

YOUSSEF TOUKOUROU und KURT-J. PETERS

Auswirkungen restriktiver Ernährung auf die Wachstumsleistung von Ziegenlämmern

Summary

Title of the paper: Impact of feed restriction on the growth performance of goat kids

The influence of differential feeding levels on growth performance in 72 goat kids "Bunte Deutsche Edelziege" during the pre-weaning period was examined. The 72 animals were assigned to a control group and two experimental groups that received respectively 20% and 40% less milk/less concentrate compared to the control (fed at 2.4 times energy demand for maintenance). The experimental gained animals significantly less relative to the control group. However, during the subsequent realimentation period when all animals were fed at a energy level of 2.4 times maintenance same treatment, the daily weight gain among the kids was in inverse proportion to the level of milk deprivation in the pre-weaning phase. The rapid growth among the experimental animals was such that the initial differences in body weight between the experimental and control groups were fully compensated. Growth performance of kids with respect to different levels of concentrated feed was less clear cut and differed significantly only between the group that received the lowest feed level relative to all the other groups.

Key words: Goat kids, body weight, growth performance, restriktion, realimentation, compensatory growth

Zusammenfassung

An 72 Ziegenlämmern der Rasse "Bunte Deutsche Edelziege" wurde die Auswirkung unterschiedlicher Fütterungsintensitäten während der laktogenen Aufzuchtphase auf die Wachstumsleistung untersucht. Die um 20% bzw. 40% geringere Milchversorgung der jeweiligen restriktiv ernährten Tiergruppen hat gegenüber der Kontrollgruppe zu einer deutlich verzögerten Gewichtsentwicklung geführt. In der nachfolgenden Realimentationsperiode, wo alle Versuchstiere gleich behandelt wurden, wiesen die zuvor restriktiv ernährten Tiergruppen eine, mit zunehmender Intensität der Milchrestriktion, höhere tägliche Zunahme auf. Der Körpergewichtsrückstand wurde dadurch fast vollständig kompensiert. Der Einfluß der Mischfütterrestriktion auf die Wachstumsleistung war dagegen weniger ausgeprägt und zeigte sich signifikant lediglich zwischen der Tiergruppe mit der niedrigsten Mischfuttermittellversorgung und den anderen Gruppen.

Schlüsselwörter: Ziegenlämmer, Körpermasse, Wachstumsleistung, Restriktion, Realimentation, kompensatorisches Wachstum

Zunehmende Bevölkerung und abnehmende Flächenverfügbarkeit, besonders an dicht-besiedelten Standorten mit geringer wirtschaftlicher Entwicklung, weisen der Ziege eine wachsende Bedeutung zur Nutzung knapper Produktionsressourcen zu. Bei der kleinbäuerlichen Ziegenhaltung mit Ausrichtung auf Milcherzeugung (JACOB, 1993) ist neben der saisonalen Futterverfügbarkeit auch das Problem der Milchverwertung zu beobachten. Dies äußert sich in einem zunehmenden Konflikt zwischen der Milcherzeugung für den menschlichen Konsum und dem Milchbedarf der Lämmer während

der laktogenen Aufzuchtphase. Auf Grund der hohen Bedeutung der Milch für die menschliche Ernährung und der damit verbundenen hohen Opportunitätskosten für Aufzuchtverfahren muß das Ziel der Ziegenhaltung sein, möglichst wenig Milch in der Aufzucht der Ziegenlämmer einzusetzen. Die Überprüfung der Fähigkeit von Ziegenlämmern, die bei milchsparenden Aufzuchtverfahren entstandene Wachstumsverzögerung in einer nachfolgenden Realimentationsphase zu kompensieren, ist Ziel dieser Untersuchung.

1. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden an 72 Ziegenlämmern der Rasse „Deutsche Bunte Edelziege“ durchgeführt. Nach einer für alle Tiere einheitlich gestalteten Vorperiode wurden die Versuchslämmer mit einer mittleren Körpermasse von 4,0 kg und einem mittleren Lebensalter von 7 Tagen einer 8-wöchigen Futterrestriktion unterworfen. Dieser Restriktionsphase schloß sich eine 10-wöchige Realimentationsphase an.

Während der 8-wöchigen Restriktionsphase wurden die Tiere einer Milchrestriktion und einer Kraftfutterrestriktion ausgesetzt. Dabei erhielten die Tiere der Kontrollgruppe Futterrationen, die hinsichtlich ihres Energieniveaus dem 2,4-fachen des energetischen Erhaltungsbedarfs von 0,424 MJ/kg LM^{0,75} (INRA, 1988; NRC, 1981) entsprach. Die Restriktionsgruppen erhielten Rationen, die 80% bzw. 60% des Energieversorgungsniveaus der Kontrollgruppe entsprachen.

Während der 10-wöchigen Realimentationsphase wurden den vormals restriktiv gefütterten Tieren Rationen angeboten, die hinsichtlich ihrer Energiegehalte derjenigen der Kontrollgruppe entsprachen.

In der Realimentationsphase stand allen ehemals restriktiv ernährten Tieren das energetische Fütterungsniveau der Kontrollgruppe zur Verfügung, wobei allen Tieren Heu und Wasser *ad libitum* gereicht wurde.

Aus der Kombination von Behandlung (Ziegenvollmilch und Mischfutter) und Ernährungsniveau resultieren für die Restriktionsphase insgesamt 9 Fütterungsgruppen (s. Tab. 1). Die Tiere der Gruppen 1, 2 und 3 erhielten eine Tränkemenge von 1000 g pro Tag, aufgeteilt auf zwei Mahlzeiten. Die Tiere der Gruppen 4, 5 und 6 erhielten 800 g und die der Gruppen 7, 8 und 9 eine Menge von 600 g entsprechend den festgelegten Ernährungsniveaus. Im folgenden werden die Tiergruppen mit der gleichen Tränkemenge unter der gleichen Gruppenbezeichnung (100% M-Gruppe, 80% M-Gruppe bzw. 60% M-Gruppe), zusammengefaßt (siehe Tab. 1), um bei der späteren Auswertung den Einfluß beider Hauptfaktoren getrennt prüfen zu können.

