



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
Main Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2010

---

**Einfluss von Feuchtfutter auf den Energie- und Proteinstoffwechsel von  
trächtigen und laktierenden Katzen**

Signer, Martina

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-36276>

Dissertation

Published Version

Originally published at:

Signer, Martina. Einfluss von Feuchtfutter auf den Energie- und Proteinstoffwechsel von trächtigen und laktierenden Katzen. 2010, University of Zurich, Vetsuisse Faculty.



University of Zurich  
Zurich Open Repository and Archive

Winterthurerstr. 190  
CH-8057 Zurich  
<http://www.zora.uzh.ch>

---

*Year: 2010*

---

## Einfluss von Feuchtfutter auf den Energie- und Proteinstoffwechsel von trächtigen und laktierenden Katzen

Signer, M

Signer, M. Einfluss von Feuchtfutter auf den Energie- und Proteinstoffwechsel von trächtigen und laktierenden Katzen. 2010, University of Zurich, Vetsuisse Faculty.

Postprint available at:  
<http://www.zora.uzh.ch>

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich.  
<http://www.zora.uzh.ch>

Originally published at:  
University of Zurich, Vetsuisse Faculty, 2010.

Aus dem Institut für Tierernährung  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich  
Direktor: Prof. Dr. med. vet. Dr. h. c. M. Wanner

---

Arbeit unter Leitung von Dr. Brigitta Wichert

## **Einfluss von Feuchtfutter auf den Energie- und Proteinstoffwechsel von trächtigen und laktierenden Katzen**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der  
Vetsuisse-Fakultät  
Universität Zürich

vorgelegt von

**Martina Signer**

Tierärztin  
von Appenzell AI

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. Dr. h.c. M. Wanner, Referent  
PD. Dr. I. M. Reichler, Korreferentin

Zürich 2010

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Ziel der Arbeit .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Energiebedarf der trächtigen Katze .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Energiebedarf der laktierenden Katze .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 Proteinbedarf der Katze während Trächtigkeit und Laktation.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5 Angaben zur Katzenmilch.....</b>	<b>8</b>
1.5.1 Milchleistung des Muttertiers und Milchaufnahme.....	8
1.5.2 Roh Nährstoffgehalt der Katzenmilch .....	9
1.5.3 Energiegehalt der Katzenmilch .....	12
<b>1.6 Gewichtsentwicklung der Katze während Gravidität .....</b>	<b>12</b>
1.6.1 Gravidität.....	12
1.6.2 Geburt und Laktation.....	14
<b>1.7 Geburtsgewicht und Gewichtsentwicklung von .....</b>	<b>16</b>
<b>Katzenwelpen.....</b>	<b>16</b>
<b>1.7 Körperzusammensetzung adulter Katzen .....</b>	<b>23</b>
<b>1.8 DEXA .....</b>	<b>24</b>
<b>2. TIERE, MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>28</b>
<b>2.1 Versuchstiere.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2 Versuchsanordnung.....</b>	<b>28</b>
2.2.1 Adaptationsphase .....	29
2.2.2 Messphasen .....	30
<b>2.3 Katzentoilette .....</b>	<b>31</b>
<b>2.4 Futter .....</b>	<b>31</b>
2.4.1 Adultfutter.....	31
2.4.2 Aufzuchtfutter.....	31
2.4.3 Fütterung.....	32
2.4.4 Futteraufnahme.....	32
<b>2.5 Körpergewicht .....</b>	<b>32</b>

<b>2.6</b>	<b>Probenentnahme und Probenvorbereitung .....</b>	<b>33</b>
2.6.1	Kot.....	33
2.6.2	Harn .....	33
2.6.3	Futter .....	34
<b>2.7</b>	<b>Analysen .....</b>	<b>34</b>
2.7.1	Weender Analyse.....	34
2.7.2	Bruttoenergie (BE) .....	36
2.7.3	Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt.....	37
<b>2.8</b>	<b>Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA).....</b>	<b>37</b>
2.8.1	Sedation .....	38
<b>2.9</b>	<b>Berechnungen .....</b>	<b>38</b>
2.9.1	N-Bilanz .....	38
2.9.2	Umsetzbare Energie (UE) und Umsetzbarkeit der Energie (u(E)).....	39
2.9.3	Proteinansatz .....	39
2.9.4	Verdaulichkeit.....	39
<b>2.10</b>	<b>Statistische Auswertung.....</b>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>RESULTATE.....</b>	<b>41</b>
<b>3.1</b>	<b>Allgemeinbefinden und Verhalten der Tiere.....</b>	<b>41</b>
<b>3.2</b>	<b>Körpermasse.....</b>	<b>41</b>
<b>3.3</b>	<b>Futtermverzehr.....</b>	<b>45</b>
<b>3.4</b>	<b>Harn- und Kotabsatz .....</b>	<b>46</b>
<b>3.5</b>	<b>Scheinbare Verdaulichkeit.....</b>	<b>47</b>
<b>3.6</b>	<b>Bilanzen.....</b>	<b>48</b>
3.6.1	N-Bilanz .....	48
3.6.2	Proteinansatz .....	49
3.6.3	Umsetzbare Energie und Umsetzbarkeit der Energie .....	50
<b>3.7</b>	<b>Körperfett und fettfreie Körpermasse.....</b>	<b>51</b>
<b>4</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>53</b>
<b>4.1</b>	<b>Kritik der Methoden.....</b>	<b>53</b>

4.1.1	Versuchstiere .....	53
4.1.2	Versuchsanordnung .....	53
4.1.3	Kot- und Harnsammlung .....	54
4.1.4	Fütterung .....	54
<b>4.2</b>	<b>Körpermasse.....</b>	<b>55</b>
4.2.1	Gewichtsentwicklung während der Gravidität .....	55
4.2.2	Gewichtsveränderungen durch Geburt und Laktation.....	57
<b>4.3</b>	<b>Scheinbare Verdaulichkeit.....</b>	<b>60</b>
<b>4.4</b>	<b>Bilanzen.....</b>	<b>63</b>
4.4.1	Stickstoffbilanz und Proteinansatz .....	63
4.4.2	Erhaltungsbedarf an Energie und Aufnahme an UE der adulten Katze	66
4.4.3	Aufnahme an UE während der Trächtigkeit .....	67
4.4.5	Aufnahme an UE während der Laktation.....	69
<b>4.5</b>	<b>Veränderungen der Körperzusammensetzung und Gewichts- verlauf im Zusammenhang mit der Energieaufnahme .....</b>	<b>71</b>
<b>4.6</b>	<b>Schlussfolgerung .....</b>	<b>74</b>
<b>5</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>75</b>
<b>6</b>	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>94</b>

## Abkürzungsverzeichnis

BE	Bruttoenergie	M	männliches Tier
BE <sub>Futter</sub>	aufgenommene Energie über das Futter	ME	umsetzbare Energie
BE <sub>Harn</sub>	ausgeschiedene Energie über den Harn	mg	Milligramm
BE <sub>Kot</sub>	ausgeschiedene Energie über den Kot	ml	Milliliter
BE <sub>Protein</sub>	Energie in Form von Protein	mSv	Millisievert
BMC	bone mineral content	MW	Mittelwert
C	Kohlenstoff	n	Anzahl
°C	Grad Celsius	N	Stickstoff
cm	Zentimeter	N <sub>Futter</sub>	über das Futter aufgenommener Stickstoff
CV	Variationskoeffizient	N <sub>Harn</sub>	über den Harn ausgeschiedener Stickstoff
d	Tag	N <sub>Kot</sub>	ausgeschiedener Stickstoff über den Kot
DEXA	Energy X-ray Absorptiometry	N <sub>retiniert</sub>	retinierter Stickstoff
E	Energie	NfE	Stickstofffreie Extraktstoffe
ETH	Eidgenössisch Technische Hochschule	r	Korrelationskoeffizient
FFM	fettfreie Körpermasse	Ra	Rohasche
FM	Fettmasse	Rfa	Rohfaser
g	Gramm	Rfe	Rohfett
i.m.	intramuskulär	Rp	Rohprotein
kcal	Kilokalorie (1 kcal = 4.184 kJ)	SE	Standardfehler
kg	Kilogramm	sV	scheinbare Verdaulichkeit
kJ	Kilojoule	TS	Trockensubstanz
k(N)	Stickstoffverwertung	u(E)	Umsetzbarkeit der Energie
l	Liter	UE	Umsetzbare Energie
LM	Lebendmasse	uS	ursprüngliche Substanz
LM <sup>0.67</sup>	katzenspezifische metabolische Lebendmasse	VE	verdauliche Energie
LM <sup>0.75</sup>	metabolische Lebendmasse	W	weibliches Tier
m	Meter	wo	Woche

## Zusammenfassung

### **Einfluss von Feuchtfutter auf den Energie- und Proteinstoffwechsel von trächtigen und laktierenden Katzen**

In der vorliegenden Untersuchung wurde der Einfluss von Feuchtfutter auf den Energie- und Proteinstoffwechsel sowie die Körperzusammensetzung der graviden und laktierenden Katze untersucht.

Als Versuchstiere dienten zehn adulte Katzen. Der Versuch bestand aus fünf Bilanzphasen; adult, 4. und 7. Graviditätswoche (GW), sowie 2. und 6. Laktationswoche (LW). Die Körperzusammensetzung der Tiere wurde vor der Bedeckung, nach der Geburt und nach Abschluss der Laktation mittels Dual-Energy X-ray Absorptiometry bestimmt. Über alle Versuchsphasen wurden die Futtermittelaufnahme sowie die Ausscheidung von Harn und Kot komplett erfasst. Als Versuchsfutter dienten ein kommerzielles Adult- oder Aufzuchtfeuchtfutter. Es wurde die Aufnahme an umsetzbarer Energie und die Stickstoffbilanzen berechnet, sowie der energetische Erhaltungsbedarf durch Messung des Futtermittelverzehr bei Gewichtskonstanz bestimmt.

Die Katzen nahmen ab der ersten GW insgesamt 39.5 % des Gewichtes bei Paarung zu und legten Fett an. In der Laktation kam es trotz hoher Proteinaufnahme bei allen Katzen zu einem stetigen Verlust an Körpergewicht in Form von fettfreier Körpermasse, bei den Kätzinnen mit grossen Würfen auch zu einem Abbau von Körperfett. Die Katzen nahmen bei Fütterung mit Feuchtfutter weniger umsetzbare Energie auf als die Tiere in einer früheren Untersuchung bei Fütterung mit Trockenfutter. Der Futtermittelverzehr in g Trockensubstanz war in beiden Studien identisch. Der Erhaltungsbedarf betrug  $358 \pm 10 \text{ kJ UE/kg}^{0.67} \text{ LM/d}$ .



## Summary

### **Influence of canned food on energy and protein metabolism of pregnant and lactating cats**

In the present study, the influence of canned food on energy and nitrogen balance as well as body composition of the pregnant and lactating cat were investigated.

Ten queens were used. The experiment was separated into 5 balance trials; adult, week 4 and 7 of pregnancy, as well as week 2 and 6 of lactation. Body composition was assessed by DEXA before mating, after parturition and at the end of lactation. Total daily food intake as well as the output of urine and faeces were measured. The diet consisted of a adult and a kitten commercial canned cat food. Nitrogen balances and the intake of metabolisable energy were calculated. Energy requirement was determined by measurement of food intake at constant weight.

From the very beginning of pregnancy, the cats gained 39.5 % of their weight at mating and built up fat tissue. During lactation all cats lost weight continuously in terms of fat free mass in spite of high protein intake. The queens with large litters also lost body fat. The cats in the present investigation fed canned food, showed a lower intake of metabolisable energy than the animals of a prior study, fed dry food. The food intake in grams dry matter in the two studies was equal. The energy requirement of adult cats was  $358 \pm 10 \text{ kJ ME /kg}^{0.67} \text{ BW/d}$ .

# 1. Einleitung

## 1.1 Ziel der Arbeit

Ziel der Studie war es, die Energie- und Proteinaufnahme sowie die Gewichtsentwicklung trächtiger und laktierender Katzen bei ad libitum Fütterung mit Feuchtfutter zu untersuchen. Weiterhin sollte mittels Dual-Energy X-ray absorptiometry (DEXA) festgestellt werden, wie sich die Körperzusammensetzung der Kätzinnen durch die Trächtigkeit und Laktation verändert.

## 1.2 Energiebedarf der trächtigen Katze

Der Energiebedarf eines Lebewesens hängt von zahlreichen Faktoren ab. So spielen die Lebendmasse, das Alter, die Aktivität, die Körperkondition und das Fell des Tieres, aber auch die Umweltbedingungen sowie das Reproduktionsstadium eine entscheidende Rolle (National Research Council (NRC), 1986). Während der Trächtigkeit der Katze kommt es zu einem Anstieg des Energieverbrauchs im Vergleich zum Erhaltungsbedarf. Bereits KLEIBER (1961) stellte während der Gravidität eine Stoffwechselsteigerung in Form eines erhöhten Sauerstoffverbrauchs im Fötus, in der Gebärmutter und in den übrigen Geweben fest. Seine Versuche fanden allerdings an Ratten statt. Er sprach von einer „Verjüngung“ des Stoffwechsels durch die Trächtigkeit. Für LOVERIDGE und RIVERS (1989) bestand die Erklärung für den gesteigerten Energieverbrauch ausser im Bedarf für den Gewebezuwachs auch in einem erhöhten Erhaltungsbedarf der graviden Katze, bedingt durch das höhere Körpergewicht und wahrscheinlich auch durch eine erhöhte Stoffwechselrate. Dies hat einen steigenden Bedarf für den Gewichtszuwachs zur Folge. Der Erhaltungsbedarf pro Gewichtseinheit erhöht sich demnach im Verlaufe der Trächtigkeit.

SCOTT (1966) empfahl während der Trächtigkeit eine Aufnahme von 377 kJ/kg LM/d (ohne Angabe der Energieform), SMITH (1974) sowie LOVERIDGE und RIVERS (1989) eine leicht höhere von 419 kJ ME/kg LM/d. Diese Werte entsprechen in etwa einer Aufnahme von 603 kJ ME/kg LM<sup>0,67</sup> (SMITH, 1974; LOVERIDGE, 1986; SCOTT, 1986). Nach LOVERIDGE und RIVERS (1989) betrug die Energieaufnahme

einer drei Kilogramm schweren Katze vor dem Decken ca. 1030 kJ ME/d. Vom Deckzeitpunkt an stieg der Bedarf stetig und erreichte in der 4. Trächtigtkeitswoche Werte von durchschnittlich 1648 kJ ME/d für eine mittlerweile ca. 3.8 kg schwere Katze, was einer Steigerung von 40 % entspricht. In der Folge kam es zu einem weiteren Anstieg bis zu einem Peak von 1975 kJ ME/d in der 7./8. Woche (durchschnittliches Gewicht der Katze betrug nun ca. 4.5 kg), was einer Erhöhung des Bedarfs um 68 % seit dem Deckzeitpunkt gleichkommt (LOVERIDGE, 1986). Diese Werte liegen deutlich über den vom NRC (2006) gemachten Angaben, wonach der Energiebedarf während der Trächtigkeit im Mittel um 25 % ansteigt. Auch SCHADE (2006) erhielt aus ihren Untersuchungen an 11 Katzen niedrigere Werte. Ihre Tiere nahmen in der 4. Trächtigtkeitswoche im Mittel 443 kJ ME/kg LM/d, in der 7. Graviditätswoche 433 kJ ME/kg LM/d auf. In der letzten Trächtigtkeitswoche sinkt die Energieaufnahme der Katze leicht und erreichte bei LOVERIDGE (1986) kurz vor der Geburt Werte von ca. 1766 kJ ME/d für eine nun ca. 4.8 kg schwere Katze. Direkt nach der Geburt kommt es zu einem weiteren Abfall auf 589 kJ ME/kg LM/d (LOVERIDGE, 1986). Gemäss LOVERIDGE und RIVERS (1989) nimmt die Kätzin während der Trächtigkeit insgesamt 43124 zusätzliche Kilojoules auf und legt durchschnittlich 1,5 kg an Gewicht zu. Daraus resultieren scheinbare „Kosten“ von 28.88 kJ ME pro Gramm Gewichtszunahme. Berücksichtigt man allerdings den steigenden Erhaltungsbedarf, lässt sich mittels Regressionsgleichung ein Bedarf von 18.84 kJ ME pro Gramm Gewichtszuwachs berechnen. LOVERIDGE (1986) empfahl eine Fütterung mit dem Ziel einer 40 - 50 % Gewichtszunahme.

### **1.3 Energiebedarf der laktierenden Katze**

Auch die Laktation bedingt eine Erhöhung des Energiebedarfs der Katze im Vergleich zum Erhaltungsstoffwechsel. Je nach Anzahl Welpen erreicht der Bedarf das Drei- bis Vierfache des Erhaltungsbedarfs (HOLME, 1982). Das NRC (2006) empfiehlt als Faustregel für den Energiebedarf laktierender Katzen mit mehr als zwei Welpen das Zwei- bis Zweieinhalbfache ihres Bedarfs bei Bedeckung und liegt damit etwas niedriger als HOLME (1982). Als Grundlage zur Bedarfsermittlung laktierender Katzen hat das NRC (2006) Formeln erstellt. Danach beläuft sich der Verzehr in kcal ME einer Katze mit 3 - 4 Welpen auf:

$$\text{Verzehr (kcal ME)} = 100 \times (\text{LM})^{0.67} (= \text{Erhaltungsbedarf}) + 60 \times \text{LM} \times \text{L}$$

LM = Lebensmasse (kg)

L = Faktor für das Laktationsstadium; von Woche 1 bis 7: 0.9, 0.9, 1.2, 1.2, 1.1, 1.0, 0.8

Bei < 3 Welpen wird der Faktor 60 mit 18 ersetzt, bei > 4 Welpen mit 70

In dieser Formel des NRC wird als LM das Adultgewicht, d.h. das Gewicht vor der Trächtigkeit und nicht das aktuelle Gewicht verwendet. Der Tagesbedarf einer 3 kg schweren Katze mit 3 bis 4 Welpen liegt in der 3. und 4. Laktationswoche demnach bei 1776 kJ ME. KIENZLE (1998) empfiehlt für das analoge Laktationsstadium und die gleiche Anzahl Welpen eine Energieaufnahme von 710 kJ ME/kg LM. Ihre Angaben basieren auf der faktoriellen Kalkulation. Dabei werden der Erhaltungsbedarf und der Bedarf für die Milchproduktion (Energiegehalt der Milch × Milchmenge) für die einzelnen Laktationswochen getrennt berechnet und addiert.

SCOTT (1981) sowie SMITH (1974) nennen als Richtwert die Aufnahme von durchschnittlich 1047 kJ ME/kg LM während der gesamten Laktation.

