	3,0^a	0,24	6,2^b	3,57	3,0^a	0,35
LF 24 Kotelett (mS)	2,7^a	0,87	3,8^b	1,91	2,4^a	0,87	8,0^c	1,76	4,1^b	1,26
Impulsimpedanz □ Kotlett (Py)	65,0^a	8,1	56,5^b	14,0	70,0^a	5,3	26,9^c	12,9	55,6^b	9,2
Farbhelligkeit, Opto-Star (%)	73,8	5,7	67,9	6,0	67,7	4,5	58,1	6,4	70,6	4,8
Farbhelligkeit Minolta L* (%)	46,9^a	2,5	49,8^b	2,9	50,7^b	1,8	54,1^c	3,3	47,6^a	2,1
Dripverlust (%)	4,0^a	1,74	5,2^b	2,08	2,8^a	1,12	5,8^b	0,98	4,0^a	1,26
Bratverlust (%)	35,4^a	3,3	36,3^a	2,0	33,5^b	2,4	36,3^a	2,6	36,7^a	1,6
Grillverlust (%)	28,1^a	4,5	27,9^a	3,4	25,0^b	4,0	28,6^a	4,4	27,4^a	5,3
Scherkraft (kg)	6,4^a	1,1	5,2^b	0,9	4,7^b	1,2	5,4^b	0,9	4,9^b	1,3
IMF (%)	0,80^a	0,28	1,28^b	0,58	1,78^c	0,49	0,90^a	0,32	0,79^a	0,30
Marmorierung (Pkt.)	2,0^a	0	2,2^a	0,4	3,0^b	0,6	1,1^c	0,3	2,0^a	0
Saftigkeit (Pkt.)	3,7	1,1	3,9	0,9	4,0	0,8	3,6	1,0	3,4	1,2
Zartheit (Pkt.)	3,1^a	0,8	3,8^{bc}	0,8	4,1^c	1,1	3,1^a	0,8	3,3^b	1,2
Geschmack/Aroma (Pkt.)	3,3^{ab}	0,5	3,4^{ab}	0,5	3,7^a	0,6	3,1^b	0,5	3,2^b	0,7
Gesamteindruck (Pkt.)	3,2^{ac}	0,4	3,4^{ab}	0,5	3,7^b	0,7	2,9^c	0,3	3,1^c	0,5

a,b,c,d,e = signifikante Differenzen bei unterschiedlichen Buchstaben

reichten die niedrigsten Scherkraftwerte und hatten die höchsten intramuskulären Fettgehalte. Die vergleichsweise helle Fleischfarbe (relativ niedrige Opto-Star und hohe Minolta-Werte) könnte durch die wesentliche stärkere Marmorierung erklärt werden. Die technologischen Fleischbeschaffenheitsparameter der F_1 -Tiere sind geringfügig schlechter als bei Edelschweinen, wohingegen die sensorischen Eigenschaften der F_1 -Tiere etwas bessere Werte als bei den Edelschweinen aufwiesen. Die Auswirkungen der Züchtung auf Fleischansatz lassen sich an den Ergebnissen der reinrassigen Pietrainschweine ablesen. Die veränderte Muskelstruktur und die hohe Streißanfälligkeit führte dazu, daß selbst bei den streißarmen Schlachtbedingungen am Schlachthof Torgau extrem schlechte Beschaffenheitseigenschaften zu verzeichnen waren. Als Endstufenpartner für die F_1 -Kreuzung war der negative Einfluß der Rasse Pietrain auf die Fleischbeschaffenheit allerdings deutlich abgeschwächt. Die Fleischbeschaffenheitsparameter der $PixF_1$ -Tiere verschlechterten sich gegenüber den DEDL-Tieren nur geringfügig. Demgegenüber stand eine deutliche Verbesserung der Schlachtkörperzusammensetzung bei der Drei-Rassenkreuzung, wobei berücksichtigt werden muß, daß für die DEDL-Gruppe ausschließlich Kastraten zur Auswertung gelangten.

Für alle Versuchsgruppen wurden intramuskuläre Fettgehalte ermittelt, die sich zum Teil weit unter 2,0 % bewegten. Erheblicher Bedarf für verstärkte züchterische Anstrengungen auf diesem Gebiet zeigen die festgestellten IMF-Werte bei den für die Mastschweineerzeugung relevanten Rassen DE, PI und die F_1 -Kreuzung. Problematisch sind in diesem Zusammenhang auch die geringen Standardabweichungen beim IMF für die Rassen DE und PI. Dem Optimum am nächsten kommen die Sattelschweine, während die Mastendprodukte ($PI \times F_1$) die niedrigsten intramuskulären Fettgehalte aufwiesen.

Die visuelle Einschätzung der Marmorierung im Anschnitt des M. long. dorsi entspricht zum größten Teil den für die einzelnen Versuchsgruppen analysierten IMF-Gehalten (Note 1 = keine Marmorierung, Note 6 = sehr starke Marmorierung). Lediglich die Mastendprodukte wurden in der Marmorierung besser bewertet als die Pietrainschweine, im Gegensatz zum IMF-Werteverlauf.

Die sensorische Bewertung der Parameter Saftigkeit, Zartheit, Geschmack und Gesamteindruck lehnen sich ebenfalls eng an die IMF-Gehalte der Versuchsgruppen an. Das Fleisch mit den höchsten intramuskulären Fettgehalten wurde am besten be-

wertet. Die mit Abstand höchsten Noten erhielten die Sattelschweine, bei denen auch der IMF mit 1,81 % deutlicher höher als bei den übrigen Gruppen war. Mit einer deutlichen Differenzierung zu den restlichen Versuchsgruppen folgen danach die F_1 -Tiere, die ebenfalls die zweithöchsten Fettgehalte aufwiesen. Die schlechteste sensorische Beurteilung erhielten die Pietrainschweine und die Mastendprodukte.

Die Signifikanzprüfung zeigt den erwarteten starken Einfluß der genetischen Konstruktion auf die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung sowie der Fleischbeschaffenheit. Zwischen den Extremvarianten DS und PI konnten fast alle Leistungsunterschiede statistisch gesichert werden. Auch bei den übrigen Versuchsgruppen waren die Differenzen über das gesamte Merkmalspektrum überwiegend signifikant. Eine gewisse Rolle dürfte auch der Geschlechtseinfluß spielen. Wegen der Versuchsdurchführung (keine Geschlechtsangabe bei den Mastendprodukten) kann dies jedoch nicht quantifiziert werden.

Neben den Rasseinflüssen auf die Mast- und Schlachtleistungen wurden aber auch signifikante Unterschiede bei den sensorischen Eigenschaften des Schweinefleisches zwischen den Genkonstruktionen festgestellt. Diese Wechselwirkungen müssen gleichwohl im Zusammenhang mit dem intramuskulären Fettgehalt gesehen werden. Rassegruppen mit statistisch gesicherten Differenzen in den sensorischen Eigenschaften haben ebenfalls signifikante Unterschiede im intramuskulären Fettgehalt. Dabei scheint die Höhe des intramuskulären Fettgehaltes eine Rolle zu spielen. Das Fleisch der Sattelschweine und F_1 -Tiere (1,81 bzw. 1,28 % IMF) weist gegenüber dem restlichen Tiermaterial signifikant bessere Verzehrseigenschaften auf, wobei die DE-, PI- und $PI \times F_1$ -Tiere IMF-Gehalte von 0,76 bis 0,89 % erreichten. Die IMF-Differenz zwischen DEDL- und DS-Tieren war zwar ebenfalls statistisch gesichert. Die Unterschiede in der sensorischen Prüfung waren aber nicht signifikant.

3.2. Beziehungen der technologischen Parameter der Fleischbeschaffenheit untereinander und gegenüber den sensorischen Eigenschaften von Schweinefleisch

Die technologischen Parameter der Fleischbeschaffenheit charakterisieren hauptsächlich das Wasserbindungsvermögen sowie die Farbe des Muskelgewebes im Verlaufe und nach Abschluß der Glykogenolyse. Direkt am Schlachtband können der pH-Wert, die Leitfähigkeit und der Py-Wert (Impulsimpedanz) im Muskelgewebe gemessen werden. Am Kotelettanschnitt kann die Farbhelligkeit des Muskels mittels Lichtreflexionsmessung (Opto-Star) bestimmt werden. Diese Methoden werden innerhalb der ersten 24 Stunden post mortem angewendet.

Über die Ermittlung des Drip-, Brat- und Grillverlustes im Labor wird dann im Zeitraum 24-48 h post mortem der erreichte Status des Wasserbindungsvermögens festgestellt. Darüber hinaus erfolgt die Analyse des Farbspektrums und die Messung der Scherkraft.

Zur Quantifizierung der Vorhersagegenauigkeit dieser Methoden ist in Tabelle 3 das Bestimmtheitsmaß für die Beziehungen zwischen der Bestimmung des pH-Wertes, der elektrischen Leitfähigkeit bzw. des Py-Wertes (Impulsimpedanz) und der Ermittlung des Dripverlustes dargestellt. Die Ergebnisse verdeutlichen, daß diese Verfahren zur Vorhersage des Wasserbindungsvermögens und damit des Auftretens von PSE-Eigenschaften geeignet sind.

Tabelle 3: Bestimmtheitsmaße für die Beziehungen der pH-Wert-, Leitfähigkeits- und Impulsimpedanzmessung zu unterschiedlichen Meßzeitpunkten gegenüber der Dripverlustbestimmung nach 48 h p m.

	Dripverlust
pH 45 min p. m.	B = .423***
pH 24 h p. m.	B = .091***
Leitfähigkeit 45 min p. m.	B = .036*
Leitfähigkeit 24 h p. m.	B = .315***
Impulsimpedanz 24 h p. m.	B = .372***

*** = $P < 0,001$ * = $P < 0,05$

Allerdings bewegt sich das Bestimmtheitsmaß zwischen diesen drei Verfahren und dem Dripverlust nur in mittleren Bereichen. Eine endgültige Aussage über das exakte Wasserhaltevermögen ist mit allen drei Verfahren nicht möglich. Für die pH-Wertbestimmung spielen Spät-PSE-Erscheinungen eine Rolle, zu denen es nach der Messung kommen kann. Im Falle der Impulsimpedanz- und Leitfähigkeitsmessung dürften meßmethodische Fragen eine Rolle spielen. Beide Meßmethoden zerstören das Gewebe an der Meßstelle. Die Kontrollprobe für die Dripverlustermittlung muß demzufolge von einer anderen Stelle im Muskel genommen werden. Im Verlauf z. B. des Kotelettmuskels erfolgt der Glykogenabbau jedoch in unterschiedlicher Intensität. Dies führt zu einem differenzierten Wasserhaltevermögen innerhalb dieses Muskels und kann somit unterschiedliche Meßergebnisse bedingen.

Durch eine Kombination verschiedener Meßmethoden (erste Kontrolle mittels pH-Messung 45 min p. m. und Nachkontrolle mittels Leitfähigkeits- bzw. Impulsimpedanzmessung 24 h p.m.) erhöht sich zwar das Bestimmtheitsmaß um 0,15-0,2 Einheiten und damit die Vorhersagegenauigkeit des Dripverlustes, jedoch steht der dafür notwendige Aufwand in keinem Verhältnis zum Ergebnis.

Entscheidend ist jedoch die Wahl des geeigneten Meßzeitpunktes. Um eine möglichst frühzeitige Aussage bezüglich des Saffthaltevermögens zu treffen, kann man lediglich auf die pH-Messung zurückgreifen. Dieses Verfahren ist am engsten mit dem Dripverlust korreliert. Die Bestimmung der Leitfähigkeit zum Zeitpunkt 45 min p. m. ergibt die schlechtesten Korrelationen zum Dripverlust. Zu diesem Zeitpunkt beginnt der Prozeß der Zellmembranschädigungen erst. Die Zahl der freibeweglichen Ladungsträger im Muskelgewebe und damit die Leitfähigkeit ist noch relativ gering. Es können zu diesem Zeitpunkt ausschließlich extreme Schädigungen, wie sie zum Beispiel bei reinrassigen Pietrainschweinen auftreten, festgestellt werden. Führt man die Leitfähigkeitsmessung 24 Stunden p.m. durch, werden die Beziehungen zum Dripverlust wesentlich enger (im Versuch $r = 0,561$). Der gleiche Verlauf trifft auch für die Impulsimpedanzmessung zu. Auch bei diesem Verfahren werden erst nach 24 h p. m. ausreichende Korrelationen zum Dripverlust erreicht.

Mißt man den pH-Wert 24 Stunden p.m., läßt sich mit dieser Methode keine Aussage zu PSE-Eigenschaften treffen. Der End-pH-Wert ist erreicht. Dieser Wert ist sowohl bei PSE-, als auch bei normal gesäuertem Fleisch gleich. Zu diesem

Zeitpunkt kann mittels des pH-Wertes nur eventuell auftretendes DFD-Fleisch erkannt werden. Das Fleisch weist dann stark erhöhte pH-Werte auf (> 5,8), da die Glykolyse nur in sehr geringem Umfange verlief. Entsprechend niedrig waren die Korrelationen zwischen End-pH-Wert und Dripverlust im Versuch.

Aus der Literatur lassen sich bezüglich der hier untersuchten Meßmethoden und der Dripverlustbestimmung ähnliche Ergebnisse entnehmen. GRESHAKE (1988) errechnete phänotypische Korrelationen zwischen dem pH-Wert 45 min p. m. und dem Tropfsaftverlust von $r = .71$. Für die Beziehung Tropfsaftverlust und Leitfähigkeit 45 min p. m. gab er einen Wert von $r = .55$ an. Bei der Leitfähigkeitsmessung 24 h p. m. erhöhten sich die Korrelationen zum Tropfsaftverlust auf $r = .73$. Analog zu den hiesigen Versuchsergebnissen, erkannten JAUD et al. (1992) keine Beziehungen zwischen der frühen Leitfähigkeitsmessung und dem Dripverlust.

Tabelle 4: Korrelationskoeffizienten zwischen dem pH-Wert 45 min p. m., der Leitfähigkeit 45 min p. m., der Leitfähigkeit 24 h p. m. und der Impulsimpedanz 24 h p. m. in m. long. dorsi

	LF 45 min p.m.	LF 24 h p.m.	Impulsimp. 24 h p.m.
pH 45 min p.m. □	-0,501***	-0,792***	0,823***
LF 45 min p.m. □	□	0,590*** □	- 0,580*** □
LF 24 h p.m.			-0,919***

*** = $P < 0,001$

Tabelle 4 zeigt die korrelativen Beziehungen zwischen den drei Verfahren zur Vorhersage von PSE-Eigenschaften am Schlachtkörper. Zwischen den Verfahren gibt es hoch signifikante Wechselwirkungen. Auch hier spiegelt sich die Problematik des geeigneten Meßzeitpunktes wider. Während die Beziehungen zwischen pH1, LF24 und IMP24 sehr eng sind, zeigen sich diese hohen Korrelationen gegenüber dem LF1 nicht. Unter Berücksichtigung der Beziehung des LF1 zum Dripverlust (Tabelle 3) lassen auch diese Ergebnisse nur die Schlußfolgerung zu, daß die Leitfähigkeit bzw. die Impulsimpedanzmessung 45 Minuten p.m. nicht zur Schät-

zung des späteren Wasserbindungsvermögens geeignet ist.

Neben dem Safthaltevermögen beeinflusst die Glykogenolyse auch die Farbausprägung des Muskelgewebes. Ein schneller Glykogenabbau führt insgesamt zur Aufhellung. Mit Hilfe des $L^*a^*b^*$ -Systems (KLETTNER, 1987) kann man eine Bewertung der Fleischfarbe vornehmen, die weitestgehend dem Empfinden des menschlichen Auges entspricht. Mit abnehmendem Wasserbindungsvermögen verändert sich die Färbung des Fleisches in die Farbbereiche Weiß, Gelb, Rot.

Das Meßgerät Opto-Star wird in allen Prüfstationen der Bundesrepublik Deutschland zur Bestimmung der Farbhelligkeit benutzt. Eine Fotodiode mißt das von der Prüffläche reflektierte Licht. Fremdeinflüsse werden durch die Kapselung der Fotodiode verhindert. Das Gerät wird mit Hilfe definierter Testfarben (Gelb und Blau) kalibriert.

Die linearen Korrelationen der untersuchten Farbeigenschaften untereinander sowie zum Dripverlust können in Tabelle 5 abgelesen werden. Zwischen den Farbhelligkeitsmessungen beider verwendeten Geräte (Minolta und Opto-Star) wurden mit $r = -.759$ die erwarteten engen Beziehungen festgestellt. Hinsichtlich der Farbsättigung (a^*b^* -Wert) sind die Zusammenhänge zwischen Opto-Star und Minolta unterschiedlich zu werten. Die für die Kalibrierung des Opto-Star verwendeten Testfarben sind Gelb als untere Grenze (0,0) und Blau als obere Grenze (90,0). Darin dürfte der Grund für die niedrige Korrelation zwischen Opto-Star und Minolta a^* -Wert (Rot-Grün-Sättigung) und die enge Beziehung zum Minolta b^* -Wert (Gelb-Blau-Sättigung) zu sehen sein.

Die Beziehungen der Farbeigenschaften zum Safthaltevermögen sind wesentlich weniger eng als es die der chemisch-physikalischen Parameter zum Dripverlust waren. Jedoch sind die Korrelationen hoch signifikant. Hier zeigt sich eine Abhängigkeit aller Farbkomponenten zum Dripverlust. Andere Versuchsansteller gehen jedoch davon aus, daß eine beschleunigte Glykogenolyse neben dem Wasserbindungsvermögen vorrangig die Farbhelligkeit beeinflusst, weniger die Farbsättigung (SCHWÄGELE, 1992). LÜTJENS (1994) gab Korrelationskoeffizienten zwischen

Tabelle 5: Korrelationskoeffizienten zwischen Fleischfarbe und Wasserbindungsvermögen

	L*-Wert	a*-Wert	b*-Wert	Dripverlust
Opto-Star: Farbhelligkeit	-0,759***	-0,080	-0,782***	-0,366***
Minolta: Farbhelligkeit (L*-Wert)		-0,169	0,815***	0,347***
Rot-Grün-Verteilung (a*-Wert)			0,248**	0,321***
Gelb-Blau-Verteilung (b*-Wert)				0,358***

*** = P < 0,001

** = P < 0,01

Dripverlust sowie L*, a* und b*-Wert von r = .35, .17 und .27 an. Außerdem lagen die Korrelationen zwischen Dripverlust und Opto-Star in dem Versuch der Autorin bei r = -.48.

Die in Tabelle 6 dargestellten Zusammenhänge zeigen, daß zwischen der Fleischfarbe und den chemisch-physikalischen Merkmalen der Fleischbeschaffenheit ebenfalls enge Beziehungen existieren. FISCHER et al. (1988) kamen zu einer Korrelation zwischen der Leitfähigkeit 1 h post mortem und dem L*-Wert von r = .46. Etwas geringere Korrelationen als in Tabelle 6 wurden bei Versuchen von LÜTJENS (1994) erreicht. Dort korrelierte die Leitfähigkeit nach 24 h p. m. mit r = .32 zum L*-Wert und mit r = -.42 zum Opto-Star.

Tabelle 6: Korrelationskoeffizienten zwischen der Farbhelligkeit und den chemisch-physikalischen Parametern der Fleischbeschaffenheit

	Farbhelligkeit	
	Opto-Star	Minolta (L*)
PH 45 min p. m.	0,539***	-0,410***
LF 45 min p. m.	-0,441***	0,459***
LF 24 h p. m.	-0,502***	0,480***
Impulsimpedanz 24 h p. m.	0,483***	-0,482***

*** = P < 0,001

Bezüglich der Erkennung von DFD-Eigenschaften des Fleisches mittels der Farbmessung ergibt das vorliegende Datenmaterial bloß sehr lockere Zusammenhänge. Diese sind in der Tabelle 7 abgebildet. Die Beziehungen zwischen dem pH-Wert 24 h p. m. und dem Dripverlust waren lt. Tabelle 3 nur sehr weitläufig, jedoch statistisch gesichert (p < 0,001). Die mit dem Opto-Star gemessene Farbhelligkeit stand in relativ enger Beziehung zum pH24.

Dagegen war die Korrelation zum L*-Wert des Minolta-Gerätes wesentlich niedriger. Betrachtet man allerdings die gemessenen pH24-Werte, so lagen sie in einem Spektrum von 5,31 bis 5,94. DFD-Fleisch ist bei Schweinen ohnehin ein geringfügiges, kaum auftretendes Problem. Das untersuchte Tiermaterial kann im Prinzip als DFD-frei eingestuft werden. Allenfalls konnten Tendenzen in Richtung DFD festgestellt werden. Hierin wird die Ursache für die geringen Wechselwirkungen zu sehen sein.

Tabelle 7: Korrelationskoeffizienten zwischen dem spätpostmortalen pH-Wert und der Farbhelligkeit

	Opto-Star	L*-Wert	b*-Wert
pH 24 h pm	0,411***	-0,245**	-0,320***

*** = P < 0,001

** = P < 0,01

Bedeutend für den Verbraucher ist darüber hinaus, in welchem Umfang das Fleisch die Zellflüssigkeit auch bei der Zubereitung (kochen, braten, grillen) zu binden in der Lage ist. Die Versuchsergebnisse verdeutlichen, daß ein schlechtes Saffthaltevermögen nach der Fleischreifung erhöhte Bratverluste nach sich zieht.

Der Korrelationskoeffizient für die Beziehung zwischen dem Saffthaltevermögen und dem Bratverlust betrug r = .397. Entsprechende Beziehungen bestehen ebenfalls zwischen Bratverlust und den frühpostmortalen Merkmalen zur Vorhersage des Wasserbindungsvermögens. Die Zusammenhänge sind aber wesentlich lockerer als zum Dripverlust. Gegenüber der Leitfähigkeitsmessung 45 min p. m. (ungeeigneter Meßzeitpunkt) und der pH-Messung 24 h p. m. (keine DFD-Abweichungen im Versuchsmaterial) ließen sich keine Interaktionen erkennen (Tabelle 8).

Tabelle 8: Korrelationskoeffizienten zwischen Brat- bzw. Grillverlust und den frühpostmortalen Parametern des Wasserbindungsvermögens

	Dripverlust	pH 45 min	pH 24 h	LF 45 min	LF 24 h	IMP 24 h
Bratverlust	0,397***	-0,219*	-0,048	0,089	0,197*	-0,196*
Grillverlust	0,143	-0,149	-0,015	0,014	0,105	-0,132

*** = P < 0,001 * = P < 0,05

Dagegen wurde das Grillverhalten der Fleischproben nur wenig vom Wasserbindungsvermögen beeinflusst. In der Tendenz führte eine Verschlechterung des Safthaltevermögens beim Versuchsmaterial zu erhöhten Grillverlusten. Jedoch konnten die Beziehungen zu keinem der untersuchten Merkmale statistisch gesichert werden (Tabelle 8).

Für die Beziehungen zwischen Brat- und Grillverlust einerseits sowie der Fleischfarbe andererseits wurden ähnliche Ergebnisse wie bei den Parametern des Wasserbindungsvermögens gefunden. Fleischproben mit einer helleren Fleischfarbe hatten höhere Bratverluste ($r = -.179$ gegenüber der mit dem Opto-Star gemessenen Farbhelligkeit sowie zum L*-Wert des Minolta-Gerätes sogar $r = .223$). Zwischen der Fleischfarbe und dem Grillverlust konnten so gut wie keine Korrelationen festgestellt werden ($r = -.028$ zum Opto-Star und $r = .069$ zum L*-Wert). Die Tendenz der Beziehungen zwischen diesen Merkmalen entspricht jedoch dem Beziehungsverlauf des Bratverlustes zur Fleischfarbe.

Die Problematik der Fleischbeschaffenheit kann jedoch nicht ausschließlich auf den Aspekt des Wasserbindungsvermögens reduziert werden, da das Safthaltevermögen vor allem die verarbeitungs-

technologischen Eigenschaften des Fleisches bestimmt. Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt ist der sensorische Gesamteindruck, den der Konsument beim Verzehr des Fleisches erhält. Im vorliegenden Versuch hatte das Safthaltevermögen geringe bis keine Auswirkungen auf die Sensorik des Schweinefleisches (Tabelle 9). Lediglich das Auftreten von erhöhten pH 24-Werten (DFD-Abweichungen) führte zur Verschlechterung der Zartheit des Fleisches. Außerdem wurde bei steigenden pH45-Werten das Fleisch als saftiger empfunden.

Auch der Bratverlust hatte keine Auswirkungen auf den sensorischen Eindruck beim Verzehr des Fleisches. Weder die Zartheit noch die Saftigkeit veränderten sich bei unterschiedlichen Bratverlusten (Tabelle 10). Eine wesentlich größere Bedeutung hat dagegen der Grillverlust für die sensorischen Eigenschaften Zartheit und Saftigkeit. Erhöhter Grillverlust führt zu einer geringeren Zartheit bzw. erhöhten Scherkraftwerten. Die Saftigkeit des Fleisches verringert sich (Tabelle 10). Der Grillverlust hat keinen Einfluß auf die geschmacklichen Eigenschaften des Schweinefleisches. Die Beziehungen zwischen Grillverlust und sensorischem Gesamteindruck sind mit $r = -.089$ nur sehr locker.