In der Restriktionsphase wurde ab der zweiten Versuchswoche pelletiertes Mischfutter rationiert angeboten. Die Höhe der Mischfuttermenge belief sich zu Beginn des Versuchs auf 30 g pro Tag für die Tiere der Fütterungsgruppen 1, 4 und 7. Entsprechend den festgelegten Restriktionsniveaus wurden den Lämmern der Gruppen 2, 5 und 8 zu Versuchsbeginn 20 g und die der Gruppen 3, 6 und 9 10 g Mischfutter vorgelegt. Auch hier wurden die Versuchsgruppen mit der gleichen Mischfuttermenge, ähnlich wie bei der Milchbehandlung, in derselben Fütterungsgruppe zusammengefaßt und mit der

Bezeichnung 100% K-Gruppe, 80% K-Gruppe sowie 60% K-Gruppe gekennzeichnet. Während der insgesamt 8-wöchigen Restriktionsphase wurde ab der 5. Versuchswoche die täglich vorgelegten Milchmengen schrittweise reduziert. Parallel dazu wurde die Menge des zugeteilten Mischfutters in Abhängigkeit von der wöchentlich¹ ermittelten mittleren Körpermasse gesteigert.

Tabelle 1

Struktur des Versuches (Structure of experiment)

Behandlung	Ernährungsniveau	Milch (Ziegenvollmilch)			Tierzahl
		H (100%) ¹⁾	M (80%)	N (60%)	
Mischfutter	H (100%)	HH (n=8)	HM (n=8)	HN (n=8)	24
	M (80%)	MH (n=8)	MM (n=8)	MN (n=8)	24
	N (60%)	NH (n=8)	NM (n=8)	NN (n=8)	24
	Tierzahl	24	24	24	$\Sigma = 72$

¹⁾ 100 % = 2,4fache des energetischen Erhaltungsbedarfes

H: hoch; M: mittel; N: niedrig

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem SAS-Programmpaket (SAS, 1991). Dabei sind die für die Varianzanalyse vorgesehenen abhängigen Variablen in ihrer Normalverteilung geprüft und anhand von GLM (General Linear Models)-Prozedur ausgewertet worden. Die Berechnungen wurden für jede Versuchswoche getrennt nach folgenden Grundmodellen durchgeführt:

Grundmodell zur Untersuchung der Varianzanalyse

$$Y_{ijklmnopqrstu} = \mu + A_i + B_j + C_k + D_l + E_m + F_n + G_o + H_p + I_q + J_r + K_s + L_t + Ab_{ij} + e_{ijklmnopqrstu}$$

$Y_{ijklmnopqrstu}$ = Beobachtungswert des untersuchten Merkmals Y

μ = Gesamtmittelwert des untersuchten Merkmals Y

A_i = fixer Effekt der Behandlung i (Milchgruppe) (i = 1,2,3)

B_j = fixer Effekt der Behandlung j (Mischfuttergruppe) (j = 1,2,3)

Ab_{ij} = Interaktion zwischen Milch und Mischfutterbehandlung

C_k = fixer Effekt des Versuchsalters

D_l = fixer Effekt des Geschlechts (l = 1,2)

E_m = fixer Effekt des Geburtsgewichts

F_n = fixer Effekt des Wurfotyps (n = 1,2,3)

G_o = fixer Effekt des Geburtstageszeit (o = 1,2,3,4)

H_p = fixer Effekt des Geburtszeitraumes (p = 1,2,3)

I_q = fixer Effekt der Wurfnummer (q = 1,2)

J_r = fixer Effekt des Vaters (r = 1,2,3)

K_s = fixer Effekt des Stalls (s = 1,2)

¹ Die Körpermasse der Versuchstiere wurde wöchentlich zur gleichen Zeit vor der Morgenfütterung erhoben

L_i = fixer Effekt der Kolostrumaufnahme

$e_{ijklmnopqrstu}$ = Restvarianz

Der Geburtszeitraum wurde im Modell als kategorisches Merkmal in drei Abschnitte unterteilt; die Geburtstageszeit wurde in vier Tagesabschnitte eingeteilt. Zudem wurde die aufgenommene Menge an Kolostrum zur Beurteilung eines möglichen Einflusses auf die gewählten Merkmale herangezogen.

Weiterhin berücksichtigt das Modell die systematischen Einflußfaktoren wie Körpermasse der Lämmer bei der Geburt, Geschlecht, Wurfgröße sowie Wurfnummer der Muttertiere, die in der Ergebnisdarstellung nicht weiter betrachtet werden.

2. Ergebnisse

2.1. Wachstumsleistung in der Restriktionsphase

Die Ergebnisse der varianzanalytischen Auswertung sind in der Tabelle 2, für den Gewichtsverlauf sowie für die tägliche Zunahme während der laktogenen Aufzuchtphase in Abbildung 1 dargestellt und zeigen, daß bereits nach der ersten Versuchs- bzw. zweiten Lebenswoche das unterschiedliche Ernährungsniveau bezüglich der Milchversorgung eine deutliche Gewichtsdivergenz zwischen den Behandlungsgruppen verursacht hatte. Zu diesem Zeitpunkt lag das durchschnittliche Körpergewicht der Tiere in der 60% M-Gruppe um rund 11% unter dem der Kontrollgruppe. Die 80% M-Gruppe lag ihrerseits um rund 6,5% unter der Kontrollgruppe. Zwischen den beiden restriktiv versorgten 80% und 60% M-Gruppen war schließlich ein Körpergewichtsunterschied von ca. 5,9% zu vermerken. Diese Gewichtsdivergenz vergrößerte sich mit zunehmender Versuchsdauer. Am Ende der 8wöchigen Restriktionsphase lag die Lebendmasse der restriktiv gefütterten 80% und 60% M-Gruppen bei 0,91 kg bzw. 1,55 kg unter der 100% M-Gruppe. Dies entspricht einer Körpergewichtsdivergenz von 7,4% bzw. 12,7%. Der Unterschied zwischen den beiden restriktiv versorgten Tiergruppen betrug im gleichen Zeitpunkt 6,7%. Die höchste Körpergewichtsdivergenz fand in der fünften Versuchswoche statt. Sie betrug 19% zwischen den 100% und 60% M-Gruppen, 11,3% zwischen den 100% und 80% M-Gruppen sowie 10,1% zwischen den 80% und 60% M-Gruppen.

