

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchungskonzept

Ziel der Untersuchung war es, durch Erfassung einer großen Anzahl von Tieren die Entwicklung der Rückenfettdicke im Laufe der Laktation und deren Interaktion mit verschiedenen Leistungsparametern zu ermitteln. Durch Darstellung der Wechselwirkungen zwischen Körperfettgehalt, Milchleistung, Fruchtbarkeit und Gesundheit sollten Referenzwerte für denjenigen Konditionsverlauf festgelegt werden, der allen an die Milchkuh zu stellenden Anforderungen gleichermaßen gerecht wird. Die so ermittelten Werte sollten mit anderen, in der Literatur angegebenen Empfehlungen verglichen werden. Als Anwendungsbereich wurde die tierärztliche Bestandsbetreuung von Milchviehherden ebenso vorgesehen wie die Konditionsbeurteilung im Rahmen des Herdenmanagements.

Um unterschiedliche Umweltbedingungen berücksichtigen zu können und eine repräsentative Stichprobe der Gesamtpopulation zu erhalten, wurde in den ersten Teil der Untersuchung eine breite Palette verschiedener Betriebe einbezogen. Diese Herden wurden jeweils einmalig in ihrer Gesamtheit untersucht. Dabei konnte vorausgesetzt werden, daß bei einer durchschnittlichen Betriebsgröße von etwa 400 Kühen aus jedem Laktationsstadium etwa gleich viele Tiere zur Untersuchung kämen. Als Ergebnis konnte so zusätzlich zur Information über das Einzeltier der mittlere Konditionsverlauf der Kühe einer Herde über die Laktation hinweg beurteilt werden. Nach Laktationszahlen gegliedert und grafisch dargestellt wurden den Betrieben diese Daten mit Hinweisen zur Fütterungssituation zur Verfügung gestellt. Eine Verbindung der Konditionsbeurteilung mit den von der Arbeitsgruppe regelmäßig durchgeführten Stoffwechselüberwachungen erwies sich als vorteilhaft.

Um detailliertere Informationen über den Ab- und Aufbau der Körperfettdepots beim Einzeltier zu erlangen, wurden im zweiten Untersuchungsteil in zehn Betrieben Wiederholungsmessungen im Abstand von jeweils etwa vier Wochen durchgeführt. Anschließend wurden die Differenzen der Meßwerte jeder einzelnen Kuh ausgewertet. In diesem Zusammenhang fanden regelmäßige Besuche zweier besonders leistungsstarker Betriebe in Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt über einen Zeitraum von 9 bzw. 12 Monaten statt.

3.2 Untersuchungszeitraum

In einer vierwöchigen Einarbeitungsphase im August 1997 wurde die technische Durchführung der Ultraschalluntersuchung erprobt und die Meßgenauigkeit beim Einzeltier bestimmt. Weiterhin wurden verschiedene Möglichkeiten der Befunderhebung auf Bestandsebene auf ihre Praxistauglichkeit getestet. Von September 1997 bis November 1998 fand die Durchführung der Betriebsuntersuchungen statt.

3.3 Beschreibung der untersuchten Betriebe und Tiere

An der Untersuchung nahmen 78 verschiedene Betriebe in Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Niedersachsen mit Herdengrößen zwischen 50 und 3500 Kühen teil. In der Regel wurde der gesamte Bestand untersucht, bei zwei Betrieben mit einer Herdengröße von jeweils etwa 3500 jedoch nur eine Stichprobe von ungefähr 1000 Tieren. Die Anzahl der untersuchten Kühe pro Bestand lag zwischen 46 und 1165 bei einem Mittelwert von 392 ± 280 Tieren. Die Verteilung der Betriebsgrößen ist in Abb. 1 dargestellt.

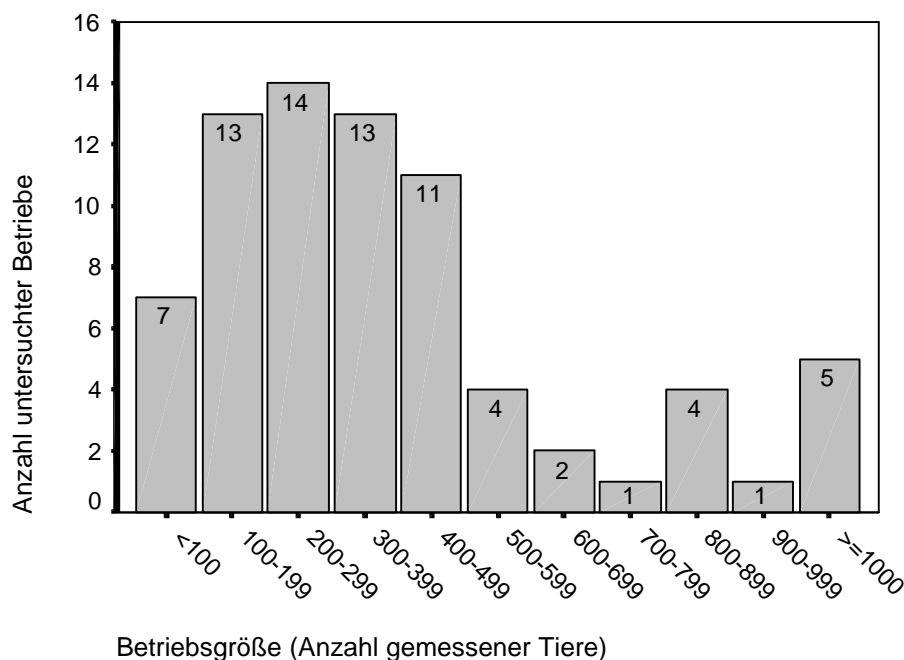


Abb.1: Verteilung der Betriebsgrößen (n = 75)

An dieser Stelle ist zu beachten, daß die realen Betriebsgrößen um durchschnittlich etwa 10 Prozent höher lagen als die Anzahl der gemessenen Tiere, da kranke Kühe gezielt ausge-

geschlossen wurden und aufgrund arbeitstechnischer Gegebenheiten in einzelnen Fällen nicht der gesamte Bestand untersucht werden konnte.