Tabelle 9: Spearman-Rang-Korrelationskoeffizienten für die Beziehungen der Parameter des Wasserbindungsvermögens zu den organoleptisch erfaßten Beschaffenheitsmerkmalen

	Saftigkeit	Zartheit	Geschmack/Aroma	Gesamteindruck
Dripverlust	-0,071	0,096	0,020	0,071
pH 45 min p.m.	0,196*	0,102	0,051	0,119
pH 24 h p.m.	-0,093	-0,262*	0,108	-0,085
Leitfähigkeit 24 h p.m.	-0,126	-0,097	-0,046	-0,132
Impulsimpedanz 24 h p.m.	0,143	0,089	0,063	0,111

• = P < 0,05

Tabelle 10: Korrelationen zwischen Bratverlust bzw. Grillverlust und den Verzehreigenschaften Zartheit und Saftigkeit sowie der Scherkraft

	Saftigkeit	Zartheit	Scherkraft (kg)
Bratverlust (%)	-0,015	-0,012	-0,117
Grillverlust (%)	-0,502***	-0,435***	0,481***

*** = P < 0,001

3.3. Einfluß des intramuskulären Fettgehalts auf die technologische Fleischbeschaffenheit und das Qualitätsempfinden

Der intramuskuläre Fettgehalt ist ein Parameter, dessen Bedeutung für die Ausprägung der sensorischen Verzehrseigenschaften des Fleisches seit längerem bekannt ist (BEJERHOLM und BARTON-GADE, 1986), der jedoch innerhalb des Zuchtgeschehens nur unzureichend beachtet wurde. Die Literatur spricht von einer negativen Beziehung zwischen dem intramuskulären Fettgehalt und dem PSE-Status (Literaturübersicht nach MÜLLER et al. 1996). Diese Beziehung konnte auch hier festgestellt werden (Tabelle 11).

Fleisch mit hohen intramuskulären Fettgehalten neigt tendenziell zu niedrigeren Dripverlusten und damit zur besseren Wasserbindung. Jedoch sind die Korrelationen zwischen IMF und dem Dripverlust als direktem Kriterium des Wasserbindungsvermögens nur sehr locker und konnten statistisch nicht gesichert werden. Signifikante Zusammenhänge traten dagegen zwischen dem IMF und den frühpostmortalen Meßmethoden zur Vorhersage des Wasserbindungsvermögens auf.

Dabei ist auf die Aussagen zu den relativ weitläufigen Korrelationen zwischen dem Dripverlust und den frühpostmortalen Meßmethoden hinzuweisen. Bei der Interpretation der Korrelationskoeffizienten in Tabelle 11 ist zu beachten, daß der Einfluß der Rassen und Genkonstruktion (Streßstabilität) unberücksichtigt blieb. Läßt man die gleichen Parameter unter Einbeziehung der Rasse korrelieren, werden die Zusammenhänge wesentlich offener und können nicht mehr statistisch abgesichert werden (Tabelle 12).

Für das Saffthaltevermögen von Schweinefleisch haben die genetische Konstruktion (insbesondere die Streßstabilität) und Stressoren kurz vor und während der Schlachtung eine wesentlich größere

Bedeutung als der intramuskuläre Fettgehalt. Die Wasserbindungskapazität verbessert sich zwar tendenziell mit steigendem IMF, jedoch lassen sich deutliche Zusammenhänge nur bei höheren IMF (> 1,8 %) erkennen. Die Aussage von LIPPMANN et al. (1995), der intramuskuläre Fettgehalt sei wegen seiner negativen Beziehung zu Fleischqualitätsmängeln auch für PSE- und DFD-Konditionen aussagefähig, bestätigt sich hier nicht.

SCHWÖRER et al. (1989) veröffentlichten in einer Literaturübersicht für den Zusammenhang zwischen IMF und pH 45 Minuten p. m. ähnliche genetische Korrelationen zwischen $r_g = .02$ bis $r_g = .18$.

Die Ausprägung der Fleischfarbe wird vordergründig durch den Verlauf der Glykogenolyse bestimmt. Daneben erscheint aber auch die Annahme logisch, daß eine stärkere Marmorierung durch die weißen Fetteinlagerungen ebenfalls das Farbmeßergebnis verändern können. Da der Gehalt an intramuskulärem Fett durch die Marmorierung beeinflusst wird, muß davon ausgegangen werden, daß Beziehungen zwischen der Farbhelligkeit und dem intramuskulären Fettgehalt existieren. Die entsprechenden Versuchsergebnisse sind in der Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13: Korrelationskoeffizienten für die Beziehung des intramuskulären Fettgehalts, der Marmorierung und der Farbhelligkeit im Kotelettmuskel (Schlachtdatum einbezogen)

	Minolta L*-Wert	Opto-Star	Marmorg. (Punkte)
IMF (%)	$r = .262^{**}$	$r = -.060$	$r = .346^{***}$
Minolta L*-Wert		$r = -.764^{***}$	$r = -.356^{***}$
Opto-Star			$r = .378^{***}$

** $P < 0,01$ *** $P < 0,001$

Tabelle 11: Korrelationskoeffizienten für die Beziehung zwischen dem intramuskulären Fettgehalt und den Parametern des Wasserbindungsvermögens (Gesamtmaterial unkorrigiert)

	Dripverlust	pH 45 min	LF 45 min	LF 24 h	IMP 24 h
IMF %	-0,116	0,226*	-0,104	-0,218*	0,222*

• $P < 0,05$

Tabelle 12: Korrelationskoeffizienten für die Beziehung zwischen intramuskulärem Fettgehalt und den Parametern des Wasserbindungsvermögens (Rasseneinfluß berücksichtigt)

	Dripverlust	pH 45 min	LF 45 min	LF 24 h	IMP 24 h
IMF %	-0,128	0,175	-0,054	-0,150	0,161

Die Ergebnisse bestätigen die Annahme vom Einfluß der Fleischfarbe durch weiße Fetteinlagerungen im Kotelettmuskel. Hierbei kann man jedoch den Gehalt an intramuskulären Fett nicht einfach mit der Marmorierung gleichsetzen. Die Korrelationen zwischen dem IMF und der Marmorierung sind zwar signifikant, aber mit einem Bestimmtheitsmaß von 12 % sehr weitläufig. Die in der Züchtung auf Fleischansatz erreichten IMF-Gehalte sind im Mittel so niedrig, daß eine deutliche Marmorierung kaum noch auftritt. Bei der visuellen Beurteilung lassen sich meist nur noch Spuren einer Marmorierung erkennen (2 Punkte). Diese reicht in der Regel nicht für einen nachhaltigen Einfluß auf die Fleischfarbe aus. Erst bei drei und mehr Marmorierungspunkten werden höhere L*-Werte bzw. niedrigere Opto-Star-Werte als Zeichen einer helleren Fleischfarbe gemessen.

Der analytisch ermittelte intramuskuläre Fettgehalt steht dagegen nur mit der Minolta L*-Wertmessung in signifikantem Zusammenhang. Für die Farbhelligkeitsmessung mit dem Opto-Star konnten überhaupt keine Beziehungen zum IMF festgestellt werden. Dieses Ergebnis dürfte auch mit der Meßmethodik im Zusammenhang stehen. Während bei der Minolta-Messung drei Einzelmessungen über die Kotelettscheibe verteilt im L*-Wert enthalten sind, wird mit dem Opto-Star nur die Farbhelligkeit des Zentrums des Kotelettanschnittes in einem Durchmesser von 2 cm gemessen. Bei geringer Marmorierung bezieht eine Einzelmessung nicht alle Farbeindrücke ein.

Die Farbhelligkeit des Schweinefleisches wird also sowohl vom Verlauf des Glykogenabbaues als auch von der Marmorierung beeinflusst. Jedoch führen auch extrem hohe IMF-Gehalte, die nicht von einer deutlichen Marmorierung begleitet sind, zu hellerer Fleischfarbe.

Die herausragende Relevanz des intramuskulären Fettgehaltes für die Ausprägung der sensorischen Verzehrseigenschaften des Schweinefleisches wurde durch das Versuchsergebnis unterstrichen. Weist das Fleisch einen erhöhten intramuskulären Fettgehalt auf, erhöht sich die Saftigkeit, das Fleisch wird zarter und der Geschmack bzw. das schweinefleischtypische Aroma sowie der Gesamteindruck verbessern sich.

Diese Zusammenhänge spiegeln sich auch in den errechneten Korrelationen wider (Tabelle 14). Die engste Beziehung besteht zum Gesamteindruck, für dessen Beurteilung auch eventuell auftretende Geschmacksabweichungen und Fehlsäuerungen hinzugezogen werden. Zartheit, Geschmack und Gesamteindruck waren hoch signifikant abhängig vom IMF. Der Zusammenhang zur Saftigkeit konnte statistisch nicht gesichert werden. Auch bei Einbeziehung der genetischen Konstruktion als Kovariable änderten sich die Korrelationskoeffizienten nur geringfügig und die allgemeinen Zusammenhänge blieben bestehen (Tabelle 15).

Gegenüber dem intramuskulären Fettgehalt war der Einfluß der Marmorierung auf die sensorischen Parameter des Schweinefleisches wesentlich geringer. Durch die Fetteinlagerungen wurde vornehmlich

Tabelle 14: Korrelationen zwischen dem IMF und sensorischen Eigenschaften von Schweinefleisch (Gesamtmaterial unkorrigiert)

	Saftigkeit	Zartheit	Geschmack/Aroma	Gesamteindruck
IMF %	0,163	0,334***	0,352***	0,465***
Marmorierung	0,110	0,242*	0,197*	0,316***

* = P < 0,05 *** = P < 0,001

Tabelle 15: Korrelationen zwischen dem IMF und sensorischen Eigenschaften von Schweinefleisch (rassekorrigiert)

	Saftigkeit	Zartheit	Geschmack/Aroma	Gesamteindruck
IMF %	0,147	0,329***	0,320***	0,429***
Marmorierung	0,114	0,281**	0,136	0,259**

** = P < 0,01 *** = P < 0,001

die Zartheit des Fleisches verbessert, wohingegen höhere Marmorierungen nur tendenzielle Verbesserungen des Geschmacks bzw. des Aromas bewirkten (Tabelle 15).

Die unmittelbare Wechselwirkung zwischen intramuskulärem Fettgehalt und den sensorischen Parametern wurde in anderen Versuchen bestätigt. SCHWÖRER et al. (1989) zitierten eine Reihe von Autoren, welche ähnlich hohe bzw. höhere Korrelationen für IMF, Geschmack und Zartheit in ihren Versuchen ermittelten. Die Versuche von LÜTJENS (1994) erbrachten ebenfalls nur lockere Beziehungen zwischen IMF und Saftigkeit ($r = .10$). Die Korrelationen zum Geschmack und zur Zartheit erreichten mit $r = .25$ bzw. $r = .17$ jedoch nicht das Niveau unseres Versuches.

Von Bedeutung ist hierbei auch, ob sich diese Versuchsergebnisse mit sensorisch geschultem Personal in der Praxis wiederholen lassen. Reagiert der normale Verbraucher genauso auf den Gehalt an intramuskulären Fett? MATTHES et al. (1997) nahmen eine Verkostung auf der MeLa 1996 vor. Darin waren Fleischproben der Belgischen Landrasse (LB, mittlerer IMF-Gehalt von 1,19 %) und der Kreuzung Duroc x Landrasse (DUDL, IMF-Gehalt von 1,86 %) einbezogen. Befragt wurden 404 Ausstellungsbesucher. Dabei wurde das „fettere“ DUDL-Fleisch deutlich besser in Zartheit und Saftigkeit bewertet. Auch im Geschmack wurde das Fleisch dieser Tiere favorisiert. 2/3 aller Befragten wollten Fleisch der Duroc x Landrasse-Kreuzung bevorzugt kaufen.

3.4. Der Einfluß des intramuskulären Fettgehaltes auf die Mastleistungen und die Schlachtkörperzusammensetzung

Die große Bedeutung des intramuskulären Fettgehaltes für die sensorischen Verzehrseigenschaften von Schweinefleisch wirft sofort die Frage nach einem entsprechenden IMF-Grenzwert zur Sicherung der gewünschten Eigenschaften auf. SCHWÖRER et al. (1994) geben einen Optimalwert von 2,0-2,5 % an. BEJERHOLM und BARTON-GADE (1986) nennen eine untere Grenze von 2,0 %.

In der Diskussion zur Festlegung von Grenzwerten für den optimalen intramuskulären Fettgehalt muß jedoch die topografische Lage, d. h. die Höhe des intramuskulären Fettgehaltes in seiner Verteilung innerhalb des Schlachtkörpers bzw. innerhalb der einzelnen Muskeln des Schlachtkörpers, einbezogen werden. Dazu nahmen verschiedene Autoren Untersuchungen vor. FISCHER (1996) veröffentlichte die Ergebnisse eines Versuches zum Einfluß der Loka-

lisation auf die Höhe des IMF im Schweinefleisch. Die große Bedeutung der Lokalisation spiegelt sich in der Spannweite der Mittelwerte der muskelspezifischen Fettgehalte wider, die von 1,1 % (M. rectus femoris) bis 7,0 % (M. semispinalis cap.) reicht. Auch innerhalb der jeweiligen Muskeln kommt es zu einer erheblichen Variation der IMF-Gehalte. WICKE et al. (1996) führten Untersuchungen zur longitudinalen und crosssectionalen Verteilung des IMF im M. longissimus dorsi aus. In der Längsverteilung haben die mittleren IMF-Gehalte einen tal-förmigen Kurvenverlauf. Die IMF-Werte sind cranial mit 3,9 und caudal mit 4,2 % am höchsten, während sie an den mittleren Meßstellen mit jeweils 2,0 % am niedrigsten sind. Für die crosssectionale Verteilung konnten die Autoren im medialen und caudalen Abschnitt des M. longissimus dorsi signifikant unterschiedliche IMF-Werte zwischen fünf Meßstellen ermitteln. Im ventralen Bereich der Kotelettscheibe lagen die intramuskulären Fettgehalte signifikant höher als bei den übrigen drei Meßstellen.

Also weist die bisher als Referenzmeßstelle genutzte Region 13./14. Brustwirbel (mittlere Meßstelle der Längsverteilung) den niedrigsten Gehalt an intramuskulären Fett im Rückenmuskel auf. In den cranial und caudal verlaufenden Regionen steigen die IMF-Werte an. Dies muß sowohl bei der Gesamtbewertung der IMF-Problematik als auch bei Grenzwerten für ein IMF-Optimum berücksichtigt werden.

In Abbildung 1 sind die im vorliegenden Versuch ermittelten IMF-Gehalte den Bewertungen für die Sensorik gegenübergestellt. Die für das Gesamtmaterial bzw. die einzelnen genetischen Konstruktionen ermittelten Regressionen verweisen dabei auf Grenzwerte von 2,0 % und darüber für die Meßstelle 13./14. Brustwirbel, um eine gute Gesamtbeurteilung zu erreichen (4 Punkte).

Im Versuch wurden allerdings IMF-Niveaus (Tabelle 2) weit unter diesen Grenzwerten erzielt. Lediglich die Sattelschweine hatten mit durchschnittlich 1,81 % einen akzeptablen Wert. Sattelschweine spielen jedoch in den modernen Zuchtstrategien keine Rolle. Die züchterisch relevanten Genkonstruktionen unterschritten größtenteils sogar die 1,0 %-Marke.

Es müssen also züchterische Maßnahmen ergriffen werden, um die IMF-Gehalte und das allgemeine Niveau des intramuskulären Fettgehaltes wieder anzuheben. In der Schweiz wird seit 1985 der intramuskuläre Fettgehalt routinemäßig in der Mastleistungsprüfung beurteilt. Seit 1988 ist der IMF in

den Gesamtzuchtwert einbezogen (SCHWÖRER et al. 1994). Von 1989 bis 1993 erhöhte sich dadurch der Anteil von Zuchttieren mit IMF-Gehalten $> 1,5\%$ kontinuierlich, während die Zahl der Tiere mit weniger als $1,0\%$ IMF je nach Rasse um $6-12\%$ zurückging). Für eine wirtschaftliche Schweineproduktion und für die Zuchtarbeit sind aber noch andere Faktoren ausschlaggebend, die in Wechselwirkung zum IMF stehen. Die Änderung des allgemeinen IMF-Niveaus dürfte auch Veränderungen im Fleisch- und Fettansatz sowie in den Mastleistungen nach sich ziehen.

Für das Auswertungsmaterial konnten, unter Korrektur des Rasseinflusses, enge Beziehungen zwischen IMF und den Mastleistungen bzw. der Schlachtkörperzusammensetzung ermittelt werden (Tabelle 16). Eine Anhebung des IMF gelingt nur über höhere tägliche Zunahmen bei verringertem Fleischansatz (kleinere Rückenmuskelflächen) und verstärktem Fettansatz (größere Fettfläche über dem Rückenmuskel, dickerer Rückenspeck). Daraus resultiert eine Absenkung des Muskelfleischanteils bei höheren intramuskulären Fettgehalten. Die Futtermittelverwertung wurde nicht beeinflusst (geringfügige

Verschlechterung bei steigendem IMF). Die Korrelationen weisen für das Gesamtmaterial auf einen starken Merkmalsantagonismus zwischen dem IMF und den übrigen Merkmalen hin. Die Literaturübersicht von SCHWÖRER et al. (1995) läßt ähnliche Wechselwirkungen bei mehreren Rassegruppen erkennen. Wurde nur eine bestimmte Genkonstruktion untersucht, waren die Merkmale meist nicht so eng korreliert. HOFER und SCHWÖRER (1995) gaben an, daß die Selektion auf einen höheren IMF beim Schweizer Edelschwein keinen eminenten Rückgang der Fleischmenge zur Folge haben wird.

Betrachtet man die vorliegenden Daten nach Rassegruppen, sind äquivalente Tendenzen zu beobachten. Zur Beurteilung der Auswirkungen einer IMF-Erhöpfung innerhalb einer genetischen Konstruktion wird nachfolgend ausschließlich auf die untersuchten F_1 -Tiere eingegangen. Dies liegt in der Stückzahl. Alle anderen Gruppen hatten weniger Tiere.

Innerhalb dieser Gruppe ergab sich eine Verteilung der IMF-Gehalte von $0,5-3,7\%$. Tabelle 17 enthält die Korrelationskoeffizienten für die F_1 -Kastraten.

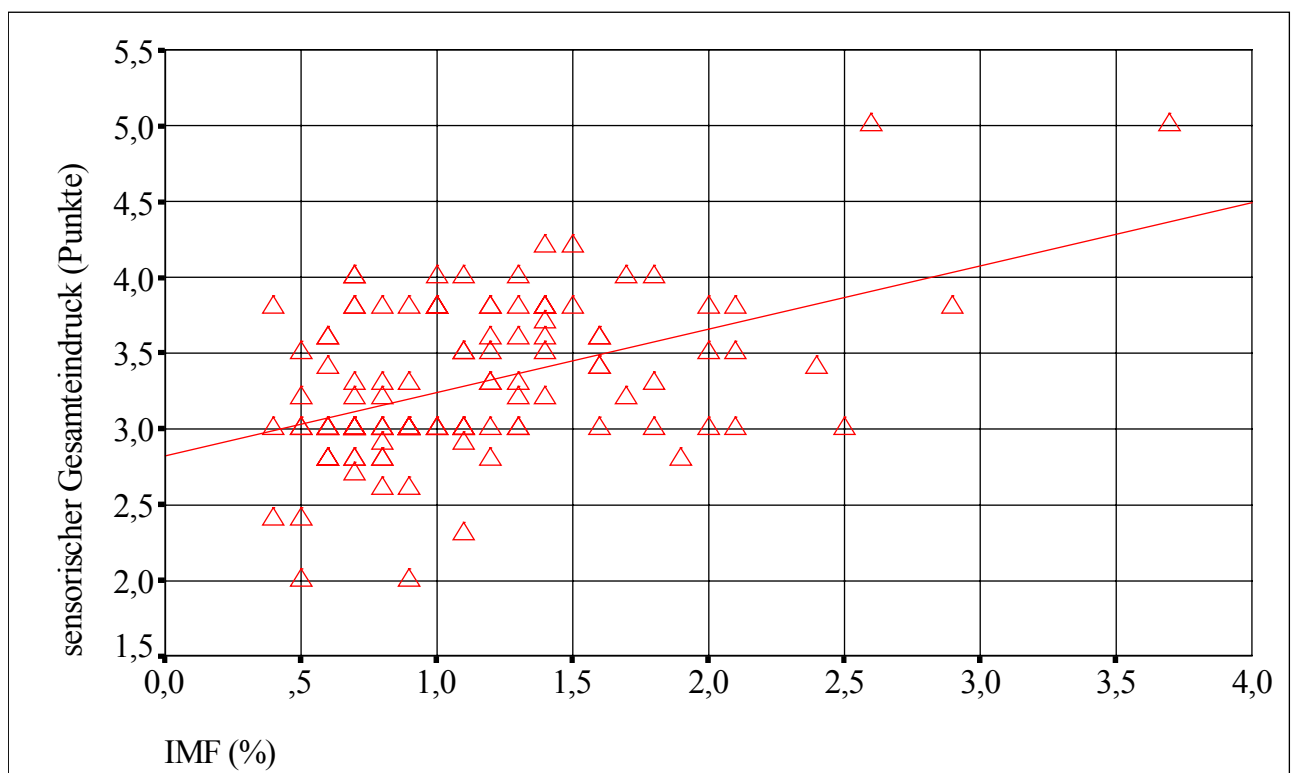


Abbildung 1: Einfluß des intramuskulären Fettgehaltes auf den sensorischen Gesamteindruck von Schweinefleisch

Die Parameter sind gegenüber dem Gesamtmaterial viel geringer korreliert. Lediglich für die Beziehung des IMF zu den Prüftagszunahmen bzw. der Rückenmuskelfläche bestanden signifikante Wechselwirkungen. Auch die Tendenzen des Parameterverlaufes sind nicht so deutlich gerichtet wie für das Gesamtmaterial. Einerseits hatten die F₁-Tiere mit zunehmendem IMF höhere Prüftagszunahmen, eine kleinere Kotelettfläche und einen niedrigeren Muskelfleischanteil. Auf der anderen Seite hatten die DEDL-Kastraten mit höheren intramuskulären Fettgehalten eine bessere Futterverwertung. Die Fettauflage über dem Rückenmuskel wurde nur wenig größer, die Rückenspeckdicke in der Tendenz sogar geringer.

Innerhalb der IMF-Klassen sind die Parameter stark differenziert. Für die IMF-Klasse 1,5 % ergaben sich bei den DEDL-Kastraten Spannweiten von ca. 300 g für die Prüftagszunahmen, 0,75 kg in der Futterverwertung, 6,0 % beim Muskelfleischanteil, 15 cm² Rückenmuskelfläche, 6 cm² bei der Fettauflage am Kotelett und 0,7 cm in der Rückenspeckdicke.

Dieses Ergebnis bestätigt in etwa die Aussage von HOFER und SCHWÖRER (1995) bezüglich der Änderungen in der Fleischmenge bei gezielter IMF-Züchtung. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß sich durch die Kreuzung zweier Rassen die

Variationsbreite im Leistungsspektrum der Nachkommen ohnehin erhöht. Bedingt durch die geringen Probandenzahlen können zu dieser Problematik für die reinrassigen Tiere des Versuches kaum Aussagen getroffen werden.

Der intramuskuläre Fettgehalt ist in den Selektionsindex, bei Wichtung der bisher enthaltenen Parameter, einzubeziehen. Die Heritabilität für den intramuskulären Fettgehalt ist hoch. Die Angaben in der Literatur belaufen sich zwischen $h^2 = .35-.58$ (SCHWÖRER et al. 1989). In der Schweiz wurde das IMF 1988 dem Selektionsindex zugefügt. Außerdem erfolgte eine Wichtungsänderung der bis dahin enthaltenen Merkmale. Der neue Index soll eine stärkere Wichtung des Fleischanteils, ein gutes Fleischbeschaffheitsniveau (Anhebung der Fleischbeschaffheitszahl um 0,005 pro Generation), ein höherer intramuskulärer Fettgehalt um 0,03 % je Generation, ein leichter Rückgang des Futterverzehr, Beibehaltung der Futterverwertung und eine etwas geringere Wichtung der Masttagszunahmen realisieren. Anhand von Korrelationsrechnungen der beiden Indizes mit den Leistungsmerkmalen der nach 1988 geprüften Tiere wurde konstatiert, daß durch den neuen Index alle Zuchtvorgaben erreicht werden (MOREL et al. 1988).