Die Rationierung der Mischfuttermittelgabe in der 8-wöchigen Restriktionsperiode führte erst ab der dritten Versuchswoche zu einer signifikanten Differenzierung der Gewichtsentwicklung, und zwar lediglich zwischen der 100% K-Gruppe und den beiden restriktiv versorgten 80% und 60% K-Gruppen. Daraus ließ sich erkennen, daß die 20% höhere Mischfütterung der 80% K-Gruppe gegenüber der 60% K-Gruppe zu keiner besseren Gewichtsentwicklung im genannten Wachstumsabschnitt geführt hatte. Erst ab der fünften Versuchswoche zeichnete sich auch zwischen den restriktiv ernährten Tiergruppen eine signifikante Gewichtsdivergenz ab. Die 80% K-Gruppe wuchs dementsprechend signifikant schneller als die 60% K-Gruppe, während ab der sechsten Versuchswoche keine signifikanten Unterschiede zwischen der 100% K-Gruppe und 80% K-Gruppe festzustellen waren. Zum Abschluß der Restrik-

Tabelle 2

Ergebnisse der Varianzanalyse für die Merkmale der Lämmergeichte im Verlauf der laktogenen Aufzuchtphase (Results of ANOVA for growth traits of lambs during the milk rearing period)

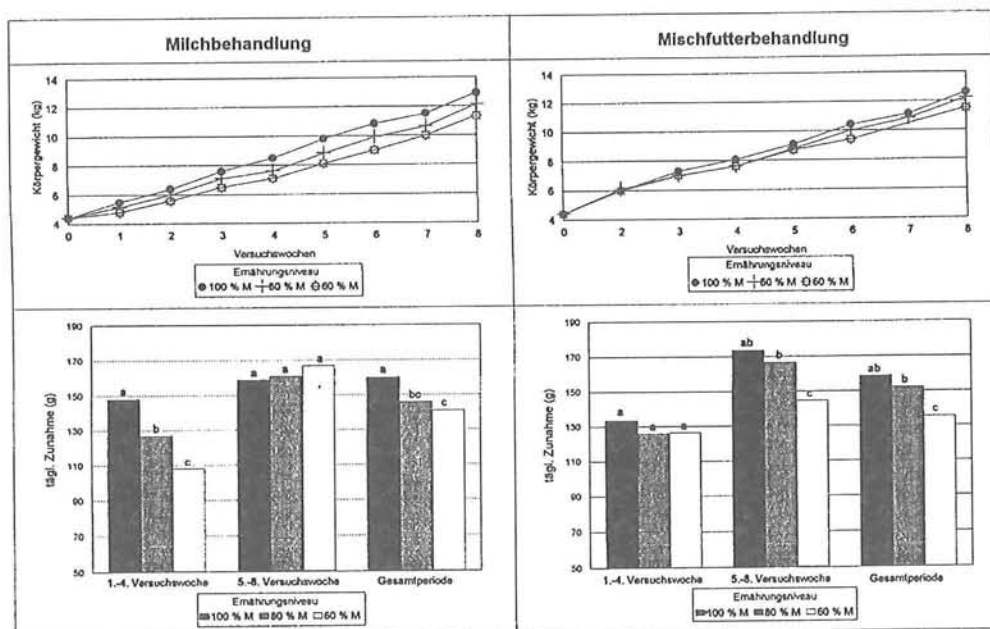
Versuchs- wochen	Varianz- parameter	M	K	GG	VA	VE	SE	WT	WN	GZ	GR	GS	KO	MxK	Modell	C.V. (%)	μ	R ² (%)
1	FG	2	—	1	1	2	—	2	1	3	2	1	1	—	16			
	F	31,43	—	53,47	1,42	4,06	—	0,82	1,05	2,83	19,58	6,32	0,02	—	20,64	4,48	5,10	85,72
	P	***	—	***	ns	ns	—	ns	ns	e	***	e	ns	—	***			
2	FG	2	2	1	1	2	1	2	1	3	2	1	1	4	23			
	F	65,11	0,22	59,88	1,90	0,80	9,98	0,33	2,43	2,31	19,58	5,16	1,14	1,23	23,10	3,75	5,94	91,71
	P	***	ns	***	ns	ns	***	ns	ns	ns	***	e	ns	ns	***			
3	FG	2	2	1	1	2	1	2	1	3	2	1	1	4	23			
	F	55,37	3,61	28,40	4,68	0,43	20,40	0,05	0,89	2,12	4,76	13,58	0,71	0,32	17,23	4,56	6,89	89,40
	P	***	e	***	e	ns	***	ns	ns	ns	e	***	ns	ns	***			
4	FG	2	2	1	1	2	1	2	1	3	2	1	1	4	23			
	F	55,46	4,36	30,52	4,72	0,82	1,70	0,45	0,00	0,86	6,30	10,04	1,33	0,41	13,94	4,81	7,87	87,21
	P	***	e	***	e	ns	ns	ns	ns	ns	***	***	ns	ns	***			
5	FG	2	2	1	1	2	1	2	1	3	2	1	1	4	23			
	F	56,71	2,83	12,58	7,10	0,36	4,38	0,42	0,09	1,02	1,57	2,85	0,01	1,40	11,33	5,19	8,98	84,99
	P	***	ns	***	e	ns	e	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***			
6	FG	2	2	1	1	2	1	2	1	3	2	1	1	4	23			
	F	49,61	10,97	7,54	0,16	0,10	0,01	0,04	0,29	2,39	1,44	10,07	0,06	0,67	10,74	5,28	10,01	84,30
	P	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	ns	ns	***			
7	FG	2	2	1	1	2	1	2	1	3	2	1	1	4	23			
	F	22,11	7,91	6,22	2,66	0,16	0,08	1,41	0,37	0,63	1,86	8,39	0,13	0,36	6,05	6,79	11,13	75,16
	P	***	***	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	ns	ns	***			
8	FG	2	2	1	1	2	1	2	1	3	2	1	1	4	23			
	F	17,74	8,79	5,70	2,41	0,48	0,87	0,94	0,43	0,54	1,33	17,51	0,48	0,40	7,43	6,39	12,37	78,79
	P	***	***	e	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	ns	ns	***			
1. - 4. Versuchs- wochen	FG	2	2	—	1	2	1	—	—	3	2	1	—	4	18			
	F	11,41	0,62	—	6,17	0,40	0,25	—	—	0,76	0,93	1,23	—	0,30	2,97	20,02	131,04	51,18
	P	***	ns	—	e	ns	ns	—	—	ns	ns	ns	—	ns	***			
5. - 8. Versuchs- wochen	FG	2	2	—	1	2	1	—	—	3	2	1	—	4	18			
	F	0,43	5,16	—	0,01	1,36	0,03	—	—	1,19	2,09	18,19	—	0,65	3,56	17,16	161,34	55,65
	P	ns	***	—	ns	ns	ns	—	—	ns	ns	***	—	ns	***			
Gesamt- periode	FG	2	2	—	1	2	1	—	—	3	2	1	—	4	18			
	F	6,94	8,76	—	0,31	0,61	0,46	—	—	0,70	0,70	14,11	—	0,76	4,44	10,97	147,87	61,04
	P	***	***	—	ns	ns	ns	—	—	ns	ns	***	—	ns	***			