Die Katzen in den Untersuchungen von ZOTTMANN (1997) und WICHERT et al. (2009) zeigten variierende Energieaufnahmen. Bei ZOTTMANN (1997) betrug die durchschnittliche Energieaufnahme  $113 \pm 37$  kJ DE/kg LM<sup>0.75</sup>/d, wobei die Kätzinnen mit 3 oder mehr Welpen hochsignifikant mehr Energie aufnahmen als diejenigen mit einem oder zwei Welpen. In der Studie von WICHERT et al. (2009) nahmen die Katzen in der 2. Laktationswoche im Mittel  $482 \pm 102$  kJ ME/kg LM/d auf wobei die Energieaufnahme bei den Kätzinnen mit mind. 3 Welpen deutlich höher war als bei denjenigen mit einem und zwei Welpen. In der 6. Laktationswoche lagen die Werte noch höher, aber immer noch deutlich niedriger als die Angaben von SCOTT (1981) und SMITH (1974). In der 2. Laktationswoche zeigten 5 von 6 Katzen, in der 6. Woche sogar ausnahmslos alle Katzen eine höhere Energieaufnahme als die vom NRC (2006) empfohlene Menge. Diejenige Katze mit der unter der Empfehlung liegenden Energieaufnahme zeigte jedoch nicht den grössten Gewichtsverlust. Von den sechs Katzen nahmen zwei an Gewicht zu. Jedoch waren dies nicht diejenigen mit den kleinsten Würfen. Während eine Kätzin mit zwei Welpen an Gewicht verlor, legte eine mit vier Welpen an Gewicht zu. Diese sehr individuellen Energieaufnahmen und Gewichtsverläufe im Vergleich zu den Empfehlungen lassen vermuten, dass Faktoren wie Stress und Aktivität bedeutenden Einfluss auf den realen Energieverbrauch haben (WICHERT et al., 2009). Die benötigte Energiemenge sowie der Futterverzehr bleiben im Verlaufe der Laktation nicht konstant, sondern nehmen ab der Geburt ste-

tig zu (LOVERIDGE, 1986). So stieg in den Untersuchungen von LOVERIDGE (1986) der Verzehr vom Zeitpunkt der Geburt bis zur dritten Laktationswoche um 156 % an. Bis zur 7. Laktationswoche nahm er nochmals um 95 % zu und betrug dann 300 % der Aufnahme zum Zeitpunkt der Geburt. Dieser 95 prozentige Anstieg zwischen dritter und siebter Woche reflektiert jedoch nicht nur den hohen Bedarf für die Laktation, sondern bereits auch die beginnende Futterraufnahme der Welpen, die aus dem Futternapf des Muttertiers fressen konnten. Die Energieaufnahme und deren Grad des Anstiegs korrelieren ausserdem mit der Wurfgrösse (LOVERIDGE, 1986). So lag in der ersten Laktationswoche die aufgenommene Energiemenge einer Katze mit einem Welpen bei ca. 883 kJ/d während die Katze mit fünf Welpen ca. 1913 kJ ME/d aufnahm. Bis zum Laktationsende stieg der Energieverzehr auf ca. 1340 kJ ME/Katze/d bei Würfen mit einem, bzw. ca. 5660 kJ/Katze/d bei Würfen mit fünf Welpen. Demnach steigt die benötigte Energiemenge bei grösseren Würfen stärker an als bei kleinen. So benötigte die Kätzin mit einem Welpen in der siebten Laktationswoche das 1,5-fache, die Kätzin mit fünf Welpen aber das 3-fache der Energiemenge der ersten Laktationswoche.

### **1.4 Proteinbedarf der Katze während Trächtigkeit und Laktation**

Katzen und andere strikte Karnivoren benötigen einen höheren Proteingehalt im Futter als Omnivoren oder Herbivoren, da sie nur beschränkt in der Lage sind, ihre Enzyme des Aminosäuren-Stoffwechsels zu regulieren (ROGERS et al., 1977; PIECHOTA et al., 1995). So können sie, im Gegensatz zu anderen Monogastriern, ihren Proteinkatabolismus kaum an ein verringertes Angebot in der Nahrung anpassen (KIENZLE, 2003). Bei der Katze muss ausserdem zwischen dem Protein-Stickstoff-Bedarf und dem Bedarf an essentiellen Aminosäuren unterschieden werden. Die Situation ist insofern kompliziert, als dass eine Abhängigkeit zwischen der Gesamtproteinzufuhr und dem Bedarf an essentiellen Aminosäuren besteht (KIENZLE, 1998). Bei hoher Proteinzufuhr kommt es durch die Massenwirkung des Proteinstickstoffs zu einem Spareffekt auf den Verbrauch essentieller Aminosäuren. Umgekehrt werden beachtliche Mengen an essentiellen Aminosäuren katabolisiert und zur Energiegewinnung oder Gluconeogenese verwendet, wenn der Proteingehalt der Nahrung niedrig ist (ROGERS et al., 1977).

Während der Trächtigkeit kommt es bei der Katze zu einer starken Steigerung der Proteinsynthese. Menge und Qualität der in der Trächtigkeit aufgenommenen Proteine sind von grosser Bedeutung, da sie essentielle Aminosäuren für das Wachstum der Föten liefern. Das Protein sollte leicht verdaulich und von hoher biologischer Wertigkeit sein. Als Hauptquelle sind tierische Eiweisse zu bevorzugen, da diese im Allgemeinen leichter verdaulich sind und über eine für Katzen besser geeignete Aminosäurezusammensetzung verfügen (KIRK et al., 2002). Etablierte Angaben zum Proteinbedarf zahlreicher anderer Spezies lassen ausserdem vermuten, dass das Protein während Trächtigkeit und Laktation von strikten Karnivoren weniger effizient genutzt werden kann als von Omnivoren oder Herbivoren (PIECHOTA et al., 1995). Die Empfehlungen zum Proteinbedarf trächtiger und laktierender Katzen sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Ein Vergleich der einzelnen Angaben ist insofern schwierig, als dass diese bezüglich der verwendeten Einheiten sehr heterogen sind. KIENZLE (2005) empfiehlt während der Trächtigkeit die Einhaltung einer Protein/Energie-Relation von 15 g verdaulichem Rohprotein/MJ ME. In der zweiten Trächtigkeitshälfte sollte die Katze 6.3 g verdauliches Rohprotein/kg LM/d zur Verfügung haben (KIENZLE, 2003). PIECHOTA et al. (1995) beobachteten in ihrer Studie die Fortpflanzungsleistung von Kätzinnen an Hand der Gewichtszunahme des Muttertiers und des Wachstums der Welpen bei Fütterung von drei Rationen mit unterschiedlichem Proteingehalt (200 g, 250 g, 300 g Rp/kg Futter). Dabei kamen sie zum Ergebnis, dass der Rohproteinbedarf der trächtigen Katze nicht über 200 g Rp/kg Futter liegt. Das NRC (2006), dessen Empfehlungen auf den Untersuchungen von KIENZLE (1998) und PIECHOTA et al. (1995) basieren, empfiehlt die Aufnahme von 213 g Rp/kg Futter. Die Kätzinnen aus der Studie von SCHADE (2006) nahmen in der 4. Trächtigungswoche im Durchschnitt  $6.875 \pm 1.25$  g Rohprotein/kg LM/d auf und setzten  $1.8 \pm 0.8$  g Protein/kg LM/d an. In der 7. Trächtigungswoche betrug die Proteinaufnahme über das Futter  $6.9 \pm 0.6$  g/kg LM/d und der Proteinansatz  $1.7 \pm 0.7$  g/kg LM/d.

Ein Proteinmangel während der Trächtigkeit kann bei den Welpen eine höhere neonatale Sterblichkeit sowie eine Beeinträchtigung des Immunsystems zur Folge haben (BURKHOLDER et al., 1990). In der späteren Trächtigkeit führt die Verfütterung von proteinarmem Futter zu einer verzögerten Nestorientierung (d.h. Fähigkeit der Welpen, sich zu orientieren und in ihr Nest zurückzukehren), einer gestörten motorischen Entwicklung, sowie einer verringerten emotionalen Reaktionsfähigkeit der Welpen

(GALLO et al., 1984).

Auch während der Laktation erhöht sich bei der Katze die Proteinsyntheseleistung für die Milchbildung und somit für das Wachstum der Welpen. Die Milchproteinabgabe einer 4 kg schweren Katze, die einen grossen Wurf zu säugen hat, kann 19 g Rohprotein pro Tag erreichen (DOBENECKER et al., 1998). Auch für die laktierende Katze ist ein hochverdauliches und schmackhaftes Protein wichtig, da grosse Futter-

**Tabelle 1: Proteinbedarf der Katze während Trächtigkeit und Laktation**

	KIENZLE (1998)	KIENZLE (2003)	KIENZLE (2005)	NRC (2006)		PIECHO-TA et al.(1995)
				Mindestbedarf	Empfehlung	
<b>Trächtigkeit</b>						
g Rp/MJ ME		20	15			
g Rp/kg KM/d		6.3 (2. Hälfte)				
g Rp/kg KM <sup>0.67</sup> /d				5.9	7.4	
g Rp/kg Futter (TS) (16738 kJ ME/kg TS)	210-290			170	213	170
g Rp/kg Futter (TS) (20000 kJ ME/kg TS, 250g Fett/kg TS)						200
g Rp/1000 kcal ME				43	53	
% ME						16
<b>Laktation</b>						
g Rp/MJ ME		20	≥15			
g Rp/kg KM/d	3.9-11.6	4.5-13				
g Rp/kg KM <sup>0.67</sup> /d			7-20	12.9	16.1	
g Rp/kg Futter (TS) (16738 kcal/kg TS)	210-290			240	300	210-250
g Rp/kg Futter (TS) (20000 kJ ME/kg TS)						250-300
g Rp/1000 kcal ME				60	75	
% ME						20-24

mengen gefressen werden müssen, um den hohen Energie- und Proteinbedarf zu decken (KIENZLE, 1998). KIENZLE (2005) rät, während der Trächtigkeit den Protein- zu Gunsten des Energiegehaltes zu erhöhen, um sowohl die Akzeptanz des Futters, als auch dessen Verdaulichkeit und Verträglichkeit zu erhöhen. Sie empfiehlt, in Abhängigkeit von Erhaltungsbedarf, Welpenzahl und Laktationsstadium, ein Angebot von 7-20 g Rp/kg KM<sup>0.67</sup>/d. Die Bedarfswerte von KIENZLE (1998) basieren auf faktorieller Kalkulation (getrennte Berechnung von Erhaltungsbedarf und Bedarf für Milchproduktion und anschliessende Addition). Sie geht von einer scheinbaren Ver-

daulichkeit des Rohproteins von 75 % und einer Verwertung des verdaulichen Rohproteins für die Milchproduktion von 70 % aus. Daraus ergibt sich eine Verfügbarkeit des Futterproteins für die Milchproduktion von 52.2 %. Ihre Angaben reichen, je nach Laktationswoche und Anzahl Welpen, von 3.9 bis 11.6 g Rp/kg LM/d. Das NRC (2006) empfiehlt ein Angebot von 16.1 g Rp/kg LM<sup>0.67</sup>/d, resp. 300 g Rp/kg Futter (16,75 kJ/g). Für PIECHOTA et al. (1995) liegt der minimale Rohproteinbedarf der laktierenden Katze zwischen 250 und 300 g/kg Futter (20 MJ ME/kg und 250 g Fett/kg enthaltend), respektive zwischen 20 % und 24 % der ME, unter der Bedingung, dass die essentiellen Aminosäuren in der 1.5-fachen Menge des Bedarfs wachsender Welpen (gemäss NRC 1986) vorliegen. In ihren Untersuchungen erlaubte der Proteingehalt von 250 g Rp/kg Futter ein gutes Wachstum der Welpen. Bei Erhöhung des Rp-Gehaltes auf 300g Rp/kg war die Leistungsfähigkeit der Katze sogar noch höher. Während in der ersten Woche der Laktation nur geringgradige Unterschiede der Gewichtsentwicklung der Welpen der verschiedenen Gruppen zu verzeichnen waren, zeigten die Welpen deren Mütter mit der 300 g Rp-Ration ernährt wurden in der 2. Laktationswoche signifikant grössere Zunahmen als diejenigen, deren Mütter die 200 g Rp-Ration erhielten. In der 3. und 4. Laktationswoche bestanden signifikante Unterschiede im Gewichtsverlauf der Welpen aller drei Gruppen, wobei der Nachwuchs der am proteinreichsten ernährten Kätzinnen die höchsten Zunahmen zeigte. Die Jungen der mit der höchsten Proteinkonzentration gefütterten Kätzinnen waren in der Lage, während der gesamten Laktationsperiode ständig an Gewicht zuzunehmen, während die Welpen der 250 g Rp-Gruppe in der 3. bis 5. Laktationswoche langsamer zunahmen. Erst als sie begannen auch solide Nahrung aufzunehmen, wuchsen sie etwa gleich schnell wie diejenigen der 300 g Rp-Gruppe. Der Gewichtsverlust der Kätzinnen verhielt sich umgekehrt proportional zum Proteingehalt der Nahrung. Auch kam es bei einem Proteinanteil von 30 % der Trockensubstanz (TS) zu einer Verbesserung der Futteraufnahme. In Anbetracht der Variabilität in Verdaulichkeit und Qualität der verschiedenen Futtermittel und hinsichtlich des Ziels einer optimalen Versorgung für die Reproduktion liegt der empfohlene Proteingehalt bei mind. 35 % der TS (KIRK et al., 2002). In den Untersuchungen von WILCHERT et al. (2009) nahmen die 6 Versuchskatzen bei Verwendung eines Futters mit 326 g Rp/kg und 22,7 MJ/kg in der 2. Laktationswoche im Mittel  $16.5 \pm 3.7$  g Rp/kg LM<sup>0.67</sup>/d auf. Dabei wurde bei allen Katzen die Menge an retiniertem Protein negativ. In der 6. Laktationswoche betrug die Proteinaufnahme bei analoger Fütte-



21.4 ± 5.6 g Rp/kg LM<sup>0.67</sup>/d, womit einige Katzen ihren Proteinbedarf decken konnten, andere jedoch nicht.

## **1.5 Angaben zur Katzenmilch**

### **1.5.1 Milchleistung des Muttertiers und Milchaufnahme der Welpen**

Die Milchproduktion von Säugetieren wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Unter anderem vom Laktationsstadium, der Anzahl saugender Jungen, der Saugintensität der Jungen, der Umgebungstemperatur und der Saison, sowie der Energie- und Proteinaufnahme des Muttertiers (DOBENECKER et al., 1998; JAYAWICKRAMA et al., 1998; PLUSKE et al., 1998). Gemäss DOBENECKER et al. (1998) beträgt die durchschnittliche tägliche Milchmenge der Kätzin 4,14 % ihres Körpergewichtes. Allerdings wurde in jener Studie eine Wägemethode angewandt, bei welcher eine klare Tendenz zur Unterschätzung der Milchleistung besteht. Die Welpen waren von der Mutter getrennt und hatten nur zu bestimmten Zeiten Zugang zu ihr. Vor und nach dem Saugen wurden sie gewogen und so die aufgenommene Milchmenge bestimmt. Es konnte gezeigt werden, dass die Welpen an Tagen mit limitiertem Zugang zur Mutter weniger saugten und ihr Gewichtszuwachs 23 % geringer war als an den übrigen Tagen. Daher wird von einer 20 bis 25 prozentigen Unterschätzung ausgegangen (DOBENECKER et al., 1998).

DOBENECKER et al. (1998) stellten in ihren Untersuchungen eine enge Beziehung zwischen Milchmenge, Wurfgrösse und Laktationsstadium fest. HENDRIKS und WAMBERG (2000) erkannten ebenfalls eine Beziehung zwischen Milchaufnahme, Zeit und Wurf. In ihren Untersuchungen kam die water isotope dilution (WID) technique zur Anwendung, welche eine exaktere Bestimmung der Milchmenge erlaubt. Dabei wird ein Isotop des Wasserstoffs als Marker zur Schätzung des Körperwasserumsatzes verwendet. Unter Einbezug der Milchzusammensetzung und der Gewichtszunahme der Welpen lässt sich deren Milchaufnahme bestimmen. Bei DOBENECKER et al. (1998) war die Milchaufnahme in den Wochen 2 bis 4 höher als jene der ersten Woche sowie der 5. bis 9. Woche. Diese Feststellung steht den bei anderen Tierarten gemachten Beobachtungen gegenüber. Steigende Milchaufnahmen im Verlaufe der Laktation wurde bei Schimpansen (BUSS und VOSS, 1971), Ratten (COWARD et al., 1982), Nerzen (WAMBERG und TAUSON, 1998), und bei

Hunden bis zur 5. Laktationswoche (OFTEDAL, 1984), abnehmende bei Schweinen (PLUSKE et al., 1998) beobachtet.

Die Milchmenge steigt mit zunehmender Anzahl Welpen (DOBENECKER et al., 1998). Die genauen Zahlen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Die von HENDRIKS und WAMBERG (2000) gemessene tägliche Milchleistung in den Wochen 1 bis 4, angegeben in Prozent des Körpergewichts, liegt deutlich über derjenigen von DOBENECKER et al. (1998).

**Tabelle 2: Milchleistung in Prozent der LM des Muttertiers**

Woche	HENDRIKS und WAMBERG (2000)	DOBENECKER et al. (1998)		
		1-2 Welpen	3-4 Welpen	6 Welpen
1	5.1 ± 0.3	1.00 ± 0.15	2.74 ± 1.03	3.08 ± 1.81
2	5.5 ± 0.3	1.29 ± 0.36	3.87 ± 0.27	5.88 ± 1.44
3	6.1 ± 0.4			
4	6.0 ± 0.4			
5-9		1.14 ± 0.63	2.58 ± 0.62	4.00 ± 1.44

In den ersten 4 Wochen post partum bleibt die Milchaufnahme der Welpen relativ konstant (HENDRIKS und WAMBERG, 2000). So beträgt sie in der ersten Woche  $47.3 \pm 0.8$  g/d, in der zweiten Woche unveränderte  $47.4 \pm 1.6$  g/d. In der 3. Woche steigt sie leicht an auf Werte von  $48.7 \pm 1.6$  g/d und fällt anschliessend in der 4. Woche auf  $43.7 \pm 2.0$  g/d ab. JAYAWICKRAMA (1998) stellte in seinen Untersuchungen eine signifikant unterschiedliche Milchaufnahme in den Wochen 1 und 4 fest, während sie in den übrigen Wochen statistisch ähnlich war.