Tabelle 16: Korrelationskoeffizienten für die Zusammenhänge zwischen IMF und Mast- und Schlachtleistung (rassekorrigiert)

	Prüftagszunahmen, g	Futterverwertung, kg/kg	MFA %	Rückenmuskelfläche cm ²	Fettfläche cm ²	Rückenspeckdicke cm
IMF %	0,382***	0,057	-0,366***	-0,405***	0,349**	0,283*

* = P < 0,05 ** = P < 0,01 *** = P < ,001

Tabelle 17: Korrelationskoeffizienten für die Beziehungen des IMF zu den Mast- und Schlachtleistungen sowie der Schlachtkörperzusammensetzung von DEDL-Kastraten

□	Prüftagszunahmen, g	Futterverwertung, kg/kg	MFA □%	Rückenmuskelfläche cm ²	Fettfläche cm ²	Rückenspeckdicke cm
IMF %	0,359**	-0,240	-0,129	-0,268	0,094	-0,047

** = P < 0,01

4. Schlußfolgerungen

Für das Tiermaterial wurden deutliche Unterschiede in den Parametern der technologischen und sensorischen Fleischbeschaffenheit zwischen den genetischen Konstruktionen ermittelt. Die Ergebnisse zeigen, daß die Anpaarung von fleischreichen und streßanfälligen Endstufenebern (Pietrain) zur Verschlechterung der technologischen Fleischbeschaffenheit beim Endprodukt führt.

Sowohl die Bestimmung des pH-Wertes, als auch die Leitfähigkeitsmessung und die Messung der Impulsimpedanz sind mit dem Dripverlust im Muskelgewebe korreliert. Allerdings bewegen sich die Korrelationen zwischen diesen drei Verfahren und dem Dripverlust nur in mittleren Bereichen. Das hat zur Folge, daß das tatsächliche Wasserbindungsvermögen mit Hilfe dieser Verfahren nur geschätzt werden kann.

Der Verlauf der Glykogenolyse nach dem Blutentzug beeinflusst neben dem Wasserbindungsvermögen auch die Farbausprägung des Muskelgewebes. Bei einem überstürzten Glykogenabbau wird das Fleisch sehr hell und blaß. Allerdings eignet sich die Farbhelligkeitsmessung nur bedingt für die Vorhersage des Wasserbindungsvermögens, da auf diesen Parameter auch die Marmorierung Einfluß hat (Korrelationen zum Dripverlust von $r = -.37$ für die Farbhelligkeitsmessung mit dem Opto-Star und von $r = .35$ für den Minolta L*-Wert).

Unbeeinflusst vom Safthaltevermögen blieben die sensorischen Parameter Saftigkeit, Zartheit, Geschmack/Aroma und Gesamteindruck. Dagegen hat der intramuskuläre Fettgehalt sehr große Bedeutung auf die sensorischen Eigenschaften von Schweinefleisch. Mit steigendem IMF verbesserte sich die Zartheit, der Geschmack und der sensorische Gesamteindruck (Korrelationen von $r = .33$, $r = .32$ bzw. $r = .43$ zum IMF). Für die Gewährleistung einer ausreichenden sensorischen Qualität des Schweinefleisches muß eine Grenzwert von ### 2,0 % angestrebt werden.

Höhere intramuskuläre Fettgehalte führten desweiteren zu einer tendenziellen Verbesserung der Wasserbindungseigenschaften des Muskelgewebes. Die Werte für den Dripverlust und die elektrische Leitfähigkeit verringerten sich. pH45- und die Impulsimpedanzwerte stiegen mit Zunahme des IMF. Die Beziehungen zum pH45, LF24 und IMP24 waren rassenunabhängig statistisch gesichert.

Eine Änderung des IMF-Niveaus hat Auswirkungen auf die Mastleistungen und die Schlachtkörperzusammensetzung der Mastschweine. Über das gesamte Rassespektrum gesehen, ließen sich höhere IMF-Werte im Versuch nur durch steigende Prüftagszunahmen, erhöhten Fett- und niedrigeren Fleischansatz realisieren. Die Futterverwertung blieb unbeeinflusst.

Zum Teil wiesen die Probanden innerhalb der IMF-Klassen große Streuungen bei den Mast- und Schlachtleistungsparametern für die untersuchten Genkonstruktionen auf. Zum Beispiel konnten bei den F₁-Tieren nur für den Anstieg der Prüftagszunahmen und die Verringerung der Rückenmuskelfläche signifikante Beziehungen zum IMF ermittelt werden. Eine Analyse der DE- und PI-Tiere ließ innerhalb der IMF-Klassen ebenfalls teilweise hohe Standardabweichungen erkennen.

Somit ist die Einbeziehung des intramuskulären Fettgehaltes in den Selektionsindex scheint bei entsprechender Wichtung der bisher geprüften Parameter notwendig. Aufgrund des festgestellten niedrigen IMF-Niveaus der untersuchten Rassen und der daraus resultierenden negativen Auswirkungen für die sensorische Qualität, sollte der intramuskuläre Fettgehalt schnellstmöglich in die Zuchtarbeit einbezogen werden. Die Fleischbeschaffenheit (sowohl die technologische als auch die sensorische) wird auf einem umkämpften Markt immer mehr an Bedeutung gewinnen. Erfahrungen liegen in der Schweiz bereits vor.

Literaturverzeichnis

- BEJERHOLM, A. C. und P. BARTON-GADE (1986): Effect of intramuscular fat level on eating quality of pig meat. 32. European Congress of Meat Research Workers in Ghent
- FALKENBERG, H., LANGHAMMER, M. und G. KUHN (1994): Hoher Muskelfleischanteil ist nicht gleich hohe Qualität. Neue Landwirtschaft 12, 59 - 62
- FISCHER, K. (1996): Untersuchungen zur Variation des intramuskulären Fettgehaltes beim Schwein. Vortrag IMF-Kolloquium der TLL am 22./23. Oktober in Wilhelmsthal

- FISCHER, K. und H. ALPS (1988): Elektrische Leitfähigkeit und Verzehrsqualität von Schweinefleisch. Mitteilungsblatt der BAFF Kulmbach 27, 7918 - 7919
- GRESHAKE, F., SCHMITTEN, F. und K.-H. SCHEPES (1988): Untersuchungen zur Bestimmung des Tropfsaftverlustes von Schweinefleisch und dessen Zusammenhänge zu anderen Fleischqualitätskriterien. Fleischwirtschaft 68, 765 - 769
- HOFER, A. und D. SCHWÖRER (1995): Genetic parameters of production and meat quality traits of station tested Swiss Large White pigs. Submitted Paper. 46th Annual Meeting of the European Association of Animal Production 4.-8. Sept. Prag
- JAUD, D., WEIBE, K., GEHLEN, K.-H. und A. FISCHER (1992): pH-Wert und Leitfähigkeit - Vergleichende Messungen am Schweineschlachtkörper und ihre Beziehung zum Tropfsaftverlust. Fleischwirtschaft 72, 252 - 256
- KLETTNER, P. (1987): Farbe u. Farbhaltung v. Brühwurstaufschnitt i.d. Ladentheke. Fleischw. 67, 140
- LIPPMANN, I. (1995): Erst Fett gibt guten Geschmack. Neue Landwirtschaft (1995) 5, S. 64 - 65
- LÜTJENS, A. (1994): Ansätze zur Qualitätssicherung in der Schweineproduktion. Schriftenreihe des Inst. für Tierzucht u. Tierhaltung der Chr.-Albrechts-Universität Kiel, 82, 29
- MATTHES, W. und C. SCHUBERT (1997): Ein bißchen Fett muß sein. Bauernzeitung, Berlin 31; 46 - 47
- MOREL, P., SCHWÖRER, D. und A. REBSAMEN (1988): Einbau des intramuskulären Fettes in den Selektionsindex der MLP. Der Kleinviehzüchter 36, 1341 - 1350
- MÜLLER, S.; GERNAND, E.; MUBLICK, M. (1996): Untersuchungen zu Möglichkeiten der Einbeziehung des intramuskulären Fettgehaltes (IMF) bei der Qualitätsbeurteilung von Schweinefleisch. - Thüringer Landesanstalt f. Landw. (1996), Themenblatt-Nr.: 22.02.253/1996
- SCHWÄGELE, F. (1992): Erfassung von Qualitätsmerkmalen nach dem Schlachten. "Qualitätssicherung im Fleischbereich", Kulmbacher Reihe der Bundesanstalt für Fleischforschung, 11, 48 - 72
- SCHWÖRER, D., MOREL, P. und A. REBSAMEN (1989): Genetic variation in intramuscular fat content and sensory properties of pork. 40th Meeting of the Europ. Ass. F. Animal Production, 8/1989 Dublin
- SCHWÖRER, D., REBSAMEN, A. und D. LORENZ (1994): Die Schweinezucht - Grundlage zur Erzeugung von Qualitätsschweinefleisch. Der Kleinviehzüchter 42, 1397 - 1448
- SCHWÖRER, D., REBSAMEN, A. und D. LORENZ (1995): Leistung und Fleischqualität beim Schwein. Schriftenr. des Inst. für Nutztierwissenschaften, Ernährung-Produkte-Umwelt, ETH Zürich, 77 - 89
- WICKE, M., HEYLEN, K. und G. v. LENGERKEN (1996): Ergebnisse topografischer Untersuchungen zum intramuskulären Fettgehalt (IMF) des M. longissimus des Schweines. Vortrag zum IMF-Kolloquium der TLL am 22./23. Oktober in Wilhelmsthal

Autoren:

Marian Steinberg, Dr. Klaus Hörügel
LfL, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland
Am Park 3
04886 Köllitsch

Dr. Lore Schöberlein
LfL, Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen
Gustav-Kühn-Str. 8
04159 Leipzig

Einfluß der Fruchtbarkeit und Säugedauer auf das Ergebnis in der Kaninchenhaltung

Manfred Golze, Haike Gitter

Stichworte: Kaninchenhaltung, Fruchtbarkeitsleistung

Zusammenfassung

Bei allen Formen der Schlachttierproduktion, unabhängig von der Tierart, wirkt die Fruchtbarkeit maßgeblich auf das wirtschaftliche Ergebnis. In der Wirtschaftskaninchenhaltung werden der Besamungsrhythmus, die davon abhängige Säugedauer sowie die Anzahl Würfe und aufgezogenen Jungtiere als wesentliche Einflußgrößen auf die reproduktiven und produktiven Leistungen der Häsinnen angesehen. Für die Wirtschaftlichkeit werden im Schrifttum um die 50 verkaufsfähige Schlachtkaninchen je Zuchthäsin angegeben. Oftmals wird angenommen, daß infolge eines kurzen Wurfrhythmus (Besamungsrhythmus 33 Tage) die notwendige Zahl an Jungtieren am ehesten erzielt wird. Das Absetzen ist jedoch für die Jungtiere eine entscheidende physiologische Veränderung, die zu Krankheiten und Verlusten führen kann. So gehen die Aussagen auch weit auseinander. Deshalb wurden in den vorliegenden Untersuchungen Besamungsrhythmen von 33 (Variante I) und 42 Tagen (Variante II) gekoppelt mit einer Säugedauer von 28 bzw. 33 Tagen gewählt. Die Ergebnisse:

- In der Anzahl Jungtiere je Wurf gab es kaum Differenzen. Bei einem Besamungsrhythmus von 42 Tagen gab es 0,1 Jungtiere je Wurf mehr.
- In Versuchsgruppe II wurden pro Wurf 0,3 Kaninchen mehr lebend geboren. Es gab mehr Würfe mit nur lebenden Jungtieren.
- Gleichfalls konnten im Besamungsrhythmus von 42 Tagen 0,3 Jungtiere je Wurf mehr abgesetzt werden. Bei mehr Würfen wurden alle lebend geborenen Jungtiere aufgezogen.
- Bezogen auf 100 Besamungen wurden 76 Kaninchen bei der Variante I mehr abgesetzt.
- Die Anzahl Würfe, bei denen Häsinnen mit dem Werfen aussetzten und güst blieben, war bei Variante II geringer.
- Wie bei anderen Muttertieren spielte die Kondition und Gewichtsveränderung auf die Fruchtbarkeit eine Rolle. Ein konstantes Gewicht mit gleichmäßiger Kondition der Tiere zur Besamung hatte eine höhere Trächtigkeitsrate und ausgeglichene Würfe zur Folge.

1. Einleitung

Aus der Literatur ist bekannt, daß der Absetzzeitpunkt und damit die Säugedauer der Jungkaninchen auf folgende Parameter Einfluß haben kann:

- Fruchtbarkeit
- Gewichtsentwicklung der Häsinnen
- Futtermittelverwertung
- Verluste
- Lebendmasseentwicklung der Jungen
- Schlachtkörperwert
- Fleischbeschaffenheit

Für die Jungen ist das Absetzen eine einschneidende physiologische Veränderung. Früh abgesetzte Tiere sind empfindlicher, das Krankheits- und Verlustrisiko ist höher. Die Meinungen über den tatsächlichen Einfluß auf die reproduktiven und produktiven Leistungsmerkmale gehen auseinander. Die vorliegenden Untersuchungen sollten diese Kennzahlen analysieren.

2. Material und Methoden

Die Tiere wurden vom Vermehrungszuchtbetrieb für Zika-Kaninchen A. und M. Albert in Dösitz (Sachsen) zur Verfügung gestellt. Der Versuch wurde innerhalb von zwei Jahren in diesem Betrieb vorgenommen. Tabelle 1 zeigt das Material.

Pro Versuchsgruppe, in den folgenden Ausführungen Versuchsgruppe 1 gleich Variante I (VA I) und Versuchsgruppe 2 gleich Variante II (VA II), wurden 20 Junghäsinnen aufgestellt. Bis zum Absetzen sowie im Mastprozeß wurden alle Nachkommen im Jahr in die Untersuchungen einbezogen. Zur Erfassung der

Tabelle 1: Übersicht zum Material

Versuchsreihe		I	II
Besamungsrhythmus	Tage	33	42
Besamung nach Werfen	Tage	1	10
Säugedauer	Tage	28	33
Schlachtzeitpunkt	Tage	85	85
Häsinnen im Versuch	1993	20	20
	1994	20	20
Einbezogene Würfe/Häsin/Jahr		4	4
Stichprobe an Schlachtkaninchen		20	20
	davon männlich	10	10
	davon weiblich	10	10

Tabelle 2: Einfluß des Besamungsrhythmus auf die Wurfleistung

Schlachtleistung, dem Schlachtkörperwert und der Fleischbeschaffenheit wurden vier Würfe pro Häsin über das Jahr verteilt, und zu jeder Schlachtung je zehn männliche und weibliche Mastkaninchen probegeschlachtet, der Schlachtkörper zerlegt und Keule sowie Rücken im Labor für die Fleisch- und Fettsäureuntersuchung gegeben.

2. Ergebnisse

In den nachfolgenden Ausführungen werden der Effekt des Besamungsrhythmus auf die Wurf- und Aufzuchtleistung dargestellt und weitere Merkmale auf die Fortpflanzungsleistung bei diesen vergleichenden Untersuchungen beschrieben.

Wurfleistung

In VA I wurden im Mittel 10,1 Jungtiere je Wurf geboren und in II 10,2. Die Differenz von 0,1 zu Gunsten des Besamungsrhythmus von 42 Tagen konnte nicht gesichert werden (Tabelle 2). Beim Anteil lebend geborener Jungtiere je Wurf war der Unterschied mit 0,3 Stück in den Würfen der VA II größer und zu sichern.

Aufzuchtleistung

Von den lebend geborenen Jungtieren konnten im Mittel je Wurf 8,2 in VA I und 8,5 in II aufgezogen werden. Somit konnten nach 33 Tagen Säugedauer der VA II 0,3 Jungtiere pro Wurf mehr abgesetzt werden. Diese Differenz ist gesichert. Die Jungtiere der VA I erreichten nach 28 Tagen ein Absetzgewicht im Mittel von 625 g. Die Tiere aus der VA II, die fünf Tage älter waren, erreichten ein Absetzgewicht von 918 g (Tabelle 3).

Versuchsreihe	Versuchsjahr	Geborene Jungtiere je Wurf Ø		
		gesamt	lebend	tot
I	1993	9,5	8,2	1,2
	1994	10,6	9,8	0,8
ges.		10,1 ± 1,7	9,1 ± 2,0	1,0 ± 1,22
II	1993	9,8	8,4	0,6
	1994	10,6	9,7	0,9
ges.		10,2 ± 1,5	9,4 ± 1,8	0,8 ± 1,3

Tabelle 3: Einfluß des Besamungsrhythmus auf die Aufzuchtleistung

Versuchsreihe	Versuchsjahr	Aufgezogene Tiere/Wurf	Absatzgewicht in g
I	1993	7,3	628
	1994	9,0	623
ges.		8,2 ± 1,8	625 ± 30
II	1993	8,4	915
	1994	8,7	921
ges.		8,5 ± 1,1	918 ± 24

Tabelle 4: Einfluß des Besamungsrhythmus auf die Wurfleistung bez. auf 100 Bedeckungen

Versuchsreihe	Versuchsjahr	Anzahl Jungtiere		
		gesamt auf 100 Bedeckungen	davon lebend	aufgezogen
I	1993	702	606	539
	1994	851	785	719
ges.		774	696	629
II	1993	806	752	689
	1994	871	798	721
ges.		839	775	705

Tabelle 5: Ausgewählte Merkmale der Wurfleistung

Merkmal	Besamungsrhythmus 33 Tage	Besamungsrhythmus 42 Tage
Häsinnen ohne Aussetzer	17	24
Würfe nur lebend geborene Jungkaninchen	54	77
Würfe alle lebend geborene Jungkaninchen aufgezogen	12	22

Wurfleistung auf 100 Besamungen

Bezogen auf 100 Bedeckungen wurden in VA I 774 Jungtiere geboren, davon 696 lebend. 629 wurden abgesetzt. In VA II wurden dagegen 839 Junge geboren, 775 lebend, 709 wurden abgesetzt (Tabelle 4). Bei einer Säugedauer von 33 und einem Besamungsrhythmus von 42 Tagen wurden also 11,1 % mehr Tiere lebend geboren und 12,1 % mehr aufgezogen.

Wurfleistung und Kondition

In einigen Merkmalen der Fruchtbarkeit gab es Differenzen zwischen den Gruppen, so etwa im Aussetzen mit Würfen. Von den 40 Häsinnen je Versuchsreihe haben 17 der VA I und 24 der VA II nicht zwischen den Würfen ausgesetzt. Bei den anderen kam es zu Ausfällen, meist nach dem 3. oder 4. Wurf. Sie blieben güst und warfen nicht, die Zwischenwurfzeit verlängerte sich (Tabelle 5).

Auch bei Würfen mit nur lebend geborenen Jungtieren gab es Unterschiede. In VA I konnten 54 Würfe mit nur lebenden Jungen gezählt werden. In VA II waren es 77 Würfe. Gleichfalls wurden bei VA I nach einer Säugedauer von 28 Tagen in 12 Würfen alle lebend geborenen Jungtiere aufgezogen. In VA II wurden nach 33 Säugetagen bei 22 Würfen alle lebend geborenen Jungtiere abgesetzt.

Wie bei anderen Muttertieren auch ist bei Zuchtkaninchen eine gleichbleibende Zuchtkondition von Vorteil. Häsinnen mit ausgeglichenerem Gewicht zur

Belegung erreichen ausgeglichene Würfe, weniger „Aussetzer“ und damit eine bessere Fruchtbarkeit. Stark abgesaugte Muttertiere mit hohen Gewichtsverlusten haben mit der Fruchtbarkeit Probleme. Die Trächtigkeitsrate ist geringer.

Um wirtschaftlich Kaninchen zu erzeugen, gibt die Literatur 50 Schlachtkaninchen je Häsinn und Jahr als Mindestmaß an. Gut organisierte Betrieben mit straffem Hygieneprogramm erreichen diese Zahl. Infolge eines Besamungsrhythmus von 33 Tagen soll die notwendige Zahl an Jungtieren am besten erzielt werden. Theoretisch sind bei VA I 11,06 Würfe pro Häsinn und Jahr maximal möglich, bei VA II 8,69 Würfe.

Im Untersuchungsbetrieb erreichten die Häsinnen mit einem Besamungsrhythmus von 33 Tagen im Mittel 8,6 Würfe und die Häsinnen mit einem Rhythmus von 42 Tagen 7,7 Würfe. Dabei ist zu erwähnen, daß im Sommer die Zwischenwurfzeit im Betrieb einmal gezielt verlängert wurde. Die Nachfrage nach Schlachtkaninchen ist im Sommer geringer. Dies wirkte aber für beide Versuchsreihen gleichermaßen. Unter Beachtung der bisherigen Ergebnisse konnten bei VA I 70,5 Jungtiere pro Häsinn und Jahr in die Mast aufgestellt werden, in VA II waren es 65,5. Damit werden bei einem Besamungsrhythmus von 33 Tagen die Aussagen der Literatur bestätigt und im Mittel pro Häsinn fünf Jungkaninchen mehr produziert.

Tabelle 6: Einfluß von Gewicht und Kondition der Häsinn auf die Fruchtbarkeit

Häsinn	Merkmal	Wurf Nr. 1	2	3	4
1	Gewicht bei KB (kg) Wurfgröße	4,39	4,411	4,212	4,212
2	Gewicht bei KB (kg) Wurfgröße	3,98	4,0 10	4,1 12	4,1 10
3	Gewicht bei KB (kg) Wurfgröße	4,111	4,29	4,211	4,210
4	Gewicht bei KB (kg) Wurfgröße	4,38	4,48	3,9-	3,3-

Autoren:

Dr. Manfred Golze, Haike Gitter
LfL, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland
Am Park 3, 04886 Köllitsch

Die Untersuchungen wurden gefördert durch das
Sächsische Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten.

Entwicklung von Gräsern bei Düngungsverzicht und extensiver Nutzung

Heinrich Olschewski, Karl Stitz

Stichwort: Extensive Graslandnutzung

Zusammenfassung

Für die sächsischen Standortbedingungen zeigen diese Untersuchungen:

- Die Etablierung dauerhafter Grasnarben für extensive Nutzung bei völligem Düngungsverzicht gelingt im Mittelgebirge (Agrarstrukturgebiet V) eindeutig besser als auf dem Lößlehmstandort (Agrarstrukturgebiet III).

###

Agrarstrukturgebiet V als Folge der dort deutlich höheren Aufwüchse mehr Kosten als im Gebiet III.

###

häufiger Nutzung und Weißkleeanteilen am Bestand von mindestens 20 % tritt dieser Nachteil, wie noch laufende Untersuchungen zeigen, nicht mehr so in Erscheinung.

###

Flächen mit Grasbeständen ohne Düngung und Abschöpfung des Ertrages neigen nicht zum Nitrateintrag in das Grundwasser. Vielmehr ist zu befürchten, daß die zunehmende Verarmung des Bodens an Grundnährstoffen sich nachteilig auf die Bodenbiologie und Artenvielfalt auswirkt.

Umfang und die Intensität der Rinder- und Schafhaltung bestimmen wesentlich die Flächenausstattung mit Grünland in den landwirtschaftlichen Betrieben. Das in den Grünlandregionen des Landes gegenwärtig vorherrschende geringere Interesse an der ausgeprägten Nutzung des Wirtschaftsgrünlandes ist eine Folge der rapide gesunkenen Tierbestände. Nun liegt aber die Aufrechterhaltung der Mindestnutzung des Grünlandes im kulturlandwirtschaftlichen Interesse. Auch ist die Sicherung des Wasserschutzes auf den Grünlandstandorten ohne Frage. Auf Grenzertragsstandorten des Ackerlandes sowie zur dauerhaften Erosionsminderung auf landwirtschaftlichen Flächen ist die Neuanlage von Grünland von wachsender Bedeutung. Das trifft ebenso auf die Ansaat von Ackerland zur mehrjährigen Stilllegung zu.

Für jede dieser Anforderungen sind standortdifferenzierte Kenntnisse von den Arten und Sorten der Grünlandpflanzen unter extensiven Nutzungsbedingungen von praktischem Interesse. Die Werteeigenschaften jeder Sorte der Futtergräser sind vor ihrer amtlichen Anerkennung festgestellt worden und in der „Beschreibenden Sortenliste“ veröffentlicht. Jedoch geht weder aus Wertprüfungen noch den bisherigen Landessortenprüfungen hervor, welche Eignung die Art/Sorte für eine eventuell beabsichtigte extensive Nutzung hat.

Bei der Züchtung von Futterpflanzen haben Kriterien dieser Art bisher keine Bedeutung, denn noch immer drücken sich die Werteeigenschaften einer Sorte im Ertrag, der Futterqualität, Resistenzeigenschaften u. a. m. aus. Dennoch ist es bei wachsender praktischer Bedeutung der Extensivierung in Sachsen wichtig, Fragen der nicht intensiven Nutzung von Grassorten zu bearbeiten.

Mit den Strukturveränderungen nach 1990 ergab sich die Chance, eine noch von der Zentralstelle für Sortenwesen Nossen an zwei Standorten in Sachsen angelegte Wertprüfung „umzuwidmen“ und für die Extensivierung zu nutzen. In den Versuchstationen Forchheim und Oberwiera (Tabelle 1) wurden 17 Sorten und 15 Stämme (Tabelle 2) auf folgende Fragestellung hin geprüft:

1. Wie verhalten sich Gräser unter extrem extensiven Nutzungsbedingungen hinsichtlich, Ertrag, Ausdauer und Narbenbildung?
2. Welche Grasarten eignen sich am besten für die Neuanlage bzw. Nachsaat von Grünland bei extensiver Nutzung oder die mehrjährige Stilllegung von Ackerland?