Einige Anlagen wurden im Untersuchungszeitraum in unterschiedlichen Abständen mehrmals besucht, so daß insgesamt 108 Betriebsmessungen durchgeführt und dabei 46111 Tiere untersucht werden konnten. Aufgrund technischer Probleme bei der elektronischen Datenerfassung war bei drei Betrieben eine Analyse nicht möglich. Von der Auswertung wurden weiterhin alle Tiere ausgeschlossen, die anhand der erfaßten Kennzeichnung nicht eindeutig zu identifizieren waren. Davon waren je nach Betrieb zwischen 2 und 10 Prozent der untersuchten Kühe betroffen, im Betriebsmittel 5,6 Prozent. Letztlich entspricht dies einer zur Auswertung kommenden Tierzahl von $n = 43506$ bei 75 verschiedenen Betrieben mit insgesamt 105 Besuchen.

In der Mehrzahl der Fälle wurde zweimal, nur in einzelnen Betrieben bzw. Gruppen dreimal täglich gemolken. Bezüglich der Rationszuteilung konnte die TMR-Fütterung als Standard, die transpondergesteuerte Kraftfutterzuteilung als Ausnahme angesehen werden. Liegeboxenlaufställe in Kombination mit der Anbindehaltung einzelner Tiergruppen stellten die weitaus überwiegende Haltungsform dar. Im Bereich der Melktechnik kamen je nach Betriebsgröße Karussells mit 20 bis 60 Plätzen, Fischgrät-, Side by Side- und Reihenmelkstände zum Einsatz.

Was die Rassenverteilung in den untersuchten Herden betrifft, so wurde in der Mehrzahl der Betriebe eine Verdrängungskreuzung auf SMR-Grundlage mit HF-Insemination praktiziert. Dies entsprach einem durchschnittlichen HF-Genanteil zwischen 75 und 90 Prozent. Obwohl auch hier bereits reinerbige HF-Tiere vertreten waren, konnten diese mit Hilfe der betriebs-eigenen Managementprogramme nur in Ausnahmefällen identifiziert werden. Tiere, bei denen dies gelang, und solche aus neu aufgebauten Herden mit reiner HF-Zucht wurden besonders gekennzeichnet. Insgesamt konnte zwischen vier Rassen unterschieden werden:

- ◆ Holstein-Friesian (HF)
- ◆ Verdrängungskreuzung auf SMR-Basis mit HF-Insemination (SMR x HF)
- ◆ Deutsches Rotbuntes Rind (RBT)
- ◆ Sonstige Rassen (Kreuzungstiere mit Fleischrinderanteil, Fleckvieh, Jersey, usw.)

Rotbunte Tiere und sonstige Rassen wurden aufgrund ihrer geringen Anzahl und ihrer untergeordneten Bedeutung nachträglich von der Auswertung ausgeschlossen.

Die Verteilung der Rassen ist in Abb.2 dargestellt.

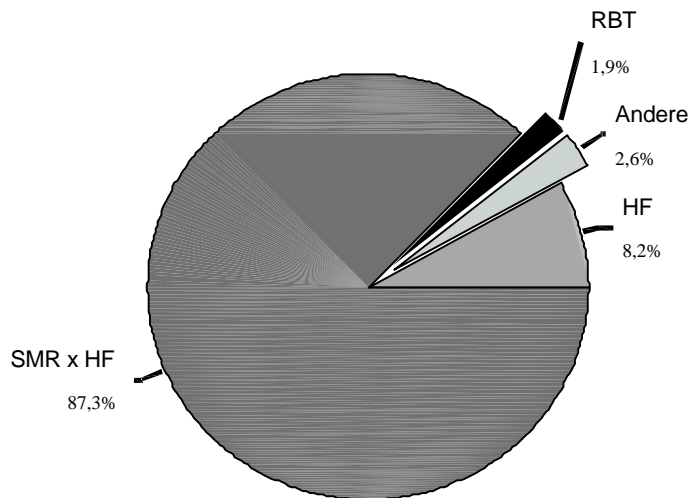


Abb.2: Anteile der verschiedenen Rassen (n = 43506)

Auf Grundlage der durchschnittlichen 305-Tage-Milchmengenleistung bewegten sich die Betriebe zwischen 5800 und 10200 kg Milch pro Kuh und Jahr. Die Verteilung der Durchschnittsleistungen ist in Abb.3 dargestellt.