### 1.5.2 Rohrnährstoffgehalt der Katzenmilch

Katzenmilch hat eine ähnliche Zusammensetzung wie die Milch anderer Karnivoren, unterscheidet sich aber deutlich von derjenigen von Wiederkäuern und von der Muttermilch des Menschen. Zahlreiche Forscher beschäftigten sich mit der Zusammensetzung der Katzenmilch, wobei insbesondere KEEN et al. (1982) ausführliche Daten lieferten. Eine Zusammenstellung aller Werte gibt Tabelle 3 wieder. Der mittlere TS-Gehalt liegt bei 19.8 % und schwankt zwischen 17.6 % (VAN DER WIND, 1979; JACKSON, 1968) und 24.9 % (KATAOKA et al., 1971). DOBENECKER et al. (1998) verzeichnete einen leichten Anstieg des TS-Gehaltes im Verlaufe der Laktation. Der durchschnittliche Gehalt an Fett liegt bei 5.2 % der ursprünglichen Substanz (uS). ZOTTMANN (1997) beobachtete einen geringfügigen, KEEN et al. (1982) einen sig-

nifikanten Anstieg des Fettgehalts mit zunehmender Laktationsdauer. ADKINS et al. (1997) sowie LÖNNERDAL (1996) erkannten eine anfängliche Abnahme des Fettgehalts beim Übergang von Kolostrum zu reifer Milch, anschliessend einen Anstieg auf Werte, welche diejenigen des Kolostrums übertreffen. Die Fettkonzentration der Katzenmilch ist mit derjenigen anderer Karnivoren vergleichbar, übersteigt aber jene der Wiederkäuer- und Menschenmilch (ADKINS et al., 1997). Der Rohproteingehalt beträgt im Mittel 7.2 %, wobei der niedrigste Wert bei 3.3 % (HURNI, 1980), der höchste bei 12.2 % (KATAOKA et al., 1971) liegt. KEEN et al. (1982) sowie LÖNNERDAL (1996) ermittelten einen Anstieg des Rohproteingehaltes im Laktationsverlauf, ZOTTMANN (1997) konnte ebenfalls eine entsprechende Tendenz feststellen. ADKINS et al. (1997) beschrieben einen sehr hohen Proteingehalt des Kolostrums (~ 83 g/L), der allerdings innerhalb der ersten zwei Tage auf ca. die Hälfte des Wertes abfiel. Danach kam es zu einem stetigen Anstieg des Proteins von rund 40 g/l in früher auf etwa 60-70 g/l in reifer Milch. Die hohe Proteinkonzentration des Kolostrums ist möglicherweise durch den hohen Gehalt an Immunglobulinen bedingt (LÖNNERDAL, 1996). Die fehlende Abnahme der Proteinkonzentration im Verlaufe der Laktation wurde auch bei der Ratte (KEEN et al., 1982) und beim Hund (LÖNNERDAL et al., 1981) beobachtet, steht aber im Kontrast zum generellen Trend zur Abnahme des Proteingehaltes mit fortschreitender Laktationsdauer bei vielen anderen Spezies (OFTEDAL, 1984). Die Katze hat einen höheren Proteinbedarf als die meisten anderen Säugetierspezies, besonders unter Berücksichtigung ihrer relativen Wachstumsrate (KEEN et al., 1982; LÖNNERDAL, 1996). Daraus kann gefolgert werden, dass der Proteingehalt der Katzenmilch im Vergleich zu den meisten anderen Spezies hoch sein muss (BURGER et al., 1984). ZOTTMANN (1997) beobachtete in ihren Untersuchungen ausserdem einen Einfluss der Wurfgrösse auf den Proteingehalt der Milch. Die Milch von Kätzinnen mit 4 oder mehr Welpen enthielt signifikant weniger Protein als die Milch von Kätzinnen mit kleineren Würfen. Die mittlere Laktosekonzentration in Katzenmilch liegt bei 4.7 %. KEEN et al. (1982) konnten einen leichten Anstieg im Laktationsverlauf feststellen. Der Gehalt an Rohasche liegt bei durchschnittlich 0.85 % der untersuchten Substanz, wobei ZOTTMANN (1997) in ihren Untersuchungen einen signifikanten Anstieg bis zum Laktationsende beobachtete.

## Einleitung

**Tabelle 3: Rohnährstoffgehalt und Energiegehalt von Katzenmilch**

Autor	Energie			TS	Fett	Protein	Laktose	Asche	n
	Laktationsstadium	Energieeinheit	kJ/100g uS						
COMAILLE (1866)	Kolostrum			18.4	3.3	9.6	4.9	0.6	1
ABDERHALDEN (1898)	reife Milch	BE	430		4.8	7.0	4.8	1.0	6
TIBBLES (1992)					3.3	9.1	4.9	0.6	k.A.
LINK (1937)					8.9	7.4	3.5	0.5	k.A.
DAVIES (1939)	reife Milch	BE	417	18.4	4.4	7.6	4.8	0.6	4
ALBANESE (1950)						9.5			k.A.
BEN SHAUL (1962)	Kolostrum reife Milch	BE BE	443 427	20.1	4.9	7.2	4.7	0.8	k.A.
WIDDOWSON (1964)	MW	BE	652		6.8	9.5	10.0		k.A.
ROHOVSKY et al. (1966)					5.8	4.9	8.3	1.2	k.A.
JACKSON (1968)	MW		439	17.6	4.8	7.0	4.8		k.A.
JENNESS u. SLOAN (1970)	MW	VE	410						k.A.
TAYLOR u. GRAHAM (1971)	MW	BE	493	20.0	4.8	9.5	4.9	0.8	k.A.
LIMBORGH (1971)	MW	BE	385	18.8	5.0	8.0	5.0	0.8	k.A.
KATAOKA et al. (1971)	Tg. 18-30	BE	640	24.9	7.6	12.2	3.6	1.1	2
MAPLETOFT et al. (1974)	MW	BE	311	18.0	5.0	7.0	5.3	0.6	k.A.
VAN DER WIND (1979)	MW	BE	443	17.6	5.0	7.0	5.0	0.6	
HURNI (1980)	Tg. 1-10 Tg. 10-60	BE	358 402		3.7 ± 1.2 8.7 ± 1.2	6.5 ± 0.9 3.3 ± 1.3	3.6 ± 0.3 4.0 ± 0.3		k.A.
MUNDT (1981)	MW	BE	446		5.0	7.2	4.9		k.A.
KEEN et al (1982)	Tg. 0-2 (Kolostrum) Tg. 3-7 Tg. 8-14 Tg. 15-21 Tg. 22-28 Tg. 29-35 Tg. 36-42 Tg. 43	BE	285 300 319 381 407 437 435 454		3.4 ± 0.7 3.5 ± 0.4 3.7 ± 0.4 4.8 ± 0.3 5.1 ± 0.3 5.9 ± 0.5 5.5 ± 0.4 5.3 ± 0.9	4.0 ± 0.6 4.4 ± 0.3 4.9 ± 0.3 5.5 ± 0.4 6.5 ± 0.6 6.2 ± 0.3 6.6 ± 0.5 7.5 ± 0.4	3.6 ± 0.2 3.7 ± 0.2 3.6 ± 0.2 3.9 ± 0.2 3.4 ± 0.2 3.9 ± 0.2 4.1 ± 0.2 4.3 ± 0.2		26
REMILLARD et al. (1993)	MW	BE	588	21.5	5.9	9.4	8.2		k.A.
ZOTTMANN (1997)			490	22.7	6.4	8.1	6.4	0.8	6
HENDRIKS, WAMBERG (2000)	MW	BE	460						
<b>Mittelwert</b>				19.8	5.2	7.2	4.7	0.9	

### **1.5.3 Energiegehalt der Katzenmilch**

Die Angaben früherer Studien zum Energiegehalt von Katzenmilch lassen sich nicht ohne weiteres vergleichen, da sie sich auf unterschiedliche Laktationsstadien beziehen und sich zum Teil in der Energieeinheit unterscheiden. Eine Auflistung aller Ergebnisse enthält Tabelle 3. Der mittlere Energiegehalt von Katzenmilch, ohne Unterscheidung zwischen Kolostrum und reifer Milch, beträgt 465 kJ BE/100g ursprüngliche Substanz (uS), wobei die Werte von 311 kJ BE/100g uS (MAPLETOFT et al., 1974) bis 652 kJ BE/100g uS (WIDDOWSON, 1964) reichen. Getrennte Analysen von Kolostrum und reifer Milch lieferte BEN SHAUL (1962), wobei das Kolostrum einen leicht höheren Energiegehalt (443 kJ BE/100g uS) aufwies als die reife Milch (427 kJ BE/100g uS). Zum gegenteiligen Ergebnis kamen KEEN et al. (1982), in deren Untersuchungen der Energiegehalt der Milch im Verlaufe der ersten 6 Laktationswochen stetig anstieg. So enthielt das Kolostrum 285 kJ BE/100 uS, die Probe von Tag 43 der Laktation 454 kJ BE/100g uS. Auch HURNI (1980) sowie LÖNNERDAL (1996) konnten eine Zunahme des Energiegehaltes der Milch im Laktationsverlauf feststellen. ADKINS et al. (1997) verzeichneten eine Abnahme von 5400 kJ BE/l Milch an Tag 1 auf 3600 kJ BE/l Milch an Tag 3, danach einen Anstieg mit zunehmender Laktationsdauer. HENDRIKS und WAMBERG (2000) ermittelten mittels Regression einen Bedarf von 77.9 g Milch/kg LM<sup>0.75</sup>/d für die Erhaltung eines saugenden Katzenwelpen und 1.7 g Milch/kg LM<sup>0.75</sup>/d pro Gramm Wachstum. Ausgehend von einem Energiegehalt von 4.6 kJ ME/g Katzenmilch benötigt der Welpen somit nur 356 kJ/kg<sup>0.75</sup>/d für die Erhaltung.

## **1.6 Gewichtsentwicklung der Katze während Gravidität und Laktation**

### **1.6.1 Gravidität**

Die Literaturangaben über die Gesamtzunahmen der Katze in der Gravidität variieren zum Teil erheblich. LOVERIDGE (1986) beobachtete an 160 während jeweils 18 Stunden ad libitum gefütterten Katzen eine mittlere Gewichtszunahme von 1231 g, was einer Steigerung von 40 % des Ausgangsgewichts entspricht. Auch

LOVERIDGE und RIVERS (1989) stellten in ihrer Studie an 75 Katzen mit analogem Fütterungsregime eine durchschnittliche Zunahme von 39 % des Paarungsgewichts fest. Im Gegensatz dazu fand KRONFELD (1982) eine Gesamtzunahme von 25 % des Ausgangsgewichts. Bei SCHADE (2006) lag der mittlere Zuwachs, gemessen an 11 Katzen, gar bei 50 % des Paarungsgewichts. Kätzinnen nehmen in der Trächtigkeit vom Zeitpunkt der Paarung linear an Gewicht zu (LOVERIDGE, 1986; LEWIS et al., 1990; SCHADE, 2006). Dies steht im Gegensatz zu Hündinnen, die ihr Gewicht in den ersten sechs Wochen kaum steigern und erst im letzten Trächtigkeitsdrittel eine verstärkte Gewichtszunahme zeigen (HOLME, 1982; KRONFELD, 1982; LEWIS et al., 1990). LOVERIDGE und RIVERS (1989) beobachteten bei der Katze einen linearen Gewichtsanstieg bis zu einem Peak am Ende des zweiten Trächtigkeitsdrittels, anschliessend eine leicht abfallende Wachstumsrate. Einen nicht linearen Gewichtsverlauf gaben dagegen LAWLER und BEBIAK (1986) an. Sie stellten eine kurze Appetitlosigkeit von 3 - 10 Tagen um die dritte Graviditätswoche fest, welche zum Teil zu einem geringen vorübergehenden Gewichtsabfall führte. Von der 4. bis zur 6. Trächtigkeitswoche präsentierte sich der Gewichtsanstieg gleichmässig, danach erfolgte eine deutlichere Gewichtszunahme. Das verstärkte Wachstum in den letzten drei Wochen erklärten sie durch die schneller wachsenden Föten, die Entwicklung des Plazentargewebes, der Uterusflüssigkeit und der Milchleisten des Muttertiers. HOLME (1982) sah bei 56 % der Katzen einen vorübergehenden Gewichtsverlust in der ersten Woche der Trächtigkeit.

Über die Natur des frühen Gewichtszuwachses der Kätzin konnte bisher nur spekuliert werden. Er könnte zum Teil durch Flüssigkeitsretention in Form von erhöhtem Blutvolumen und vermehrter Gewebshydratation bedingt sein (SCHMIDT-NIELSEN, 1985). LOVERIDGE und RIVERS (1989) glaubten, dass die frühe Gewichtszunahme nicht nur auf eine positive Wasserbilanz zurückzuführen sein kann, sondern dass es sich um Gewebezuwachs handeln müsse. Da der Uterusinhalt zu dieser Zeit sehr klein ist, müsse der Zuwachs extrauterinen Ursprungs sein. Auch CHRISTIANSEN (1984) meinte, dass der frühe Gewichtszuwachs nicht auf ein rascheres Wachstum der Katzenföten zurückzuführen sei, da die Wachstumskurven von Hunde- und Katzenwelpen in den ersten Wochen parallel verlaufen. Extrauterine Gewebedeposition scheint ein häufiges Phänomen in der Trächtigkeit von Säugern zu sein. Insbesondere hat NAISMITH (1969) in Studien an Labornagern und Menschen eine spezifische extrauterine Retention von Protein in der frühen Gravidität beobachtet. Sie diene in

der späten Trächtigkeit als Reserve, um den Bedarf für das fötale Wachstum zu decken. LEWIS et al. (1990) vermuteten, dass der anfängliche Gewichtsanstieg durch eine Zunahme des Körperfettes bedingt ist, da das Gewicht der Kätzin im Gegensatz zur Hündin nicht sofort nach der Geburt auf dasjenige bei der Belegung zurückgeht, sondern erst zirka in der 4. Laktationswoche. Dieses zusätzliche Fett sei nützlich und bei grossen Würfen wahrscheinlich nötig, um zusätzliche Energie zur Milchproduktion bereitzustellen. Ohne dieses Extrafett und eine gute Ernährung könne die Katze unfähig sein, genügend Milch zu produzieren. Auch das Schwein legt in der frühen Trächtigkeit Fett an (BONDI, 1987). In den Untersuchungen von SCHADE (2006) zeigten die 11 Katzen den oben erwähnten, fast linearen Gewichtsverlauf. Es konnte dabei aber, bezogen auf die Körpermasse, kein erhöhter Protein- und Fettansatz in der Trächtigkeit, im Vergleich zum Stoffwechsel des adulten unträchtigen Tiers, verzeichnet werden. Einige der untersuchten Tiere hatten bereits während der Adultmessung leicht an Gewicht zugelegt, was durch die in der Studie angewandte ad libitum Fütterung mit Trockenfutter erklärt werden kann. Das NRC (2006) betonte, dass für eine zufriedenstellende Zuchtleistung die Gewichtszunahme aus Gewebezuwachs und nicht nur aus fetalem und plazentarem Gewebe bestehen sollte.

### **1.6.2 Geburt und Laktation**

Gemäss LOVERIDGE und RIVERS (1989) betrug der mittlere Gewichtsverlust bei der Geburt 512g, was 12 % des vorgeburtlichen Gewichts, bzw. 40 % des Zuwachses während der Trächtigkeit entspricht. ZOTTMANN (1997) beschrieb bei 6 Katzen einen ähnlichen Gewichtsverlust von durchschnittlich 12,5 %. Nach der Geburt lag das Gewicht der Kätzinnen noch zwischen 119 % und 126 % des Paarungsgewichts (LOVERIDGE und RIVERS, 1989). Auch gemäss NRC (2006) wiegt eine Katze nach der Geburt mehr als vor der Bedeckung. Dies steht im Gegensatz zum Hund, dessen gesamter Trächtigkeitzuwachs bei der Geburt verloren geht (HOLME, 1982). Zwischen dem Gewichtsverlust bei der Geburt und der Wurfgrösse besteht gemäss LOVERIDGE und RIVERS (1989) eine Korrelation in Form einer linearen Regression: Gewichtsverlust (g) bei der Geburt =  $159,1 + 108,1 N$  ( $N$ = Anzahl Junge). Während der Laktation tendieren die Kätzinnen dazu, Gewicht zu verlieren, trotz ausreichender oder sogar über dem Bedarf liegender Fütterung (LOVERIDGE, 1986;

SCOTT, 1986; ZOTTMANN, 1997; HENDRIKS und WAMBERG, 2000; NRC, 2006). Die Studie von HENDRIKS und WAMBERG (2000) befasste sich nur mit den ersten vier Laktationswochen, sodass nichts über den Gewichtsverlauf in der späteren Laktation ausgesagt werden konnte. Bei LOVERIDGE und RIVERS (1989) befanden sich alle Katzen zu Laktationsende innerhalb einer Abweichung von 2 % des Paarungsgewichts, unabhängig von der Wurfgrösse. In der Studie von ZOTTMANN (1997) waren die Katzen zu Laktationsende sogar 50 bis 200 g leichter als bei der Bedeckung. Dies könnte allerdings durch die relativ knappe Versorgung der graviden Katzen, bedingt durch die Gruppenhaltung mit nicht graviden Katzen, erklärt werden (ZOTTMANN, 1997). Diesen Ergebnissen gegenüber stehen die Resultate von WICHERT et al (2009), bei welchen die Katzen nicht während der gesamten Laktationsperiode an Gewicht und verloren und am Ende wieder schwerer waren als bei der Belegung.

Der durchschnittliche Gewichtsverlust der Kätzin während der Laktation beträgt 700 - 800 g, was einer täglichen Abnahme von 5 - 20 g gleichkommt (NRC, 2006). Die Gewichtsabnahme scheint von der Welpenanzahl abzuhängen und betrug in den Untersuchungen von LOVERIDGE (1986) 19 % bei einem Welpen und 21 % bei 4 Welpen. LOVERIDGE und RIVERS (1989) erstellten eine Regressionsgleichung für den gesamten Gewichtsverlust während der Laktation. Gesamtgewichtsverlust (g) während der Laktation =  $669,5 + 33,1N$  (N= Anzahl Welpen). Mehr als die Hälfte des Gewichtes ging in den ersten drei Wochen verloren. Je grösser der Wurf war, desto rascher erfolgte der Gewichtsverlust. SCHADE (2006) konnte diese Beobachtung nicht bestätigen. Bei ihr bestand kein Zusammenhang zwischen Gewichtsverlauf und Wurfgrösse.

Quantitativ entspreche der Verlust in der Laktation dem Zuwachs in der frühen Trächtigkeit, wobei unbekannt sei, ob es sich um analoges Gewebe handelt. Da die Ansprüche an die Laktation höher sind, als dass sie durch die Energieaufnahme gedeckt werden könnte, baue die Kätzin Körperreserven ab, die sie während der Trächtigkeit angelegt hat (LOVERIDGE und RIVERS 1989). Gemäss dem NRC (2006) gewinnt die Katze einen Teil ihrer Energie während der Laktation aus dem in der Trächtigkeit angelegten extragenitalen Gewebe, welches überwiegend aus Fett bestehe und sehr effizient abgebaut werde.



## 1.7 Geburtsgewicht und Gewichtsentwicklung von Katzenwelpen

Bereits früh haben sich Forscher für die Gewichtsentwicklung von Katzenwelpen interessiert. Erste Studien stammen aus der Zeit um 1900. Noch vor der Jahrhundertwende haben BUNGE (1874), PROESCHER (1897) und ABDERHALDEN (1898) Angaben zum Geburtsgewicht von Katzenwelpen gemacht. Dabei beziehen sich die Werte von BUNGE (1874) und PROESCHER (1897) auf jeweils nur ein Tier, sodass diese nicht als repräsentativ betrachtet werden können. Im 20. Jahrhundert wurden dann zahlreiche, zum Teil sehr umfangreiche Untersuchungen zum Geburtsgewicht von Katzenwelpen durchgeführt. Die daraus hervorgegangenen durchschnittlichen Geburtsgewichte reichen von 97 g bis 119 g. Gemäss SIEWERT (2003), die sich ausführlich mit den bis 1975 durchgeführten Studien befasste, belief sich das durchschnittliche Geburtsgewicht von Katzen bis Mitte des Jahrhunderts auf 107.2 g, 25 Jahre später auf 110.9 g. Eine Übersicht aller Resultate zeigt Tabelle 4.