Die Gräser wurden 1990 auf beiden Standorten als teilrandomisierte Blockanlagen und in der für Sortenwertprüfungen üblichen Flächengröße (Erntefläche 12 m²) in vierfacher Wiederholung angesät.

Tabelle 1: Allgemeine Angaben zu den Versuchsorten

	FORCHHEIM	OBERWIERA
Leitbodenform	Berglehm-Braunerde	Lößkerf-Braunstaugley
Standorttyp	V 8 a	Lö 5 b
Agrarstrukturgebiet	Erzgebirgskamm (V)	Mittels. Lößgebiet (III)
Bodenart	SL	L
Ackerzahl	33	54
Höhenlage über NN [m]	565	273
Niederschläge im Jahr[mm]	880	664
Temperaturen im Jahr [°C]	6,5	8,3

Tabelle 2: Geprüfte Grasarten und -sorten

Art	Anzahl Sorten	Stämme	Gesamt
Deutsches Weidelgras (<i>Lolium perenne</i>)	8	5	13
Wiesenschweidel (<i>Festulolium braunii</i>)	1	4	5
Rohrschwingel (<i>Festuca arundinacea</i>)	1	1	2
Knaulgras (<i>Dactylis glomerata</i>)	2	1	3
Wiesensieschgras (<i>Phleum pratense</i>)	3	2	5
Wiesenrispe (<i>Poa pratensis</i>)	2	2	4
insgesamt	17	15	32

□

Die Bodenuntersuchung der Versuchsflächen (Tabelle 3) läßt erkennen, daß bei Düngungsverzicht (mineralisch wie organisch) die Grundnährstoffe Phosphor und Kali stark zurück treten und dies sowohl auf Löß- wie Verwitterungsboden. Noch im Jahre 1990 lagen die Versorgungsstufen (VST) bei P und K in den Bereichen D bis E.

Um festzustellen, ob von extensiv mit Gras genutzten Flächen Gefahren zum Nährstoffeintrag, insbesondere mit NO₃ ausgehen könnten, wurde jeweils nach Vegetationsende der Jahre 1992 und 1993 eine Bodenuntersuchung auf den Reststickstoffgehalt vorgenommen. Abbildung 1 zeigt am Beispiel des Lö-Standortes, wie gering der N_{min}-Gehalt dieses ansonsten nährstoffreicheren Bodens bei völligem Düngungsverzicht ausfällt. Eine negative Grundwasserbeeinträchtigung kann bei Gehalten von 16 kg/ha, davon höchstens 12 kg/ha in Form von NO₃, wohl kaum ausgehen. Im übrigen sind die Unterschiede zwischen den Grasarten unbedeutend. Eher läßt sich erkennen, daß mit Fortdauer der extensiven Nutzung die Gehalte weiter absinken, wie es Werte von 1993 anzeigen.

Der Versuch war an folgende Vorgaben geknüpft:

Düngungsverzicht von 1991 bis 1994,

Jährliche Ertragsanteilschätzung (EA) nach KLAPP-STÄHLIN zum ersten Aufwuchs,

Späte Aberntung des ersten Aufwuchses (Ende Juni in Oberwiera; Mitte Juli in Forchheim),

Zweischnittige Nutzung,

Ertragsfeststellung in Grünmasse (GM) und Bestimmung Trockenmasse (TM),

Bonituren nach Bundessortenamt (BSA)-Kriterien vor und nach Winter,

Bodenbeprobung auf Grundnährstoffe und N_{min} im Spätherbst.

Tabelle 3: Grundnährstoffversorgung der Versuchsflächen

	Forchheim 1992/93	Oberwiera 1992/93
pH-Wert	6,21	6,02
Phosphor □[mg/100 g Boden]	7,26	5,09
VST	C	B
Kalium □[mg/100 g Boden]	5,83	7,46
VST	B	C
Magnesium [mg/100 g Boden]	3,21	16,96
VST	A	E

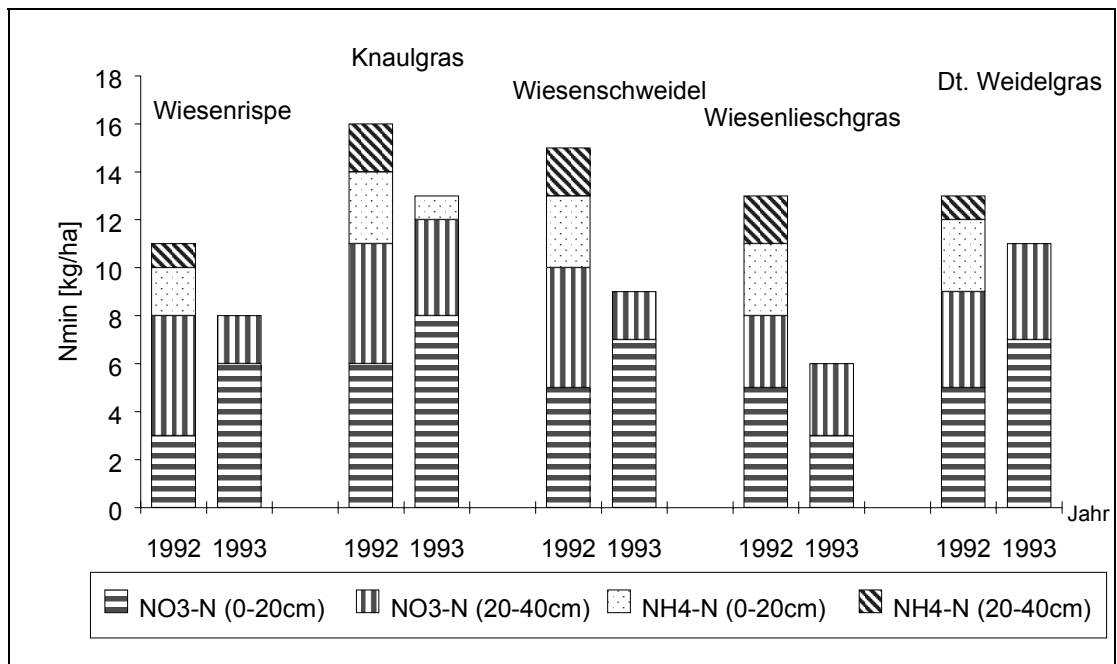


Abbildung 1: Ergebnisse der N_{min}-Bodenuntersuchung

□

Im ersten Jahr nach der Ansaat (1991) wurden keine Meßdaten erfaßt. Für die drei nachfolgenden Jahre (1992 bis 1994) lassen einige praktische Schlußfolgerungen ableiten:

Wiesenrispe	38 dt/ha
Knaulgras	31 dt/ha
Wiesenschweidel	31 dt/ha
Deutsch. Weidelgras	29 dt/ha

1. Die Erträge (Tabelle 4) geben Hinweise auf die Extensivierungseignung der einzelnen Grasarten. Im Mittel der Jahre 1992 bis 1994 und beider Standorte lagen die TM-Erträge bei:

Wiesenlieschgras	54 dt/ha
Rohrschwengel	48 dt/ha

Deutsches Weidelgras und Wiesenschweidel zeigen zudem wenig Narbenbildungsvermögen (Tabelle 4, Ertragsanteil). Widersprüchlich bleibt, daß insbesondere auf den für den Weidelgrasanbau gut geeigneten Lößböden Erträge und Ertragsanteile dieser Arten stark zurückgegangen sind (Abbildung 2).

Tabelle 4: Trockenmasseerträge und Ertragsanteile der Grasarten in den Jahren 1992 bis 1994

	Versuchsort	Trockenmasseertrag				Ertragsanteil			
		[dt/ha]			(1992=100%)	[%]			(1992=100%)
Grasart		1992	1993	1994	1994	1992	1993	1994	1994
Deutsches Weidelgras	Forchheim	38,7	35,1	36,0	93,0	76,6	68,5	64,4	84,0
	Oberwiera	35,1	16,2	14,0	39,8	77,7	62,6	51,1	65,7
Wiesenschweidel	Forchheim	39,2	37,0	41,2	105,0	81,3	90,3	84,3	103,7
	Oberwiera	38,5	14,4	16,0	41,5	80,0	74,8	52,0	65,0
Rohrschwengel	Forchheim	42,7	44,8	51,3	120,1	86,0	91,3	86,7	100,7
	Oberwiera	80,5	37,9	33,3	41,4	86,0	90,0	77,7	90,3
Knaulgras	Forchheim	29,6	34,4	43,8	147,8	96,0	96,3	95,3	99,3
	Oberwiera	35,6	25,4	18,9	53,0	96,7	91,0	84,3	87,2
Wiesenlieschgras	Forchheim	48,0	61,2	53,5	133,8	86,4	93,4	89,6	103,7
	Oberwiera	76,8	52,7	31,0	40,3	89,4	67,4	77,2	86,3
Wiesenrispe	Forchheim	44,0	50,1	42,2	95,9	75,3	65,8	59,5	79,0
	Oberwiera	37,9	29,8	21,3	56,1	88,0	82,0	74,8	84,3

□

2. Beträchtliche Unterschiede bestehen zwischen den Standorten. So ist eine extensive Grasnutzung im Bergland (Standort Forchheim) offenbar günstiger als auf den besserwertigen Böden in Ackerbaugebieten (Standort Oberwiera). Höhe und Verteilung der Niederschläge, geologische Bodenbedingungen und nicht zuletzt die natürlich gut ausgeprägte Weißkleewüchsigkeit sind offensichtlich die Vorteile der Gebirgslage.
3. Besser noch als am Ertrag ist an der Entwicklung der Ertragsanteile abzulesen, wie sich die jeweilige Art an der Grasnarbenbildung zu beteiligen vermag. Am besten ist Knaulgras (im Mittel 93 %), gefolgt von Rohrschwengel und Wiesenlieschgras (Abbildung 3). Damit sollte diesen Arten bei der Zusammenstellung von Saatmischungen zur Mahd für extensive Nutzungen verstärkt Beachtung geschenkt werden. Deutsches Weidelgras mit zuletzt nur noch 51 % Bestandesanteil auf dem Lö-Standort vermag sich nicht mehr bestimmend an der Grasnarbenentwicklung zu beteiligen, so daß im Fall hoher Saatanteile in der Mischung die Gefahr besteht, daß sich z. B. Gemeiner Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) und Distelarten (*Cirsium spec.*) unverhältnismäßig hoch ausbreiten können.
4. Die zwischen den Sorten und Stämmen einer Art gefundenen Unterschiede können für Überlegungen einer extensiven Nutzung vernachlässigt werden, wie dies aus den Abbildungen 4 und 5 zu ersehen ist. Die Differenzen zwischen den Standorten überlagern die geringeren zwischen den Sorten deutlich.
5. Die Wiesenrispe hat eine schwache Anfangsentwicklung nach der Aussaat. Für Reinsaaten ist sie unabhängig von der Sorte nicht geeignet. Sie setzt sich im allgemeinen erst nach einigen Jahren stärker durch. Doch war das auf beiden Standorten nicht zu erkennen (Abbildung 5). Vielmehr gehen die Ertragsanteile zurück. Im Saatgemisch für Grünland, besonders bei Weidenutzung, darf allerdings Wiesenrispe nicht fehlen, denn sie ist neben Rotschwengel ein unverzichtbares Untergras in der Narbe.
6. Wiesenschwengel (*Festuca pratensis*) und Rotschwengel (*Festuca rubra*) standen für den Versuch leider nicht zur Verfügung, so daß mit dieser Arbeit eine vollständige Übersicht zur Ansaatwürdigkeit aller anbaurelevanten Grasarten nicht gegeben werden kann.

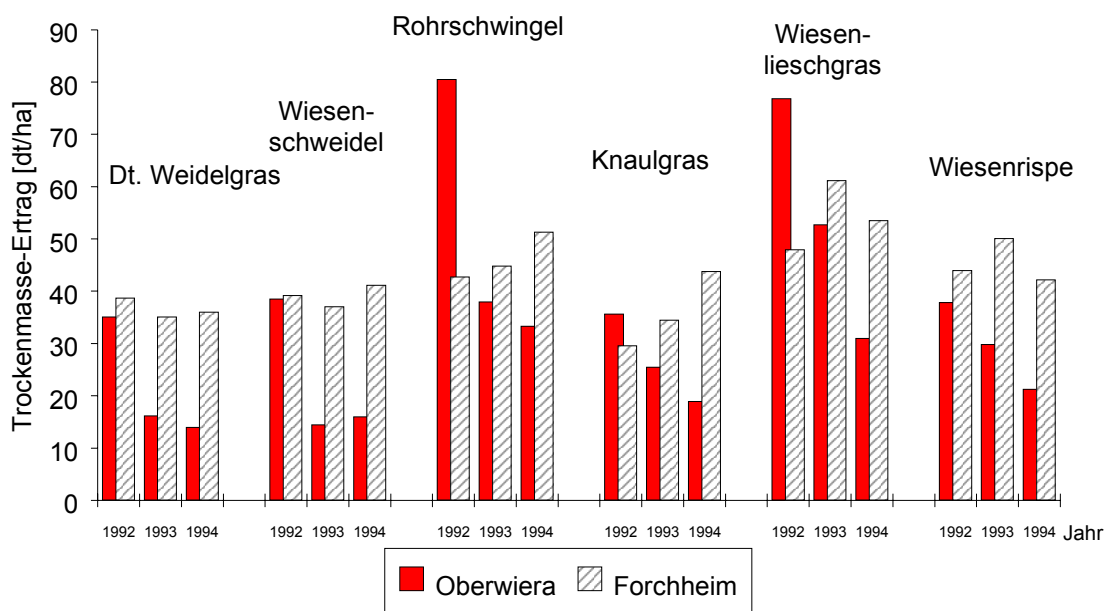


Abbildung 2: Trockenmasseerträge bei extensiver Nutzung

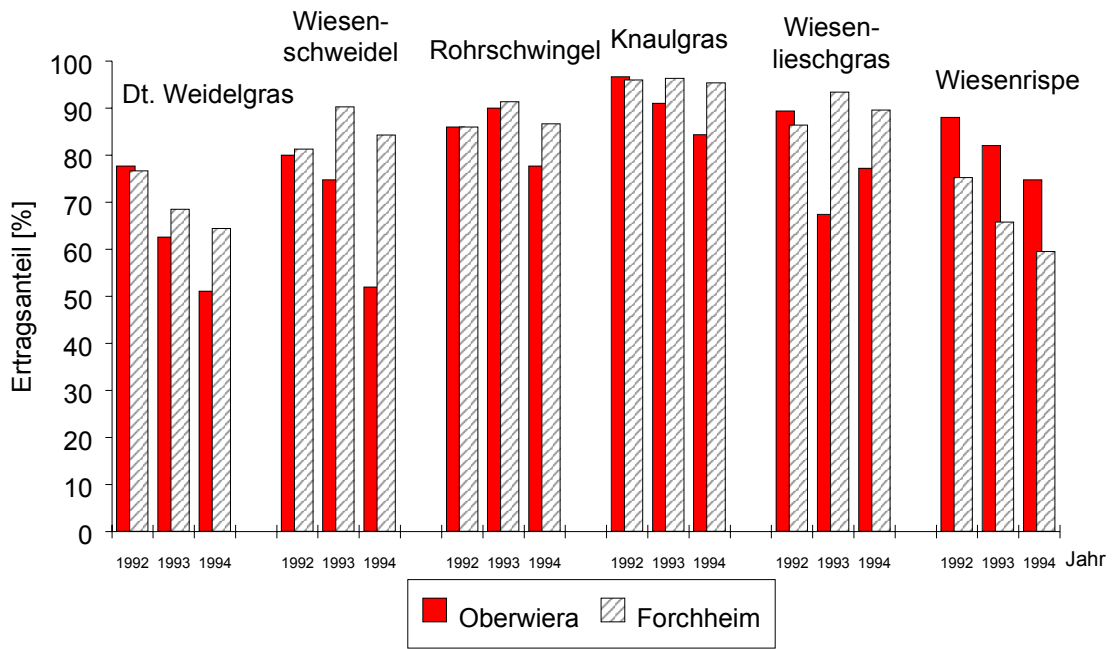


Abbildung 3: Ertragsanteile bei extensiver Nutzung

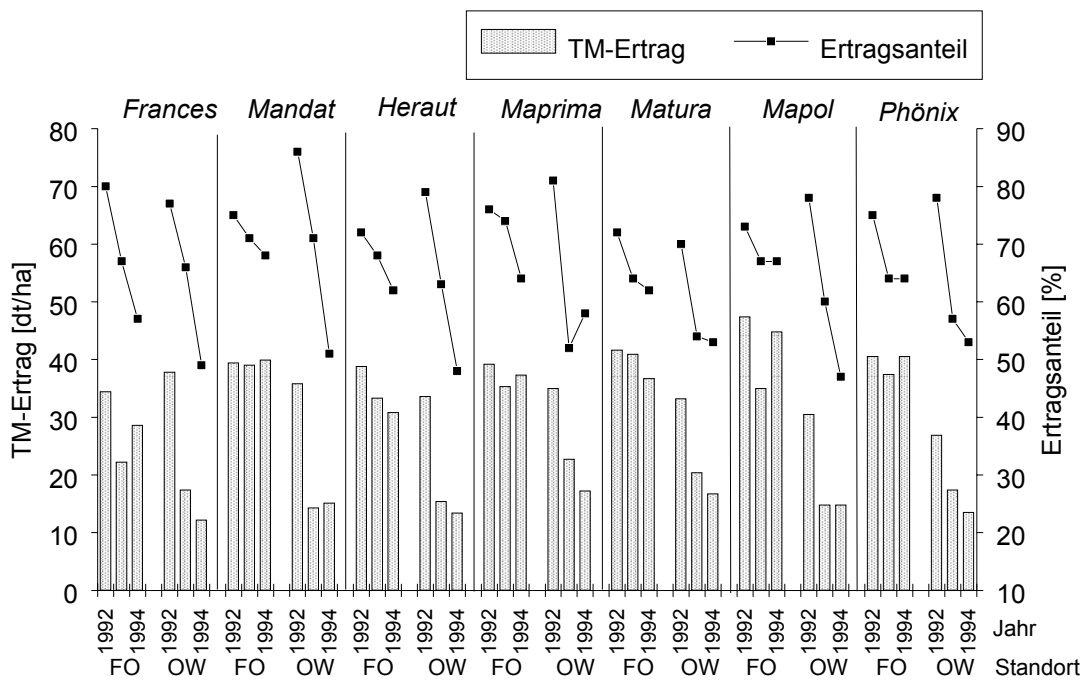


Abbildung 4: Trockenmasseertrag (TM-Ertrag) und Ertragsanteil von Deutschem Weidelgras in Forchheim (FO) und Oberwiera (OW)

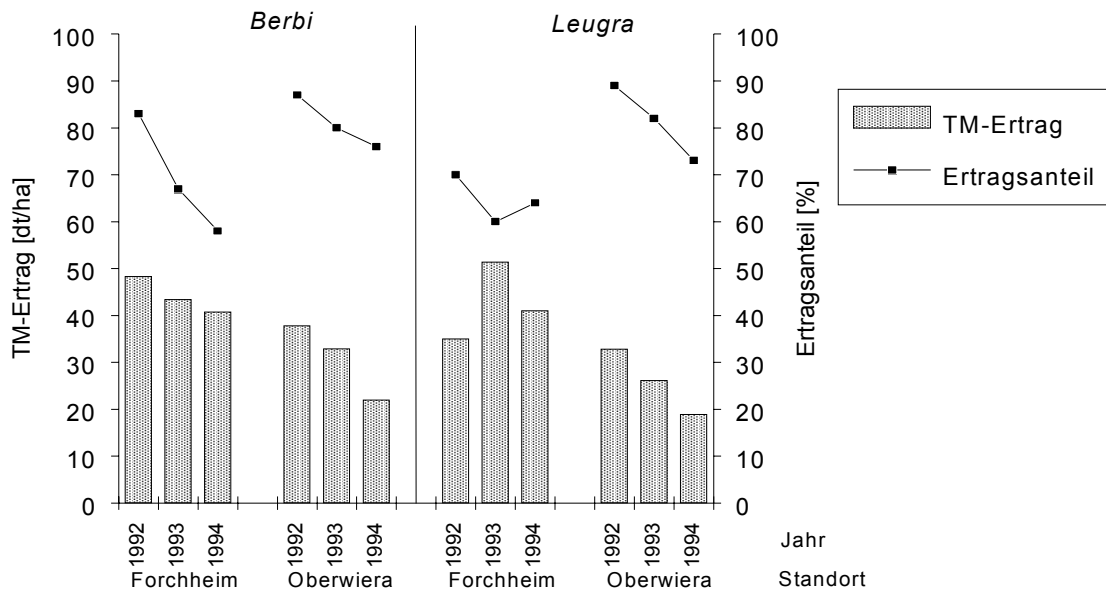


Abbildung 5: Trockenmasseertrag (TM-Ertrag) und Ertragsanteil von Wiesenrispe in Forchheim und Oberwiera

Autoren:

Dr. Heinrich Olschewski, Karl Stitz
 LfL, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland
 Christgrün Nr. 13
 08543 Pöhl

Extensivierung von Wirtschaftsgrünland in Sachsen

Gerhard Riehl

Stichwort: Extensive Grünlandnutzung

Zusammenfassung

Die Auswirkungen der Extensivierung auf Ansaatgrünland, welches noch für große Teile Sachsens typisch ist, werden im Rahmen der begleitenden Forschung zum Förderprogramm „Umweltgerechte Landwirtschaft“ (UL) vom Grünlandreferat untersucht. Dazu wurde u. a. 1990 auf dem Versuchsfeld in Lauterbach/Erzgebirge ein Exaktversuch angelegt, in dem Nutzungshäufigkeit und -beginn sowie Düngung geprüft werden.

Durch eine Reduzierung der Stickstoffdüngung auf 100 kg/ha wurden die Erträge an Trockenmasse und Rohprotein bei einer Dreischnittnutzung, die z. B. für das Versuchsfeld Lauterbach angemessen ist, um nahezu 20 % gesenkt. Bei Vierschnittnutzung gingen die Trockenmasse- und Rohproteinerträge um etwa 25 % zurück.

Wurde auf die N-Düngung verzichtet, so wurden noch immer beachtliche 64-77 % der Erträge wie bei N-Düngung mit 200 bzw. 150 kg/ha erzielt.

Ein negativer Einfluß der verringerten oder unterlassenen N-Düngung auf die Gehalte an Rohprotein und Rohfaser sowie die Verdaulichkeit konnte nicht festgestellt werden, wenn die Nutzungshäufigkeit beibehalten wurde.

Grünlandnutzung mit reduziertem Mitteleinsatz führt zwar zu einer Minderung der Flächenerträge an Trockenmasse, Rohprotein und Energie, aber nicht zwangsläufig zu einer Verschlechterung der Futterqualität.

Bei später Schnittnutzung sind insbesondere die ersten Aufwüchse nur bedingt als Futter geeignet.

Der Weißkleeanteil im Bestand wird durch die Stickstoffdüngung eindeutig beeinflusst. Bestände mit Weißklee, aber ohne mineralische Stickstoffdüngung, können zwar geringere Trockenmasseerträge aufweisen, aber damit sind nicht zwangsläufig entsprechend geringere Nährstoffträge verbunden. Weißklee sollte also durch die Bewirtschaftung gefördert werden.

Übersicht 1: Nutzungsfrequenz und Düngung bei der Extensivierung von Wirtschaftsgrünland

Beibehaltung der bisherigen Nutzungsfrequenz und	Änderung der bisherigen Nutzungsfrequenz und
Verringerung der mineralischen N-Düngung oder Verzicht auf die mineralische N-Düngung oder Verringerung der mineralischen N-Düngung und Grunddüngung oder Verzicht auf die mineralische N-Düngung und Grunddüngung	Verringerung der mineralischen N-Düngung oder Verzicht auf die mineralische N-Düngung oder Verringerung der mineralischen N-Düngung und Grunddüngung oder Verzicht auf die mineralische N-Düngung und Grunddüngung

□

1. Allgemeines

1996 wurden in Sachsen 62 % des Grünlandes im Rahmen des Förderprogrammes „Umweltgerechte Landwirtschaft“ (UL), Teilprogramm KULAPI bewirtschaftet, d. h. auf 113.105 ha Grünland wurden flächenbezogene „extensive Bewirtschaftungsweisen“ gefördert.

Extensivierung ist kein absoluter Begriff, sondern wird meist mit einer Aufwandverringerung, welcher Art auch immer, in Verbindung gebracht. Diese Aufwandverringerung betrifft bei der Grünlandbewirtschaftung insbesondere die Bewirtschaftungsparameter Düngung und Nutzungsfrequenz (Übersicht 1).

Je nach Standort, wobei insbesondere das Stickstoffnachlieferungsvermögen des Bodens eine große Rolle spielt, hat dies für den Einzelbetrieb in Abhängigkeit von der gewählten Kombination der Bewirtschaftungsparameter unterschiedliche Auswirkungen auf den Futterertrag und die Futterqualität.