ns: P > 0,05; *: P ≤ 0,05; **: P ≤ 0,01; ***: P ≤ 0,001

F = F Wert

FG = Freiheitsgrade

M: Milchbehandlung; K: Mischfutterbehandlung; GG: Geburtsgewicht; VA: Versuchsalter (Alter der Lämmer zum Versuchsbeginn); VE: Vätereffekt; SA: Stalleffekt; WT: Wurfart; WN: Wurfnummer; GZ: Geburtszeitpunkt; GR: Geburtszeitraum; GS: Geschlecht; KO: Kolostrumaufnahme; MxK: Interaktion zwischen Milch und Mischfutterbehandlung



Werte mit gleichen Buchstaben zwischen den Ernährungsniveaus in jeweiligen Versuchsabschnitten unterscheiden sich nicht signifikant

Abb. 1: Gewichtsentwicklung und tägliche Zunahme der Lämmer im Verlaufe der 8-wöchigen laktogenen Aufzuchtphase (Restriktionsphase) in Abhängigkeit vom Ernährungsniveau und der Behandlung (LSQ-Mittelwerte) [Body weight development and ADG of kids during the 8 week milk feeding period (restriction period) as affected by level of feeding and type of treatment]

tionsphase lag das Körpergewicht in Abhängigkeit von der Versorgungsintensität jeweils bei 12,70 kg, 12,24 kg und 11,54 kg für die 100% K-, 80% K- und 60% K-Gruppe. Die Gewichts-differenz der 60% Restriktionsgruppe war zu den beiden anderen Versuchsgruppen signifikant.

Die tägliche Gewichtszunahme wurde in den ersten vier Versuchswochen signifikant durch die Milchrestriktion beeinflusst. Dabei wies die 100% M-Gruppe mit 147 g/Tag im Durchschnitt eine um 14 bzw. 27% höhere Wachstumsrate gegenüber den 80% M- und 60% M-Gruppen auf. In der zweiten Hälfte der Restriktionsperiode konnte trotz der bestehenden Differenz im Ernährungsniveau kein statistisch gesicherter Unterschied mehr festgestellt werden. Zu diesem Zeitpunkt lag die mittlere tägliche Zunahme für alle Versuchsgruppen bei etwa 160 g. Bezogen auf die gesamte Restriktionsperiode wiesen die Versuchsgruppen mit zunehmender Restriktionsintensität jeweils eine mittlere tägliche Gewichtszunahme von 158 g, 145 g und 140 g auf. Dabei unterschied sich die Kontrollgruppe signifikant von den restriktiv ernährten Gruppen.

Im Gegensatz zu der Milchbehandlung übte die Mischfutterbehandlung in den ersten vier Versuchswochen keinen signifikanten Einfluß auf die tägliche Zunahme aus. Die Versuchsgruppen wiesen mit zunehmender Mischfutterrestriktion im Durchschnitt

jeweils eine tägliche Zunahme von 132 g, 124 g und 125 g auf. Erst in der zweiten Hälfte der Restriktionsperiode traten signifikante Behandlungseffekte auf. Dabei hatte die 60% K-Gruppe mit 143 g eine um 17,2% bzw. 13,6% geringere Zunahme als die 100% K-Gruppe und die 80% K-Gruppe. Zwischen den 100% K- und 80% K-Gruppen betrug der Unterschied 4,1%. Bezogen auf die gesamte Restriktionsperiode ist eine Unterlegenheit der 60% K-Gruppe mit einer täglichen Zunahme von 135 g um 14,5% gegenüber der 100% K-Gruppe und um etwa 10,8% gegenüber der 80% K-Gruppe zu verzeichnen.

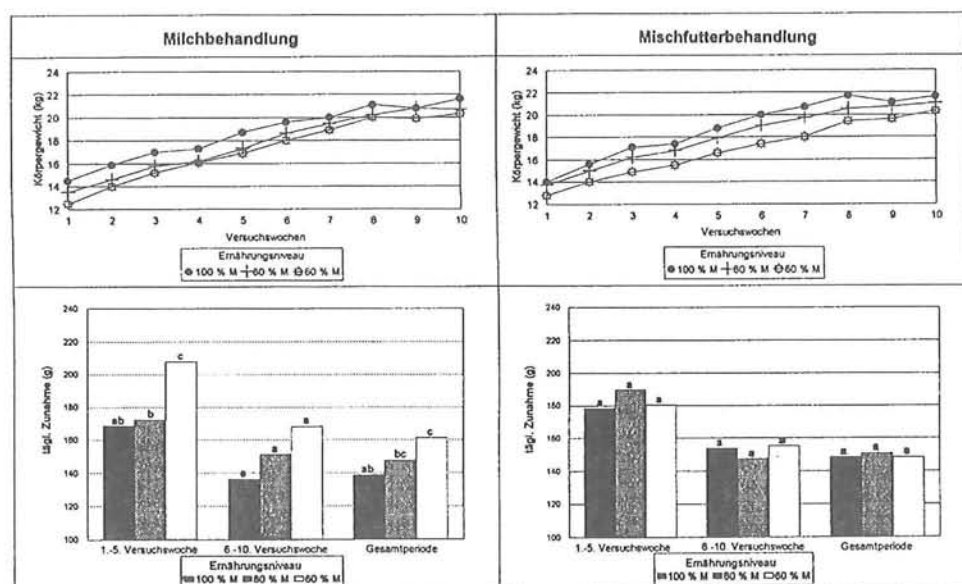
Aus den Ergebnissen der Varianzanalyse (Tab. 2) ist zu entnehmen, daß neben den Milch- und Mischfutterbehandlungen auch Faktoren wie Alter der Lämmer zum Versuchsbeginn (Versuchsalter) und Geschlecht signifikante Einflüsse auf die tägliche Zunahme ausüben. Während sich das Alter bei Versuchsbeginn nur auf den ersten Restriktionsabschnitt (1.-4. Versuchswoche) auswirkt, machte sich der Geschlechtseinfluß erst im zweiten Abschnitt bemerkbar und zwar so stark, daß die Wirkung über die gesamte Restriktionsperiode noch sichtbar wurde. Der Einfluß der Interaktion zwischen den beiden Hauptfaktoren (Milch und Mischfutter) ist nicht nachweisbar.