Anhand der bisherigen Ergebnisse stellt sich die Frage nach allfälligen Faktoren, die das Geburtsgewicht beeinflussen. LATIMER und IBSEN (1932) waren die ersten, die einen Unterschied im Gewicht der männlichen und weiblichen Neugeborenen feststellten. Bei ihnen waren die weiblichen Welpen bei der Geburt und in den ersten fünf Wochen durchschnittlich schwerer als die Kater. Zum genau entgegengesetzten Ergebnis, einem höheren mittleren Geburtsgewicht der männlichen Tiere, kamen DICKINSON und SCOTT (1956), ROSENSTEIN und BERMAN (1973) sowie LOVE-RIDGE (1987), wobei die Unterschiede bei letzterem nicht signifikant waren. Keinen Einfluss des Geschlechtes verzeichneten FESTING und BLEBY (1970), ZOTTMANN (1997), SCHADE (2006) und EDTSTADTLER-PIETSCH (2003). Die übrigen Autoren machen keine Angaben zu geschlechtsbedingten Unterschieden.

Uneinigkeit herrscht auch in der Frage nach dem Einfluss der Wurfgrösse auf das Welpengewicht. Keinen Zusammenhang zwischen Wurfgrösse und Geburtsgewicht beobachteten FESTING und BLEBY (1970), LOVE-RIDGE (1987) sowie SCHADE (2006). NELSON et al. (1969) konnten kaum Unterschiede in der Geburtsmasse bei variierender Wurfgrösse zwischen einem und vier Welpen feststellen. Bei grösseren Würfen jedoch nahmen die Welpengewichte für jeden zusätzlichen Welpen um 5 % ab. Auch LINK (1937) glaubte an eine Beziehung zwischen Geburtsgewicht und Wurfgrösse. Da das gesamte Wurfgewicht nur sehr gering schwankte, musste die

Grösse der Föten zu einem gewissen Teil durch die Wurfgrösse bedingt sein (LINK, 1937). Aus diversen Untersuchungen an Nagern und Kaninchen geht hervor, dass das durchschnittliche individuelle Geburtsgewicht dieser Tiere mit zunehmender Wurfgrösse abnimmt, sich also umgekehrt proportional zur Anzahl Welpen im Wurf verhält (MINOT, 1891; KING, 1915; HAMMOND, 1921; WRIGHT, 1922; KOPEĆ, 1924; GATES, 1925; IBSEN, 1928; ANGULO und GONZALEZ, 1932). MINOT (1891) versuchte dies damit zu begründen, dass grosse Würfe früher zur Geburt kommen als kleinere und die Welpen daher weniger Zeit haben, sich zu entwickeln. Diese Behauptung wurde später von IBSEN (1928) widerlegt. Er konnte zeigen, dass Meer-schweinchenwelpen aus grösseren Würfen auch bei identischer Trächtigkeitsdauer leichter sind. Für ihn lag der wahre Grund für die sinkenden Welpengewichte mit zunehmender Wurfgrösse in den engen Platzverhältnissen im Uterus und dem daraus resultierenden Nährstoffmangel. HALL und PIERCE (1934) machten in ihren Untersuchungen die Beobachtung, dass Katzenwelpen aus Würfen mit fünf Welpen die höchsten Geburtsgewichte aufweisen.

Unterschiedliche Ansichten bestehen auch bei der Frage, ob das Gewicht des Muttertiers Einfluss auf die Wurfgrösse hat. LOVERIDGE (1987) meinte, dass kein Zusammenhang zwischen Wurfgrösse und dem Gewicht der Kätzin besteht. HALL und PIERCE (1934) sowie LINK (1937) stellten jedoch in ihren Untersuchungen fest, dass die leichteren Kätzinnen dazu neigen, schwerere Junge zu werfen. Allerdings sind diese Würfe tendenziell kleiner. Insgesamt ist das durchschnittliche Wurfgewicht pro Kilogramm Lebendmasse der Mutter konstanter als das durchschnittliche Wurfgewicht selbst. Bei Nagern und Kaninchen verhält sich das Geburtsgewicht des Nachwuchses proportional zum Gewicht des Weibchens (MINOT, 1891; KING, 1915; HAMMOND, 1921; WRIGHT, 1922; KOPEĆ, 1924; GATES, 1925; IBSEN, 1928; ANGULO und GONZALEZ, 1932).

Weiter beeinflusst die Ernährung des Muttertiers das Gewicht der Neugeborenen, sowie deren Mortalitätsrate (POTTENGER und SIMONSEN, 1939). So lag in den Untersuchungen von POTTENGER und SIMONSEN (1939) das durchschnittliche Geburtsgewicht der Welpen, deren Mütter mit rohem Fleisch und Milchpulver gefüttert wurden, bei 119 g, bei denjenigen Welpen, deren Mütter mit gekochtem Fleisch und Milchpulver ernährt wurden, bei 100 g. Bei erstgenannter Fütterung wurden neben 63 lebend geborenen Welpen 4 Totgeburten verzeichnet, in der zweiten Gruppe lag das Verhältnis bei 47 lebenden zu 16 toten Welpen. Auch zum

**Tabelle 4: Geburtsgewichte von Katzenwelpen**

Autor	Anzahl Welpen	Geburtsgewicht/Welpe (g)		
		männlich	weiblich	ohne Geschlechtsangabe
BUNGE (1874)	1			87
PRÖSCHER (1897)	1			95
ABDERHALDEN (1898)	26			118
THOMAS (1911)	6			107
LATIMER und IBSEN (1932)	6 w 6 m	98	104	
HALL und PIERCE (1934)	128			106
LINK (1937)	30			102
POTTENGER und SIMONSEN (1939)	63 (rohes Fleisch) 47 (gekochtes Fleisch)			119 100
WIDDOWSON (1950)	5			118
DICKINSON und SCOTT (1956)	33 w 48 m	114	112	
LAMOTTE und SHORT (1966)	3060			100
BERKSON (1967)	71			116
JACKSON (1968)				90-140
NELSON et al. (1969)	662			99.2
FESTING und BLEBY (1970)	87 (erster Wurf)			109
ROSENSTEIN und BERMANN (1973)	500	103	97	
NELSON und COOPER (1975)				97.1
LOVERIDGE (1987)	37 w 19 m	114	111	
	50 w 50 m	117	111	
EDTSTEADTLER-PIETSCH (2003)	51	113.8	113	
SIEWERT (2003)				107.2 (bis 1950) 110.9 (bis 1975)
SCHADE (2006)	19 w 20 m	103.2 ± 23.1	107.7 ± 23.2	105.4

nachgeburtlichen Gewichtsverlauf wurden im 20. Jahrhundert zahlreiche Studien durchgeführt. Sehr ausführliche Aufzeichnungen lieferten dabei DICKINSON und SCOTT (1956) sowie LOVERIDGE (1987). Das durchschnittliche Gewicht eines einwöchigen Katzenwelpen lag bei zirka 200 g (DICKINSON und SCOTT, 1956; LOVERIDGE, 1987), das eines 5-wöchigen zwischen durchschnittlich 442 g und 524 g (LATIMER und IBSEN, 1932; HALL und PIERCE, 1934; DICKINSON und SCOTT, 1956; LOVERIDGE, 1987). Mit 10 Wochen wog ein Katzenwelpen zwischen 400 g und 1037 g (LATIMER und IBSEN, 1932; DICKINSON und SCOTT, 1956; SCOTT, 1981; LOVERIDGE, 1987; EDTSTADTLER-PIETSCH, 2003), mit 20 Wochen zwischen 1200 g und 2000 g (DICKINSON und SCOTT, 1956; SCOTT, 1981; LOVERIDGE, 1987). Die mittlere tägliche Gewichtszunahme betrug zwischen 9.2 g und 15.8 g. Eine Übersicht der aufgezeichneten Gewichtsverläufe aller Autoren zeigt Tabelle 5.

Im Folgenden wird auf allfällige wachstumsbeeinflussende Faktoren eingegangen. Hauptdiskussionspunkt dabei bildet die Frage nach dem Einfluss des Geschlechtes. LOVERIDGE (1987) konnte bereits nach der Geburt Unterschiede im Gewichtsverlauf von weiblichen und männlichen Welpen verzeichnen. Er stellte fest, dass die Kater bei gleichem Geburtsgewicht stärker an Gewicht zunehmen als die weiblichen Welpen. Ab der 6. Woche waren die Kater signifikant schwerer als die Kätzinnen und unmittelbar nach dem Absetzen konnte er bei Ersteren bereits etwa 100 g höhere Körpergewichte ermitteln. Dies steht im Gegensatz zu den Beobachtungen von LATIMER und IBSEN (1932), ROSENSTEIN und BERMAN (1973), ZOTTMANN (1997) sowie EDTSTADTLER-PIETSCH (2003). ZOTTMANN (1997) konnte bis zum Ende der Laktation in der 5. Lebenswoche keinen signifikanten Wachstumsunterschied zwischen männlichen und weiblichen Welpen feststellen. Bei LATIMER und IBSEN (1932) waren die weiblichen Welpen bei der Geburt und in den ersten 5 Wochen durchschnittlich schwerer. In den folgenden 2 Wochen wogen die Kater etwas mehr, danach deutlich mehr. Die Wachstumsrate allerdings war in den ersten 8 Wochen bei allen Welpen gleich, danach übertraf diejenige der Kater jene der Kätzinnen. In der von ROSENSTEIN und BERMAN (1973) an 500 Katzen durchgeführten Studie zeigten die weiblichen Welpen, ausser zum Zeitpunkt der Geburt, in den ersten 10 Lebenswochen ein höheres durchschnittliches Gewicht. Danach waren die Kater mit zunehmendem Alter schwerer. EDTSTADTLER-PIETSCH (2003) konnte ab der 10. Lebenswoche geschlechtsbedingte Unterschiede im Wachstum feststel-

len, DICKINSON und SCOTT (1956) sogar erst ab der 12. Lebenswoche. Bei beiden wuchsen die männlichen Welpen danach deutlich schneller. Ab der 12. Lebenswoche betrug die mittlere tägliche Gewichtszunahme der Kater 18 g im Gegensatz zu 13 g bei den Kätzinnen. Mit 19 Wochen zeigten die Kater ein über 20 % höheres, nach 12 Monaten ein 43 % höheres Gewicht als die Weibchen (EDSTADTLER-PIETSCH, 2003). Beim Absetzen mit 10 Wochen hatten die Welpen durchschnittlich 26 % der Körpermasse eines erwachsenen Tieres (mit 12 Monaten) erreicht, mit 19 Wochen durchschnittlich 53 %, wobei starke individuelle Schwankungen bestanden. Auch bestanden geschlechtsspezifische Unterschiede. Während die Kater in der 10. Woche 23 % und in der 19. Woche 49 % ihres Adultgewichtes aufwiesen, waren es bei den Kätzinnen bereits 30 % beziehungsweise 58 %. Die weiblichen Katzenwelpen schienen in dieser Phase schneller zu reifen. So hatten die Kätzinnen die Hälfte des Erwachsenengewichts bereits im Alter von 16 Wochen erreicht, die Kater erst mit 19 Wochen. In absoluten Zahlen aber war die Gewichtszunahme der Männchen stärker und ihr Körpergewicht höher als jenes der Weibchen, obgleich die weiblichen Welpen durchgehend höhere Energieaufnahmen zeigten, sowohl in absoluten Zahlen, als auch als Vielfaches des Erhaltungsbedarfes (EDSTADTLER-PIETSCH, 2003). Diese Beobachtung deckt sich nicht mit jener von LOVERIDGE (1986). Durch die Erfassung des Futtermittels nach Absetzen der Welpen konnte er zeigen, dass die Kater mit 9 Wochen 18 %, mit 20 Wochen 26 % mehr Futter aufnahmen als die weiblichen Tiere. Ausserdem war die Wachstumseffizienz (Gewichtszuwachs in g/1000 kcal Energieaufnahme) der Kater grösser als diejenige der Weibchen. Bei beiden Geschlechtern nahm diese Effizienz mit zunehmendem Alter ab (LOVERIDGE, 1986).

Einen weiteren Einfluss auf das Wachstum der Welpen sah LOVERIDGE (1986) im Körpergewicht des Muttertiers. Mit 5 Wochen waren Welpen der schwersten Mütter signifikant schwerer als diejenigen der leichtesten Mütter. Eine mögliche Erklärung könnte darin bestehen, dass schwerere Kätzinnen mehr Milch aus den in der Trächtigkeit angelegten Reserven produzierten und mehr Futter aufnahmen und in Milch umwandeln konnten (LOVERIDGE, 1986). In der 10. Lebenswoche bestand kein signifikanter Unterschied mehr, ab der 11. Woche jedoch waren die Welpen der schwersten Kätzinnen wieder signifikant schwerer, was auf eine genetische Veranlagung hinweist. Zum Gewichtsausgleich mit 10 Wochen kam es, da die leichteren Welpen in dieser Periode kurz nach dem Absetzen rascher wuchsen. Dies war auf

**Tabelle 5: Gewichtsverlauf von Katzenwelpen**

Autor		Gewicht der Welpen nach Alter (g)											Gewichts- verdoppelung (d)	Gewichts- zunahme/d (g)	
		1wo	2wo	3wo	5wo	6wo	7wo	10wo	15wo	19wo	20wo	24wo			52wo
PRÖSCHER (1897)														5	15.8
ABDERHALDEN (1898)														10	
THOMAS (1911)														9	
LATIMER und IB- SEN (1932)	M W		213 230	297 324	446 467	541 540	642 622	1006 891							
HALL und PIERCE (1934)			260	320	442		600								
DICKINSON und SCOTT (1956)	M W	203 199	277 269	355 335	495 464	588 557	694 647	913 880	1444 1384	1900 1613	1997 1669	2419 2115			10 - 15
SCOTT (1960)															10 - 13
WATERHOUSE und CARVER (1961)															11 - 14
BERKSON (1967)															10
FESTING und BLEBY (1970)	M W					625 534									
ROSENSTEIN und BERMANN (1973)	M W					~492 ~520						~1910 ~1690			10.6 9.2
SCOTT (1981)								400- 1000			1200- 2000				
STRATMANN (1988)														9	
LOVERIDGE (1987)	M W	209 201	292 279	373 355	524 497	620 579	735 678	1037 927	1637 1415	2202 1849	2331 1930		4100 2800	8	
KIENZLE (1998)										1250- 2500					
ZOTTMANN (1997)															14
EDTSTADTLER- PIETSCH (2003)	M W							960	1510	2080 1720					

die höhere Futterraufnahme zurückzuführen, die zu jener Zeit gleich oder grösser als diejenige der schwereren Welpen war. Es scheint, als würden die Welpen der leichteren Mütter, die möglicherweise wegen einer geringeren Milchproduktion benachteiligt waren, nach dem Absetzen mehr fressen und daher in der stressigen Zeit nach dem Absetzen schneller wachsen (LOVERIDGE, 1986). Auch bei HALL und PIERCE (1934) zeigten Welpen mit unterdurchschnittlichem Geburtsgewicht bis zum 25. Tag eine höhere Wachstumsrate, was für einen Einfluss des Geburtsgewichtes spricht. Die leichteren Welpen holten die schwereren aber trotzdem nicht ein und blieben leichter (HALL und PIERCE, 1934). Dieses Erkenntnis deckt sich mit jener von LATIMER und IBSEN (1932), die beschrieben, dass die leichteren Neugeborenen auch in den ersten 13 Wochen die leichteren Welpen blieben. Andererseits waren Welpen, die bis zur 19. Woche die grössten Gewichtszunahmen zeigten, auch als adulte Katzen unter den schwersten ihrer Altersgruppe (EDSTADTLER-PIETSCH, 2003).

Als zusätzlichen Einflussfaktor auf das Wachstum, wenn auch nur während der Laktation, nannte ZOTTMANN (1997) die Wurfgrösse. Welpen aus Würfen mit bis zu vier Welpen wiesen hochsignifikant höhere Energieaufnahmen auf und wuchsen auch besser als Welpen aus grösseren Würfen (ZOTTMANN, 1997). Zudem hing das Wachstum bei gleicher Fütterung wesentlich von den Haltungsbedingungen ab (SCOTT, 1981). In der 18. Lebenswoche kam es zu einem Abfall der Wachstumsraten, sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Welpen (EDSTADTLER-PIETSCH, 2003). Gemäss LOVERIDGE (1987) findet eine Verlangsamung der Gewichtszunahme erst nach der 30. Woche statt, nach WATERHOUSE und CARVER (1962) sogar erst mit 9 Monaten.

Katzenwelpen benötigen zur Verdoppelung ihres Geburtsgewichts zirka 8 Tage (PRÖSCHER, 1897; ABDERHALDEN, 1898; THOMAS, 1911; LOVERIDGE, 1987; STRATMANN, 1988). Somit ist die Katze eines der am schnellsten wachsenden Säugetiere, was mit ihrem niedrigen Erhaltungsbedarf von lediglich  $356 \text{ kJ/kg}^{0.75}/\text{d}$  erklärt werden kann (THOMAS, 1911; BERNHART, 1961; WIDDOWSON, 1964). Dieser Wert liegt nahe beim Grundumsatz von Katzenwelpen [ $288 \text{ kJ/kg}^{0.75}/\text{d}$ ] (HILL, 1959) und ist niedriger als derjenige adulter Katzen und Hunde (NRC, 2006), aber vergleichbar mit demjenigen von Hundewelpen (CRIGHTON und POWNALL, 1974; MUNDT et al., 1981). Katzen- wie auch Hundewelpen werden mit einem dichten Haarkleid geboren, kuscheln sich aneinander und werden die meiste Zeit über von ihrem Muttertier warm gehalten. Ausserdem verbringen sie die meiste Zeit mit Schla-

fen und bewegen sich kaum, wodurch sie ihren Energiebedarf extrem niedrig halten können (HENDRIKS und WAMBERG, 2000).