2. Auswirkung der Extensivierung auf die Grünlandbewirtschaftung

Die Auswirkungen der Extensivierung auf Ansaatgrünland, welches noch für große Teile Sachsens typisch ist, werden anhand von Versuchsergebnissen (Versuch 108, Versuchsführer Grünland 1996/97) dargestellt. Dazu erfolgte 1990 auf dem Grünlandversuchsfeld in Lauterbach/Erzgebirge (650 m über NN; langjährige Jahresmittel: 740 mm Niederschläge und 6,6 °C) eine Ansaat mit der wissenschaftsorientierten Sächsischen Qualitäts-Saatmischung G5, die für Mähweiden frischer und wechselfeuchter Lagen sowie das Mittelgebirge und bei wenig intensiver Nutzung, auch auf weidelgrasunsicheren Standorten geeignet ist. Ab 1991 wurden in vierfacher Wiederholung die Faktoren Nut-

zungshäufigkeit und -beginn sowie Düngung geprüft.

Die inzwischen sieben Jahre alte Ansaat befindet sich noch nicht in einem für Dauergrünland typischen Gleichgewichtszustand. Im folgenden werden daher für den Futterertrag und die -qualität die Mittelwerte der Jahre 1994 bis 1996 oder ausgewählte Jahreswerte vorgestellt.

2.1 Auswirkung auf den Futterertrag

In Tabelle 1 sind die Erträge (Mittel der Jahre 1994 bis 1996) an Trockenmasse und Rohprotein sowie die entsprechenden Stickstoffentzüge bei unterschiedlicher Nutzungshäufigkeit und Düngung aufgeführt.

2.1.1 Vier- bzw. Dreischnittnutzung

Eine Reduzierung der Stickstoffdüngung von 200 kg/ha auf 100 kg/ha bewirkte bei viermaliger Schnittnutzung einen Rückgang des Trockenmasseertrages um 23 % von 92,4 dt/ha auf 70,9 dt/ha. Bei dreimaliger Schnittnutzung ging der Ertrag von 85,9 dt/ha auf 71,2 dt/ha um 17 % zurück, wenn die Stickstoffdüngung um 50 kg/ha auf 100 kg/ha verringert wurde.

Das völlige Weglassen der Stickstoffdüngung führte bei beiden Nutzungshäufigkeiten zu einem Rückgang des Ertrags um 35 % gegenüber der mit 200 N bzw. 150 N gedüngten Variante. Dagegen war der Ertragsrückgang um 17 % bei der Vier- bzw. 20 % bei der Dreischnittnutzung gegenüber den mit 100 N gedüngten Varianten weniger stark.

Der Trockenmasseertrag ist jedoch kein geeignetes Kriterium, um den Verlust an Futter bzw. der daraus erzielbaren Leistung zu bewerten.

Tabelle 1: Trockenmasse- und Rohproteinерtrag (TM-, RP-Еrtrag) sowie N-Entzug eines 1990 angesäten Bestandes bei unterschiedlicher Nutzungshäufigkeit und Düngung im Mittel der Jahre 1994 bis 1996

(N = Stickstoffdüngung in kg/ha*Jahr; P/K = Grunddüngung nach Entzug;
0/P/K = kein N, nur P/K; 0/0/0 = keine mineralische Düngung)

Aufwuchs	TM- Ertrag [dt/ha]	RP- Ertrag [dt/ha]	N- Entzug [kg/ha]	TM- Ertrag [dt/ha]	RP- Ertrag [dt/ha]	N- Entzug [kg/ha]	TM- Ertrag [dt/ha]	RP- Ertrag [dt/ha]	N- Entzug [kg/ha]
4 Schnitte pro Jahr									
	200N/P/K			100N/P/K			0/P/K		
1	34,5	5,7	91,9	32,0	5,2	83,3	23,0	3,9	62,7
2	23,2	4,1	65,6	22,9	3,8	61,0	17,3	3,0	48,5
3	23,2	3,6	57,1	13,2	2,1	33,6	14,8	2,9	47,1
4	11,4	2,1	33,9	2,7	0,5	8,2	4,0	0,8	13,1
Summe	92,4	15,5	248,6	70,9	11,6	186,2	59,1	10,7	171,4
3 Schnitte pro Jahr									
	150N/P/K			100N/P/K			0/P/K		
1	47,5	5,3	85,4	44,1	5,2	83,8	33,8	4,5	71,5
2	22,2	3,4	54,0	21,6	3,1	49,7	15,5	2,8	45,0
3	16,2	2,6	42,0	5,6	0,9	13,8	7,5	1,5	23,9
Summe	85,9	11,3	181,4	71,2	9,2	147,3	56,8	8,8	140,3
2 Schnitte pro Jahr / 1. Schnitt Ende Juni									
	100N/P/K			0/P/K			0/0/0		
1	79,4	6,8	109,0	47,3	4,7	75,0	30,5	2,9	46,1
2	35,3	3,6	56,9	18,0	2,7	43,3	7,4	1,0	16,5
Summe	114,7	10,4	165,9	65,2	7,4	118,3	37,9	3,9	62,6
2 Schnitte pro Jahr / 1. Schnitt Mitte Juli									
	100N/P/K			0/P/K			0/0/0		
1	88,5	5,4	87,2	55,3	4,7	75,5	40,0	3,1	48,9
2	28,2	3,3	53,4	12,0	1,8	29,4	4,6	0,7	11,1
Summe	116,6	8,8	140,5	67,3	6,6	104,9	44,6	3,7	60,0

□

Vergleicht man die Rohproteinерträge, so wird ebenfalls die Wirkung der reduzierten Stickstoffdüngung von 200 kg N/ha auf 100 kg N/ha bzw. 150 kg N/ha auf 100 kg N/ha deutlich. Bei der Vierschnittnutzung sank der Rohproteinерtrag um 25 % von 15,5 auf 11,6 dt/ha bzw. bei der Dreischnittnutzung um 19 % von 11,3 auf 9,2 dt/ha.

Wurde auf die Stickstoffdüngung völlig verzichtet, so konnten immerhin noch 10,7 dt/ha (4 Schnitte) bzw. 8,8 dt/ha (3 Schnitte) an Rohprotein geerntet werden, dies sind 69 % bzw. 77 % gegenüber den mit 200 N bzw. 150 N gedüngten Varianten.

In den nicht mit Stickstoff gedüngten Varianten wurden bereits 171 kg N/ha bei Vierschnitt- bzw. 140 kg N/ha bei Dreischnittnutzung mit dem Ernte-

gut abgefahren. Diese Stickstoffmengen stammen aus der Stickstoff-Fixierung der Leguminosen, der Stickstoff-Nachlieferung des Bodens sowie anderen Quellen (z. B. Niederschläge).

Die zusätzliche mineralische N-Düngung bewirkte keinen proportionalen Anstieg des Stickstoffentzugs. Die Entzugswerte von 186 kg N/ha bzw. 249 kg N/ha bei Vierschnitt- und 147 kg N/ha bzw. 181 kg N/ha bei Dreischnittnutzung weisen darauf hin, daß hier die Stickstoffquellen, die in der Variante ohne mineralischen Stickstoff erhebliche Mengen geliefert hatten, nicht in vollem Umfang zur Verfügung standen oder ein Teil des gedüngten Stickstoffs nicht verwertet wurde.

2.1.2 Zweischnittnutzung mit spätem 1. Schnitt

Bei später Schnittnutzung (1. Schnitt Ende Juni bzw. Mitte Juli) konnten trotz unterlassener Stickstoffdüngung noch hohe Trockenmasseerträge erreicht werden (65,2 bzw. 67,3 dt/ha), die in erster Linie auf einem massenwüchsigen ersten Aufwuchs beruhen. Das Weglassen der mineralischen Stickstoffdüngung führte aber gegenüber einer mit 100 kg N/ha gedüngten Zweischnitt-Variante zu einem Ertragsrückgang von etwa 50 dt/ha.

Der Verzicht auf jegliche mineralische Düngung bei der Spätschnittnutzung hatte nochmals einen deutlichen Rückgang des Ertrages um etwa 27 bzw. 23 dt/ha zur Folge. Bei der Spätschnittnutzung ohne mineralische Stickstoffdüngung waren die Rohproteinerträge mit etwa 7,4 bzw. 6,6 dt/ha niedriger als bei den entsprechenden Vier- bzw. Dreischnitt-Varianten (10,7 bzw. 8,8 dt/ha), d. h. durch eine Zweischnittnutzung wird dem Boden weniger Stickstoff entzogen als bei einer höheren Nutzungsfrequenz. Dies ist auch für landschaftspflegerische Aspekte von Bedeutung, da eine wirkungsvolle Ausmagerung nur durch eine hohe Schnittfrequenz in den ersten Jahren erreicht werden kann.

2.2 Auswirkung auf die Futterqualität

Entscheidend für die tierische Leistung sind die Verdaulichkeit des Futters und seine Gehalte an

wertgebenden Inhaltsstoffen. In Abbildung 1 sind exemplarisch die Rohprotein-, Rohfaser- und Ligningehalte sowie die Verdaulichkeit der Aufwüchse im Jahr 1996 dargestellt.

Die Rohproteingehalte bei der Vierschnittnutzung schwankten 1996 je nach Aufwuchs zwischen 15 % und 21 %, ohne daß deutliche Unterschiede zwischen den mit 200 N, 100 N und ohne N gedüngten Varianten zu erkennen sind. Die Rohfasergehalte der einzelnen Aufwüchse waren tendenziell sogar etwas niedriger, wenn weniger mineralischer Stickstoff gedüngt wurde.

Auch die für den Wiederkäuer unverdaulichen Ligninanteile sowie die Verdaulichkeit der organischen Substanz (ELOS) lassen keinen negativen Einfluß einer verminderten oder unterlassenen Stickstoffdüngung auf die Futterqualität erkennen.

Bei der Dreischnittnutzung konnten ebenfalls keine negativen Auswirkungen einer reduzierten N-Düngung auf die Futterqualität festgestellt werden.

Wird im Rahmen der Extensivierung neben der Reduzierung der Stickstoffdüngung (z. B. von 200 auf 100 N) aber gleichzeitig auch die Nutzungshäufigkeit verringert, so kann dies erhebliche Auswirkungen auf die Futterqualität haben. Bereits eine

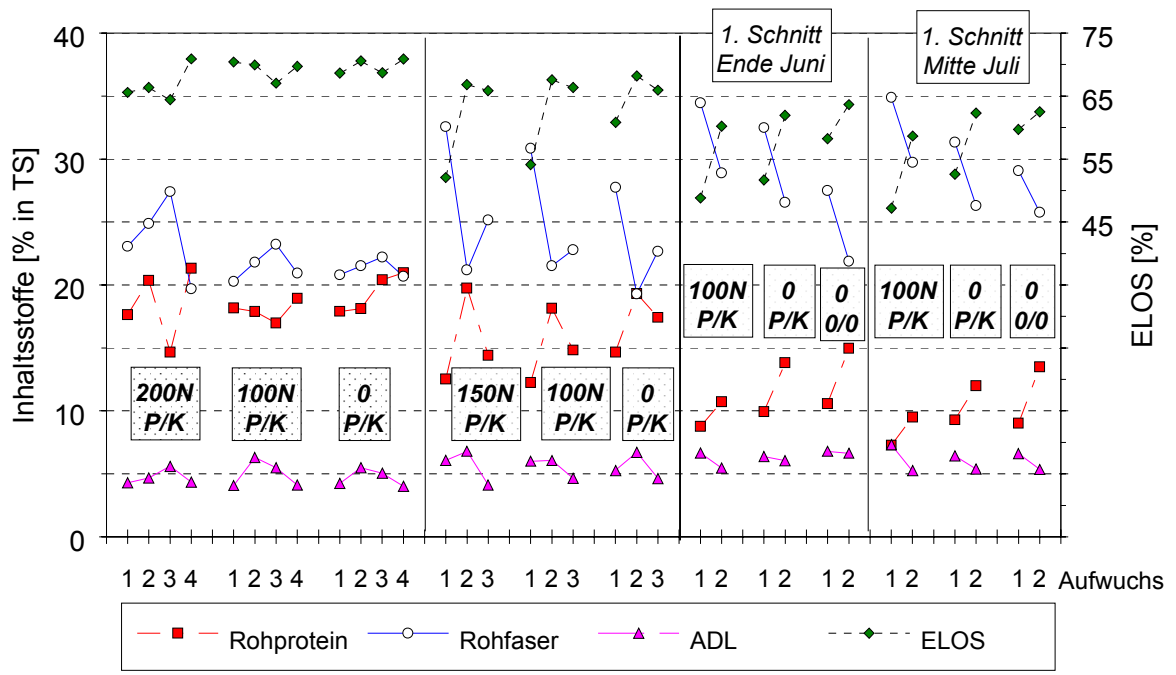


Abbildung 1: Inhaltsstoffe (Rohprotein, Rohfaser und Lignin (ADL)) sowie Verdaulichkeit (ELOS) der Aufwüchse eines 1990 angesäten Bestandes bei unterschiedlicher Nutzungshäufigkeit und Düngung im Jahre 1996

Reduzierung auf drei Schnitte im Jahr ließ 1996 die Qualität des ersten Schnittes aufgrund des späteren ersten Schnittzeitpunktes (14. Juni statt 31. Mai) deutlich absinken. Die Verzögerung führte zu einem höheren Rohfasergehalt (30,8 % statt 23,1 %) und aufgrund der verlängerten Phase der Lignineinlagerung zu einem höheren ADL-Gehalt (6,0 % statt 4,3 %) sowie einem niedrigerem Rohproteingehalt (12,3 % statt 17,6 %). Die Verdaulichkeit für den Wiederkäuer (ELOS) war daher mit 54 % um 11,5 % niedriger als bei der Vierschnittnutzung (Abbildung 1).

Bei der Spätschnittnutzung wies 1996 insbesondere der massenwüchsige erste Aufwuchs nur geringe Rohproteingehalte zwischen 7 % und 11 % auf. Ein Verzicht auf die mineralische N-Düngung wirkte sich dabei eher positiv auf die Rohfasergehalte aus, die mit 32 % bis 28 % niedriger waren als in den mit Stickstoff gedüngten Varianten.

Ebenso bewirkte der Verzicht auf die N-Düngung, daß die Verdaulichkeit der ersten Aufwüchse mit etwa 52 % bis 60 % gerade noch in einem Bereich liegen, der für den Erhaltungsbedarf von Rindern ausreicht. Dieses Futter ist aber für Leistungstiere, wie z. B. Milchkühe, nicht mehr geeignet.

2.3 Auswirkung auf den Pflanzenbestand

In Abbildung 2 sind die Ertragsanteile der wichtigsten Arten bei Vierschnittnutzung zum 1. Aufwuchs in den bisherigen Versuchsjahren für alle Düngungsvarianten dargestellt.

Eine mineralische Stickstoffdüngung mit 200 kg/ha führt innerhalb weniger Jahre nach der Ansaat zu gräserdominierten Beständen (1994: 79 %, 1997: 75 % Ertragsanteil Gräser). Bei einer Reduzierung der Stickstoffgabe auf 100 kg/ha hatte sich bereits 1993 ein Weißkleeanteil von 7 % eingestellt und seitdem kaum mehr verändert. Der Kräuteranteil nimmt hier inzwischen knapp 25 % ein, davon etwa 20 % Löwenzahn.

Der Verzicht auf die mineralische Stickstoffdüngung führte bisher dazu, daß neben einem beachtlichen Kräuteranteil von etwa 20 % sich auch der Weißklee mit knapp 20 % etablieren konnte.

Dieser Kräuter- und Weißkleeanteil ist dafür verantwortlich, daß der Futterwert dieser Bestände genau so gut ist wie der der gedüngten Varianten.

Auch das Weglassen jeglicher Düngung förderte zunächst bis 1994 die Ausbreitung des Weißklee

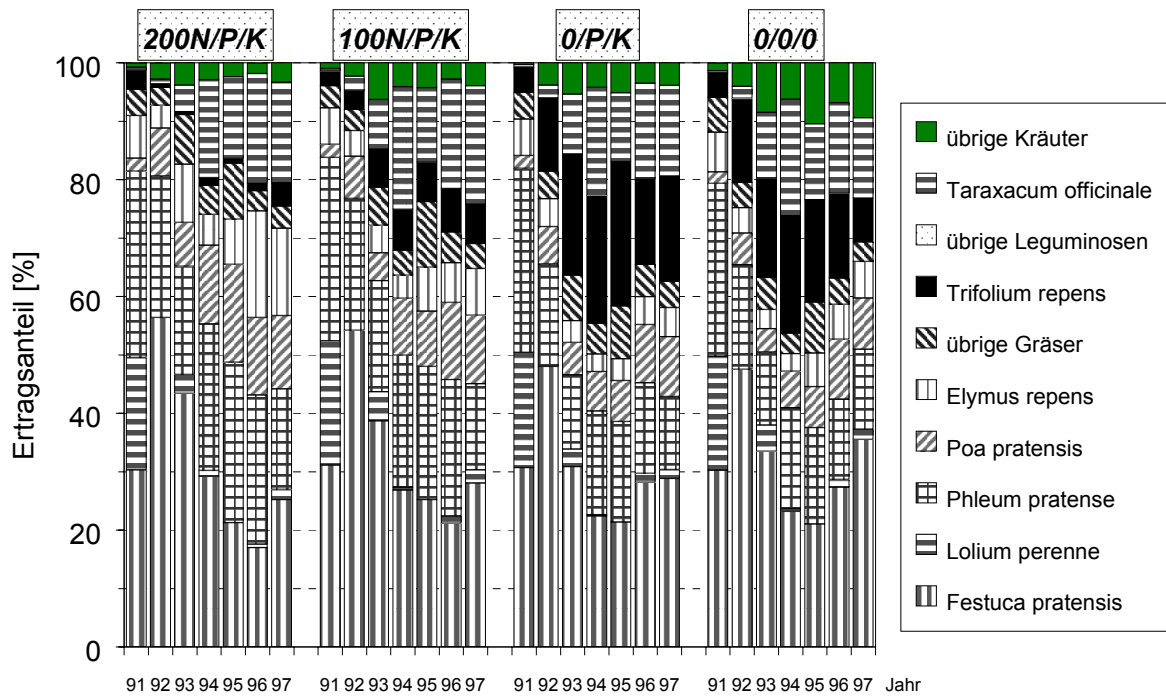


Abbildung 2: Pflanzenbestandsentwicklung (Ertragsanteile des 1. Aufwuchses) eines 1990 angesäten Bestandes bei Vierschnittnutzung und unterschiedlicher Düngung in 1991 bis 1997

(20 % Ertragsanteil). Seitdem ist aber wieder eine Abnahme zu beobachten und 1997 waren nur noch 8 % Weißklee vorhanden.

Dies zeigt deutlich, daß Leguminosen und insbesondere Weißklee langfristig ihre optimalen Bedingungen nur bei einer günstigen Ca-, P- und K-Versorgung finden. Gerade auf den Gneis- und Granit-Verwitterungsböden des Erzgebirges oder Diabas- und Tonschiefer-Verwitterungsböden des Vogtlandes, die u. a. durch eine ausgeprägte P-Fixierung gekennzeichnet sind, muß eine ausreichende Grundnährstoffversorgung gewährleistet werden, um die volle Leistungsfähigkeit der Leguminosen als Alternative zur mineralischen N-Düngung langfristig nutzen zu können.

3. Bedeutung des Weißklee

Die Vorzüge des Weißklee (*Trifolium repens*) wie Ausdauer, Trittsverträglichkeit, Futterwert, Anpassungsfähigkeit und Nachwuchsvermögen sind vielfach beschrieben und belegt worden. Weißklee wird nicht direkt durch die Stickstoffdüngung, sondern vielmehr durch die dann konkurrenzstärkeren Gräser verdrängt, wobei in erster Linie die Konkurrenz um Licht von Bedeutung ist.

Weißklee kann aufgrund seiner Fähigkeit zur symbiotischen N-Fixierung je % Ertragsanteil zwi-

schen 2 und 4 kg N/ha und Jahr binden, die langfristig voll auf die N-Düngung angerechnet werden können. Bei der Vierschnittnutzung ohne Stickstoffdüngung mit einem Kleeanteil von etwa 20 % werden somit 40-80 kg N/ha geliefert.

1992 wurden verschiedene Weißkleearten als Bestandteil der Sächsischen Standardmischung G5 (1,5 kg Weißklee + 28,5 kg Gräser) angesät und die Gemische auf ihre Leistungsfähigkeit geprüft (Versuch 101, Versuchsführer Grünland 1996/97), wobei eine Variante ohne Stickstoff und eine Variante mit 100 kg N/ha*Jahr gedüngt wurde. Die Ergebnisse sind in Abbildung 3 dargestellt.

Im Durchschnitt der Jahre 1993 bis 1996 war der Trockenmasseertrag der nicht mit Stickstoff gedüngten Gemische mit 82,7 dt/ha um 17,5 dt niedriger als auf den mit 100 N gedüngten Varianten, wobei der Unterschied vor allem 1993 sehr deutlich war.

Dagegen war der Rohproteintrag der Gemische im Mittel der vier Jahre mit 14,8 dt/ha (ohne Stickstoff) bzw. 14,9 dt/ha (100 N) nahezu gleich hoch. Die mit 100 kg N/ha gedüngten Gemische waren nur 1993 mit 10,6 dt/ha um 1,1 dt/ha und 1996 mit 16,8 dt/ha um 2,0 dt/ha

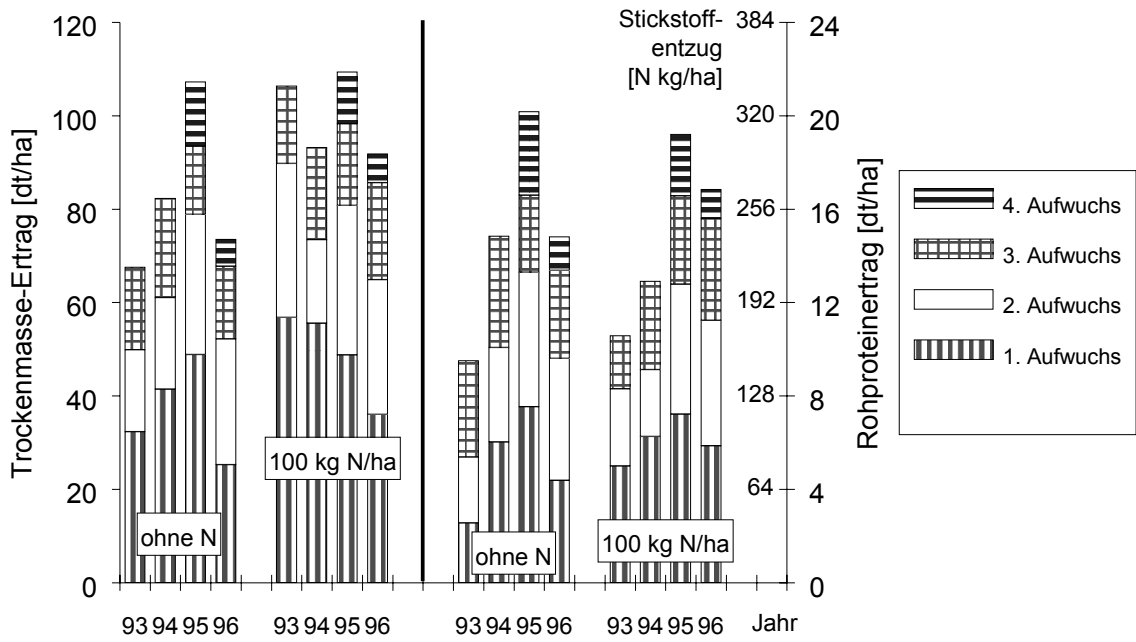


Abbildung 3: Trockenmasse- und Rohproteinерtrag sowie Stickstoffentzug von in Mischung geprüften Weißkleearten ohne und mit N-Düngung (Mittel der geprüften Weißkleearten)

überlegen, während 1994 die Varianten ohne Stickstoff mit 14,8 dt/ha 1,9 dt und 1995 mit 20,2 dt/ha 1,0 dt mehr Rohprotein lieferten. Der Stickstoffentzug über die Biomasse war dementsprechend mit 237 bzw. 323 kg N/ha höher als auf den mit 100 N gedüngten Varianten, was auf die höheren Weißkleeanteile zurückzuführen ist und die Leistungsfähigkeit des Weißklee als natürliche Stickstoffquelle deutlich unterstreicht.

Bestände mit Weißklee, aber ohne mineralische Stickstoffdüngung, können zwar geringere Trockenmasseerträge liefern, aber sie müssen nicht zwangsläufig geringere Nährstofferträge aufweisen. Weißklee sollte daher im Rahmen der extensiven Weide oder des reduzierten Mitteleinsatzes durch die Bewirtschaftung gefördert werden, um das natürliche Ertragspotential des Standortes zu nutzen und gute Futterqualitäten zu erzielen.

Autor:

Dr. Gerhard Riehl
LfL, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland
Christgrün Nr. 13, 08543 Pöhl

4. Fazit

Extensive Wirtschaftsweisen beinhalten i. d. R. eine Senkung oder den Verzicht auf mineralische Dünger. Deshalb sinken meist die Erträge, während sich die Futterqualität nicht ändern muß. Bei gleichbleibenden Viehbestand ist zwangsläufig eine Ausdehnung (lat. extendere) der Flächenausstattung erforderlich.