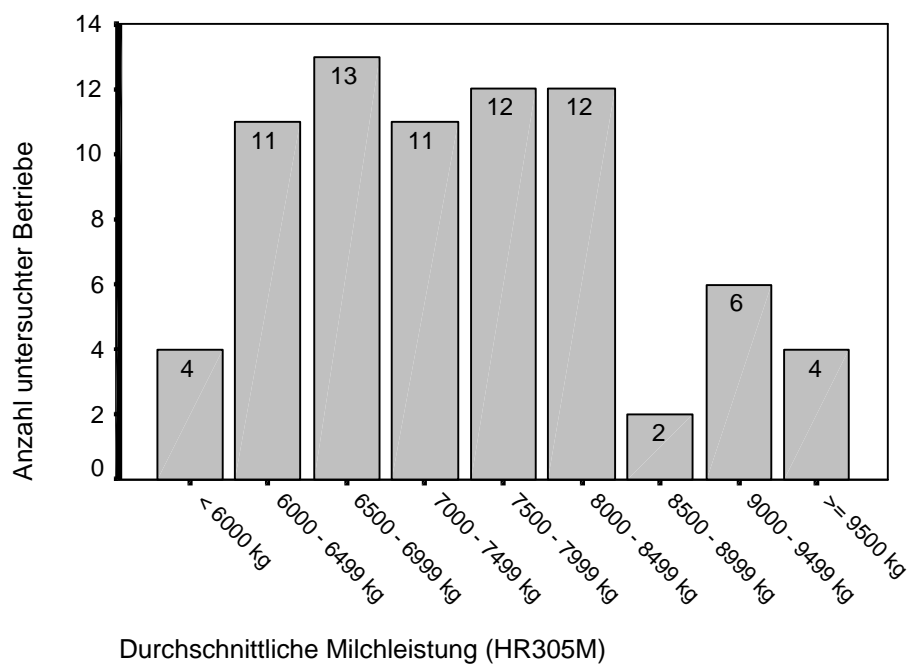


Abb.3: Durchschnittliche 305-Tage-Milchmengenleistung der Betriebe (n = 75)

3.4 Untersuchungsmethodik

3.4.1 Darstellung der Meßtechnik

Die Ultraschallmethode zeichnet sich durch den geringen Zeitaufwand und durch ihren nichtinvasiven, für das Tier mit minimaler Belastung verbundenen Charakter aus. Nach Staufenbiel (1992b) hat sich für die Messung der sakrale Meßpunkt bewährt, welcher sich auf der Verbindungslinie zwischen dem dorsalen Teil des Tuber ischiadicum und dem oberen Bereich des Tuber coxae befindet, und zwar zwischen dem caudalen Viertel und dem caudalen Fünftel der Gesamtstrecke. Dies entspricht dem Bezirk zwischen dem Ende der Crista sacralis mediana und dem Ende des Os sacrum bzw. dem Beginn des ersten Schwanzwirbels. Dieser Meßpunkt erfüllt die folgenden Voraussetzungen:

1. Er repräsentiert die höchste Fettauflage im Rückenbereich.
2. Es bestehen hochsignifikante Korrelationen zum Körperfettgehalt.
3. Er läßt sich problemlos auffinden.
4. Die RFD ändert sich im Umkreis von einigen Zentimetern nur wenig.

Die Gewebeschichtung in diesem Bereich ist in Abb.4 dargestellt.

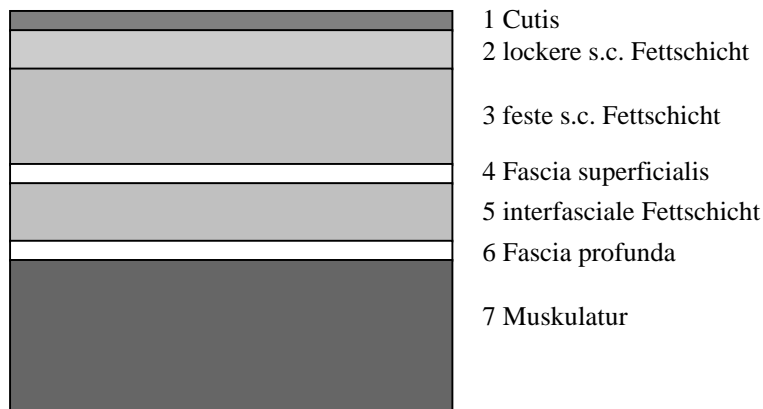


Abb.4: Stratigraphie am Rückenfettdickenmeßpunkt (Staufenbiel, 1992b)

Die Strecke von der Hautoberfläche bis zur Fascia profunda wurde ultrasonographisch ausgemessen und in mm RFD angegeben. Dabei ist zu beachten, daß die angegebenen Meßwerte die Hautdicke von etwa 5 bis 6 mm einschließen. Der absolute Betrag der subkutanen Fettschicht ist also um diesen Betrag geringer.

Es wurden Sonogramme mit Hilfe der B-Bild-Technik aufgezeichnet. Dazu wurden zwei verschiedene tragbare, batteriebetriebene Ultraschallgeräte der Firma Alliance Medical Inc.[®] verwendet, und zwar die Typen AMI Ultrascan 900[®] und AMI Ultrascan II[®]. Beide Geräte waren mit einem 5,0-MHz-Linearscanner ausgestattet. Die unmittelbare Ankopplung des Schallkopfes an die Körperoberfläche durch Auftragen von verdünntem Alkohol (Cimbal, 1990) hat sich bei den Messungen bewährt.