## 1.7 Körperzusammensetzung adulter Katzen

Im Verlaufe des Wachstums verändert sich die Körperzusammensetzung der Katze, wie auch diejenige anderer Tierarten ständig. So steigen der Protein-, Fett-, Rohasche- und somit auch der TS-Gehalt von der Geburt bis zur adulten Katze stetig an, bei entsprechendem Rückgang des Wassergehalts (STRATMANN, 1988). Mit 100 Tagen hat die Katze ihre „chemische Reife“ erreicht. Ab diesem Zeitpunkt bleiben die Körperkompartimente auf einem konstanten Level (SPRAY und WIDDOWSON, 1950). Die chemische Zusammensetzung adulter Katzen ist in Tabelle 6 dargestellt. Der mittlere TS-Gehalt beträgt 37.1 % der uS und liegt zwischen 33.5 % der uS (PACE und RATHBUN, 1945) und 43 % der uS (BALLEVRE et al., 1994). Beim Protein liegt der Anteil bei durchschnittlich 19.2 % der uS, respektive 21 % der uS, bezogen auf die fettfreie Körpermasse (SPRAY und WIDDOWSON, 1950). In den Untersuchungen von STRATMANN (1988) war der Proteinanteil bei Katern

**Tabelle 6: Chemische Körperzusammensetzung adulter Katzen**

Autor	TS	Protein	Fett	Rohasche
	% der uS			
THOMAS (1911)	34.8		8.0	3.2
PACE und RATHBUN (1945)	33.5	20.1	7.9	
SPRAY und WIDDOWSON (1950)	35.0	18.3	13.0	
STRATMANN (1988)	38.3	19.5	12.2	4.9
KIENZLE, STRATMANN, MEYER (1991)	38.0	19.0	12.0	
BALLEVRE et al. (1994)	43.0		23.0	
<b>Durchschnitt</b>	<b>37.1</b>	<b>19.2</b>	<b>12.9</b>	<b>4.1</b>

sowohl in der ursprünglichen Substanz als auch in der fettfreien Körpermasse höher als bei Kätzinnen und kastrierten Katern. Der mittlere Fettgehalt beläuft sich auf 12.9 % der uS, wobei Schwankungen von 7.9 % der uS (PACE und RATHBUN, 1945) bis 23 % der uS (BALLEVRE et al., 1994) bestehen. KIENZLE et al. (1991) fanden bei übergewichtigen Katzen einen Fettanteil von 16 % bis 20 % der uS. LAUTEN et al. (2000), welche die Körperzusammensetzung mittels Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) bestimmten und somit nur zwischen Fett (FM), fettfreier Körpermasse (FFM) und bone mineral content (BMC) unterscheiden konnten, massen



gar einen Fettgehalt von 24 % der uS. Sie verglichen Katzen verschiedenen Alters und Geschlechts. Dabei zeigte sich einerseits, dass unter den ein- bis zweijährigen Katzen die Kater mit 25.4 % der uS einen höheren Fettanteil aufwiesen als die Kätzinnen mit 22.4 % der uS, und dass andererseits die 2- bis 5-jährigen Kätzinnen mit 19.9 % der uS einen niedrigeren Fettanteil aufwiesen, als die ein- bis zweijährigen sowie die über 5-jährigen. STRATMANN (1988), die ebenfalls den Einfluss des Geschlechts auf die Körperzusammensetzung untersuchte, fand bei den männlichen Tieren ebenfalls einen geringgradig, jedoch nicht signifikant höheren Fettanteil als bei den weiblichen Tieren. Die kastrierten Kater wiesen einen noch höheren Fettgehalt auf. Weiterhin beschrieb STRATMANN (1988) eine deutlich positive Beziehung zwischen dem TS- und dem Fettgehalt des Katzenkörpers. Bei einem einprozentigen Anstieg der Fettkonzentration nahm der Anteil an Trockensubstanz um 1.3 % zu. ZOTTMAIER (2008) verglich im Rahmen ihrer Studie 6 adipöse Katzen mit 6 normalgewichtigen Kontrolltieren bezüglich ihres Fettgehaltes. Die Körperzusammensetzung wurde mittels DEXA bestimmt. Die adipösen Tiere zeigten zu Beginn der Studie einen Fettanteil von 25.6 %. Die Tiere der Kontrollgruppe wiesen einen Fettgehalt von 8 % auf (ZOTTMAIER, 2008). Im Vergleich zu anderen Tierarten (Rind 23.2 %, Schaf 25.8 %, Schwein 31.3 %, Hund 23.1 %) weist die Katze einen niedrigen Fettgehalt auf (STRATMANN, 1988).

Der durchschnittliche Gehalt an Rohasche liegt bei 4.1 % der uS, wobei STRATMANN (1988) einen deutlich niedrigeren Aschegehalt bei kastrierten Katern als bei intakten Katern sowie Kätzinnen fand.

## 1.8 DEXA

Die Dual-Energy X-ray absorptiometry (DEXA) ist eine bewährte und zuverlässige Methode zur Bestimmung der Körperzusammensetzung (VAN LOAN, 1998). Sie erlaubt die Unterscheidung von Fett (FM), Knochen (BM) und fettfreier Masse (FFM) auf rasche, nicht-invasive und relativ günstige Art und Weise (GRIER et al., 1996). Ausserdem ist DEXA eine sichere Technik mit einer minimalen Strahlendosis von unter 0.01 mSv für einen Ganzkörperscan (ELLIS et al., 1994; FREEMAN et al., 1996). Bei der genannten Methode werden Photonen zweier unterschiedlicher Energielevel verwendet, welche von Fett, Knochen und fettfreier Masse in unterschiedli-

chem Ausmasse abgeschwächt werden. Während des Scans bewegen sich Strahlenquelle und Detektor um das zu messende Objekt, wobei der Detektor die nicht absorbierte Strahlung misst. Die Abschwächung der Strahlung beider Energielevels wird verglichen und daraus mit Hilfe einer speziellen Software Quantität und Gewebetyp jedes einzelnen Pixels mittels Algorithmen berechnet (FREEMAN et al., 1996; GRIER et al., 1996). Die Präzision der Methode, also deren Reproduzierbarkeit, wird durch Ermittlung der Variationskoeffizienten wiederholter Messungen unter identischen Bedingungen quantifiziert (GRIER, 1996). Bei MUNDAY (1994) betrug der Variationskoeffizient (CV) für alle Kompartimente im Durchschnitt 1.99 %, bei LAUTEN et al. (2000) zirka 1 %. In der Studie von ELLIS et al. (1994) lag der CV wiederholter Scans bei weniger als 1 - 2 %, bei GRIER et al. (1996) gar unter 0.5 %.

Das höchste Mass an Präzision wurde bei der Bestimmung der Körpermasse erreicht (CV = 0.47 % bei MUNDAY, 1994; < 0,1 % bei ELLIS et al., 1994). Auch bei der FFM war die Präzision hoch (CV = 0.92 % bei MUNDAY, 1994; 0.34 % bei LAUTEN et al., 2000). Die grösste Unsicherheit bestand beim Kompartiment Fett mit einem CV von 1.77 % bis 5.58 % (GOING et al., 1993; ELLIS et al., 1994; MUNDAY, 1994; LAUTEN et al., 2000). Gemäss ELLIS et al. (1994) hängt die Präzision ausserdem mit der Körpergrösse, bzw. mit dem -gewicht des Tieres zusammen. In ihren Untersuchungen mit Schweinen verschiedener Grösse und Gewicht stieg der CV von durchschnittlich 1.3 % bei den grösseren Tieren auf 3 % bei den kleineren Tieren an.

Die Genauigkeit der DEXA ist ausser zur Bestimmung der Körpermasse beschränkt (ELLIS et al., 1994; MUNDAY 1994; FREEMAN et al., 1996; GOING et al., 1996; MITCHELL et al., 1998). Zwischen der mit einer Waage gemessenen und der mittels DEXA ermittelte Körpermasse besteht eine hochsignifikante Regression (Korrelationskoeffizient  $r > 0.99$  bei ELLIS et al., 1994; GOING et al., 1994; MITCHELL et al., 1998,  $r = 1.00$  bei MUNDAY et al, 1994; SPEAKMAN et al., 2001;  $P < 0.05$  bei MUNDAY et al., 1994;  $P < 0.001$  bei MITCHELL et al., 1998). Somit kann mit DEXA relativ exakt das Gesamtgewicht des Tieres ermittelt werden.

Bei der Bestimmung der einzelnen Körperkompartimente liefert DEXA allerdings nicht immer genaue Ergebnisse im Vergleich zur chemischen Bestimmung (ELLIS et al., 1994). Die mittels DEXA ermittelten Werte waren für die FFM mit  $r = 0.999$  bei SPEAKMAN et al (2001) und MITCHELL et al. (1998) bzw. für FM mit  $r = 0.982$  (SPEAKMAN et al., 2001) bzw.  $r = 0.86$  (MITCHELL et al., 1998) hochkorreliert mit denjenigen aus der chemischen Analyse. Ebenso waren in der Studie von SPEAK-

MAN et al. (2001) sowohl die absoluten als auch die prozentualen Unterschiede zwischen den Tieren gering. Bei den einzelnen Individuen aber waren die Abweichungen zum Teil erheblich. Dabei bestand die grösste Ungenauigkeit bei der Messung des Fettgehalts (MAZESS et al., 1990; MITCHELL et al., 1998). Bei SPEAKMAN et al. (2001) waren die individuellen Fehler in der FM und FFM streng korreliert mit dem Fettgehalt der Skelettmuskulatur und dem fettfreien Anteil im mesenterialen Fett. Auch bei MITCHELL et al. (1998) fiel die Differenz zwischen den mittels DEXA und chemischer Methode ermittelten Werten bei Tieren mit weniger Fett grösser aus. Der mit Hilfe von DEXA bestimmte Anteil an Fett lag in seinen Untersuchungen im Durchschnitt 36 % unterhalb dem chemisch ermittelten und wurde dabei signifikant unterschätzt. Seiner Ansicht nach hängt die Genauigkeit der DEXA-Fettmessung nur zu 20 % mit dem Fettgehalt des Tieres zusammen und ist zu 80 % durch die Körpergrösse bzw. das -gewicht bedingt. Auch FREEMAN et al. (1996) konnte einen Einfluss der Körperdicke (= Distanz zwischen der Körperoberfläche des sich in Brustlage befindlichen Tiers und DEXA-Tisch) und -grösse auf die Genauigkeit der DEXA-Messung feststellen. Die untere Limite bezüglich der Dicke des Objekts liegt zwischen 1 und 2 cm. Zudem kann die üblicherweise verwendete Software einen Fettgehalt von weniger als 4 % nicht erkennen (MITCHELL et al., 1998).

Der Fehler bei der Fettmessung korreliert ausserdem mit der Muskelhydratation (FREEMAN et al., 1996; MITCHELL et al., 1998; VAN LOAN, 1998; SPEAKMAN et al., 2001). Allgemein wird davon ausgegangen, dass die Hydratation des fettfreien Gewebes bei allen Tieren uniform 0.73 ml/g beträgt. Eine entsprechende Konstante ist in der spezifischen Software enthalten (VAN LOAN, 1998; FREEMAN et al., 1996). Bei Krankheit und in gewissen Lebensstadien kann die Gewebshydratation aber von diesem Wert abweichen. In der Folge kommt es zu einem Fehler im Gehalt an FFM, da jene zu einem grossen Teil aus Wasser besteht. Dies wirkt sich auch auf die Fettmessung aus, da davon ausgegangen wird, dass die Summe von FM und FFM das totale Weichteilgewicht ergeben (FREEMAN et al., 1996). Starke Veränderungen in der Gewebshydratation können also die DEXA-Messung der Weichteile stark beeinflussen (MITCHELL et al., 1998). So konnten GOING et al. (1993) in ihrer Dehydratations-/ Rehydratationsstudie an 17 Männern und Frauen geringgradige Schwankungen der FM und der gesamten Weichteilmasse mittels DEXA einfach feststellen. Für die Erkennung kleiner Schwankungen in der FM und FFM war DEXA allerdings nur limitiert geeignet. Bei gründlicher Kalibrierung, basierend auf den che-

mischen Analysen, können aber auch Fettgehalt und Magermasse mit DEXA zuverlässig vorausgesagt werden (MITCHELL et al., 1998).

Ein weiteres Problem bei der Verwendung von DEXA bei Hunden und Katzen besteht darin, dass die bestehenden Softwares entweder für Menschen oder für Nager konzipiert wurden (FREEMAN et al, 1996). Für kleinere Tiere mit einem Gewicht von 150 – 5000 g und einer Rumpfdicke von mind. 3.8 cm wird in der Regel die ‚Small Animal Software‘, für grössere Tiere und solche über 4 kg die ‚Pediatric Software‘ verwendet. Bis heute wurde keine Software entwickelt, die einen weiteren Bereich von Körpergrösse und –dicke abdecken kann. Beide Softwares liefern reproduzierbare Daten, welche hoch korreliert sind mit der chemischen Körperzusammensetzung. Allerdings bestehen Unterschiede beim Fett- und fettfreien Kompartiment, die je nach Scanmethode unter- oder überschätzt werden (ELLIS et al., 1994; LAUTEN et al., 2001). Ein direkter Vergleich der Daten ist somit nicht möglich. Der Einsatz von DEXA ist limitiert, wenn Probanden gleichen Alters aber unterschiedlicher Grösse bzw. Gewichts verglichen werden sollten. Ebenso in longitudinalen Studien, in denen die Probanden wachsen und Veränderungen im Fett- und fettfreien Kompartiment erfasst werden sollten (ELLIS et al., 1994). Eine Kreuzkalibrierung der Instrumente und Softwareprogramme mittels Phantom könnte dieses Defizit eventuell beheben (LAUTEN et al., 2001). Zur Bestimmung der ungefähren Anteile an Fett und fettfreier Masse und zum Vergleich ähnlicher Individuen ist DEXA jedoch eine durchaus geeignete Methode (ELLIS et al., 1994; LAUTEN et al., 2000).

## 2. Tiere, Material und Methoden

### 2.1 Versuchstiere

Als Versuchstiere dienten zehn adulte Kätzinnen der Rasse Europäisch Kurzhaar. Es handelte sich um Katzen des Instituts für Tierernährung der Universität Zürich. Das mittlere Alter der Tiere betrug zu Versuchsbeginn  $2.1 \pm 0.8$  Jahre, das Gewicht lag bei durchschnittlich  $3.5 \pm 0.3$  kg. Die genauen Angaben zu den einzelnen Versuchstieren sind in Tabelle 7 zu finden. Zusätzlich wurden zwei institutseigene Kater der Rasse Europäisch Kurzhaar zum Decken der Kätzinnen verwendet. Alle Tiere waren geimpft (Leukose, Calicivirus-Infektionen, feline Rhinotracheitis und Panleukopenie), entwurmt und klinisch gesund.

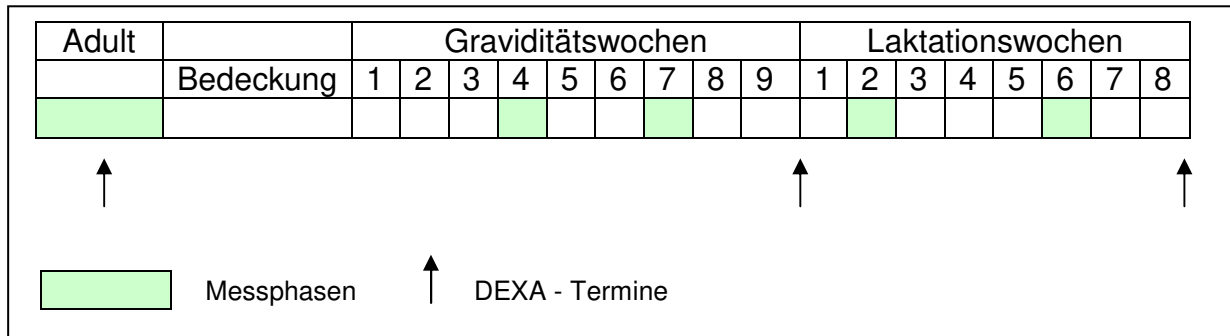
**Tabelle 7: Angaben zu den Versuchstieren zu Versuchsbeginn**

Katze	Gewicht (kg)	Alter (Jahre)
1	4.0	2.2
2	4.0	2.2
3	3.0	2.8
4	3.4	2.2
5	3.1	2.3
6	3.4	3.3
7	3.5	2.9
8	3.5	1.1
9	3.5	1.2
10	3.2	1.2

### 2.2 Versuchsanordnung

Der Versuch bestand aus fünf verschiedenen Bilanzphasen; einer Adultmessung, je einer Messung während der vierten und siebten Graviditätswoche, sowie während der zweiten und sechsten Laktationswoche. Vor den jeweiligen Messperioden wurden die Katzen in einer Adaptationsphase an die Versuchsbedingungen gewöhnt. Zu Versuchsbeginn erfolgte die Bestimmung der Körperzusammensetzung der Tiere mittels DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry). Nach einer ersten Angewöhnungsphase durchliefen die Katzen die Adultmessung. Im Anschluss daran wurden sie, sobald sie Deckbereitschaft zeigten, über mehrere Tage gedeckt. Am Ende der

dritten Trächtigkeitswoche erfolgte eine Trächtigkeitsdiagnose mittels Ultraschall. Fiel diese positiv aus, wurde in der vierten und siebten Trächtigkeitswoche wiederum je eine Bilanzmessung gemacht. Innerhalb von 5 Tagen nach der Geburt fand die zweite DEXA-Messung der Muttertiere statt. Während der Laktation fanden die Bilanzphasen in der 2. und 6. Woche statt. Nach dem Absetzen der Welpen wurde die dritte DEXA-Messung der Kätzinnen durchgeführt.



**Abbildung 1: Versuchsablauf**

In der Zeit zwischen den Adult- und den Trächtigkeitsmessungen befanden sich die Tiere in Gemeinschaftskäfigen (4.5 m × 1.4 m × 1.8 m) an der Versuchstierstation Stigenhof des Tierspitals Zürich. Die Tiere wurden in Gruppen zu mindestens 3 Tieren gehalten und hatten Zugang zu einem Aussengehege mit Klettermöglichkeiten. Einige Tage vor dem erwarteten Geburtstermin wurden die Kätzinnen in eine Einzelbox verbracht, die mit Teppichen und einer aus Pappkarton gefertigten Wurfkiste ausgestattet war. Die tägliche Beleuchtungsdauer an der Versuchstierstation betrug 16 Stunden, von 6:00 Uhr bis 22:00 Uhr, die Temperatur lag immer zwischen 20°C und 25°C.

### 2.2.1 Adaptationsphase

Sieben Tage vor der Adultmessung und der Messung in der 4. Trächtigkeitswoche wurden die Katzen mit dem jeweiligen Versuchsfutter angefüttert. Nach Bestätigung der Trächtigkeit und während der Laktation erhielten die Tiere das Versuchsfutter durchgehend, eine Angewöhnung vor den Messwochen war daher nicht nötig. Auch an die speziellen Versuchsklos wurden die Katzen bereits einige Tage vor Messbeginn gewöhnt.

## **2.2.2 Messphasen**

### **2.2.2.1 Adult- und Trächtigkeitsmessungen**

Die Adultmessung sowie die beiden Messungen während der Trächtigkeit fanden am Tierspital Zürich statt. Die Katzen wurden einzeln in Boxen zu 120 cm × 60 cm × 50 cm gehalten. Die Käfige waren alle mit Versuchstoilette, Teppich, Kartonkiste als Unterschlupf sowie Spielzeug ausgestattet.

Eine Messphase dauerte jeweils 5 Tage, wobei die ersten 24 Stunden der Adaptation an die neue Umgebung dienten. Die Tiere verbrachten täglich 22.5 Stunden in ihrer Box, von 10:00 Uhr bis 8:30 Uhr. In den übrigen eineinhalb Stunden hatten die Katzen Freilauf, während die Proben gesammelt und die Boxen gereinigt wurden.