Um das Ertragspotential des Standortes zu nutzen und gute Futterqualitäten zu erzielen, müssen die standortspezifischen Ressourcen optimal genutzt werden. Dazu gehört u. a. auch der Weißklee als natürliche Stickstoffquelle, der durch eine entsprechende Bewirtschaftung gefördert werden sollte.

Gleichzeitig ist aber unbedingt eine intelligente Betriebsführung und eine Intensivierung des Managements erforderlich, um auch weiterhin „extensiv erfolgreich“ wirtschaften zu können.

Fünf Jahre Schadstoffuntersuchungen an Fischen sächsischer Gewässer

Mattias Pfeifer, Mona Syhre, Ralf Klose

Stichworte: Schadstoffbelastung, Fische

Zusammenfassung

Es werden Untersuchungen von Fischen sächsischer Gewässer von 1992 bis 1996 auf Belastung mit Schadstoffen beschrieben. Während Fische sächsischer Binnenfischereibetriebe, vor allem solche aus Teichwirtschaften, praktisch kaum mit Schwermetallen und Pestiziden belastet sind, zeigt sich bei Fließgewässern ein differenzierteres Bild, wenn auch in keinem Fall gesundheitsgefähr-

dende Werte erreicht werden. Detailliert wird wegen der Größe und fischereilichen Bedeutung auf die Schadstoffsituation der Fische in der sächsischen Elbe eingegangen. Hier werden in einer Reihe von Proben bei Quecksilber, DDT und HCB bestehende Richt- bzw. Grenzwerte überschritten. Tendenziell scheint sich die Schadstoffsituation jedoch auch in der Elbe weiter zu verbessern.

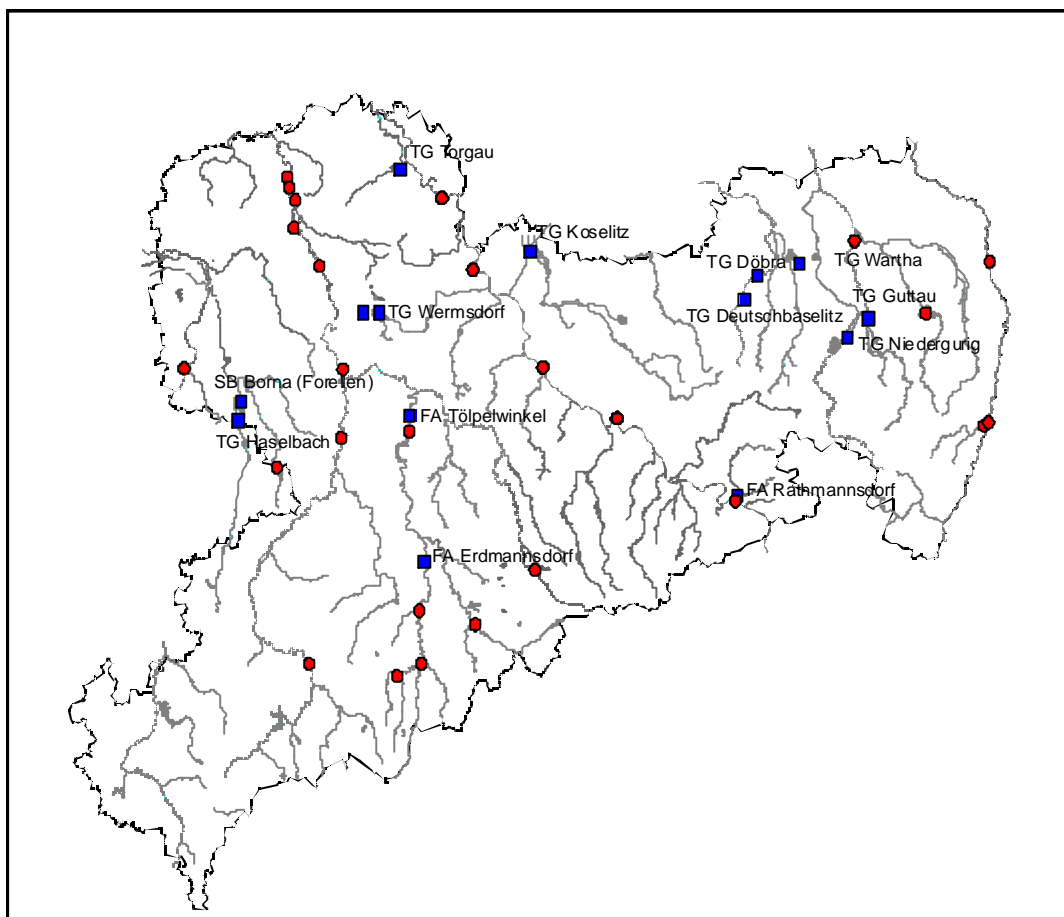
1. Einleitung

Seit 1992 werden an der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) durch die Fachbereiche Tierzucht, Fischerei und Grünland, Referat Fischerei Königswartha und den Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen in Leipzig-Möckern Fische auf Schadstoffe untersucht. Galt das Interesse zunächst den Speisefischen der Binnenfischer (Teiche und Rinnenanlagen), so wurden in den folgenden Jahren die Wildfische untersucht (Abbildung 1). Grund für die Untersuchung von Wirtschaftsfischen (Karpfen und Regenbogenforellen) waren u. a. Gerüchte über angebliche „Verseuchungen“ dieser Fische mit Schadstoffen. Nachdem bewiesen werden konnte, daß Anlagenfische keinesfalls mit Schadstoffen belastet sind, war es nur folgerichtig, die Untersuchungen auf Angelfische auszudehnen. Das Hauptinteresse dabei der Elbe, vor der Wende noch trauriges Symbol für Umwelt

verschmutzung. Fische aus der Elbe werden deshalb jährlich auf Schadstoffe untersucht. Die Untersuchungen der anderen Fließgewässer geschieht flächendeckend für Sachsen und betrifft bekannte Angelgewässer. Falls sich kritische Werte ergeben, wird die Untersuchung auf mehrere Jahre erstreckt.

2. Herkunft und Bewertung von Rückständen

Rückstände in Fischen können von den verschiedensten Stoffgruppen stammen. Da Wildfische im Gegensatz zu Zuchtfischen aus Anlagen weder gefüttert noch gesundheitlich behandelt werden, müssen alle im Fisch nachgewiesenen Rückstände als unbeabsichtigt in die Nahrungskette gelangte Stoffe angesehen werden. Die wichtigsten Stoffgruppen sind Herbizide, Fungizide und Insektizide, die im Pflanzenschutz und zur Schädlingsbekämpfung verwendet werden bzw.



(TG: Teichgruppe, FA: Forellenanlage, SB: Speicherbecken)

Abbildung 1: Untersuchungspunkte auf Schadstoffe
■: Anlagen der Fischproduktion, ●: Fließgewässer

wurden, die ebenfalls zu den Organochlorverbindungen gehörenden PCB's (polychlorierte Biphenyle), die in technischen Ölen, Schmiermitteln, Anstrichen u. a. Stoffen verwendet werden, und die Schwermetalle. Die meisten dieser Stoffe werden kaum oder gar nicht im Organismus abgebaut bzw. ausgeschieden. Fische nehmen diese Stoffe entweder über die Nahrung, hauptsächlich aber direkt aus dem Wasser auf (HOFER und LACKNER, 1995). Viele dieser Stoffe sind fettlöslich und lagern sich im Fettgewebe der Fische an. Das trifft besonders auf die chlorierten Kohlenwasserstoffe zu. Beim Menschen kann der Verzehr von mit Organochlorverbindungen belasteten Lebensmitteln zur Akkumulation im Fettgewebe führen. Dies gilt auch für die organischen Hg-Verbindungen. Sie zeichnen sich durch eine hohe Lipoidlöslichkeit aus, und werden im Magen-Darmtrakt des Menschen gut resorbiert. Schwermetallvergiftungen verlaufen oft chronisch, Blei wirkt als Summationsgift.

Die Wirkungen dieser Schadstoffe kann bei größeren Rückstandsmengen im menschlichen Körper zu den vielfältigsten Krankheitsbildern bzw. Schädigungen führen. Sie reichen von Allergien, Störungen des Nervensystems, Schädigungen der Blutsynthese bis zu Organschädigungen von Milz, Niere, Leber. Es muß allerdings auch gesagt werden, daß chronische Krankheitsbilder, die sich auf schadstoffbelastete Lebensmittel zurückführen lassen, äußerst selten sind. Im Gegensatz dazu sind keine gesicherten akuten Vergiftungsfälle, die auf mit chemischen Rückständen belastete Fische zurückgehen, in Deutschland bekannt geworden (GROSSKLAUS, 1989).

3. Inhalt der Schadstoffuntersuchungen

Untersucht wurden vier Schadstoffe, für die Höchstwerte gelten, aus der Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe und sechs Schwermetalle (Tabelle 1). Bei den Kohlenwasserstoffen handelt es sich um Stoffe mit einer sehr hohen biologischen Halbwertszeit, d. h. diese Stoffe sind selbst nach Jahren noch in den Organen nachzuweisen, da sie sich sehr fest anlagern und kaum abbaubar sind. Es handelt sich dabei um Lindan, Hexachlorbenzol, DDT und seine Metaboliten sowie um einige PCB (polychlorierte Biphenyle). Da sich viele dieser Stoffe besonders im Fettgewebe anreichern, sieht der Gesetzgeber verschiedene Höchstwerte für Mager- und Fettfische vor. Letztere sind alle Fische mit Fettgehalten über 10 % in der Muskulatur, dazu gehört der Aal. Bei den Schwermetallen gibt es nur

für Quecksilber Höchstwerte, wobei für Aal und Hecht der sonst gültige Wert von 0,5 mg/kg Frischsubstanz auf 1 mg/kg festgelegt wurde. Für Cadmium und Blei gibt es nur Richtwerte. Bei Fleisch gilt ein Lebensmittel erst dann nicht mehr als unbedenklich, wenn der doppelte Richtwert überschritten wird. Für Kupfer und Zink existieren keine Richtwerte. Beide Elemente sind für den Menschen essentiell. Auch für Arsen gibt es zur Zeit keinen Richtwert, obwohl das Element für höhere Lebewesen stark toxisch ist. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die untersuchten Schadstoffe und ihre Eigenschaften. Bei einer Reihe chlorierter Kohlenwasserstoffe erfolgte 1994 durch eine Änderung der Rückstands-Höchstmengenverordnung (1.9.1994) eine drastische Reduzierung der zulässigen Höchstwerte. Aus dem Versuchsprogramm betraf dies Lindan, Hexachlorbenzol und DDT. Solche Höchstwertrückstufungen erfolgen gewöhnlich immer dann, wenn die entsprechenden Stoffe nach einem längeren Anwendungsverbot in ihrer Biokonzentration rückläufig sind.

Untersucht wurde das Muskelgewebe, d. h. der Filetanteil des Fisches. Die Proben wurden vor der Untersuchung homogenisiert. Nicht untersucht wurden Haut, Skelett, Kiemen und Innereien, da sie normalerweise für die menschliche Ernährung nicht in Frage kommen und der Umfang des Untersuchungsprogramms beschränkt ist. Nur von einigen Elbhechten mit größeren Stückmassen wurden die Lebern untersucht, da diese von Anglern auch gern gegessen werden.

Die Beprobung erfolgte an jedem Standort mit möglichst zehn Fischen, von denen Einzeluntersuchungen vorgenommen wurden. In den Jahren 1992 und 1993 standen Wildfische wegen der fehlenden technischen Ausrüstungen zum Fang noch nicht in ausreichender Menge zur Verfügung. Die Fische wurden von Anglern gestellt. Teilweise kamen von einer Probestelle weniger als zehn Fische, teilweise waren Mischproben notwendig. Seit 1994 wurden die Fische selbst gefangen und nur noch Einzelproben untersucht. Der Stichprobenumfang pro Probenahmestelle betrug mindestens zehn Fische.

Insgesamt wurden bislang 14 Standorte der Binnenfischerei beprobt sowie 26 Standorte an Fließgewässern. Von diesen wurden einige teilweise mehrfach beprobt. Die Probenahmestellen an der Elbe lagen in Abständen von ca. 30 km über den gesamten sächsischen Abschnitt verteilt.

Tabelle 1: Überblick über die untersuchten Schadstoffe und ihre Eigenschaften

Stoff	Höchst-/Richtwert mg/kg	Verwendung, Herkunft	Eigenschaften, Gefährdungen
Lindan (HCH)	0,05 Frischsubstanz (FS)	hochwirksames Insektizid in Land- und Forstwirtschaft	akute toxisch für Warmblüter und Fische, langsamer Abbau
Hexachlorbenzol (HCB)	0,05 FS 0,5 Fett	Fungizid für Saatgut, Holzschutz, Weichmacher bei Kunststoffen	nicht wasserlöslich, nicht biologisch abbaubar, hohe Persistenz, Aufnahme über Nahrung, Anreicherung im Fett
Polychlor. Biphenyle (PCB)	0,5 FS (Summe der 6 ausgesuchten Ballschmitter PCB)	Ölige Flüssigkeiten für Kondensatoren, Trafos, Hydraulik, Farben, Weichmacher, Klebstoffe, Imprägnierungen	sehr stabil und persistent, Anreicherung über die Nahrung, ausgesprochen toxisch für aquat. Organ., Gefährlichkeit steigt mit Chlorierungsgrad
DDT + Metaboliten (Dichlor-diphenyl-trichlorethan)	0,5 FS 5,0 Fett	Breitbandinsektizid in Land- und Forstwirtschaft	sehr hohe Persistenz, schwer abbaubar, Speicherung im Fettgewebe, hohe toxische Wirkung
Cadmium (Cd)	0,1 FS	geogene Ursachen, Galvanik, Chemie, Buntmetallurgie	hoch toxisch, Schädigung von Skelett und Nieren, cancerogen
Blei (Pb)	0,5 FS	geogene Ursachen, vielfältig in Industrie, Akkumulatoren, Leitungen, Abschirmungen	neurotoxisch, Speicherung in Knochen, Leber und Niere
Quecksilber (Hg)	0,5 FS 1,0 FS (Aal, Hecht)	chemische Industrie (Chloralkali-Elektrolyse), Fungizide, Papierherstellung	hoch toxisch, Methylierung anorg. Hg-Verbindungen verstärkt Toxizität, org. Verbindungen sehr gut fettlöslich, hohe Biomagnifikation
Kupfer (Cu)	Ohne	geogene Ursachen, Metallverarbeitung, Kunstseide, Landwirtschaft, Elektroindustrie	essentiell (Enzyme), Speicherung in der Leber und Kiemen,
Zink (Zn)	Ohne	Geogene Ursachen, Farben, Metallurgie, Galvanik, Rohrleitungen	essentiell (Enzyme), täglicher Bedarf p.P. 7 - 15 mg, erst in größeren Mengen toxisch, Speicherung in Knochen und Haut
Arsen (As)	Ohne	geogene Ursachen, Bergbauabwässer, Pestizide, Metallurgie (Stahl), Glas, Farben, Textilien	hohe Toxizität

3. Darstellung der Ergebnisse

Von 1992-1996 wurden 640 Proben auf mindestens acht, teilweise auf zehn (zusätzlich Zn und As) Schadstoffe untersucht. Es existieren mehr als 5.000 Einzelwerte. Ihre Erfassung erfolgte mit MS Excel, die Auswertung mit SPSS. Wegen der Datenfülle geschieht die die Auswertung hier bei unbedenklichen Werten verbal, eine detailliertere Darstellung erfolgt für Proben mit Einzelwerten über Höchst- bzw. Richtwerten.

4.1 Fische der sächsischen Binnenfischerei

Die Untersuchungen betrafen Speisekarpfen und Speiseforellen von Teichen und Rinnenanlagen, die an belasteten Vorflutern liegen. Es wurden zehn Karpfen- und vier Forellenbestände untersucht. Durchgehend für alle untersuchten Karpfen wurde festgestellt, daß kein Einzelwert einer Probe die gesetzlich festgelegten Höchst- bzw. Richtwerte erreichte oder überschritt. Häufig wurde die Nachweisgrenze nicht erreicht. Beispielsweise lagen bei Cd von 139 Proben nur zwei über der Nachweisgrenze und erreichten max. 20 % des Richtwertes. Auch bei Pb werden die Richtwerte nur geringfügig ausgelastet. Der zulässige Höchstwert bei Hg wird mit 33 % bei einem einzelnen Karpfen ausgeschöpft und bleibt damit unbedenklich. Im Durchschnitt werden die gesetzlichen Werte nur zu ca. 10 % ausgelastet. Lediglich Forellen aus einer Anlage vom Mittellauf der Zschopau enthalten geringfügig mehr Cu und Pb, ohne jedoch bedenkliche Größenordnungen zu erreichen. Forellen aus einer Anlage vom Unterlauf der Zschopau wiesen wieder geringere Werte bei diesen Schwermetallen auf, was möglicherweise auf eine stattfindende Sedimentation der Fracht hindeutet. Die Ursachen dieser etwas höheren Werte am Mittellauf der Zschopau sind möglicherweise geogen bedingt.

Auch bei den chlorierten Kohlenwasserstoffen wurden zumeist keine bestimmbar Konzentrationen festgestellt. So spielten HCB und PCB keine Rolle, lediglich bei DDT und seinen Metaboliten wurden Werte von max. 50 µg/kg Frischsubstanz gefunden, bei Lindan wurden 13 µg/kg Frischsubstanz ermittelt. Insgesamt waren die Werte sehr niedrig.

Mit diesen Ergebnissen konnte mit einer großen Stichprobe, die alle wichtigen sächsischen Erzeuger von Fischen repräsentiert, eindeutig nachgewiesen werden, daß Fische aus sächsischen Binnenfischereibetrieben wertvolle und vor allem unbelastete Nahrungsmittel sind.

4.2 Fische aus der Neiße und ihren Zuläufen

Hierbei handelt es sich um eine Fischprobe (11 Expl.) aus der Pließnitz am Kraftwerk Hagenwerder von 1994 und um zwei Proben (13 und 17 Expl.) aus der Neiße (oberhalb und unterhalb von Görlitz) von 1995. Untersucht wurden Döbel, Barsche, Plötzen und einzelne Zander sowie Regenbogenforellen. Die Fische aus der Pließnitz erreichten bei keinem der untersuchten Schadstoffen die gesetzlichen Werte. Fische aus dem Bereich des Kraftwerkes Hagenwerder an der Pließnitz wiesen allerdings höhere Gehalte an Hg (max. 97 %) und DDT+Met. (max. 32 %) auf als Fische oberhalb des Abwassereinlaufes. Bei Fischen aus der Neiße mußten für die Bewertung die neuen drastisch reduzierten Höchstwerte lt. RHmV vom 1.9.1994 herangezogen werden. Nach den alten Höchstwerten hätte Lindan einen max. Wert von 25,5 % erreicht. Nach der neuen Bewertung, die bei Magerfischen auf die Frischsubstanz bezogen werden muß, erreicht dieser einzelne Fisch allerdings eine Auslastung von 1.020 % und ist damit bedenklich. Die Auslastung des Lindan-Höchstwertes der anderen Neißefische unterhalb von Görlitz reicht von 180 bis 400 %. Oberhalb von Görlitz liegen die Lindan-Werte im Mittel bei 80 % (max. 140 %). Bei DDT wird bei allen untersuchten Neißefischen der Höchstwert mit max. 24 % ausgeschöpft. HCB liegt bei 93 % der Proben unterhalb der Nachweisgrenze. PCB werden mit max. 52 % des zulässigen Wertes ermittelt, der Mittelwert liegt in dieser Probe bei 23 %.

Die Schwermetallkonzentrationen erreichen bei Hg max. 65 % des Höchstwertes (Mittel: 30 %), bei Pb 12 % und bei Cd rund 4 %. Neißefische sind damit weitgehend unbelastet bis gering belastet. Eine Ausnahme machen Fische unterhalb von Görlitz, die nach den verschärften Höchstwerten eine gewisse Lindanbelastung aufweisen.

4.3 Fische aus der Spree und ihren Zuläufen

Die Probenahme erfolgte 1993 aus der Spree mit zehn Fischen und 1994 mit 12 Fischen aus dem Stausee Quitzdorf (Schwarzer Schöps) und acht Fischen aus der Spree. Die untersuchten Fischarten waren Barsch, Plötze, Hecht, Blei und Zander. Bei den Spreefischen aus dem Jahre 1993 lagen bei den chlorierten KWSt. über 90 % der Werte unterhalb der Nachweisgrenze. Der Höchstwert bei Hg wurde mit max. 76 % ausgelastet. Ähnliches Bild in 1994: Bei den chlorierten KWSt. wurden max. 19 % eines Grenzwertes ausgeschöpft, bei Hg max. 70 %.

Fische aus dem Stausee Quitzdorf, der eines der beliebtesten und zugleich größtes Angelgewässer im Freistaat Sachsen ist, können ebenfalls als unbedenkliche Lebensmittel bezeichnet werden. Ein Drittel der Proben liegt bei den chlorierten KWSt. unterhalb der Nachweisgrenze, DDT erreicht max. 17 % des zulässigen Höchstwertes. Auch eine Bewertung nach den momentan gültigen Höchstwerten würde keine Höchstwertüberschreitungen erbringen. Bei den Schwermetallen werden bei Hg die Höchstwerte von einem sehr großen und damit alten Barsch zu max. 82 % ausgeschöpft, während die Hg-Gehalte der anderen Fische nur mäßige Werte von 20-30 % erreichen.

Fische aus dem Einzugsgebiet der Spree können somit hinsichtlich der untersuchten Schadstoffe als unbedenklich eingestuft werden, eine Verzehrbeschränkung ist nicht notwendig.

4.4 Fische der Weißen Elster und Zuflüssen

1993 wurden Fische aus der Wyhra einem Pleißezulauf untersucht. Die Fische wurden durch Angler gestellt. Von den untersuchten zehn Proben waren sechs Mischproben. Aus der Weißen Elster wurden 1994 drei Proben untersucht, von denen zwei Mischproben waren. Die Fische stammten aus dem Bereich Pegau und waren alles Plötzen. 1995 wurde nochmals ein einzelner Fisch (Karpfen von 4,14 kg) und eine Gruppe von 17 Fischen aus Markkleeberg/Großdeuben untersucht. Diese Fische lieferte außerhalb des Untersuchungsprogramms der örtliche Anglerverein separat an.

Bei den Fischen aus der Wyhra lagen 58 % der Einzelwerte bei den chlorierten KWSt. unterhalb der Nachweisgrenze. Die restlichen Werte lagen zumeist nur geringfügig über dieser Grenze. Die Schwermetallbelastung war ebenfalls als geringfügig zu bezeichnen, wenn auch bei einer Einzelprobe 84 % des Hg-Höchstwertes ausgeschöpft wurden.

Die Bewertung der Fische aus der Weißen Elster von 1993 kann durch den geringen Stichprobenumfang allenfalls tendenziellen Charakter haben, eine Aussage ist daher nur beschränkt möglich. Die Untersuchungsergebnisse erbrachten bei keiner Probe Höchst- oder Richtwertüberschreitungen. Bei der durch Angler 1995 abgegebenen Probe waren hauptsächlich Plötzen und Barsche vertreten. Die ermittelten Werte lagen bei Lindan und HCB zumeist unterhalb der Nachweisgrenze, wenn auch ein einzelner Karpfen den zulässigen HCB-Wert um 20 % überschritt. DDT wurde bei dieser Untersuchung nicht berücksichtigt. Auch die Gehalte der

Schwermetalle lagen niedrig, Hg wurde mit max. 30 % des gesetzlichen Wertes ausgeschöpft.

Nach den bislang vorliegenden Befunden bestehen keine Bedenken zur Genußfähigkeit von Fischen aus diesem Einzugsgebiet. Die Untersuchungen in diesen Bereich sollten in Zukunft auf die Pleiße und auf Abschnitte der Weißen Elster unterhalb von Leipzig ausgedehnt werden.

4.5 Fische aus der Mulde und ihren Zuflüssen

Das Muldensystem ist in Sachsen nach der Elbe das bedeutendste Flußsystem. Es entwässert den größten Teil des Erzgebirges und ist durch den dort jahrhundertlang intensiv betriebenen Bergbau wegen einer möglichen Belastung mit Schwermetallen interessant.

Die Untersuchungen begannen 1994 mit 12 Proben aus dem Bereich Eilenburg/Wurzen, die durch Angler geliefert wurden. Bei chlorierten KWSt. liegen die ermittelten Werte niedrig, lediglich bei einem Barsch wurden als max. Wert bei PCB's 70 % des Höchstwertes ausgelastet. Die Belastung mit Hg erbrachte bei drei Barschen (25 % der Proben) Überschreitungen des Höchstwertes. Dieser wurde max. um 40 % überschritten.

1995 erfolgten Beprobungen von Abschnitten der Vereinigten Mulde oberhalb und unterhalb von Eilenburg mit zehn und elf Fischen, vom Bereich der Muldenvereinigung mit fünf Fischen, der Zwickauer Mulde mit vier Fischen und der Zschopau mit acht Fischen. Hauptfische waren Döbel, Bleie, Barben und Hechte.