Die Qualität der entstehenden Bilder war individuell unterschiedlich, mit einiger Erfahrung ließ sich jedoch bei allen Tieren die Fascia profunda eindeutig zuordnen. Dabei muß berücksichtigt werden, daß neben den anatomisch definierten Strukturen weitere Linien im Ultraschallbild auftauchen können, die sich aus der inhomogenen Zusammensetzung des Rinderfettgewebes ergeben (Staufenbiel, 1992b). Mit Fascia profunda und Cutis sind jedoch stets zwei definierte Strukturen vorhanden, so daß sich im Ultraschallbild die RFD genau ausmessen ließ.

Die in der Studie eingesetzten Ultraschallgeräte entsprechen solchen, wie sie auch für die Trächtigkeits- und Ovardiagnostik Verwendung finden, demnach können entsprechende Messungen also ebenfalls vom praktizierenden Tierarzt durchgeführt werden.

3.4.2 Bestimmung der Meßgenauigkeit

Ein Vorversuch gab Aufschluß über die unter Feldbedingungen zu erwartende Genauigkeit der Rückenfettdickenmessung per Ultraschall. Dazu wurden 20 Kühe in unterschiedlicher Kondition zehnmal untersucht, und zwar jeweils fünfmal auf der rechten und auf der linken Körperseite. Die Ergebnisse sind in Tab.3 dargestellt.

Hinsichtlich der Beurteilung des Meßfehlers muß berücksichtigt werden, daß bei einzelnen Tieren eine leicht unsymmetrische Verteilung des Fettgewebes zwischen beiden Körperseiten auftreten kann. Bei stets auf der gleichen Seite durchgeführter Untersuchung betrug der Meßfehler drei bzw. vier Prozent bei einer maximalen Abweichung von einem Millimeter, was der Ablesegenauigkeit des Gerätes entspricht. Damit ist die Präzision der Methode als sehr hoch einzustufen. Größere Abweichungen waren lediglich bei einzelnen Tieren zwischen beiden Körperseiten zu beobachten. Trotz dieser Tatsache ist jedoch auch bei fehlender Berücksichtigung des Einflusses der Körperseite der Meßfehler mit fünf Prozent als gering zu bezeichnen. Eine maximale Abweichung von 2,3 Millimetern bei einzelnen Tieren verdeutlicht auch hier die Überlegenheit der Methode im Vergleich zum BCS.

Tab.3: Ergebnisse von 10 Messungen (m) an 20 Kühen mit Mittelwerten (\bar{x}), Standardabweichungen (s) und Variationskoeffizienten (v) (alle Angaben in mm bzw. %)

	Tier m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Rechts	1	8	8	8	11	13	15	14	13	14	15	15	18	19	19	22	26	27	30	33	40	
	2	8	8	9	10	13	13	15	13	14	16	16	18	19	20	21	26	27	29	33	40	
	3	8	8	7	11	12	14	13	14	15	15	15	18	19	19	21	26	28	30	32	39	
	4	7	9	8	11	14	13	13	13	13	15	15	16	17	19	20	21	26	28	30	33	40
	5	8	9	8	11	13	13	13	14	13	14	16	16	18	20	21	22	26	27	30	34	40
	$\bar{x} \pm s$	7,8 ± 0,45	8,4 ± 0,55	8,0 ± 0,71	10,8 ± 0,45	13,0 ± 0,71	13,6 ± 0,89	13,8 ± 0,84	13,2 ± 0,45	14,4 ± 0,55	15,4 ± 0,55	15,6 ± 0,55	17,8 ± 0,45	19,2 ± 0,45	19,8 ± 0,84	21,4 ± 0,55	26,0 ± 0,00	27,4 ± 0,55	29,8 ± 0,45	33,0 ± 0,71	39,8 ± 0,45	
	v	0,06	0,07	0,09	0,04	0,05	0,07	0,06	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	
Links	6	8	9	10	11	13	14	14	15	15	16	18	18	19	21	25	23	25	31	33	39	
	7	8	9	10	11	13	15	15	14	15	17	17	19	19	20	25	22	25	32	32	38	
	8	7	8	10	11	13	14	14	14	16	17	18	18	20	21	25	23	24	30	32	38	
	9	8	9	10	11	13	14	14	15	15	16	17	19	19	20	24	22	25	30	31	39	
	10	7	9	10	11	14	14	13	15	16	16	18	18	19	21	24	23	25	31	31	39	
	$\bar{x} \pm s$	7,6 ± 0,55	8,8 ± 0,45	10,0 ± 0,00	11,0 ± 0,00	13,2 ± 0,45	14,2 ± 0,45	14,0 ± 0,71	14,6 ± 0,55	15,4 ± 0,55	16,4 ± 0,55	17,6 ± 0,55	18,4 ± 0,55	19,2 ± 0,45	20,6 ± 0,55	24,6 ± 0,55	22,6 ± 0,55	24,8 ± 0,45	30,8 ± 0,84	31,8 ± 0,84	38,6 ± 0,55	
	v	0,07	0,05	0,00	0,00	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01
Gesamt	$\bar{x} \pm s$	7,7 ± 0,48	8,6 ± 0,52	9,0 ± 1,15	10,9 ± 0,32	13,1 ± 0,57	13,9 ± 0,74	13,9 ± 0,74	13,9 ± 0,88	14,9 ± 0,74	15,9 ± 0,74	16,6 ± 1,17	18,1 ± 0,57	19,2 ± 0,42	20,2 ± 0,79	23,0 ± 1,76	24,3 ± 1,83	26,1 ± 1,45	30,3 ± 0,82	32,4 ± 0,97	39,2 ± 0,79	
	v	0,06	0,06	0,13	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,07	0,03	0,02	0,04	0,08	0,08	0,06	0,03	0,03	0,02	