### **2.2.2.2 Laktationsmessungen**

Die Katzen befanden sich während der gesamten Laktation an der Versuchstierstation Stigenhof in Einzelboxen zu 2.7 m × 1.4 m × 1.8 m oder 4.5 m × 1.4 m × 1.8 m. Die Ausstattung der Käfige bestand aus einer aus Pappkarton gefertigten Wurfbox, einem Holzrost bedeckt mit Teppich zu deren Isolation, diversen Decken, Spielzeug und mindestens einer Katzentoilette. Während der beiden Versuchswochen wurde die normale Katzentoilette durch eine spezielle Versuchstoilette ersetzt. In der 6. Laktationswoche kam ausserdem ein eigens dafür konstruierter „Tisch“ zum Einsatz, der dazu diente Toiletten und Futternäpfe des Muttertiers und der Welpen zu trennen. Der Tisch wurde mit Maschendraht eingekleidet und mit einem kleinen Durchschlupf für die Welpen versehen. Die Versuchstoilette sowie der Futternapf für die Kätzin wurden auf dem Tisch, eine kleine Welpentoilette und ein Napf mit Aufzuchtfutter darunter platziert. In den Fällen, in denen es den Welpen gelang, trotzdem auf den Tisch zu klettern, wurde der Futternapf des Muttertiers auf der Fensterbank platziert. Die Versuche während der Laktation wurden jeweils über sieben Tage durchgeführt, da es immer wieder vorkam, dass einzelne Proben wegen Durchfall der Kätzin oder aus anderen Gründen nicht verwendet werden konnten. Die Entnahme der Proben sowie das Wägen und Füttern der Tiere fand täglich zwischen 11:00 Uhr und 13:00 Uhr statt.

## 2.3 Katzentoilette

Während der Bilanzphasen wurden spezielle Katzentoiletten nach SCHADE (2006) verwendet, die das getrennte Sammeln von Kot und Harn ermöglichten. Die Toiletten wurden von allen Katzen gut akzeptiert.

Die Versuchstoiletten wurden mit einem speziellen antistatischen Polypropylengranulat (wez Kunststoffwerk AG, Oberentfelden) gefüllt. Dieses ermöglichte ein beinahe verlustfreies Abfließen des Harns in den unterhalb der Toilette befestigten Auffangbecher. Auch eine Kontamination des Kotes durch den Harn konnte so vermieden werden.

## 2.4 Futter

### 2.4.1 Adultfutter

In der ersten Adaptationsphase und während der Adultmessung erhielten die Katzen ein Adult-Feuchtfutter. Die Inhaltsstoffe und den Bruttoenergiegehalt des Adultfutters gibt Tabelle 8 wieder. Es handelt sich dabei um Analyseergebnisse des Instituts für Tierernährung.

**Tabelle 8: Roh Nährstoff- und Bruttoenergiegehalt des Adultfutters**

		pro 100g
TS	g	20.7
Ra in der TS	g	0.9
Rfa in der TS	g	0.6
Rp in der TS	g	7.9
SF in der TS	g	5.7
Nfe in der TS	g	5.6
BE in der TS	kJ	2477

### 2.4.2 Aufzuchtfutter

Nach Bestätigung der Trächtigkeit bis zum Absetzen der Jungtiere wurden die Kätzinchen mit einem Aufzucht-Feuchtfutter ernährt. Ab der vierten Lebenswoche stand dieses auch den Welpen zur Verfügung. Inhaltsstoffe und Bruttoenergiegehalt des Aufzuchtfutters enthält Tabelle 9.



**Tabelle 9: Rohnährstoff- und Bruttoenergiegehalt des Aufzuchtfutters**

		pro 100g
TS	g	19.0
Ra in der TS	g	1.4
Rfa in der TS	g	0.4
Rp in der TS	g	9.3
SF in der TS	g	4.4
Nfe in der TS	g	3.4
BE in der TS	kJ	2419

### 2.4.3 Fütterung

Um das Gewicht konstant zu halten wurden die Kätzinnen während der Adultphase restriktiv nach ihrem Bedarf gefüttert. Während Trächtigkeit und Laktation wurde das Futter ad libitum angeboten. Den Tieren stand während der ganzen Zeit Trinkwasser ad libitum zur Verfügung. Die Wasseraufnahme wurde nicht gemessen.

### 2.4.4 Futteraufnahme

Während aller Bilanzphasen wurde der genaue Futtermittelverzehr aufgezeichnet. Das frische Futter wurde täglich eingewogen, die übriggebliebenen Futterreste getrocknet und anschliessend als Trockensubstanz rückgewogen. Die beiden Futter wurden von allen Katzen gut akzeptiert und gerne gefressen.

## 2.5 Körpergewicht

Das Körpergewicht der Tiere wurde in allen fünf Bilanzphasen täglich ermittelt. Während der Versuchswochen am Tierspital geschah dies im Rahmen der täglichen Freilaufphase zwischen 8:30 Uhr und 10:00 Uhr, in den zwei Wochen während der Laktation jeweils nach der Probenentnahme zwischen 11:00 Uhr und 13:00 Uhr. Einige Tage vor der Geburt, sowie einen Tag danach, wurden die Kätzinnen ebenfalls täglich gewogen, in der übrigen Zeit nur einmal wöchentlich. Das Gewicht der Welpen wurde in den ersten fünf Lebenstagen, sowie während der zweiten und sechsten

Laktationswoche täglich bestimmt, in den restlichen Wochen bis zum Absetzen mit 8 Wochen alle zwei Tage.

## **2.6 Probenentnahme und Probenvorbereitung**

### **2.6.1 Kot**

Der Kot wurde während aller Bilanzphasen täglich komplett gesammelt. Die Proben-sammlung fand täglich zwischen 8:30 Uhr und 10:00 Uhr (Adult- und Trächtigkeits-messungen) respektive zwischen 11:00 Uhr und 13:00 Uhr (Laktations-messungen) statt. Anhaftende Polypropylenkügelchen wurden mit Pinzetten entfernt, der Kot ge-wogen und als Einzelproben in Kunststoffbechern bei -20° C gelagert. Am Ende einer Bilanzphase wurden die tiefgefrorenen Einzelproben gewogen, 48 h lyophilisiert (Christ® Loc-2m), danach während 24 h bei Raumtemperatur und -feuchte stehen gelassen und anschliessend rückgewogen. Die nun gewichtskonstante Substanz wurde gemahlen (Ultrazentrifugalmühle Retsch, Typ ZM 1, Sieblochdurchmesser 0.5 mm) und anschliessend als Mischprobe analysiert. Gemahlen und lyophilisiert wur-den die Proben am Institut für Nutztierwissenschaften an der ETH Zürich.

### **2.6.2 Harn**

Der Harn wurde während aller fünf Bilanzphasen täglich komplett gesammelt. Die Proben wurden jeweils zwischen 8:30 Uhr und 10:00 Uhr (Adult- und Trächtigkeits-messungen) beziehungsweise zwischen 11:00 Uhr und 13:00 Uhr (Laktationsmes-sungen) gewonnen. Nach dem Wägen des Urins wurden aus 10 % und zwei mal 30 % der Tagesurinmenge Sammelproben jeder Versuchswoche erstellt und bei -20° C aufbewahrt. Der Rest der Tagesurinmenge wurde jeweils als Einzelprobe tiefgefroren. Eine der 30 %-Sammelproben wurde später während mindestens 48 h lyophili-siert (Christ® Loc-2m), 24 h bei Raumtemperatur und -feuchte stehengelassen und anschliessend als gewichtskonstante Substanz in einem Exsikkator bis zur Analyse zwischengelagert. Die 10 %-Sammelprobe wurde kurz vor der Analyse aufgetaut und

analysiert. Die Lyophilisation der Proben erfolgte am Institut für Nutztierwissenschaften an der ETH Zürich.

### **2.6.3 Futter**

Von beiden Versuchsfuttern wurden mehrere Proben entnommen. Für die Bestimmung der Roh Nährstoffe mittels Weenderanalyse wurde das Futter mit Hilfe eines Mixers homogenisiert und in seiner ursprünglichen, feuchten Form verwendet. Zur Bestimmung der Bruttoenergie mit Hilfe des Bombenkalorimeters (IKA-Kalorimeter C 2000 basic) wurde das Futter zuvor 48 Stunden lyophilisiert und nach Erlangen der Gewichtskonstanz gemahlen (Ultrazentrifugalmühle Retsch, Typ ZM 1, Sieblochdurchmesser 0.5 mm). Das Lyophilisieren und Mahlen der Proben fand am Institut für Nutztierwissenschaften an der ETH Zürich statt.

## **2.7 Analysen**

### **2.7.1 Weender Analyse**

Die Bestimmung des Gehalts an Roh Nährstoffen in den Sammelkot- und Futterproben erfolgte mit Hilfe der Weenderanalyse nach NAUMANN und BASSLER (1997) am Institut für Tierernährung. Die Kotproben wurden als gefriergetrocknete, lufttrockene und gemahlene Substanz analysiert, die Futterproben als ursprüngliche, feuchte Substanz (Doppelbestimmung). Aus den 10%-Sammelharnproben wurde die TS bestimmt.

- Trockensubstanz (TS)

#### Futter

Zur Ermittlung des TS-Gehaltes des Futters wurde 3-5 g Probenmaterial im Trockenschrank bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet anschliessend gemahlen und die TS mit Hilfe des TS/Ra-Automat TGA-500 von Leco® doppelt bestimmt.

### Harn

Der TS-Gehalt des Urins wurde aus den 10 %-Sammelprobe der einzelnen Versuchswochen bestimmt. Die tiefgefrorenen Proben wurden im Kühlschrank aufgetaut und der TS-Gehalt anschliessend mit dem TS/Ra-Automat TGA-500 von Leco® dreifach bestimmt.

### Kot

Zur Bestimmung des TS-Gehaltes des Sammelkotes wurde dieser vor der 48-stündigen Gefrietrocknung und nach 24 stündigem Verbleiben bei Raumtemperatur und -feuchte gewogen. Der nun gewichtskonstante Kot wurde gemahlen und seine TS mit Hilfe des TS/Ra-Automat TGA-500 von Leco® doppelt bestimmt. Der TS-Gehalt des frischen Kots konnte anschliessend aus dem Wasserverlust bei der Probenaufbereitung und dem ermittelten TS-Gehalt der Trockensubstanz berechnet werden.

- Rohasche (Ra)

Die Bestimmung des Rohaschegehalts von Kot und Futter erfolgte durch Veraschung von 3 - 5 g Untersuchungsmaterial während 16 Stunden im Muffelofen (Heraeus M 110) bei 550°C.

- Rohprotein (Rp)

Der Rp-Gehalt wurde mit dem Kjehldahl-Verfahren bestimmt. Dazu wurden 1 - 3 g Probenmaterial mit konzentrierter Schwefelsäure aufgeschlossen (1007 Digester Foss Tacator), um den im Protein enthaltenen Stickstoff (N) in Ammoniumsulfat umzuwandeln. Durch Zugabe von Natronlauge wurde der Ammoniak freigesetzt, welcher dann titrimetrisch erfasst werden konnte (2300 Kjeltac Analyzer Unit). Im Anschluss konnte der Rp-Gehalt mit folgender Formel berechnet werden:

$$\text{Rp} = \text{N-Gehalt} \times 6.25$$

- Rohfett (SF)

Zur Bestimmung des SF-Gehalts wurden zunächst 3 - 5 g Probenmaterial mit 8 %iger Salzsäure und 1 - 2 g Celite® gekocht, um die Proben aufzuschliessen (1047 Hydrolyzing Unit Soxtec System). Danach wurden die Proben abgekühlt,

filtriert, gewaschen und getrocknet und das Fett während zwei Stunden mit Petroläther im Soxhletapparat extrahiert (2050 Soxtec Avanti).

- Rohfaser (Rfa)

Zur Ermittlung des Rfa-Gehalts wurde 1 - 2 g Probenmaterial mit Aceton entfettet und mit 1.25 %iger Schwefelsäure und Kalilauge 30 Minuten gekocht (Fibertec Hot Extractor® 2010). Im Anschluss wurden die Proben mit heissem Wasser gespült, mit Aceton nachgewaschen und zwei Stunden bei 130°C im Trockenschrank (Heraeus UT 6060) getrocknet. Danach wurde das Probenmaterial gewogen und während vier Stunden im Muffelofen (Heraeus M110) bei 550°C verascht. Nach der Abkühlung im Exsikkator erfolgte das zweite Wiegen. Der Rfa-Gehalt konnte anschliessend aus dem Glühverlust berechnet werden.

- Stickstofffreie Extraktstoffe (NfE)

Der NfE-Gehalt wurde nach folgender Formel berechnet:

$$\text{NfE} = \text{TS} - (\text{Ra} + \text{Rp} + \text{Tfe} + \text{Rfa})$$

## 2.7.2 Bruttoenergie (BE)

Die Bruttoenergie wurde durch anisotherme Bombenkalorimetrie (IKA-Kalorimeter C 2000 basic) bestimmt.

- Harn und Kot

Die BE wurde aus den lyophilisierten, lufttrockenen Sammelharn- und Sammelkotproben dreifach bestimmt. Jeweils 0.5 g Urin bzw. Kot wurden in Einwegtiegel definierten Brennwertes eingewogen und ohne Benutzung eines Zündfadens mit dem Modus Isoperibol 25°C verbrannt.

- Futter

Die BE wurde aus dem lyophilisierten, lufttrockenen und gemahlene Futter fünf-fach bestimmt. 0.5 g des Untersuchungsmaterials wurde mit Hilfe eines Quarztiegels und eines Zündfadens mit dem Modus Isoperibol 25°C verbrannt.

### **2.7.3 Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt**

Der Kohlenstoff (C)- und Stickstoff (N)-Gehalt der Sammelkot-, Sammelharn- und Futterproben wurde mit Hilfe des CN-Analyzers CN-2000 von Leco® am Institut für Nutztierwissenschaften an der ETH Zürich dreifach bestimmt.

- Harn  
Jeweils 0.5 g der zuvor im Kühlschrank aufgetauten 10 % - Sammelproben wurden eingewogen und in flüssiger Form analysiert.
- Kot  
Jeweils 0.5 g der lyophilisierten, lufttrockenen und gemahlene Sammelkotproben wurde eingewogen und analysiert.
- Futter  
Jeweils 0.5 g des lyophilisierten, lufttrockenen und gemahlene Futters wurde eingewogen und analysiert.

## **2.8 Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA)**

Die DEXA-Messungen fanden im Osteoporosezentrum des Universitätsspitals Zürich statt. Bei allen Tieren wurde die Körperzusammensetzung drei Mal bestimmt. Vor der Adultmessung, innerhalb von fünf Tagen nach der Geburt und am Ende der Laktation. Beim Messgerät handelte es sich um einen Hologic QDR 4500 Discovery, wobei die Softwareversion 12.1 mit dem Scantyp Infant Whole Body verwendet wurde. Die zuvor sedierten Tiere wurden für die Messung in sternale Lage verbracht, die Gliedmassen parallel zum Körper. In der kalten Jahreszeit wurden die Katzen während der Messung mit einer Infrarotlampe bestrahlt, da sie dadurch ruhiger lagen und weniger auskühlten. Ein Scan dauerte jeweils 204 Sekunden und umfasste einen Bereich von 81.4 cm × 67.1 cm. Für die Auswertung wurde der Global Mode gewählt, der den gesamten Körper inklusive Gliedmassen und Kopf miteinbezieht.

## 2.8.1 Sedation

Um den Tieren unnötigen Stress zu ersparen und Wartezeiten vor der Messung zu verhindern, wurden sie bereits vor dem Transport am Tierspital sediert. Für die erste und die dritte Messung wurde dazu eine Kombination aus 0.05 mg/kg LM Medetomidin (Domitor<sup>®</sup> ad us. vet., Injektionslösung) und 0.2 mg/kg LM Butorphanol (Morphasol-4 ad us. vet., Injektionslösung) verwendet, die den Katzen in einer Mischspritze in den M. infraspinatus verabreicht wurde. Für die Messung nach der Geburt wurde lediglich mit Medetomidin (Domitor<sup>®</sup> ad us. vet., Injektionslösung), in einer Dosierung von 0.07 mg/kg LM sediert, da eine negative Auswirkung des Butorphanols auf die Welpen nicht ausgeschlossen werden konnte. Zur Antagonisierung wurde Atipamazol (Antisedan<sup>®</sup> ad us. vet., Injektionslösung) in einer Dosierung von 0.05 mg/kg LM i.m. verwendet.

## 2.9 Berechnungen

### 2.9.1 N-Bilanz

Die Menge an retiniertem Stickstoff ( $N_{\text{retiniert}}$ ) entspricht der Differenz aus dem mit dem Futter aufgenommenen ( $N_{\text{Futter}}$ ) und dem mit dem Kot ( $N_{\text{Kot}}$ ) und dem Harn ( $N_{\text{Harn}}$ ) ausgeschiedenen Stickstoff sowie dem geschätzten N-Verlust über die Milch.

$$N_{\text{retiniert}} = N_{\text{Futter}} - (N_{\text{Kot}} + N_{\text{Harn}} + N_{\text{Milch}}) \quad (\text{alle Werte in g/kg LM}^{0.67}/\text{d})$$

Der Stickstoffverlust über die Milch entspricht dem Produkt aus der Milchleistung (ML) und dem Stickstoffgehalt der Milch. Der N-Gehalt der Milch liess sich aus dem prozentualen Rp-Anteil der Milch von  $8.11 \pm 1.12 \%$  (ZOTTMANN, 1997) geteilt durch 6.25 berechnen. Für die Milchleistung in Abhängigkeit von Laktationsstadium und Welpenzahl wurden die experimentell ermittelten Daten von ZOTTMANN (1997) verwendet. Der Quotient aus dem retinierten Stickstoff und der Stickstoffaufnahme über das Futter ergibt die Stickstoffverwertung ( $k(\text{N})$ ).

$$k(\text{N}) = \frac{N_{\text{retiniert}}}{N_{\text{Futter}}}$$

Stickstoffverluste über Hautabschilferung und Haare können vernachlässigt werden und bleiben daher unberücksichtigt (DEKEYZER, 1997).

### 2.9.2 Umsetzbare Energie (UE) und Umsetzbarkeit der Energie (u(E))

Die umsetzbare Energie (UE) ergibt sich aus der Differenz zwischen der aufgenommenen Energie über das Futter ( $BE_{\text{Futter}}$ ) und der ausgeschiedenen Energie über den Kot ( $E_{\text{Kot}}$ ) und den Urin ( $E_{\text{Urin}}$ ). Über Methan scheidet die Katze keine Energie aus (SCHADE, 2006).

$$UE = BE_{\text{Futter}} - (BE_{\text{Kot}} + BE_{\text{Harn}}) \quad (\text{alle Werte in J/kg LM}^{0.67}/\text{d})$$

Die Umsetzbarkeit der Energie (u(E)) entspricht dem Quotient aus der UE und der  $E_{\text{Futter}}$ .

$$u(E) = \frac{UE}{BE_{\text{Futter}}}$$

### 2.9.3 Proteinansatz

Der durchschnittliche Stickstoffanteil im Protein beträgt 16 %. Durch Multiplikation der retinierten Stickstoffmenge mit dem Faktor 6.25 erhält man die geschätzte Menge an Protein, die angesetzt oder abgebaut wird.

$$\text{Proteinansatz} = 6.25 \times N_{\text{retiniert}} \quad (\text{alle Werte in g/kg LM}^{0.67}/\text{d})$$

### 2.9.4 Verdaulichkeit

Die scheinbare Verdaulichkeit (sV) wurde mittels Komplettsammelmethode anhand der erfassten Nährstoffe in Futter und Kot berechnet.



$$sV = \frac{F - K}{F} \times 100$$

sV	scheinbare Verdaulichkeit (%)
F	Nährstoffmenge im Futter
K	Nährstoffmenge im Kot

## 2.10 Statistische Auswertung

Mehrere Einzelwerte werden als Mittelwert (MW)  $\pm$  Standardfehler (SE) angegeben. Um die grossen individuellen Unterschiede im Gewichtsverlauf der einzelnen Katzen zu veranschaulichen, wurden die Werte zum Teil als Median mit Minimum und Maximum angegeben. Die statistische Auswertung wurde mit dem Statistikpaket Systat 11 (Systat Software, Inc., Point Richmond, CA 94804-2028, USA) vorgenommen. Um Ergebnisse verschiedener Zeitpunkte zu vergleichen, wurde eine varianzanalytische Untersuchung (ANOVA) vorgenommen. Konnten dabei signifikante Unterschiede festgestellt werden, wurde als weiterführender Test der Wilcoxon Signed-Rank Test verwendet. Als signifikant gelten Differenzen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p < 0.05$ . Signifikante Unterschiede werden mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet.