Bei Fischen der Vereinigten Mulde betrug das Mittel bei Lindan 80 % (uh. Eilenburg) und 100 % (oh. Eilenburg) wobei max. 260 % des Höchstwertes erreicht wurden. Bei HCB ergab sich von der Verteilung ein ähnliches Bild. Oberhalb Eilenburgs wurden als Mittel 80 % (max. 420 %) und unterhalb 40 % als Mittel (max. 80 %) festgestellt. PCB's waren in keiner Probe mit über 5 % des zulässigen Höchstwertes ermittelbar. Auch DDT+Met. waren unterhalb Eilenburgs in geringeren Konzentrationen nachweisbar als oberhalb. Die höchste Auslastung des Höchstwertes betrug 88 %, die Mittelwerte lagen bei 20 % und 32 %. Von den Schwermetallen spielen Blei und Cadmium auf Grund niedriger Werte kaum eine Rolle, während das Mittel der Hg-Auslastung bei reichlich 50 % liegt. 22 % der Fische liegen über dem Höchstwert, max. werden 132 % des Höchstwertes erreicht. Ähnliche Verhältnisse zeichnen sich bei den fünf Fischen von der Muldenvereinigung ab. Lindan erreicht als Mittelwert eine 100 %ige Auslastung

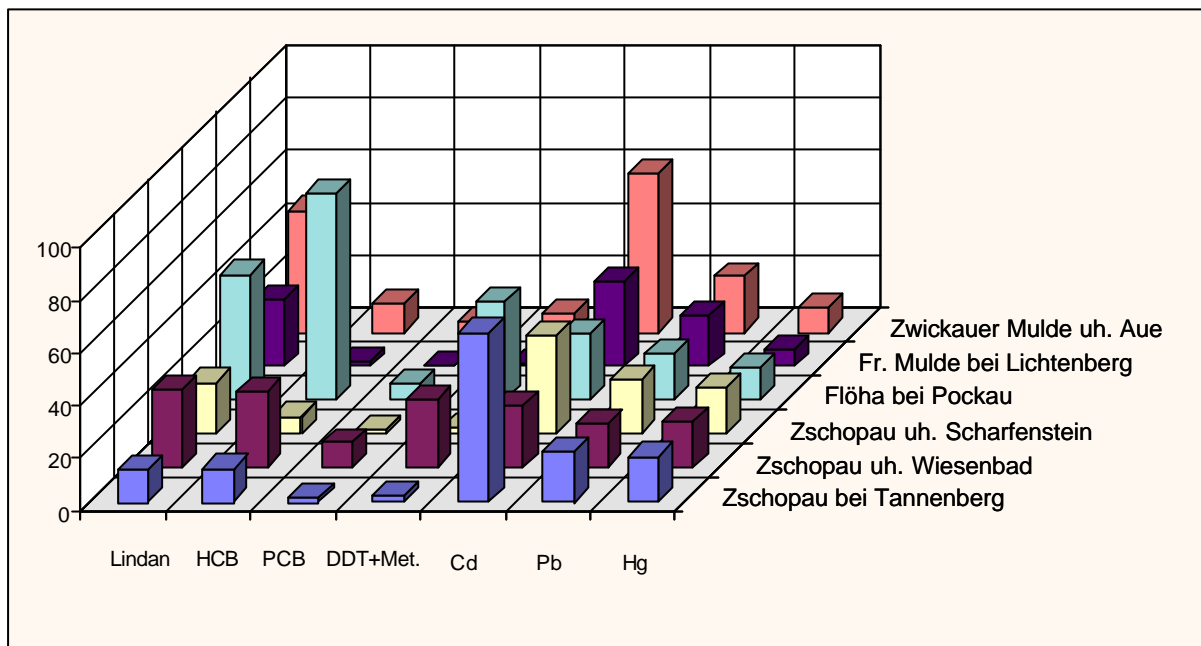


Abbildung 2: Belastung von Fischen des Erzgebirges (Mittelwerte) 1996 in % des zulässigen Höchstwertes

des Höchstwertes, zwei Fische liegen darüber (max. 140 %). HCB erreicht im Mittel 60 % Auslastung ohne den Höchstwert zu überschreiten. PCB erreichen im Mittel 12 % Auslastung, DDT 86 % (max. 100 %). Der zulässige Hg-Höchstwert wird von zwei Fischen mit max. 7 % überschritten, das Mittel liegt bei 87 %. An diesem Probenahmeort wurden erstmals höhere Pb-Werte festgestellt, ohne jedoch bedenkliche Werte zu erreichen. Das Mittel ergab 47 %, ein Wert lag mit 11 % über dem empfohlenen Richtwert.

Für die Vereinigte Mulde kann deshalb die Aussage gemacht werden, daß die dort lebenden Fische überwiegend unbedenklich sind, wenn auch darauf hingewiesen werden muß, daß einzelne Fische bei bestimmten Schadstoffen durchaus erhöhte Werte besitzen können, ohne allerdings gleich gesundheitsgefährdend zu sein.

Höhere Pb-Gehalte wurden auch bei Fischen aus dem Unterlauf der Zschopau ermittelt. Hier betrug der Mittelwert 87 %. 38 % der Proben lagen über dem Richtwert, wobei eine max. Auslastung von 180 % erreicht wurde. Bei Hg betrug das Mittel 60 % (max. 156 % bei einer Überschreitung). Bei den chlorierten KWSt. kam es bei Lindan zu einer geringfügigen Überschreitung von 20 % des zulässigen Wertes bei einer Probe, das Mittel betrug 80 %. PCB waren nicht nachweisbar. DDT+Met. waren im Mittel mit 54 % des zulässigen Wertes

nachweisbar (max. 140 % bei einer Überschreitung). HCB war nur in Spuren nachweisbar.

Auch die wenigen Fische der Zwickauer Mulde aus dem Bereich Rochlitz hatten ähnliche Pb-Gehalte, max. 159 % des Richtwertes. Bei Hg kam es dagegen zu keiner Höchstwertüberschreitung. Die Höchstwerte wurden sonst nur bei Lindan mit max. 220 % ausgelastet. Nach dem vor der gegenwärtigen Verordnung gültigen Höchstwert betrug diese Auslastung nur 5,5 %!

Fische aus dem Muldensystem die 1996 untersucht wurden, stammten aus der Freiburger Mulde bei Lichtenberg, der Flöha bei Pockau, der Zschopau bei Tannenberg, unterhalb Wiesenbad und unterhalb Scharfenstein sowie der Zwickauer Mulde bei Niederschlema. Es wurden in der Regel zehn Fische pro Untersuchungsstelle entnommen. Insgesamt wurden 40 Bachforellen, zehn Regenbogenforellen, sieben Äschen, zwei Saiblinge und zwei Plötzen untersucht. Die Analyse erbrachte 427 bewertbare Einzelparameter zuzüglich der Werte für Cu, Zn und As.

Insgesamt kam es nur zu vier Einzelwertüberschreitungen. Einmal betraf dies eine Bachforelle aus der Flöha, deren Lindangehalt geringfügig über dem Höchstwert lag und deren HCB-Gehalt den zulässigen Höchstwert um ca. das Dreifache überschritt. Die anderen Überschreitungen betrafen jeweils eine Bachforelle aus der Zschopau bei Tan-

nenberg. Einmal wurde der Richtwert bei Cadmium geringfügig überschritten, das andere mal kam es zu einer Überschreitung des Hg-Höchstwertes um 10 %. Aufgrund der sehr hohen Sicherheitsgrenzen, die den Höchstwerten zugrunde liegen und der Tatsache, daß nur etwa 1 % der Einzelwerte die zulässigen Grenzwerte überschritten, kann von einer Belastung der untersuchten Erzgebirgsfische nicht gesprochen werden. Bei einer Bewertung mit den alten vor 1994 geltenden Höchstwerten für Lindan und HCB wäre die genannte Bachforelle aus der Flöha als unbedenklich einzustufen gewesen. Auffällig sind die im Vergleich zu anderen sächsischen Gewässern sehr niedrigen PCB-Gehalte, auch Blei ist entgegen den Erwartungen eher nur in geringen Konzentrationen nachweisbar, ebenso Quecksilber. Die Mittelwerte der betreffenden Schadstoffe an den Probenahmestellen gibt Abbildung 3 wieder. Auch Kupfer, Zink und Arsen erreichen keine kritischen Werte.

Als Fazit kann gezogen werden, daß die Fische des Erzgebirges nahezu ausnahmslos qualitativ wertvolle Lebensmittel sind. Eine Beschränkung des Verbrauchs ist unnötig.

4.6 Fische aus der Elbe

Die Elbe galt viele Jahre nicht nur als Symbol für die Spaltung Deutschlands, sie war gleichzeitig zu einer Abwasserkloake verkommen und transportierte riesige Schadstoffmengen in die Nordsee. Es war in der DDR offensichtlich, daß Fische aus der sächsischen Elbe ungenießbar waren, sah man sich den Fluß nur äußerlich an. Die Bedeutung dieses großen Flusses soll hier eine etwas ausführlichere Darstellung finden.

4.6.1 Historisches zur fischereilichen Nutzung

Auf der Elbe gab es bis ins erste Drittel unseres Jahrhunderts eine ertragreiche Berufsfischerei, deren Hauptfisch der Lachs war. Mit den immer stärker werdenden Verunreinigungen gingen die Fänge bei dieser Fischart in den zwanziger Jahren gegen null. Auch bei anderen Fischarten setzte ein langsamer Rückgang ein. Dazu kam eine geschmackliche Beeinträchtigung der Fische, so daß bestimmte Elbabschnitte gemieden werden mußten. Nach der kriegsbedingten Erholungsphase des Flusses setzte in den 50er Jahren eine immer stärker werdende Abwasserbelastung des Flusses ein. Die Elbfischerei war in Sachsen zum Erliegen gekommen. Es mag paradox klingen, aber dennoch existierte in der Elbe ein hoher Fischbestand und trotz aller ökologischen Schädigungen zählte die Elbe von der Artenzahl zu den reichsten Gewässern Ostdeutschlands

(HÄRTEL, 1975). Allerdings waren die Fische schon in den 50er Jahren völlig ungenießbar. Sie hatten einen „derart stechenden Geschmack“, daß man „noch mehrere Tage hindurch ein Gefühl auf der Zunge besaß, das an ein Verbrennen erinnerte“. Nach dem Genuß dieser „Phenolfische“ ergab sich ein „karbolartiger beißender Nachgeschmack, den man tagelang nicht los wird. Den Eingeweiden (der Fische) entströmte ein derart beißender Geruch, daß die Augen des Untersuchers tränten“ (BAUCH, 1958).

Heute sind die Elbfische im Geschmack nicht mehr von Fischen anderer Gewässer zu unterscheiden, obwohl sich die Mär von ihrer Ungenießbarkeit immer noch hält. So behauptet beispielsweise FÖRSTER (1994): „denn heute, 1994, ist es schier unvorstellbar, Fisch aus der Elbe zu essen“. Das Gegenteil beweisen eigene Verkostungen und sensorische Untersuchungen von Fischen aus der unteren Mittelelbe in Sachsen-Anhalt (KRAUTSCHICK, KASAN und PARZYK, 1976). Nicht zuletzt sind die vielen Angler, die ihre gefangenen Fische auch verzehren, eine Bestätigung dafür.

Anliegen der Untersuchungen durch die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) war es deshalb, diesen Anglern Empfehlungen über den Umgang mit Elbfischen geben zu können.

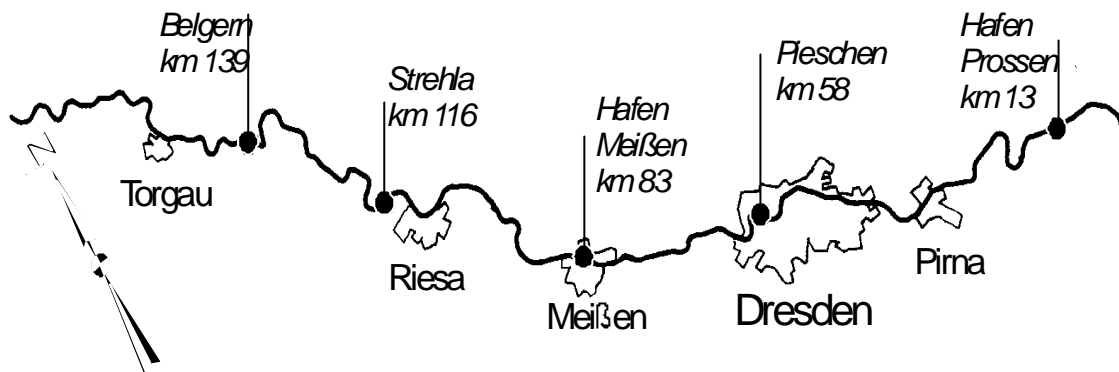
4.6.2 Rechtliche Situation

Die Untersuchungen der LfL sind kein amtlicher lebensmittelrechtlicher Befund im Sinne einer Freigabe zur Vermarktung. Dafür ist das Sächsische Staatsministerium für Soziales, Gesundheit und Familie mit seinen autorisierten Untersuchungseinrichtungen zuständig. Da es bei Angelfischen aber ohnehin nicht um das gewerbliche Inverkehrbringen geht, sondern nur um den Eigenverbrauch, können die von der LfL ermittelten Analyseergebnisse durchaus zu einer Selbstkontrolle und einer Verzehrempfehlung genutzt werden.

4.6.3 Ergebnisse

Die Beprobung von Elbfischen begann zeitgleich mit Beginn dieses Untersuchungsprogramms im Jahr 1992. Allerdings konnten die Angler nur sehr begrenzt Fische zur Verfügung stellen. 1993 konnten, von den bei einem Hegefischen in Dresden gefangenen Fischen, zwar reichlich Probefische entnommen werden, allerdings handelte es sich nur um Friedfische. Seit 1994 wurden die Fische selbst gefangen, wobei repräsentative Fangstellen über den gesamten sächsischen Elblauf ausgewählt wurden (Übersicht 1). Die Auswahl erfolgte beim Fang.

Übersicht 1: Probenahmestellen im sächsischen Elbabschnitt



Dabei wurde auf ein angemessenes Verhältnis von Fried- zu Raubfischen geachtet.

Von der Artenzusammensetzung handelt es sich um den üblichen anglerischen Durchschnittsfang. Große Fische wurden in einzelnen Exemplaren immer wieder mit untersucht, um eine mögliche Anreicherung mit Schadstoffen nachweisen zu können. Es war zu erwarten, daß in Fischen aus der Elbe 1992 noch Schadstoffe in größerem Umfang nachzuweisen waren, zumal die Fische bei der Bearbeitung noch einen sehr unangenehmen Geruch hatten.

Folgender Probenumfang wurde realisiert:

- 1992 acht Proben, davon fünf Mischproben,
- 1993 23 Proben (nur Weißfische),
- 1994 94 Proben,
- 1995 83 Proben,
- 1996 96 Proben.

Die Probenanzahl läßt erst Aussagen für die Jahre 1994-1996 zu. Hier erlaubt die Datenfülle für alle Schadstoffe eine gesonderte Darstellung.

DDT und Metaboliten

Die Belastungsentwicklung gibt Abbildung 3 wieder. Die Tendenz zeigt eine Abnahme ebenso wie eine geringere Streubreite. Die Höchstwerte wurden 1996 nur noch von wenigen Extremwerten und Ausreißern überschritten. DDT verliert seine Rolle als Schadstoff in Elbfischen.

Lindan

Differenziert ist das Bild der Lindanbelastung. Lindan spielte 1994 und 1996 keine Rolle. Die gesetzlichen Werte wurden nur in Pieschen 1994 und 1996 durch jeweils zwei Ausreißer geringfügig überschritten. 1995 kam es dagegen an allen Probestellen zu höheren Werten, die Medianwerte lagen in Belgern, Strehla, Meißen und Prossen über den zulässigen Höchstwerten. Eine extreme Streuung mit sehr große Überschreitungen wurde in Strehla registriert (Abbildung 4). Möglicherweise wurden durch Hochwässer Rückstände in Sedimenten mobilisiert, oder Betriebe nutzten höhere Wasserstände zum „Großreinemachen“

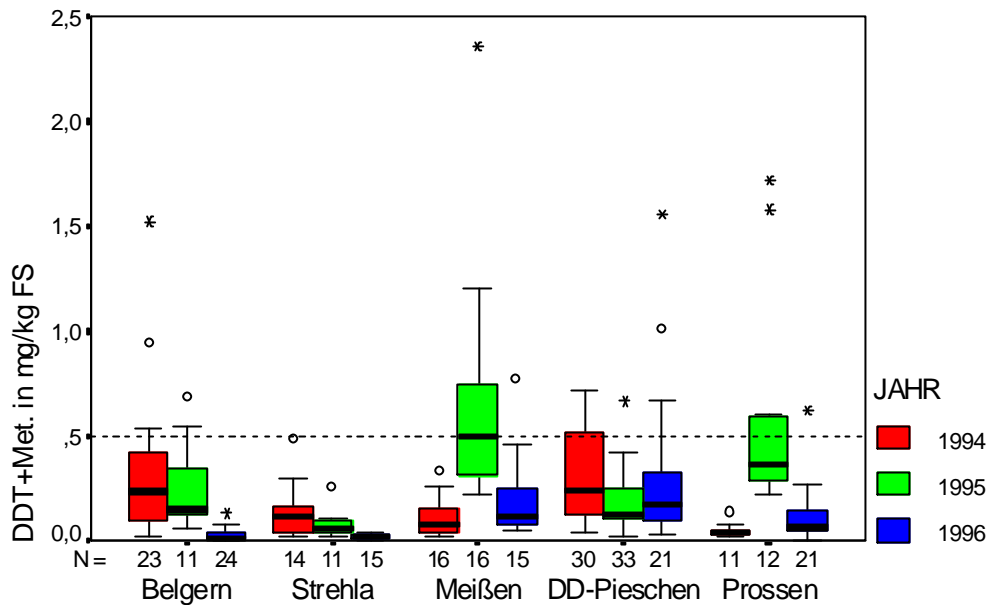


Abbildung 3: Konzentration von DDT in Elbfischen

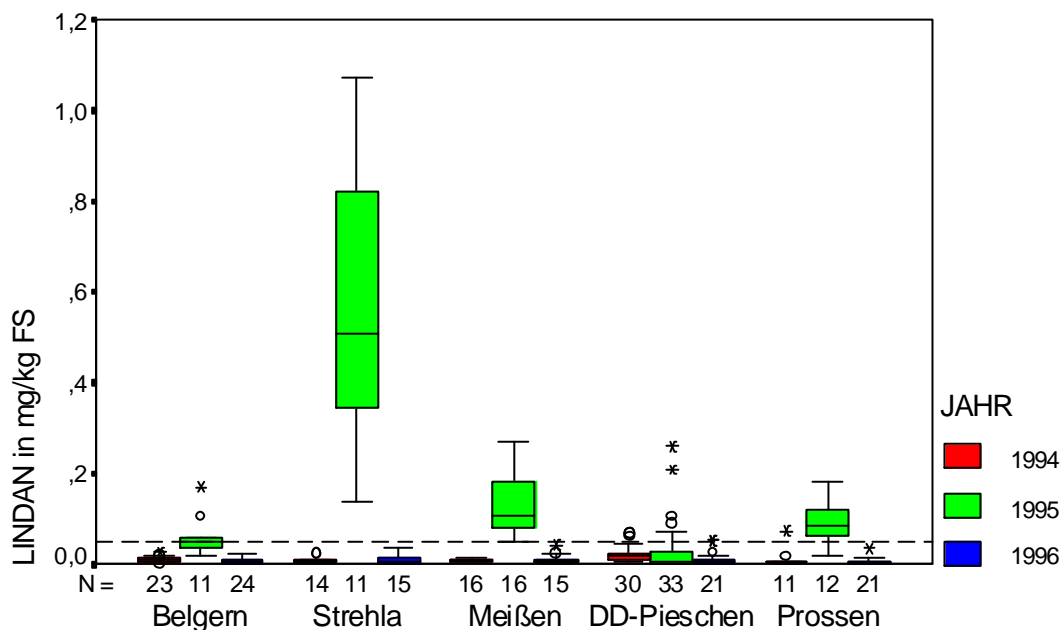


Abbildung 4: Konzentration von Lindan in Elbfischen

HCB

Bei der Entwicklung der HCB-Belastung sind folgende Punkte sichtbar. HCB ist ein Schadstoff, der in dem meisten Fischen Konzentrationen über dem zulässigen Höchstwert erreicht. Dieser wird teilweise um ein Mehrfaches überschritten (Abbildung 5). Die Belastung ist schon im Bereich der Grenze zu

Böhmen im Hafen Prossen sehr hoch und wird in Dresden weiter erhöht. Danach erfolgt eine Abnahme. Ausnahme macht 1995 wieder die Probestelle Strehla, so daß die These von einer illegalen Entsorgung gestützt wird. Insgesamt wären die Fische von Meißen bis Prossen auch 1996 noch nicht vermarktbar gewesen.

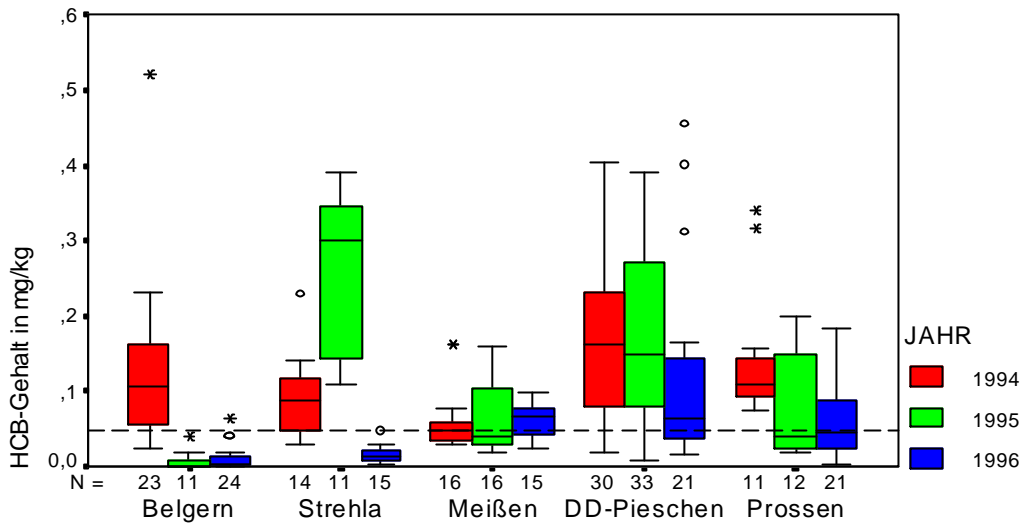


Abbildung 5: Konzentration von HCB in Elbfischen

PCB

Bei der Summe der untersuchten PCB ist eine eindeutige Abnahme der Konzentration von Jahr zu Jahr erkennbar. 1996 lagen nur noch bei zwei Pro

ben (Ausreißer) die Konzentrationen über dem Höchstwert (Abbildung 6). Diese Schadstoffgruppe spielt damit nur noch eine untergeordnete Rolle in der Belastung von Elbfischen.

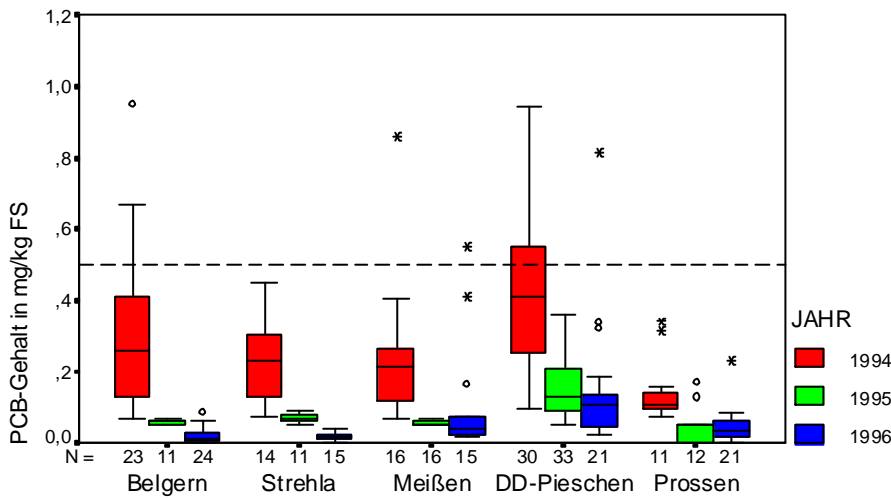


Abbildung 6: Konzentration von PCB in Elbfischen

Cadmium (Cd)

Das Schwermetall spielt bei der Belastung des Muskelgewebes keine Rolle. Es konnten keine Überschreitungen des Richtwertes von 0,1 mg/kg Frischsubstanz festgestellt werden (Abbildung 7).-

Blei (Pb)

Auch Blei erreicht nur geringe Konzentrationen im Fischfleisch, dieses Element beeinträchtigt nicht die Genußtauglichkeit (Abbildung 8). Der Richtwert von 0,5 mg/kg FS wurde nicht überschritten.