	MITTLERER VARIATIONSKOEFFIZIENT	MAX. MEßFEHLER PRO SEITE	MAX. MEßFEHLER PRO TIER
Links	0,04	1 mm (12,5%)	2 mm (11,1%)
Rechts	0,03	1 mm (9,9%)	2,3 mm (11,1%)
Gesamt	0,05		

3.5. Durchführung der Messungen im Betrieb

Im Betrieb selbst sind unterschiedliche Arbeitsweisen zum Einsatz gekommen. Um eine negative Beeinflussung sowohl des Arbeitsablaufes als auch des Einzeltieres weitestgehend auszuschließen, konnte die Ultraschalluntersuchung in die Melkzeiten gelegt und direkt am Melkstand durchgeführt werden. Voraussetzung hierfür war jedoch eine entsprechende Melktechnik mit vor- bzw. nachgeschaltetem Treibegang, in dem die Tiere für einige Sekunden zugänglich sein mußten. Erforderlich war überdies eine zur Arretierung dienende Tür ausreichender Höhe, um nervöse Tiere von einem Sprungversuch abzuhalten. Ferner wurden zwei Hilfskräfte zur Dokumentation von Ohrmarken und Meßwerten sowie zum Öffnen und Schließen der Türen benötigt. Bei entsprechenden räumlichen Gegebenheiten konnte z.B. im Reihen- oder Fischgrätmelkstand in Einzelfällen auch während des Melkvorganges gemessen werden.

Diese Voraussetzungen bzw. den Anforderungen genügende Treibegänge waren jedoch nur in seltenen Ausnahmen vorhanden, so daß sich die Durchführung der Untersuchung in der Gruppe als gängige Variante etabliert hat. Im Liegeboxenlaufstall als meistverbreiteter Aufstallungsform erwies sich diese Methode als unproblematisch, im Tiefstreustall hingegen war eine Messung unter vertretbarem Zeitaufwand nicht möglich. Die Ultraschalluntersuchung wurde nach Möglichkeit am in der Liegebox stehenden Tier durchgeführt. Durch den geringen Zeitaufwand pro Tier und die Unkompliziertheit der Methode gelang es zumeist bis auf wenige Ausnahmen alle Tiere zu erfassen. Benötigt wurden zwei bis drei Hilfskräfte zum Ablesen und Dokumentieren der Kennzeichnungen und Meßwerte sowie zum Treiben der Tiere. So kam es in der Regel nur zu einer geringfügigen Erregung der Tiere ohne negative Beeinflussung der nachfolgenden Melkzeit.

Der Zeitaufwand für die Ultraschalluntersuchungen betrug in Abhängigkeit von Bestandsgröße und Aufstallungsform zwischen 30 und 60 Minuten für je 100 Tiere. Dieser Arbeitsaufwand ermöglicht die Durchführung der Methode auch im Routineeinsatz.

3.6 Datenerhebung

3.6.1 Datenerfassung in den Betrieben

Während der Untersuchungen wurden die eindeutigen Kennzeichnungen der Tiere (Transponder- bzw. Ohrnummer) und die dazugehörigen Meßwerte von einer Hilfskraft festgehalten.

Grundvoraussetzung für die Interpretation der gemessenen Werte der Rückenfettdicke und die Ableitung von Referenzwerten aus diesen war eine umfangreiche Datenerhebung. Aufgrund des Umfangs der Untersuchung konnte deren Erfassung nur mit Hilfe der betriebseigenen Herdenmanagementprogramme erfolgen. Da in den verschiedenen Betrieben unterschiedliche Systeme Anwendung finden, mußte für jede Variante eine Methode entwickelt werden, an deren Ende ein einheitliches Datenformat stand.

Im ersten Schritt war es notwendig, für die nötige Kompatibilität zwischen den auf MS DOS[®] basierenden Managementprogrammen und den für die Auswertungen herangezogenen Programmen MS Excel 7.0[®] und SPSS 8.0 for Windows[®] zu sorgen. Zu diesem Zweck wurde von der Firma dsp-Agrosoft, Paretz jeweils eine modifizierte Version der Programme Herde 2[®] und Zuchtmanagementsystem[®] zur Verfügung gestellt. Somit wurde die Möglichkeit geschaffen, Daten verschiedener Betriebe einzulesen und zu verarbeiten. Entsprechendes gilt für das Programm Superkuh III[®] von der Firma Klöpffer & Wiege, Lemgo. Diese beiden Programmsysteme haben in den neuen Bundesländern große Verbreitung gefunden und konnten als Grundlage für die Auswertung in etwa 80% der Betriebe genutzt werden.

Durch Zusammenarbeit mit dem Kontrollverband VIT, Paretz konnten schließlich auch Betriebe, die keines der genannten Programme verwenden, in die Untersuchung einbezogen werden. Mit Einverständnis der Betriebsleitung konnte eine Datenerfassung über den Zentralrechner des Kontrollverbandes erfolgen, in welchem Milchleistungs- und Besamungsdaten aller an die Milchleistungsprüfung angeschlossenen Betriebe gespeichert werden. Diese Informationen wurden so aufbereitet, daß sie mit Hilfe des Zuchtmanagementsystems[®] ausgewertet werden konnten.

Durch den Einsatz spezieller Listenmodule in allen Programmen konnten als Ergebnis die gewünschten Besamungs- und Milchleistungsdaten in dbf- bzw. ASCII-Formaten extrahiert und anschließend in das entsprechende Excel- bzw. SPSS-Format transformiert werden.