## 3 Resultate

### 3.1 Allgemeinbefinden und Verhalten der Tiere

Die Katzen zeigten während aller Bilanzphasen ein ungestörtes Allgemeinbefinden. Die Angewöhnung an die Versuchsbedingungen verlief problemlos. Bei einigen Tieren war die Futteraufnahme am ersten Tag der Adultmessung (Adaptation) reduziert, zwei Katzen setzten weder Kot noch Urin ab. Am zweiten Tag normalisierten sich die Futteraufnahme sowie der Harn- und Kotabsatz und die Tiere verhielten sich arttypisch. Katze 7 erlitt eine Totgeburt, so dass keine Laktationswerte erhoben werden konnten. Katze 10 weigerte sich während beider Bilanzphasen der Laktation die Versuchstoilette zu benutzen, weshalb keine Proben gewonnen werden konnten. Katze 4 hatte während der 6. Laktationswoche sehr dünnflüssigen Kot, der sich mit dem Urin vermischte; in der Folge mussten die Proben verworfen werden. Katze 8 musste in der 8. Laktationswoche kurzzeitig hospitalisiert werden. Ihre letzte DEXA-Messung konnte aus diesem Grund nicht durchgeführt werden.

### 3.2 Körpermasse

Den Gewichtsverlauf der einzelnen Katzen während der Gravidität zeigen Tabelle 10 und 11. Das Körpergewicht der Katzen lag am ersten Messtag der Adultmessung bei  $3.5 \pm 0.1$  kg. Zu Messbeginn der 4. Trächtigungswoche betrug es  $3.9 \pm 0.1$  kg, zu Messbeginn der 7. Trächtigungswoche  $4.3 \pm 0.2$  kg. Unmittelbar vor der Geburt wogen die Tiere  $4.8 \pm 0.2$  kg. Die Gewichtszunahme während der gesamten Trächtigkeit belief sich auf  $1.4 \pm 0.2$  kg. Insgesamt zeigt der Gewichtsverlauf der Katzen während der Gravidität kein einheitliches Bild. In der ersten und siebten Graviditätswoche war bei drei Katzen, in der zweiten und dritten Graviditätswoche bei jeweils zwei und in der achten und neunten Woche bei je einer Katze ein Gewichtsverlust zu verzeichnen. Mit Ausnahme der Katzen 2 und 10, die in allen Trächtigungswochen an Gewicht zulegten, verloren alle Tiere in mindestens einer Woche an Gewicht. Bei den Katzen 6, 8 und 9 konnte ein sprunghafter Gewichtsverlauf mit

**Tabelle 10: Gewichtsverlauf und Gewichtsveränderungen während der Gravidität (n = 10)**

Katze	Gewicht (kg)						Anzahl Welpen
	Adultmessung	4. Wo Trächtigkeit	7. Wo Trächtigkeit	Tag vor Geburt	Zunahme in Gravidität	nach Geburt	
1	3.99	3.93	4.40	4.54	0.59	4.43	1
2	4.05	4.63	4.17	5.84	1.79	5.64	2
3	3.50	4.04	4.63	4.66	1.17	4.34	
4	3.57	4.34	5.27	5.75	2.23	5.53	
5	3.07	3.30	3.84	3.95	0.86	3.55	3
6	3.14	3.60	4.26	4.43	1.29	3.92	4
7	3.46	3.60	4.15	4.49	1.07	4.01	5
8	3.41	4.04	4.64	4.90	1.52	4.30	
9	3.48	3.76	3.45	5.05	1.57	4.29	
10	3.26	3.77	4.53	4.79	1.57	4.20	6
MW	3.49	3.90	4.33	4.84	1.37	4.42	
SE	0.10	0.12	0.16	0.19	0.15	0.21	

**Tabelle 11: Veränderung des Körpergewichts der Katzen in den einzelnen Graviditätswochen (n = 10)**

	Gewichtsveränderungen (in %, jeweils ausgehend vom Gewicht der Woche zuvor)								
	Wo 1	Wo 2	Wo 3	Wo 4	Wo 5	Wo 6	Wo 7	Wo 8	Wo 9
Median	1.33	4.15	5.71	4.09	3.98	4.58	0.84	2.98	3.86
Minimum	-3.98	-1.16	-5.50	0.40	2.47	1.59	-1.93	-0.40	-0.42
Maximum	7.43	18.80	12.53	20.79	7.96	9.60	8.65	8.60	11.72

**Tabelle 12: Geburtsbedingte Gewichtsveränderungen der Einzelkatzen sowie zusammengefasst nach Wurfgrösse (n = 10)**

Katze	Anzahl Welpen	Gewicht (kg)					
		Verlust durch Geburt (kg)	in % des vor-geburlichen KGW	MW nach Wurfgrösse (%)	Anteil Welpen und Fruchtfüssigkeit an Zunahmen während Trächtigkeit (%)	MW nach Wurfgrösse (%)	MW ≤ 2 Welpen vs ≥ 3 Welpen (%)
1	1	0.11	2.42	2.42	18.64	18.64	16.76 ± 4.03
2	2	0.20	3.42	4.71 ± 1.09	11.17	16.13 ± 5.62	
3		0.32	6.87		27.35		
4		0.22	3.83		9.87		
5	3	0.40	10.13	10.13	46.51	46.51	42.73 ± 3.14
6	4	0.51	11.51	11.51	39.53	39.53	
7	5	0.48	10.69	12.66 ± 1.28	44.86	44.25 ± 2.60	
8		0.60	12.24		39.47		
9		0.76	15.05		48.41		
10	6	0.59	12.32	12.32	37.58	39.53	
MW		0.42	8.85		32.34		
SE		0.07	1.39		4.61		

**Tabelle 13: Gewichtsveränderungen in kg der Einzelkatzen sowie zusammengefasst nach Wurfgrösse (n = 10)**

Anzahl Welpen	Katze	2. Wo Laktation	6. Wo Laktation	8. Wo	Gewichtsveränderung während Laktation	MW nach Wurfgrösse	Gewichtsveränderung über alle Phasen	MW nach Wurfgrösse	MW ≤ 2 Welpen vs ≥ 3 Welpen
1	1	4.30	4.11	4.47	0.04	0.04	0.52	0.52	0.74 ± 0.19
2	2	4.98	4.98	4.78	-0.86	-0.85 ±	0.73	0.95 ± 0.22	
	4	5.2	4.85	4.69	-0.84	0.01	1.17		
3	5	3.18	2.64	2.54	-1.01	-0.82 ±	-0.55	-0.20 ±	-0.27 ± 0.1
	6	3.7	3.04	3.29	-0.63	0.19	0.15	0.35	
4	7	3.67	3.22	3.19	-0.82	-1.03 ±	-0.23	-0.33 ± 0.1	
	9	3.78	3.16	3.05	-1.24	0.21	-0.43		
5	8	3.95	2.9	3.08	-1.22	-1.22 ±	-0.30	-0.27 ±	
	10	3.88	3.13	2.98	-1.22	0.00	-0.24	0.03	
MW		4.07	3.56	3.56	-0.82		0.13		
SE		0.22	0.29	0.28	0.13		0.20		

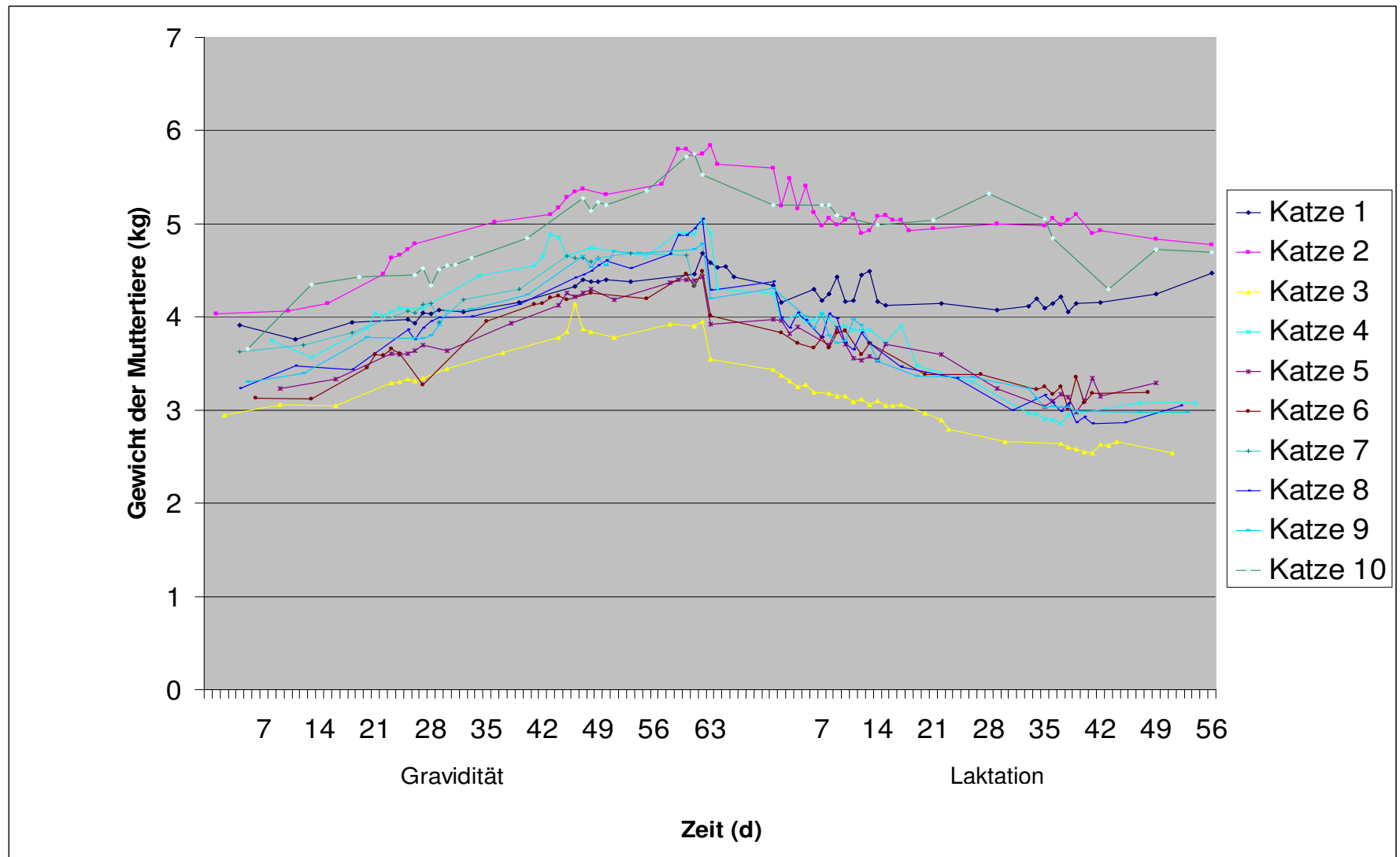


Abbildung 1: Gewichtsverlauf der Muttertiere während Gravidität und Laktation (n = 10)

Gewichtsverlusten und zwischenzeitlichen starken Zunahmen beobachtet werden. Katze 6 zeigte mit 20.8 % in der 4. Graviditätswoche die grösste Gewichtszunahme. Der stärkste Gewichtsverlust (- 5.5 %) wurde in der 3. Trächtigungswoche ebenfalls bei Katze 6 verzeichnet. Der Median der Gewichtszunahmen war in der 3. Woche der Gravidität am grössten, in der Woche 7 am geringsten.

Der prozentuale Anteil der Welpen und Fruchtblüssigkeit an der Zunahme während der Trächtigkeit lag zwischen 18.6 % (Kätzin mit einem Welpen) und 46.5 % (Kätzin mit 3 Welpen). Dabei zeigten die Tiere mit 3 und mehr Welpen signifikant höhere, durch Welpen und Fruchtblüssigkeit bedingte Zunahmen (durchschnittlich  $42.7 \pm 3.1$  %) als die Katzen mit einem oder zwei Welpen (durchschnittlich  $16.8 \pm 4.0$  %).

Kurz nach der Geburt lag das Körpergewicht der Kätzin bei  $4.4 \pm 0.2$  kg. Der Gewichtsverlust durch die Geburt betrug im Mittel  $0.4 \pm 0.1$  kg, bezogen auf die vorgeburtliche Körpermasse zwischen 2.4 % (Kätzin mit einem Welpen) und 15.1 % (Kätzin mit 5 Welpen). Die geburtsbedingten Gewichtsveränderungen der einzelnen Katzen sind in Tabelle 12, der Gewichtsverlauf während der Laktation in Tabelle 13 dargestellt.

Zu Beginn der 2. Laktationswoche lag das Körpergewicht der Katzen bei  $4.0 \pm 0.2$  kg, zu Beginn der 6. Laktationswoche bei  $3.6 \pm 0.3$  kg und zum Zeitpunkt des Absetzens (Ende 8. Laktationswoche) bei  $3.6 \pm 0.3$  kg. Die Veränderungen des Gewichts während der gesamten Laktationsdauer schwankten zwischen einer Zunahme von 0.04 kg (Katze mit einem Welpen) und einem durchschnittlichen Verlust von  $1.2 \pm 0.0$  kg (Kätzin mit 5 Welpen). Auch bei der Gewichtsentwicklung über alle Versuchsphasen (adult bis Ende Laktation) zeigten sich Unterschiede in Abhängigkeit der Wurfgrösse. So waren die Kätzin mit einem oder zwei Welpen nach Absetzen der Welpen im Durchschnitt  $0.7 \pm 0.2$  kg schwerer als bei der Bedeckung, während diejenigen mit drei und mehr Welpen durchschnittlich  $0.3 \pm 0.1$  kg leichter waren als zum Deckzeitpunkt. Den Gewichtsverlauf der Muttertiere während Gravidität und Laktation zeigt Abbildung 1.

### 3.3 Futterverzehr

Sowohl das Adult- als auch das Aufzuchtversuchsfutter wurde von allen Katzen gerne gefressen und gut vertragen. Während der Adultmessung betrug die Futtermenge

nahme bei restriktiver, bedarfsgerechter Fütterung  $17.7 \pm 0.4$  g TS/kg LM<sup>0.67</sup>/d. In der 4. Trächtigkeitswoche nahmen die Katzen mit  $29.0 \pm 2.3$  g TS/kg LM<sup>0.67</sup>/d signifikant mehr Futter als während der Adultphase auf, in der 7. Trächtigkeitswoche blieb der Verzehr mit  $29.2 \pm 1.5$  g TS/kg LM<sup>0.67</sup>/d gleich hoch. In der zweiten sowie der sechsten Laktationswoche war die Futteraufnahme der Tiere nochmals signifikant höher. In der 6. Laktationswoche lag diese bei  $51.1 \pm 5.0$  g TS/kg LM<sup>0.67</sup>/d. Während der gesamten Trächtigkeit und Laktation stand den Katzen das Futter zur freien Verfügung. Der mittlere tägliche Futtermittelverzehr während aller Versuchswochen ist in Tabelle 14 dargestellt.

**Tabelle 14: Mittlerer täglicher Futtermittelverzehr der Katzen (g TS/kg LM<sup>0.67</sup>/d) während der Versuchswochen adult, 4. Wo Trächtigkeit, 7. Wo Trächtigkeit (n = 10), 2. Wo Laktation (n= 8) und 6. Wo Laktation (n = 7)**

Verzehr nach Wurfgrösse	adult	4. Woche Trächtigkeit	7. Woche Trächtigkeit	2. Woche Laktation	6. Woche Laktation
1 Welpen		20.90	21.70	25.00	33.30
2 Welpen		$34.1 \pm 2.5$	$33.1 \pm 2.6$	31.90	48.60
3 Welpen		18.37	25.00	$35.3 \pm 5.2$	$44.4 \pm 8.5$
4 Welpen		37.00	34.50	$42.7 \pm 2.8$	$60.4 \pm 6.7$
5 Welpen		$26.7 \pm 4.2$	$28.3 \pm 1.4$	$45.5 \pm 4.2$	65.90
6 Welpen		31.00	26.70		
Alle	$17.7 \pm 0.4^a$	$29.0 \pm 2.3^{bc}$	$29.2 \pm 1.5^b$	$38.0 \pm 2.9^c$	$51.1 \pm 5.0^d$

Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0.05$ )

### 3.4 Harn- und Kotabsatz

Die durchschnittliche Menge an Kot und Urin (g TS/kg LM<sup>0.67</sup>/d) sowie deren Trockensubstanzgehalte während der einzelnen Versuchswochen sind in Tabelle 15 dargestellt. Die Kotmenge stieg von  $2.7 \pm 0.3$  g TS/kg LM<sup>0.67</sup>/d in der Versuchswoche adult um mehr als das Doppelte auf  $5.5 \pm 0.4$  g TS/kg LM<sup>0.67</sup>/d in der 7. Trächtigkeitswoche an. In der 6. Laktationswoche war die abgesetzte Kotmenge nochmals um mehr als 100 % höher und betrug in jener Woche durchschnittlich  $11.4 \pm 2.8$  g TS/kg LM<sup>0.67</sup>/d.

Die Kot-TS war in der 4. Trächtigkeitswoche signifikant höher als bei der Adultmessung. In der 2. Laktationswoche lag sie im ähnlichen Bereich und war in der 6. Laktationswoche wieder niedriger.

Die Harnmenge war in der 4. Trächtigkeitswoche mit  $3.3 \pm 0.2$  g TS/kg LM<sup>0.67</sup>/d doppelt so hoch wie in der Versuchswoche adult mit  $1.7 \pm 0.1$ g TS/kg LM<sup>0.67</sup>/d. In der 7. Trächtigkeits- sowie der 2. Laktationswoche war der Wert annähernd gleich hoch, in der 6. Laktationswoche nochmals signifikant höher.

Die Harn-TS war in der 4. Trächtigkeitswoche signifikant höher als während der Adultmessung. Die Werte der übrigen Wochen unterschieden sich nicht signifikant.