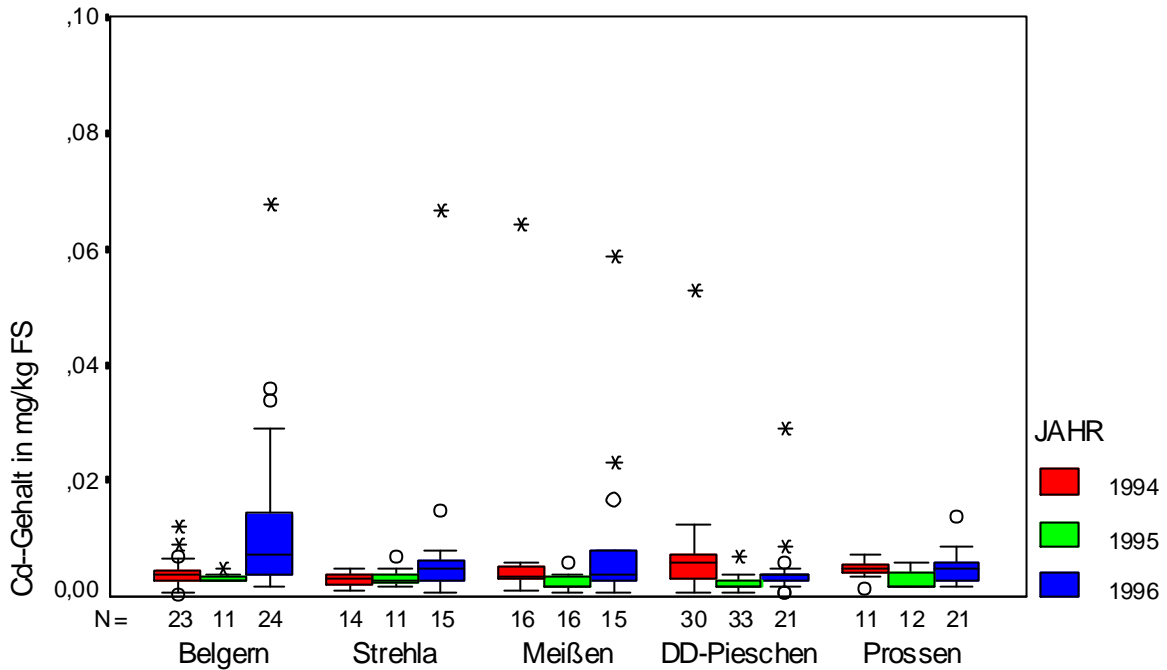


Abbildung 7: Konzentration von Cd in Elbfischen

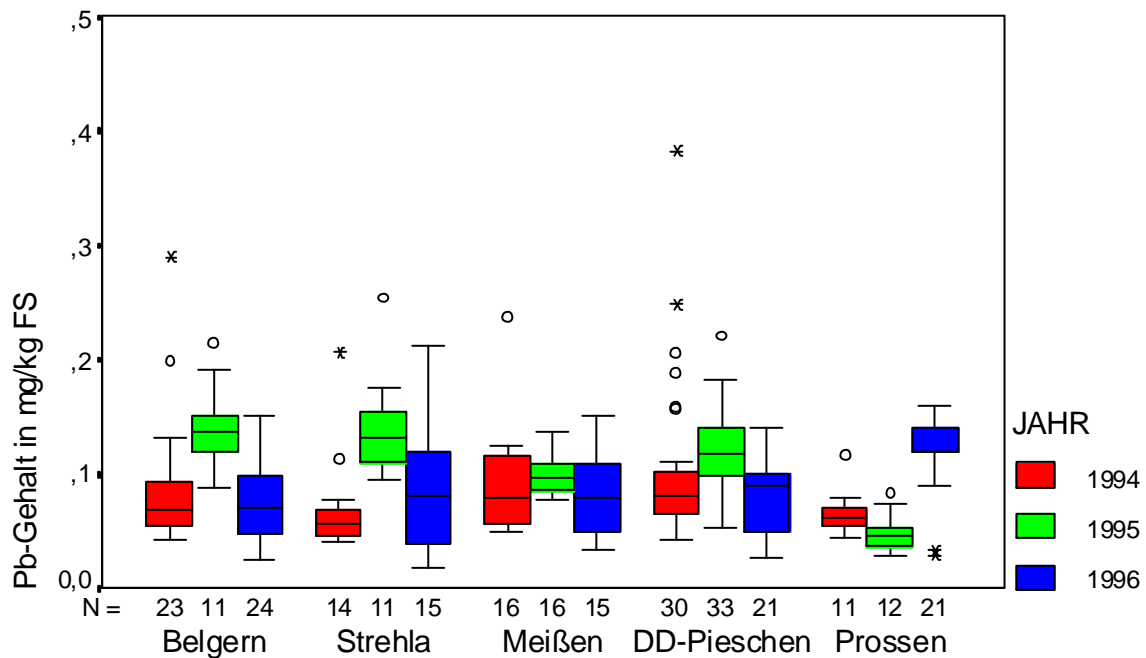


Abbildung 8: Konzentration von Pb in Elbfischen

Quecksilber (Hg)

Völlig anders liegen die Verhältnisse bei Hg. Hier kam und kommt es immer wieder zur Überschreitung der Höchstwerte von 0,5 mg/kg FS (1,00 mg/kg FS bei Aalen und Hechten). Bei diesem Element ist eine Anreicherung über die Nahrungskette bei räuberischen Fischen erkennbar. Hg ist in methylierte Form sehr gut fettlöslich, damit nimmt gleichzeitig die Toxizität zu. Einmal

im Fettgewebe angelagert, kann eine Verringerung der Konzentration im Gewebe praktisch nur noch durch Wachstum bei gleichzeitig wesentlich reduzierter Hg-Aufnahme erfolgen. Bei der Betrachtung aller Probestellen ist ein Absinken der Konzentration erkennbar, die Medianwerte liegen größtenteils unterhalb der Höchstwerte (Abbildung 9).

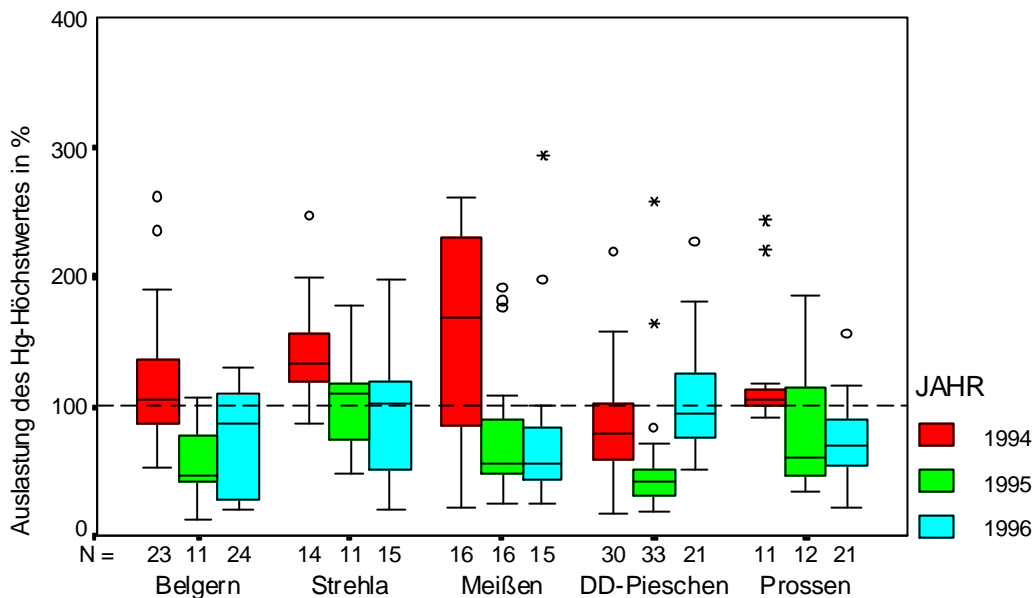


Abbildung 9: Konzentration von Hg in Elbfischen

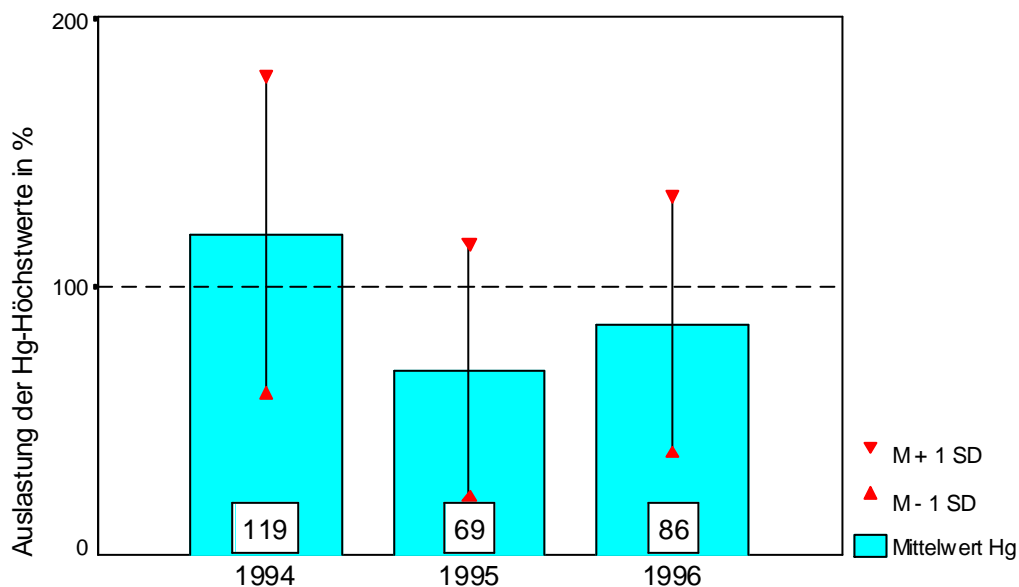


Abbildung 10: Entwicklung der Mittelwerte bei Hg
Im Vergleich der Mittelwerte des Auslastungsgrades aller Elbfische fiel dieser 1995 und 1996 unter 100 %.

Raub- und Friedfische

Der Gesetzgeber hat für bestimmte Fische nach oben abweichende Höchstwerte festgelegt. Darunter fallen Aal und Hecht, vor dem 1.9.1994 auch Zander. Bei diesen räuberischen Fischarten wird die Nahrungskettenakkumulation berücksichtigt. Vergleicht man nun die Konzentration in diesen vom Gesetzgeber geschaffenen Gruppen ist bei Raubfischen eine jährliche Abnahme des Hg-Gehaltes erkennbar. Bei Friedfischen gab es dagegen nach einer Ab- wieder eine leichte Zunahme, der Medianwert aller Proben blieb jedoch unter dem Höchstwert von 0,5 mg/kg FS (Abbildung 11). Daß aber nicht nur bei Aal und Hecht eine Nahrungskettenakkumulation beobachtet werden kann, zeigt Abbildung 12. In dieser Darstellung erreichen alle räuberischen Arten höhere Werte als ausge-

sprochene Friedfische. Das trifft zu für Rapfen, Barsch und den im Alter räuberischen Döbel. Diese Fische haben zudem eine größere Streuung der Konzentrationen, da Jungfische dieser Arten noch geringere Hg-Gehalte aufweisen. Bei Hechten konnte mit hinreichender Sicherheit (mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2=0,65$) eine erwartete Abhängigkeit der Hg-Konzentration von der Masse (Abbildung 13) bestätigt werden. Nach der Korrelation sind Hechte bezüglich der Hg-Konzentration ab Stückmassen oberhalb 4750 g bedenklich. Daß die Innereien zur Zeit gemieden werden sollten, zeigen Untersuchungen einzelner Hechtlebern. Hier liegen die Konzentrationen chlororganischer Verbindungen beträchtlich über denen des Filetanteils (Tabelle 2).

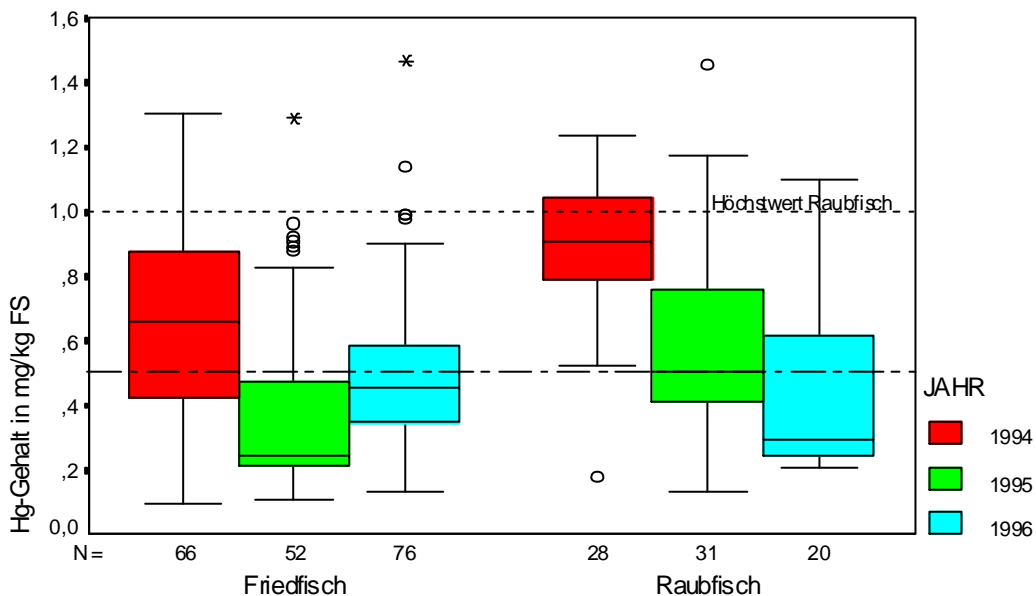


Abbildung 11: Stichprobenverteilung bei den Fischgruppen

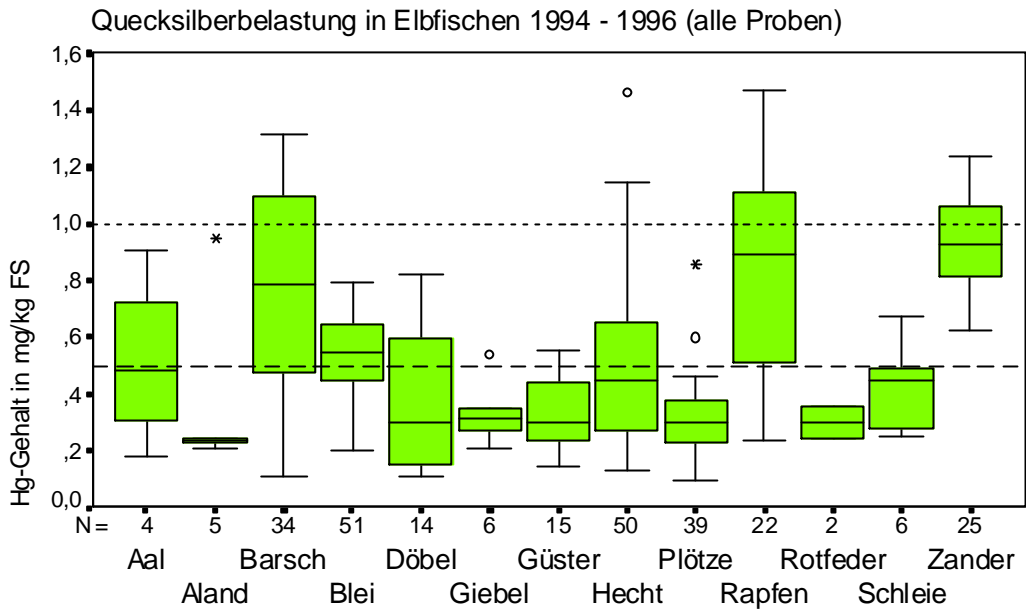


Abbildung 12: Verteilung der Hg-Konzentration bei den einzelnen Fischarten

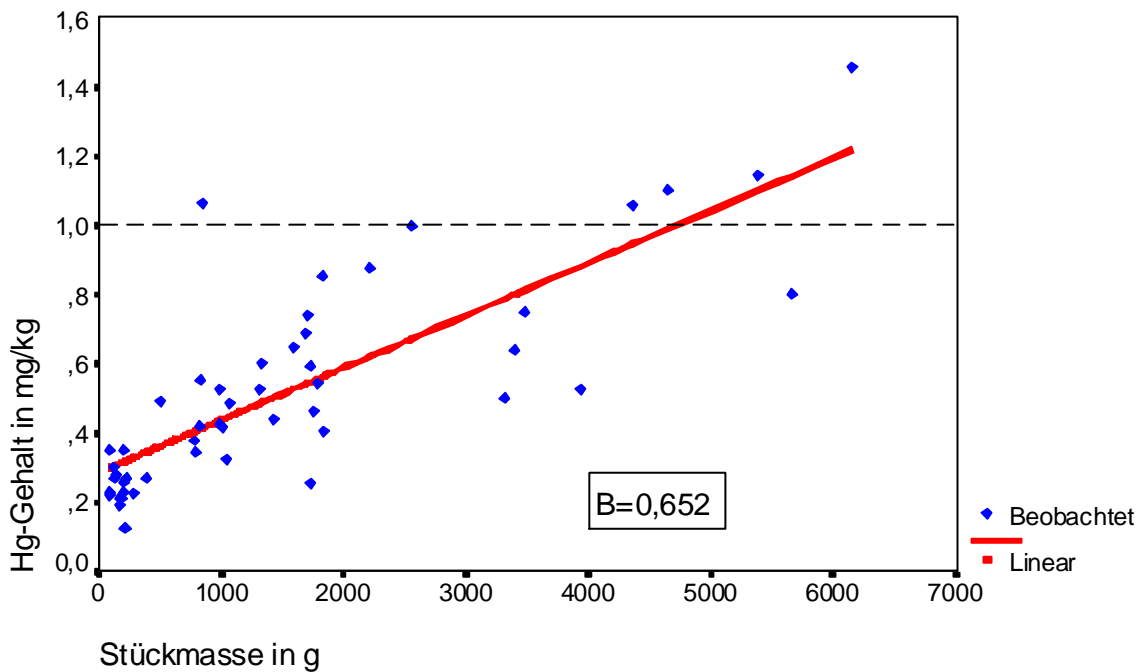


Abbildung 13: Abhängigkeit der Hg-Konzentration bei Hechten von der Stückmasse

Tabelle 2: Chlorierte Kohlenwasserstoffe in Hechtlebern

P.-Nr.	Fischart	Länge	Masse	Lindan		HCB		PCB		DDT+Met.			
				mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%	mg/kg	%		
		cm	G										
39a	Hecht	56,5	1334	0,048	95,1	0,396	792,1	0,500	99,9	1,050	209,9		
40a	Hecht	63	1692	0,039	78,8	0,335	669,3	0,568	113,6	1,159	231,7		
41a	Hecht	86,5	4650	0,218	435,3	0,824	1647,1	2,363	472,6	4,011	802,3		
42a	Hecht	87,5	5660	0,133	265,6	0,748	1496,4	1,066	213,3	3,036	607,3		
134a	Hecht	76	3397	0,047	94,6	0,083	165,7	0,125	25,0	0,055	11		
158a	Hecht	60	1695	0,011	22,0	0,011	22,5	0,020	3,9	0,035	6,9		
Mittel						0,083	165,2	0,399	798,9	0,774	154,7	1,558	311,5
Median						0,047	94,9	0,365	730,7	0,534	106,8	1,104	220,8
Minimum						0,011	22,0	0,011	22,5	0,020	3,9	0,035	6,9
Maximum						0,218	435,3	0,824	1647,1	2,363	472,6	4,011	802,3

Tabelle 3: Höchstwertüberschreitungen bei den untersuchten Schadstoffen

	Probenumfang	Höchst- bzw. Richtwertüberschreitung in %, in Klammer Anzahl						
		Lindan	HCB	PCB's	DDT+Met.	Cd	Pb	Hg
1994	94	2,1(2)	66,0(62)	17,0(16)	11,7(11)	0	0	52,1(49)
1995	83	53,0(44)	59,0(49)	0	18,1(15)	0	0	21,7(18)
1996	96	2,1(2)	34,4(33)	2,1(2)	5,2(5)	0	0	32,3(31)

Tabelle 4: Belastungsgrad der untersuchten Fischproben

	Probenzahl	Unbedenklich	Überschreitungen	Überschreitungsindex
1994	94	12,8 %	21,3 %	117,3
1995	83	15,7 %	21,7 %	266,3
1996	96	40,6 %	10,9 %	87,2

Wertung

Die Ergebnisse zeigen, daß Elbfische in Sachsen teilweise noch eine hohe Belastung mit Schadstoffen aufweisen. Besonders Hexachlobenzol und Quecksilber liegen häufig über den zulässigen Höchstwerten. DDT, Lindan und PCB haben eine abnehmende Tendenz und überschreiten nur noch vereinzelt die entsprechenden Höchstwerte. Die Belastung ist von der Tendenz abnehmend. Zu keinen Überschreitungen des Richtwertes kam es bei Blei und Cadmium, so daß diese Schwermetalle

in der Elbe bei Fischen keine Rolle spielen. Jede Fischprobe setzt sich aus den 7 Einzelwerten bewertbarer Schadstoffe, für die Höchst- bzw. Richtwerte gelten, und zusätzlich den Gehalten von Cu, Zn und As zusammen, deren Konzentration nur vergleichend bewertet werden kann. Um die Entwicklung besser zu verdeutlichen, wurde anhand der Analysen untersucht, ob die Fischproben unbedenklich sind, d. h. kein Einzelwert eines Schadstoffes durfte über den Höchst- bzw. Richtwerten liegen. Von allen Proben wurden die bewertbaren

Einzelwerte auf Überschreitungen überprüft und der prozentuale Anteil dieser Überschreitungen errechnet. Rein theoretisch würde so bei einer durchgehenden Überschreitung jeweils nur eines Einzelwertes von sieben Werten pro Probe ein Anteil von 14,3 % Einzelwertüberschreitungen genügen, um alle Proben als belastet einzustufen.

Die durchschnittliche Überschreitung wurde als Überschreitungsindex aus der Summe aller Überschreitungen in % (nur Werte über 100) geteilt durch die Anzahl der Überschreitungen errechnet. Ein Wert von 100 würde somit eine 100%ige Überschreitung des Grenzwertes bedeuten. Der Überschreitungsindex stellt den durchschnittlichen Belastungsgrad für alle über den Grenzwert liegenden Einzelparameter dar. Diese Ergebnisse sind in Tabelle 3 und 4 zusammengestellt, in deren Berechnung über 1.200 Einzelwerte flossen.

Diese Tabellen zeigen bei den untersuchten Schadstoffen von der Tendenz her eine Besserung, wenn auch wie im Jahre 1995 ein zwischenzeitlicher Anstieg bei einzelnen Stoffen erfolgen kann.

Zu den ebenfalls untersuchten Schwermetallen Cu, Zn und As kann gesagt werden, daß deren Konzentration in der Fischmuskulatur keine erhöhten Werte erreicht und mit den entsprechenden Gehalten von Fischen anderer Gewässer übereinstimmt.

Als Resümee kann festgehalten werden, daß die Fische der Elbe teilweise noch stark belastet sind, eine Besserung aber durchaus zu verzeichnen ist. Diese Situation wird sich vor allem bei großen Fischen durch die langen biologischen Halbwertszeiten vieler Schadstoffe nur langsam entspannen. Eine Vermarktungsfähigkeit dieser Fische wäre somit noch nicht gegeben. Für den persönlichen Verzehr ist deshalb nach wie vor ein überlegter Umgang mit Elbfischen angeraten. Von einem gelegentlichen Verzehr von bis zu 1 kg pro Monat sind keine gesundheitlichen Gefahren zu erwarten. Auf keinen Fall sollte Leber (gilt besonders bei Hechten) gegessen werden, da sich hier die Schadstoffe vorzugsweise anreichern. Es ist zu bedenken, daß besonders die größeren Fische und hier vor allem räuberische Arten stärker belastet sind.

Literatur

BAUCH, G. (1958): Untersuchungen über die Gründe für den Ertragsrückgang der Elbfischerei zwischen Elbsandsteingebirge und Boizenburg. Zeitschr. F. Fischerei. Bd. VII N.F., 161-437

FÖRSTER, F. (1994): Kulturhistorisches und Volkskundliches zur Meißner Elbfischerei, Landesverein Sächsischer Heimatschutz, Mitteilungen 3/1994, 43-49

GROSSKLAUS, D. (1989): Rückstände in von Tieren stammenden Lebensmitteln. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg.

HÄRTEL, R.. (1975): Zur Fischfauna des sächsischen Elblaufes und ihrer Veränderung seit dem 16. Jahrhundert. Naturschutzarbeit und naturkundliche Heimatforschung in Sachsen. 17. Jg., H. 2, 72-76.

HOFER, R. und R. LACKNER (1995): Fischtoxikologie. Gustav Fischer Verlag Jena.

KRAUTSCHICK, J., KASAN, H. und R. PARZYK (1976): Ergebnisse sensorischer Untersuchungen von Fischen aus der unteren Mittel-Elbe und anderen Gewässern im Vergleich. Vortrag, gehalten auf dem 2. Landes- und Kreisfischereitag in Lutherstadt Wittenberg am 23. März 1996.

Autoren:

Matthias Pfeifer
LfL, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland
Postfach 11 40, 02697 Königswartha

Dr. Mona Syhre, Dr. Ralf Klose
LfL, Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen
Gustav-Kühn-Straße 8, 04159 Leipzig