3.6.2 Aufarbeitung der Daten in auswertbare Form

Für die Milchleistung, die Fruchtbarkeit und für den Gesundheitszustand mußten allgemein charakterisierende Größen erfaßt werden, um eine Vergleichbarkeit der Daten aller Tiere zu gewährleisten. Dies erforderte in Abhängigkeit vom vorhandenen Programmsystem unterschiedlich viele Arbeitsschritte, an deren Ende die Leistungen der entsprechenden Laktation dem Tier anhand seiner eindeutigen Kennzeichnung zugeordnet wurden.

Mit Ausnahme der Rastzeit konnten alle Fruchtbarkeitsparameter erst nach positiver Trächtigkeitsuntersuchung berechnet werden und Hochrechnungen der Milchleistung waren frühestens nach 100 Laktationstagen verfügbar. Ebenso waren Abgangsdaten natürlich nur mit zeitlicher Verzögerung erhältlich. Aus diesem Grund erwies es sich als notwendig, von jedem Betrieb innerhalb von sechs bis neun Monaten nach der Untersuchung einen weiteren Datensatz einzuholen und auszuwerten, um die entsprechenden Parameter für die einzelnen Kühe zu ergänzen bzw. zu aktualisieren. Anhand der eindeutigen Kennzeichnung und der Laktationszahl wurden diese Informationen den jeweiligen Tieren zugeordnet.

3.6.3 Beschreibung der erfaßten Kenngrößen

Zur eindeutigen **Charakterisierung** eines jeden Tieres wurden folgende Daten erfaßt:

- ◆ Ohrnummer bzw. Transpondernummer
- ◆ Laktationszahl
- ◆ Laktationsstadium (Melktage)
- ◆ Rasse

Die Tiere wurden anhand ihrer Laktationszahlen in drei Gruppen zusammengefaßt, wobei zwischen erst- und zweitlaktierenden sowie allen Kühen dritter und höherer Laktation unterschieden wurde. Zur Beschreibung des Laktationsstadiums wurden die Differenzen zwischen Kalbedatum und Untersuchungsdatum bzw. bei trockenstehenden Tieren zwischen Untersuchungsdatum und voraussichtlichem Kalbedatum bestimmt.

Bezüglich der **Milchleistung** wurden die folgenden Informationen erfaßt, die auf den Ergebnissen der monatlichen Milchleistungskontrollen und den daraus hochgerechneten Laktationsleistungen basieren. Diese Daten sind im Zentralrechner des Kontrollverbandes gespeichert und können über das betriebseigene Herdenmanagementprogramm abgerufen werden:

- ◆ Ergebnisse der aktuellen Milchleistungsprüfung (Milch [kg], Fett [%], Eiweiß [%], Laktose [%], Zellen [x 1000/ml], Harnstoff [ppm])
- ◆ Einsatzleistungen
- ◆ Hochrechnungen der 100- und 305-Tage-Leistungen (Milch [kg], Fett [kg], Eiweiß [kg])
- ◆ kumulative Vorjahreslaktationsleistungen

Zur Auswertung der **Fruchtbarkeit** wurden aus den jeweiligen Daten der ersten und der erfolgreichen Besamung sowie anhand der Trächtigkeitsuntersuchungen und der benötigten Besamungsportionen folgende Werte berechnet:

- ◆ Rastzeit (Anzahl Tage [Letzte Kalbung - Erste Besamung])
- ◆ Güstzeit (Anzahl Tage [Letzte Kalbung - Erfolgreiche Besamung])
- ◆ Verzögerungszeit (Anzahl Tage [Erste Besamung - Erfolgreiche Besamung])
- ◆ Zwischenkalbezeit (Anzahl Tage zwischen zwei Kalbungen)
- ◆ Anzahl künstlicher Besamungen bis zur Konzeption

Bei der überwiegenden Mehrzahl der Tiere wurden die Fruchtbarkeitskenngrößen auf der Grundlage des tatsächlichen TU-Ergebnisses berechnet. Eine Ausnahme stellten lediglich solche Betriebe dar, bei denen aufgrund eines abweichenden Programmsystems ausschließlich die Daten des Kontrollverbandes zur Verfügung standen. Da die Ergebnisse der Trächtigkeitsuntersuchungen nicht an den Kontrollverband gemeldet werden und somit nicht abrufbar waren, mußte hier in Bezug auf Güst- und Zwischenkalbezeiten mit der Non-Return-Rate (75 Tage) gearbeitet werden. Dies war allerdings nur notwendig, falls bei der Auswertung des zweiten Datensatzes die Kalbung noch nicht erfolgt war.

Da konkrete Informationen über Erkrankungen und Behandlungen größtenteils nicht verfügbar waren, wurden als Maß für die **Gesundheit** erfaßt:

- ◆ Abgangsdatum und Abgangsursache

Zusätzlich zu den individuellen Daten der Einzeltiere wurden Milchleistungsdaten und Fruchtbarkeitsparameter auf Bestandsebene betrachtet.