2.2. Wachstumsleistung in der Realimentationsphase

Der Verlauf der Gewichtsentwicklung sowie Angaben für die täglichen Zunahmen während der 10-wöchigen Realimentationsperiode ist in der Abbildung 2 graphisch dargestellt. Die aufgrund der restriktiven Fütterung in der laktogenen Aufzuchtphase aufgetretenen Unterschiede in der mittleren Körpermasse der Lämmer schreiben sich während der gesamten Realimentationsphase in der Tendenz fort. Allerdings nivellieren sich die Effekte der Restriktionsphase im Verlauf der Realimentationsphase, so daß für die M-Gruppen ab der 7. Woche und für die K-Gruppen ab der 9. Woche die Unterschiede in der Körpermasse unterhalb der Signifikanzgrenze von $P < 0,05$ lagen. Der Grad der Kompensation wurde sowohl von der Realimentationsdauer als auch von dem Ausmaß der vorhergehenden Restriktion bestimmt. Zum Abschluß der Realimentationsperiode in der zehnten Woche konnten die Versuchsgruppen mit Endgewichten von 21,6; 20,7 und 20,3 kg für die 100% M-, 80% M- und 60% M-Gruppen sowie 21,5; 20,9 und 20,2 für die 100% K-, 80% K- und 60% K-Gruppen eine fast vollständige Kompensation der Restriktionseffekte erzielen.

Die mittleren täglichen Zunahmen zeigten im ersten Abschnitt der Realimentationsphase (1.-5. Woche) eine Tendenz, wonach die zuvor restriktiv ernährten Gruppen höhere Zunahmen aufwiesen als die jeweilige Kontrollgruppe. Besonders deutlich ist der Kompensationseffekt nach der Milchrestriktion zu erkennen. Die 60% M-Gruppe hat mit 209 g eine um 40 g oder 20% höhere tägliche Zunahme als die Kontrollgruppe. Im zweiten Abschnitt der Realimentationsphase (6.-10. Woche) verringerte sich die mittlere tägliche Zunahme bei allen Versuchsgruppen aufgrund einer versuchsmethodisch bedingten Intervention. Durch Setzung einer Obergrenze hinsichtlich der Mischfuttermenge sollte einer „Mastration“ entgegengewirkt werden.

Bezogen auf die gesamte Realimentationsphase wiesen die 100% M-, 80% M- und



Werte mit gleichen Buchstaben zwischen den Ernährungsniveaus in jeweiligen Versuchswochen bzw. -abschnitten unterscheiden sich nicht signifikant

Abb. 2: Gewichtsentwicklung und tägliche Zunahme der Lämmer im Verlaufe der 10-wöchigen Realimentationsperiode in Abhängigkeit vom vorausgegangenen Ernährungsniveau und der Behandlung (LSQ-Mittelwerte) (Body weight development and ADG of kids during 10 week postweaning realimentation period in dependence of previous level of feeding and type of feeding)

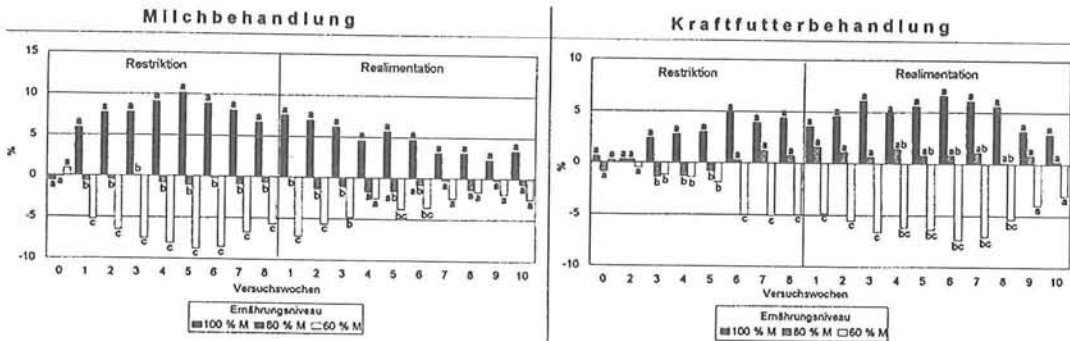
60% M-Gruppen eine mittlere tägliche Zunahme von 139, 148 und 162 g auf. Dabei unterscheiden sich die Kontrollgruppe und die 60% M-Gruppe signifikant voneinander. Die entsprechenden Werte bezüglich der mittleren täglichen Zunahme beliefen sich bei den K-Gruppen auf 149, 151 bzw. 149 g. Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht signifikant.

3. Diskussion

Die qualitative Futterrestriktion während der laktogenen Aufzuchtphase führte bei den Ziegenlammern zu einer unterschiedlichen Körpermasseentwicklung. Die Tiere wuchsen direkt proportional zum energetischen Versorgungsniveau. Solche Ergebnisse waren zu erwarten, da bei wachsenden Tieren eine Energie- und Nährstoffrestriktion dann, wenn das Fütterungsniveau oberhalb des Erhaltungsbedarfes liegt, durch verminderte Wachstumsintensität beantwortet wird (KIRCHGEßNER et al., 1991). Die Reaktion der Tiere hinsichtlich der Entwicklung ihrer Körpermasse auf eine reduzierte Nährstoff- und Energieversorgung erfolgte zu unterschiedlichen Zeitpunkten je nach Art der Behandlung. Die Differenzierung der Körpergewichte nahm mit fortschreitender Restriktionsdauer stetig zu und erreichte eine maximale mittlere Differenz von 20 % zwischen den Versuchsgruppen in der fünften Versuchswoche. Diese Gewichtsun-

terschiede zwischen den Versuchsgruppen setzten sich bis in die nachfolgende Realimentationsphase fort. Die wesentliche Ursache für die massive Beeinflussung der Körpermasse bei den Tieren der Milchbehandlung zu Beginn der Restriktionsphase ist in Übereinstimmung mit ROTH et al. (1993) weniger in einem unterschiedlichen Stoffansatz als vielmehr im reduzierten Füllungsgrad des Verdauungstraktes zu suchen.

Hinsichtlich der Körpermasseentwicklung der Lämmer während des gesamten Versuchszeitraumes, d.h. sowohl während der Restriktions- als auch während der Realimentationsphase, lassen sich grundsätzlich drei verschiedenartige Abschnitte in Abhängigkeit von der Behandlung differenzieren (Abb. 3).



Werte mit gleichen Buchstaben zwischen den Ernährungsstufen innerhalb jeder Versuchswoche unterscheiden sich nicht signifikant

Abb. 3: Körpergewichtsentwicklung der Ziegenlämmer im Verlauf der 8-wöchigen Restriktionsphase bzw. 10-wöchigen Realimentationsphase (dargestellt als relative Abweichung der Wochenmittelwerte von μ) in Abhängigkeit vom Ernährungsniveau und der Behandlung (LSQ-Mittelwerte) [Bodyweight development of kids during 8 weeks milkfeeding period (with feed restrictions) and a 10 weeks realimentation period]

So umfaßt bei der Milchbehandlung der erste Abschnitt den Zeitraum von Versuchsbeginn bis zur fünften Woche der Restriktionsphase. Dieser Abschnitt ist gekennzeichnet durch intensives Wachstum der Lämmer, verbunden mit einer hohen Effizienz der Verwertung der verdaulichen Energie des aufgenommenen Futters für Körpermasseansatz (TOUKOUROU, 1997). Während dieses ersten Abschnittes ist ein kontinuierliches Auseinanderwachsen der Tiere in Abhängigkeit von dem Ernährungsniveau festzustellen.

Weiterhin ist ein intermediärer Abschnitt zu identifizieren. Dabei handelt es sich um den Zeitraum zwischen der fünften Restriktions- und der dritten Realimentationswoche. Dieser Abschnitt zeichnet sich - insbesondere bei der Mischfutterbehandlung - dadurch aus, daß sich die Differenzen hinsichtlich des Körpergewichtes der Tiere aufgrund der Umstellungen in der Rationszusammensetzung und damit verbundenen Veränderungen in der Futteraufnahme (schrittweise Reduzierung der Milchgabe, höhere Heuaufnahme der restriktiv versorgten Tiere), zunächst leicht reduzieren und dann relativ konstante Unterschiede aufweisen (TOUKOUROU, 1997).

Im letzten der drei identifizierten Abschnitte, der den Zeitraum ab der dritten Realimentationswoche umfaßt, reduzierte sich die Körpergewichtsdifferenz zwischen den Versuchsgruppen kontinuierlich (insbesondere bei der Milchbehandlung).

Am Ende des gesamten Versuchszeitraums von 18 Wochen zeigte sich, daß die restriktiv ernährten Versuchsgruppen in der Lage waren, ihren in der frühen Wachstumsphase reduzierten Gewichtszuwachs fast vollständig zu kompensieren; die Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht mehr signifikant.

Auch HOPKINS und TULLOH (1985) berichten von kompensatorischen Wachstumseffekten bei Schaflämmern, die unmittelbar nach der Geburt einer Futterrestriktion unterzogen waren. RYAN (1990) konnte dagegen bei Kälbern und Schaflämmern keine Wachstumskompensation feststellen, wenn die Futterrestriktion unmittelbar nach der Geburt einsetzte.

Das Ausmaß der Wachstumskompensation wird vom Zeitpunkt des Beginns, der Dauer und dem Maß der Restriktion beeinflusst (RYAN, 1990).

Das Ausmaß der Nährstoffversorgung steht in umgekehrt proportionaler Beziehung zu dem kompensatorischen Wachstumseffekt (LAWRENCE und PEARCE, 1964) und führt gleichzeitig zu einer Verlängerung von Kompensationseffekten (GLEESON, 1972; HORTEN und HOLMES, 1978; WANYOIKE und HOLMES, 1981; RYAN, 1990).

Für das kompensatorische Wachstum können verschiedene Ursachen in Betracht gezogen werden. Realimentierte Tiere haben im Vergleich zu Kontrolltieren eine höhere Futteraufnahme und somit eine größere Gewichtszunahme des Verdauungstraktes (SCHNYDER, 1981; MURRAY und SLEZACEK, 1980; GRAHAM und SEARLE, 1975, 1979; HOGG, 1977; DREW und REID, 1975; WINTER, 1971). Dieser Effekt wird aber nur in der ersten Realimentationsphase besonders wirksam und nimmt mit der Dauer der Realimentation ab. Dies mag auch der Grund dafür sein, daß der Füllungsgrad des Verdauungstraktes bei anderen Untersuchungen nicht als signifikante Ursache des kompensatorischen Wachstums zu messen war (MURRAY und SLEZACEK, 1980; HOGG, 1977; FOOT und TULLOH, 1977; DREW und REID, 1975). Die Autoren sind hingegen der Ansicht, daß kompensatorische Wachstumsprozesse auf eine günstigere Energiebilanz zurückzuführen sind. Ein in der Restriktionsphase angelegener geringerer Grundumsatz (niedrigere Stoffwechselrate je Einheit metabolisches Körpergewicht) führt zu einem günstigeren Gesamtwirkungsgrad der umsetzbaren Energie (HADINOTO, 1984).

Ein ähnliches Phänomen beobachtete SCHNYDER (1981) in seiner Untersuchung an Zebuochsen und schloß daraus, daß ein während der Futterrestriktion im Organismus induzierter Spareffekt hinsichtlich des minimal notwendigen Energieaufwandes zum Erhalt der Leistungsbereitschaft selbst nach Beendigung der Restriktion bis zu einem gewissen Grad auch noch während der Auffütterungsperiode weiter wirkt. Auch KAMALZADEH (1996) begründete die aus seiner Untersuchung an wachsenden Schaflämmern erzielte Wachstumskompensation als Folge eines anhaltenden geringeren Erhaltungsbedarfes bei gleichzeitiger Erhöhung der Futteraufnahme. LEAS-

FETTBACH und PETERS (1995) beobachteten bei verschiedenen ägyptischen Ziegenrassen einen deutlichen Kompensationseffekt der realimentierten Tiere. Die Wachstumskompensation in der vorliegenden Untersuchung beruht vor allem auf der Fortsetzung der während der Restriktionsperiode ermittelten effizienten Nährstoff- und Energieverwertung (ermittelt als Effizienz des Nährstoffaufwandes).