3.7 Statistische Auswertung

Zur Auswertung der Versuchsergebnisse wurden das Tabellenkalkulationsprogramm MS Excel 7.0[®] und das Statistikprogramm SPSS 8.0 for Windows[®] herangezogen. Für alle im folgenden genannten Varianzanalysen wurde die General Linear Model (GLM)-Prozedur aus SPSS 8.0 for Windows[®] verwendet. Bei zusätzlich durchgeführten Post-Hoc-Tests kam das Scheffé-Verfahren zum Einsatz. Für die Regressionsanalyse wurde das Verfahren Linear Regression aus SPSS 8.0 for Windows[®] genutzt. Prozentuale Häufigkeiten wurden mit dem Chi-Quadrat-Test verglichen. Generell gilt ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$.

Grundsätzlich lag das Hauptaugenmerk auf einer Beschreibung der gefundenen Zusammenhänge. Die explorative Statistik steht also gegenüber der induktiven im Vordergrund.

3.7.1 Ausgewertete Tierzahlen

Von insgesamt 46111 untersuchten Kühen konnten 43506 Einzeltierdatensätze ausgewertet werden. Darin waren 75 verschiedene Betriebe mit 105 Bestandsuntersuchungen vertreten. Aufgrund ihrer geringen Anzahl und der untergeordneten wirtschaftlichen Bedeutung wurden Rotbunte und Mastkreuzungen nachträglich ausgeschlossen, ebenso Tiere mit mehr als 600 registrierten Melktagen und Trockensteher mit mehr als 150 Tagen ante partum.

In den ersten, auf Einzelmessungen basierenden Teil der Auswertung ging jedes Tier mit einem einzelnen RFD-Wert und den zugehörigen Leistungsparametern der entsprechenden Laktation ein. Jene Tiere, die aufgrund wiederholter Betriebsmessungen mehrmals vertreten waren, wurden von der Auswertung ausgeschlossen, wenn zwischen beiden Messungen ein Zeitraum von weniger als 60 Tagen lag. Überschritt das Besuchsintervall diese Frist, so wurden solche

mehrmals gemessenen Kühe aufgrund des verschiedenartigen Laktationsstadiums als eigenständige Datensätze ausgewertet. Insgesamt standen für diese Analyse 36019 Meßwerte für die Rückenfettdicke mit den dazugehörigen Leistungsparametern zur Verfügung.

Im zweiten Teil der Auswertung wurde bei einzelnen Tieren die Veränderung der Kondition im Laktationsverlauf betrachtet. Diese Kühe wurden im Abstand von etwa vier Wochen zweimal untersucht, um anschließend die Differenzen der beiden Meßwerte beurteilen zu können. Nach Anwendung der genannten Ausschlußkriterien konnten insgesamt 5525 Doppelmessungen in die Untersuchung einbezogen werden.

Bei der Auswertung und Darstellung der Ergebnisse wurde der Laktationsbereich zugunsten größerer Übersichtlichkeit eingeschränkt, beispielsweise auf eine übliche Trockenstehperiode von 60 Tagen und eine Laktationslänge von 350 Tagen. Die entsprechenden zugrundeliegenden Tierzahlen sind jeweils angegeben.

3.7.2 Statistische Verfahren

3.7.2.1 Auswertung der Einzelmessungen

Die Darstellung der Ergebnisse der Einzelmessungen erfolgte vorwiegend in grafischer und tabellarischer Form. Bezüglich der Grafiken ist zwischen zwei verschiedenen Verfahren zu unterscheiden.

1. Empirische Konditionskurven

Da zur Beschreibung der verschiedenen Konditionsverläufe vorwiegend Mittelwertvergleiche zur Anwendung kamen, wurden die Tiere im ersten Teil entsprechend ihres Laktationsstadiums in jeweils 10 Melktage umfassende Laktationsabschnitte eingeteilt. Dabei wurden beispielsweise dem Abschnitt 1 sämtliche Tiere mit 10 bis 19 Tagen p.p., dem Abschnitt 2 jene mit 20 bis 29 Tagen p.p., usw. zugeordnet. Nach Berechnung des voraussichtlichen Kalbetermins anhand des Datums der letzten Besamung wurden die trockenstehenden Tiere in gleicher Weise zusammengefaßt, wobei die Numerierungen der entsprechenden Abschnitte mit negativem Vorzeichen versehen wurden. Dem Abschnitt -2 zum Beispiel waren demnach sämtliche Tiere mit -20 bis -11 Tagen a.p. zugeordnet.

In Zusammenhang mit der Beschreibung einiger Grafiken wurde abweichend von diesem Schema zusätzlich gezielt die Kondition zum Kalbezeitpunkt betrachtet. Hier wurde der

Mittelwert sämtlicher Tiere, die sich im Zeitraum von 5 Tagen a.p. bis 5 Tagen p.p. befanden, betrachtet.

Weiterhin wurden die Kühe nach ausgewählten Milchleistungs- oder Fruchtbarkeitskennzahlen in Klassen eingeteilt. Die Gruppenmittelwerte jeder Leistungsklasse und deren Entwicklung im Laktationsverlauf wurden einander gegenübergestellt. Demnach stellen diese Grafiken die tatsächlichen Verhältnisse in den untersuchten Milchviehherden dar und werden im folgenden als Empirische Konditionskurven bezeichnet. Zu diesen Grafiken sind entweder im Text oder in Tabellenform Mittelwerte und Standardabweichungen für bestimmte markante Abschnitte der Konditionskurve genannt.