Die in der Abbildung 3 dargestellte Entwicklung der Körpergewichtsdifferenz bei der Mischfutterbehandlung zeigt eine im Vergleich zur Milchbehandlung deutlich verspätete Reaktion der Lebendmasseentwicklung auf die Mischfütterversorgung. Hier dokumentiert sich die Tatsache, daß bei sehr jungen Lämmern die Muttermilch bzw. Ziegenvollmilch einen sehr viel stärkeren Einflußfaktor auf die Gewichtsentwicklung der Tiere darstellt als die Zufütterung von industriell gefertigtem Mischfutter.

Der verzögerte Wirkungseffekt der Mischfutterbehandlung wird durch die Ergebnisse der mittleren täglichen Gewichtszunahme der Tiere noch deutlich. Trotz Staffelfütterung der Mischfüttergaben zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen während der ersten vier Versuchswochen. Je nach Restriktionsintensität (100% K, 80% K und 60% K) lagen die Werte für die mittlere tägliche Zunahme bei 132, 124 und 125 g pro Tag.

Die zum Beginn der Realimentationsphase beobachtete gesteigerte tägliche Zunahme der zuvor restriktiv ernährten Tiergruppen scheint, wie auch von KABBALI et al. (1992) an wachsenden Schaflämmern sowie von HENRICKS et al. (1994) an Jungbullen festgestellt wurde, im wesentlichen auf eine überproportionale Zunahme der Füllung des Gastro-Intestinaltraktes zurückzuführen sein. Die Ergebnisse der Untersuchungen der Verdauungsorgane bei den geschlachteten Tieren stützen diese Hypothese. In diesem Zusammenhang zeigten sich eindeutige Resultate hinsichtlich der Gewichte der gefüllten Pansen nach Beendigung der Restriktionsphase. Darüberhinaus war festzustellen, daß zum Beginn der Realimentationsphase der Heuverzehr der 60% M-Gruppe deutlich über derjenigen der Kontrollgruppe lag. Somit dürfte der Gewichtszuwachs der realimentierten Tiere zu Beginn der erhöhten Futtergabe größtenteils auf einem erhöhten Füllungsgrad des Verdauungstraktes beruhen. Die bis zum Ende der Realimentationsperiode eingetretene Körpergewichtskompensation kann jedoch nicht allein der Differenz im Füllungsgrad des Verdauungstraktes zugeschrieben werden, da sich zu diesem Zeitpunkt die Werte dieses Merkmals zwischen den jeweiligen Versuchsgruppen statistisch nicht voneinander unterscheiden. In diesem Fall kann angenommen werden, daß der Wachstumsausgleich bei den realimentierten Tieren auf einer realen Körpersubstanzzunahme beruhte.

Literatur

DREW, K.; REID, J. T.:

Compensatory growth in immature sheep. I: The effects of weight loss and realimentation on the whole body composition. II: Some changes in the physical and chemical composition of sheep halfcarcass following feed restriction and realimentation. III: Feed utilisation by sheep subjected to feed deprivation followed by realimentation. *J. Agric. Sci.* 85 (1975), 193-215

- FOOT, J. Z.; TULLOH, N. M.:
Effect of two paths of liveweight change on the efficiency of feed use and on body composition of Angus steers. *J. Agric. Sci.* 88 (1977), 135-142
- GLEESON, P. A.:
Effect of plane of nutrition on spring-born calves during their first winter and on their subsequent growth rate and reproductive performance. *Irish J. Agric. Res.* 11 (1972), 31-39
- GRAHAM, N.; SEARLE, T. W.:
Studies of weaner sheep during and after a period of weight stasis. I. Energy and nitrogen utilisation. *Aust. J. Agric. Res.* 26 (1975), 343-353
- GRAHAM, N.; SEARLE, T. W.:
Studies of weaned lambs before, during and after a period of weight loss. Energy and nitrogen utilisation. *Aust. J. Agric. Res.* 30 (1979), 513-523
- HADINOTO, P. B.:
Untersuchungen zum kompensatorischen Wachstum bei Mastlammern. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, Diss., 1984
- HENRICKS, D. M.; JENKINS, T. C.; WARD, J. R.; KRISHNAN, C. S.; GRIMES, L.:
Endocrine responses and body composition changes during feed restriction and realimentation in young bulls. *J. Anim. Sci.* 72 (1994), 2289-2297
- HOGG, B. W.:
Effects of growth patterns on body composition and compensatory growth in sheep. PhD Thesis University of Melbourne, Australia (1977)
- HOPKINS, D. L.; TULLOH, N. M.:
Effects of a severe nutritional check in early post-natal life on the subsequent growth of sheep to the age of 12-24 months. Changes in body weight, wool and skeletal growth, and effects at the cellular level. *J. Agric. Sci.* 105 (1985), 551-562
- HORTON, G. M. J.; HOLMES, W.:
Compensatory growth by beef cattle at grassland or on an alfalfa-based diet. *J. Anim. Sci.* 46 (1978), 297-303
- INRA:
Institut National de Recherches Agronomiques. Tables de l'alimentation des bovins, ovins et caprins, Paris (1988)
- JACOB, U.:
Untersuchungen zum Einsatz von Alpin-Ziegen und ihren Kreuzungen in kleinbäuerlichen Betrieben Burundies. TU Berlin, Diss., 1993
- KABBALI, A.; JOHNSON, W. L.; JOHNSON, D. W.; GOODRICH, R. D.; ALLEN, C. E.:
Effects of undernutrition and refeeding on weights of body parts and chemical components of growing Moroccan Lambs. *J. Anim. Sci.* 70 (1992), 2859-2865
- KAMALZADEH, A.; VAN BRUCHEM, J.; TAMMINGA, S.; LOS, M. J. N.; LEFFERING, C. P.:
Feed quality restriction and compensatory growth in growing sheep: feed intake, digestion and nitrogen balance. In Prospects of Compensatory Growth for Sheep Production Systems. PhD Thesis, Wageningen Institute of Animal Science (WIAS), Wageningen Agricultural University The Netherlands (1996)
- KIRCHGESSNER, M.; MÜLLER, H. L.; WINDISCH, W.:
Energietransfer beim Nutztier - Aspekte der Ernährung und Fütterung. *Arch. Anim. Nutr.* 41 (1991), 467-485
- LAES-FETTBACK, C.; PETERS, K. J.:
A comparative study of performance of Egyptian goat breeds. II. Growth performance and productivity. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 38 (1995), 563-575
- LAWRENCE, T. L. J.; PEARCE, J.:
Some effects of wintering yearling beef cattle on different planes of nutrition. Live weight gain, food consumption and body measurement changes during the winter period and subsequent grazing period. *J. Agric. Sci.* 63 (1964), 5-21
- MURRAY, D. M.; SLEZACEK, O.:
Growth pattern and its effect on feed utilization of sheep. *J. Agric. Sci.* 95 (1980), 349-355