Zur statistischen Beschreibung der Grafiken wurde eine Kovarianzanalyse mit Hilfe der General Linear Model (GLM)-Prozedur aus SPSS 8.0 for Windows[®] durchgeführt. Dabei wurde die Rückenfettdicke als abhängige Variable und der jeweils betrachtete gruppierte Leistungsparameter als unabhängige Variable einbezogen. Die Melktage bis zur einschließlich vierten Potenz wurden als Kovariate in der Berechnung erfaßt. Das Modell wurde durch folgende Optionen charakterisiert:

UNIANOVA

```
rfd BY leistgru WITH melkdf melkdf2 melkdf3 melkdf4
/METHOD = SSTYPE(3) (sum of squares Typ III)
/INTERCEPT = INCLUDE (intercept included)
/CRITERIA = ALPHA(.05) (Signifikanzniveau = 0,05)
```

Der sich aus dieser Berechnung ergebende p-Wert für den Gruppeneffekt sowie das zugehörige Bestimmtheitsmaß R^2 sind für sämtliche Grafiken jeweils angegeben. Während der p-Wert statistisch auffällige Gruppenunterschiede identifiziert, beschreibt R^2 den Anteil der Variation, der durch das Modell erklärt werden kann.

Um statistische Auffälligkeiten in bestimmten Zeiträumen zu verdeutlichen, wurde zusätzlich einzeln für jeden Laktationsabschnitt eine einfache Varianzanalyse nach oben beschriebenem Modell (ohne Kovariate) durchgeführt. Daran schloß sich ein Post-Hoc-Test nach Scheffé an, der die Varianz zwischen einzelnen Gruppen innerhalb einer Zeiteinheit beschreibt. Die Ergebnisse sind tabellarisch in Anhang I dargestellt, wobei ein Stern ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ für den entsprechenden Gruppeneffekt beschreibt. Anhand dieser Tabellen ist ersichtlich, zu welchem Zeitpunkt jeweils zwischen welchen Gruppen statistisch auffällige Unterschiede bestehen.

2. Polynomiale Regression

Neben der Darstellung von Mittelwertvergleichen erfolgte eine mathematische Beschreibung der Konditionskurve. Anhand der im ersten Teil entstandenen Verläufe konnte für die Konditionskurve eine polynomische Funktion vierten Grades zugrunde gelegt werden. Die mathematische Beschreibung dieser Kurve erfolgte mittels polynomialer Regression unter Anwendung der Prozedur Linear Regression aus SPSS 8.0 for Windows®. Dabei wurden die RFD als abhängige und die Melktage bis zur einschließlich vierten Potenz als unabhängige Variablen in die Analyse einbezogen. Durch Auswahl bestimmter Tiere entstanden spezifische Kurvenverläufe für verschiedene Leistungsgruppen. Das verwendete Modell wurde durch folgende Optionen charakterisiert:

```
REGRESSION
  /MISSING LISTWISE
  /STATISTICS COEFF OUTS R ANOVA
  /CRITERIA=PIN(.05) POUT(.10)
  /NOORIGIN
  /DEPENDENT rfd
  /METHOD=ENTER melkdf melkdf2 melkdf3 melkdf4
```

Dieses Modell wurde weiterhin verwendet, um die Auswirkungen unterschiedlicher RFD-Werte auf bestimmte Leistungsparameter in definierten Zeiträumen darzustellen (4.1.5). Hier wurden der entsprechende Leistungsparameter als abhängige, und die Rückenfettdicke bis zur vierten Potenz als unabhängige Variablen einbezogen.

Zu den Regressionskurven sind jeweils die Kurvengleichungen, die zugrundeliegenden Tierzahlen (n), der Standardfehler des Schätzwertes (S.E.), die Überschreitungswahrscheinlichkeit (p) und das Bestimmtheitsmaß (R^2) angegeben.

3.7.2.2 Auswertung der Wiederholungsmessungen

Um den Auf- bzw. Abbau von Körperfettgewebe beim Einzeltier zu beschreiben, wurden in etwa vierwöchigen Abständen jeweils dieselben Tiere zweimalig untersucht. Anschließend wurde die Differenz beider Meßwerte gebildet und durch die zwischen den beiden Messungen liegende Anzahl an Tagen dividiert. Der entstandene Wert beschreibt somit den mittleren Auf- bzw. Abbau von Fettgewebe pro Tag innerhalb des Untersuchungszeitraumes, wobei Abnahmen mit negativem Vorzeichen gekennzeichnet wurden. Bei sämtlichen Interpretationen

ist daher zu berücksichtigen, daß ein bestimmter Meßwert keinen statischen Zustand beschreibt, sondern die Konditionsänderungen eines vierwöchigen Zeitraumes integriert. Für die Darstellung der Ergebnisse wurde als Bezugspunkt jeweils die Anzahl an Melktagen bei der zweiten Messung zugrunde gelegt.

Auch für diese Auswertung wurden die Tiere in jeweils 10 Melktage umfassende Laktationsabschnitte eingeteilt und entsprechend ihrer Milchleistungs- bzw. Fruchtbarkeitsdaten gruppiert. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte in der unter 3.7.2.1 beschriebenen Weise, für die Kovarianzanalyse und die polynomiale Regression wurden aufgrund des andersartigen Kurvenverlaufes jedoch die Melktage erster bis fünfter Potenz in die Analyse einbezogen. Anstelle der Rückenfettdicke wurde jeweils die RFD-Änderung in die Modelle integriert.

Da ab etwa dem 120. Laktationstag ein konstanter Aufbau von Fettgewebe erfolgte, beschreibt die Regressionsgleichung nur jeweils den Kurvenverlauf bis zu diesem Zeitpunkt.