NRC:

National Research Council. Nutrient Requirements of Domestic Animals, Nr. 15, Nutrient Requirements of Goats, National Academy Press, Washington D.C. (1981)

ROTH, F. X.; KIRCHGESSNER, M.; WINDISCH, W.:

Kompensatorisches Wachstum bei Broilern: Effekt der Intensität, der Dauer und des Beginns einer Futterrestriktion auf die Mastleistung. Arch. für Geflügelkunde 57 (1993), 1-8

RYAN, W. J.:

Compensatory growth in cattle and sheep. Nutr. Abst. and Rev. (Series B) 60 (1990)

SAS/STAT,

User's Guide. Version 6.04 Ed. SAS Institut Inc., Cary, North Carolina 1991

SCHNYDER, W.:

Der Stoff- und Energieansatz des Ochsen beim verzögerten und kompensatorischen Wachstum. ETH Zürich, Diss., 1981

TOUKOUROU, Y.:

Auswirkung unterschiedlicher Fütterungsintensitäten während der laktogenen Aufzuchtphase auf das kompensatorische Wachstum von Ziegenlämmern. Humboldt-Universität zu Berlin, Diss., 1997

WANYOIKE, M. M.; HOLMES, W.:

Effects of winter nutrition on the subsequent live weight, performance and intake of herbage by beef cattle. J. Agric. Sci. 97 (1981), 222-226

WINTER, W. H.:

A study of weight loss and compensatory gain in sheep. PhD Thesis, University of Melbourne (1971)

Eingegangen: 19.05.1998

Akzeptiert: 16.12.1998

Anschrift der Verfasser

Dr. YOUSSEF TOUKOUROU, Prof. Dr. KURT-J. PETERS

Institut für Nutztierwissenschaften der

Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät

der Humboldt-Universität zu Berlin

Fachgebiet Tierzucht in den Tropen und Subtropen

Philippstrasse 13, Haus 9

D-10115 Berlin

Buchbesprechung

Forschung ohne Tierversuche - 1997

Ersatz- und Ergänzungsmethoden zu Tierversuchen

H. SCHÖFFL, H. SPIELMANN, J. DÖHMER, A. F. GOETSCHL, F. P. GRUBER, M. LIEBSCH, H. JUAN (Hrsg.)

293 Seiten, zahlr. Tabellen und Abbildungen, Springer Verlag Wien New York, 1998, ISBN 3-211-83045-6
87,00 DM, 625,00 ÖS, 81,00 SFr

Im Rahmen der Buchreihe „Ersatz- und Ergänzungsmethoden zu Tierversuchen“, die von SCHÖFFL, SPIELMANN, TRITTHART herausgegeben wird, liegt inzwischen der 5. Band vor. Er gibt die Vorträge und Poster des „5. Österreichischen internationalen Kongresses über Ersatz- und Ergänzungsmethoden zu Tierversuchen in der biomedizinischen Forschung“, der vom 22. bis 24. September 1996 in Linz stattfand, in überarbeiteter Form wieder.

Tierschutz ist gezielte Hilfe für das Tier und Tierschutzgesetze dienen dieser Hilfe, indem sie das Leben und das Wohlbefinden der Tiere schützen. Versuche mit Tieren sind daher trotz erforderlicher Genehmigungsverfahren umstritten, zumal bei der Interpretation dessen, was als ethisch vertretbar angesehen wird, sich ein weites Feld unterschiedlicher Betrachtungsmöglichkeiten bietet. Im Gegensatz zu Vertretern, die eine generelle Abschaffung aller Tierversuche fordern, ist die erfolgreiche Suche nach Ersatz- und Ergänzungsmethoden für Tierversuche das verdienstvolle Anliegen auch dieses Tagungsberichtes. Ermöglicht er doch dem Leser sich umfassend über diesbezügliche Aktivitäten und wissenschaftliche Fortschritte im sensiblen Bereich der Entwicklung solcher Methoden zu informieren. Die im Buch vorgestellten Beiträge informieren über den internationalen Stand, zeigen Möglichkeiten und tragen zum objektiven Verständnis dieser häufig emotional diskutierten Thematik bei. Es wird auch deutlich, daß bei überaus wünschenswerter Einschränkung bzw. bei Ersatz- und Ergänzungsmethoden in den verschiedenen Anwendungsbereichen, vor allem in der biomedizinischen Forschung, die Ersetzbarkeit oder Kombination mit anderen Methoden möglich ist, immer aber mit zumindest gleichwertigen bzw. besseren Ergebnissen verbunden sein muß.

Der Buchinhalt verdeutlicht sowohl das Bemühen und die Möglichkeiten als auch die Suche nach Neuem, Besserem ohne den vollständigen Verzicht auf notwendige Tierversuche zu postulieren. Nach vier einleitenden Übersichtsvorträgen sind die folgenden 30 Beiträge internationaler Autoren folgenden Themen zugeordnet:

- 1.) Gentechnologie mit den Blöcken: Transgene Tiere, in vitro-Methoden, Recht und Ethik
- 2.) Prüfung von Biomaterialien mit anderen in vitro-Methoden
- 3.) Umsetzung von EU Recht
- 4.) Ist ein Verzicht auf Tierversuche für Kosmetika ab 1.1.1998 in der EU möglich?
- 5.) Tierschutz und Tierversuche - Entwicklungen und Trends

Den Abschluß des Bandes bildet die Vorstellung der 38 Posterinhalte mit einem breiten Inhaltsspektrum. Auch dieser Band ermöglicht es dem Leser sich umfassend über Fortschritte auf diesem aktuellen Wissensschatzgebiet zu informieren. Hilfreich für die Kommunikation ist auch das Anschriftenverzeichnis der Autoren und Posterautoren sowie die Hinweise auf entwickelte Datenbanken zu diesem Gebiet. Das Buch richtet sich in erster Linie an auf diesem Gebiet Tätige in Lehre, Forschung und Industrie. Es ist jedoch für einen weit größeren Leserkreis bedeutungsvoll und kann einer an Objektivität interessierten Öffentlichkeit das ernsthafte Bemühen von Wissenschaft und Wirtschaft um den Ersatz von Tierversuchen demonstrieren.

ERNST RITTER, Dummerstorf