**Tabelle 15: Durchschnittliche Menge (g TS/kg LM<sup>0.67</sup>/d) sowie TS-Gehalte (%) von Harn und Kot während der Versuchswochen adult, 4. Wo Trächtigkeit, 7. Wo Trächtigkeit (n = 10), 2. Wo Laktation (n= 8) und 6. Wo Laktation (n = 7)**

	adult	4. Woche Trächtigkeit	7. Woche Trächtigkeit	2. Woche Laktation	6. Woche Laktation
Kotmenge (g TS/kg LM <sup>0.67</sup> /d)	$2.7 \pm 0.3^a$	$4.7 \pm 0.4^b$	$5.5 \pm 0.4^{bc}$	$7.0 \pm 0.8^c$	$11.4 \pm 2.8^d$
Kot-TS (%)	$48.2 \pm 1.7^a$	$41.2 \pm 1.4^{bc}$	$41.0 \pm 1.4^{bc}$	$45.0 \pm 1.3^{ab}$	$38.7 \pm 2.1^c$
Harnmenge (g TS/kg LM <sup>0.67</sup> /d)	$1.7 \pm 0.1^a$	$3.3 \pm 0.2^b$	$3.7 \pm 0.2^b$	$3.8 \pm 0.3^b$	$5.1 \pm 0.7^c$
Harn-TS (%)	$5.7 \pm 0.4^a$	$7.0 \pm 0.4^b$	$6.5 \pm 0.2^{ab}$	$5.7 \pm 0.5^{ab}$	$5.1 \pm 0.5^{ab}$

Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0.05$ )

### 3.5 Scheinbare Verdaulichkeit

Tabelle 16 gibt die scheinbare Verdaulichkeit der Nährstoffe nach der Komplettsammelmethode wieder. Die scheinbare Verdaulichkeit des Rohfetts nahm zwischen dem Zeitpunkt der Adultmessung und der 4. Trächtigkeitswoche signifikant ab, lag in der 7. Trächtigkeits- sowie der 2. Laktationswoche in einem ähnlichen Bereich und war in der 6. Laktationswoche erneut signifikant niedriger. Dabei wies eine Katze mit 25.1 % eine besonders niedrige Rohfettverdaulichkeit in der 6. Laktationswoche auf. Auch die scheinbare Verdaulichkeit von Rohprotein und Bruttoenergie zeigte zum Teil signifikante Änderungen zwischen den einzelnen Versuchsphasen. Die mittels Bombenkalorimetrie bestimmten Werte für die Energieverdaulichkeit waren insgesamt sehr hoch. Bei Ra, Rfa und NfE kam es während der gesamten Versuchsperiode zu keinen signifikanten Veränderungen der scheinbaren Verdaulichkeit.



**Tabelle 16: Scheinbare Verdaulichkeit der Nährstoffe (%) während der Versuchswochen adult, 4. Wo Trächtigkeit, 7. Wo Trächtigkeit (n = 10), 2. Wo Laktation (n = 8) und 6. Wo Laktation (n = 7)**

	adult	4. Woche Trächtigkeit	7. Woche Trächtigkeit	2. Woche Laktation	6. Woche Laktation
Ra	42.1 ± 7.4	49.2 ± 6.5	38.8 ± 4.2	47.7 ± 2.8	50.3 ± 4.1
Rp	83.7 ± 2.0 <sup>ab</sup>	88.4 ± 1.6 <sup>ab</sup>	85.4 ± 0.9 <sup>a</sup>	88.2 ± 0.8 <sup>b</sup>	85.2 ± 2.5 <sup>ab</sup>
Rfa	13.7 ± 10.1	41.7 ± 7.3	26.0 ± 5.8	33.8 ± 3.0	24.1 ± 8.0
SF	96.4 ± 0.5 <sup>a</sup>	89.5 ± 2.4 <sup>bd</sup>	79.2 ± 2.6 <sup>cd</sup>	80.1 ± 3.0 <sup>bc</sup>	67.7 ± 8.8 <sup>d</sup>
NfE	82.3 ± 3.0	84.8 ± 2.0	80.5 ± 1.7	84.4 ± 0.9	83.3 ± 1.7
BE	97.0 ± 0.4 <sup>a</sup>	97.2 ± 0.3 <sup>ac</sup>	96.1 ± 0.3 <sup>bc</sup>	96.6 ± 0.4 <sup>abc</sup>	95.7 ± 0.7 <sup>c</sup>

Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0.05$ )

## 3.6 Bilanzen

### 3.6.1 N-Bilanz

Tabelle 17 zeigt die Werte der N-Aufnahme über das Futter ( $N_{\text{Futter}}$ ), der Verluste über den Kot ( $N_{\text{Kot}}$ ), den Urin ( $N_{\text{Harn}}$ ) sowie über die Milch ( $N_{\text{Milch}}$ ) (berechnet), des retinierten Stickstoffs ( $N_{\text{retiniert}}$ ) sowie der Stickstoffverwertung ( $k(N)$ ). Die Tiere zeigten in der 4. Trächtigkeitswoche eine signifikant höhere Stickstoffaufnahme über das Futter als während der Adultmessung. In der 7. Trächtigkeitswoche und der 2. Laktationswoche blieb die N-Aufnahme ähnlich hoch, während die Tiere in der 6. Laktationswoche wieder signifikant mehr Stickstoff über das Futter aufnahmen. Über den Kot schieden die Tiere in der zweiten Versuchswoche die eineinhalbfache N-Menge des Wertes bei der Adultmessung aus. In den zwei folgenden Bilanzwochen blieb die N-Ausscheidung über den Kot im selben Bereich und lag in der 6. Laktationswoche nochmals signifikant höher. Die Stickstoffausscheidung über den Urin war in der 4. Trächtigkeitswoche doppelt so hoch wie in der ersten Versuchswoche. Die entsprechenden Verluste der 4. und 7. Trächtigkeitswoche sowie der 2. Laktationswoche unterschieden sich nicht signifikant, während die Katzen in der 6. Laktationswoche wieder signifikant mehr ausschieden. Der N-Verlust durch die Milch betrug in der 2. Laktationswoche  $0.8 \pm 0.1 \text{ g/kg LM}^{0.67}/\text{d}$  und war in der 6. Laktationswoche nur noch halb so hoch. Die Stickstoffretention unterschied sich nur in der 2. Laktationswoche, in welcher sie im negativen Bereich lag, signifikant von den übrigen Versuchswochen. Mit durchschnittlich  $0.5 \pm 0.3 \text{ g/kg LM}^{0.67}/\text{d}$  retinierten die Katzen in der 6. Lak-

tationswoche am meisten Stickstoff. Die Stickstoffretention gesondert nach Wurfgrösse enthält Tabelle 18. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Auch die Stickstoffverwertung lag mit Ausnahme der 2. Laktationswoche im positiven Bereich und unterschied sich nur in jener Woche signifikant von den übrigen Bilanzphasen.

**Tabelle 17: N-Bilanz (g/kg LM<sup>0.67</sup>/d) und N-Verwertung (g/g) während der Versuchswochen adult, 4. Wo Trächtigkeit, 7. Wo Trächtigkeit (n = 10), 2. Wo Laktation (n = 8) und 6. Wo Laktation (n = 7)**

	Einheit	adult	4. Wo Trächtigkeit	7. Wo Trächtigkeit	2. Wo Laktation	6. Wo Laktation
N <sub>Futter</sub>	g/kg LM <sup>0.67</sup> /d	1.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	2.3 ± 0.2 <sup>bc</sup>	2.3 ± 0.1 <sup>b</sup>	2.9 ± 0.2 <sup>bc</sup>	4.0 ± 0.3 <sup>d</sup>
N <sub>Kot</sub>	g/kg LM <sup>0.67</sup> /d	0.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.7 ± 0.1 <sup>c</sup>
N <sub>Harn</sub>	g/kg LM <sup>0.67</sup> /d	0.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.1 <sup>bc</sup>	1.7 ± 0.1 <sup>c</sup>	2.0 ± 0.2 <sup>ab</sup>	2.4 ± 0.2 <sup>d</sup>
N <sub>Milch</sub>	g/kg LM <sup>0.67</sup> /d				0.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.1 <sup>b</sup>
N <sub>retiniert</sub>	g/kg LM <sup>0.67</sup> /d	0.2 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.1 <sup>a</sup>	- 0.2 ± 0.1 <sup>b</sup>	0.5 ± 0.3 <sup>a</sup>
k(N)	g/g	0.2 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.0 <sup>a</sup>	- 0.1 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.1 ± 0.1 <sup>a</sup>

Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0.05$ )

**Tabelle 18: N-Bilanz (g/kg LM<sup>0.67</sup>/d) nach Anzahl Welpen während der Versuchswochen 4. Wo Trächtigkeit, 7. Wo Trächtigkeit (n = 10), 2. Wo Laktation (n = 8) und 6. Wo Laktation (n = 7)**

Welpenzahl	4. Woche Trächtigkeit	7. Woche Trächtigkeit	2. Woche Laktation	6. Woche Laktation
1	0.19	0.1	0.3	0.1
2	0.5 ± 0.3	0.3 ± 0.3	-0.2	0.5
3	0.17	0.2	-0.3 ± 0.1	0.1 ± 0.4
4	0.4	0.7	0.1 ± 0.1	1.3 ± 1.1
5	0.2 ± 0.2	0.3 ± 0.1	-0.5 ± 0.2	- 0.0
6	0.1	-0.1		

### 3.6.2 Proteinansatz

Der Proteinansatz veränderte sich zwischen der Bilanzwoche ‚adult‘ und der 7. Trächtigkeitswoche nicht signifikant. In der 2. Laktationswoche war der Proteinansatz

signifikant niedriger. In der 6. Laktationswoche lag er auf dem höchsten Wert von  $2.9 \pm 2.1$  g/kg LM<sup>0.67</sup>/d. Die Werte aller Versuchswochen sind in Tabelle 19 aufgeführt.

**Tabelle 19: Proteinansatz (g/kg LM<sup>0.67</sup>/d ) während der Versuchswochen adult, 4. Wo Trächtigkeit, 7. Wo Trächtigkeit (n = 10), 2. Wo Laktation (n = 8) und 6. Wo Laktation (n=7)**

	Einheit	adult	4. Wo Trächtigkeit	7. Wo Trächtigkeit	2. Wo Laktation	6. Wo Laktation
Proteinansatz	g/kg LM <sup>0.67</sup> /d	1.4 ± 0.4 <sup>ac</sup>	1.9 ± 0.6 <sup>ac</sup>	1.3 ± 0.6 <sup>ac</sup>	-1.0 ± 0.7 <sup>b</sup>	2.9 ± 2.1 <sup>c</sup>

Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0.05$ )

### 3.6.3 Umsetzbare Energie und Umsetzbarkeit der Energie

Tabelle 20 zeigt die Aufnahme an Bruttoenergie über das Futter ( $BE_{\text{Futter}}$ ), die Ausscheidung über Kot ( $BE_{\text{Kot}}$ ) und Urin ( $BE_{\text{Harn}}$ ) und die Aufnahme an umsetzbarer Energie (UE) bezogen auf die metabolische Lebendmasse sowie die Umsetzbarkeit der Energie  $u(E)$ . Die mit dem Futter aufgenommene Menge an Bruttoenergie stieg von der Versuchswoche ‚adult‘ bis zur 4. Trächtigkeitswoche um über 50 %, bis zur 2. Laktationswoche um mehr als 100% und bis zur 6. Laktationswoche um fast das Dreifache an. Die Bruttoenergieverluste über Kot und Urin nahmen im Versuchsverlauf ständig zu. Bei der Aufnahme an umsetzbarer Energie war von der Bilanzphase ‚adult‘ zur 4. Trächtigkeitswoche sowie von der 2. zur 6. Laktationswoche ein signifikanter Anstieg zu verzeichnen. Die Umsetzbarkeit der Energie war während der Bilanzphasen ‚adult‘, 4. Trächtigkeitswoche und 2. Laktationswoche mit  $0.8 \pm 0.0$  kj/kj höher als in der 7. Trächtigkeitswoche und der 6. Laktationswoche mit  $0.7 \pm 0.0$  kj/kj.

**Tabelle 20: Aufnahme an BE über das Futter (kj/kg LM<sup>0.67</sup>/d), Ausscheidung von BE über Kot und Urin (kj/kg LM<sup>0.67</sup>/d), Umsetzbare Energie (kj/kg LM<sup>0.67</sup>/d) und Umsetzbarkeit der Energie (kJ/kJ) während der Versuchswochen adult, 4. Wo Trächtigkeit, 7. Wo Trächtigkeit (n = 10), 2. Wo Laktation (n = 8) und 6. Wo Laktation (n = 7)**

	Einheit	adult	4. Wo Trächtigkeit	7. Wo Trächtigkeit	2. Wo Laktation	6. Wo Laktation
BE <sub>Futter</sub>	kj/kg LM <sup>0.67</sup> /d	438.3 ± 9.4 <sup>a</sup>	700.4 ± 55.8 <sup>bc</sup>	706.0 ± 36.7 <sup>b</sup>	918.3 ± 71.0 <sup>c</sup>	1234.8 ± 120.2 <sup>d</sup>
BE <sub>Kot</sub>	kj/kg LM <sup>0.67</sup> /d	63.4 ± 9.2 <sup>a</sup>	112.6 ± 11.4 <sup>b</sup>	146.3 ± 14.1 <sup>b</sup>	170.2 ± 26.5 <sup>b</sup>	288.9 ± 65.2 <sup>c</sup>
BE <sub>Harn</sub>	kj/kg LM <sup>0.67</sup> /d	20.4 ± 1.8 <sup>a</sup>	41.8 ± 3.0 <sup>bc</sup>	45.1 ± 4.3 <sup>bc</sup>	44.8 ± 4.7 <sup>b</sup>	55.7 ± 9.6 <sup>c</sup>
UE	kj/kg LM <sup>0.67</sup> /d	352.8 ± 10.3 <sup>a</sup>	546.0 ± 49.7 <sup>bc</sup>	514.5 ± 30.1 <sup>b</sup>	703.3 ± 48.8 <sup>c</sup>	890.2 ± 86.7 <sup>d</sup>
u(E)	kJ/kJ	0.8 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.0 <sup>ac</sup>	0.7 ± 0.0 <sup>bc</sup>	0.8 ± 0.0 <sup>ac</sup>	0.7 ± 0.0 <sup>c</sup>

Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0.05$ )

### 3.7 Körperfett und fettfreie Körpermasse

Zu Versuchsbeginn lag der Körperfettanteil der Katzen zwischen < 4 und 11.5 % und betrug im Mittel  $7.1 \pm 0.9$  %, der Anteil an fettfreier Körpermasse (FFM) belief sich auf durchschnittlich  $90.0 \pm 0.9$  %. Im Verlaufe der Trächtigkeit stieg der prozentuale Anteil Fett bei allen Katzen ausser den Tieren 5 und 7 an und betrug kurz nach der Geburt im Mittel  $9.3 \pm 1.4$  %. Im Gegenzug nahm der prozentuale Anteil an FFM während der Trächtigkeit bei allen ausser den zwei oben erwähnten Katzen ab. Dabei lag der relative Verlust bei den Kätzinnen mit kleinen Würfen ( $\leq 2$  Welpen) im Mittel bei  $4.7 \pm 1.1$  %, während sich die FFM bei den Katzen mit mittleren und grossen Würfen ( $\geq 3$  Welpen), bedingt durch die Zunahmen der Katzen 5 und 7, im Durchschnitt nicht veränderte. Während der Laktation erhöhte sich der Fettanteil derjenigen Katzen mit einem und zwei Welpen weiter, während er bei den Kätzinnen mit drei und mehr Welpen deutlich abnahm. Im Mittel betrug der Anteil Fett zum Zeitpunkt des Absetzens (Ende 8. Laktationswoche)  $6.5 \pm 2.8$  %. Zwischen der Geburt und dem Absetzen der Welpen nahm der Fettanteil der Kätzinnen mit einem oder zwei Welpen durchschnittlich um 2.4 % zu, während diejenigen mit drei und mehr Welpen im Mittel 4.9 % ihres Körperfetts verloren. Der Veränderungen des Anteils an fettfreier Körpermasse verhielt sich wiederum gegensätzlich zum Fettanteil. Der prozentuale Anteil an FFM nahm bei den Kätzinnen mit einem oder zwei Welpen weiter ab, stieg hingegen bei den Katzen mit grösseren Würfen im Verlaufe der Laktation

## Resultate

wieder an. Der Anteil an Körperfett und fettfreier Körpermasse zu den verschiedenen Messzeitpunkten sowie deren Veränderungen sind in Tabelle 21 und 22 dargestellt.

**Tabelle 21: Veränderungen des Körperfettanteils der einzelnen Katzen sowie zusammengefasst nach Wurfgrösse, Angaben in % der Körpermasse (n = 10)**

	Katze	Fettanteil adult	Fettanteil nach Geburt	Fettanteil beim Absetzen	Veränderung des Fettanteils zwischen Geburt und Absetzen	MW nach Wurfgrösse	MW kl. vs. gr. Würfe
1 Welpen	1	11.5	12.8	16.3	3.5	3.5	2.4 ± 1.1
2 Welpen	2	11.1	18.4	19.1	0.7	1.4 ± 0.6	
	3	6.7	11.6				
	4	<4 (2.9)*	9.1	11.1	2		
3 Welpen	5	5.1	<4 (3.4)*	<4 (0.3)*	-3.1	-3.1	-4.9 ± 1.3
4 Welpen	6	8	8.9	<4 (3.4)*	-5.5	-5.5	
5 Welpen	7	7.4	<4 (3.7)*	<4 (0.4)*	-3.3	-4.7 ± 1.4	
	8	4	6.2	<4 (0.1)*	-6.1		
	9	8.7	9.3				
6 Welpen	10	5.3	9.3	<4 (1)*	-8.3	-8.3	
Mittelwert		7.1	9.3	6.5	-2.5		
SE		0.9	1.4	2.8	1.5		

\* Werte von <4 % können von der Software nicht zuverlässig differenziert werden

**Tabelle 22: Veränderungen des Anteils fettfreier Körpermasse (FFM) der einzelnen Katzen sowie zusammengefasst nach Wurfgrösse, Angaben in % der Körpermasse (n = 10)**

	Katze	FFM adult	FFM nach Geburt	FFM beim Absetzen	Veränderung der FFM während der Trächtigkeit	MW kl. vs. gr. Würfe	Veränderung der FFM während Laktation	MW kl. vs. gr. Würfe
1 Welpen	1	85.5	84.2	80.9	-1.6	-4.7 ± 1.1	-3.3	-1.9 ± 0.8
2 Welpen	2	86.0	79.0	78.4	-7.0		-0.6	
	3	90.3	85.8		-4.5			
	4	94.1	88.4	86.5	-5.7		-1.9	
3 Welpen	5	91.9	93.9	96.4	2.0	0.0 ± 1.2	2.6	5.2 ± 1.0
4 Welpen	6	89.1	88.6	94.3	-0.5		5.7	
5 Welpen	7	89.6	93.7	97.0	4.1		3.3	
	8	93.1	91.3	97.4	-1.8		6.1	
	9	88.5	88.0		-0.5			
6 Welpen	10	91.8	88.3	96.6	-3.5		8.4	
Mittelwert		90.0	88.1	91.0	-1.9		2.5	
SE		0.9	1.4	2.8	1.1		1.5	

## **4 Diskussion**

### **4.1 Kritik der Methoden**

#### **4.1.1 Versuchstiere**

Hinsichtlich Rasse und Geschlecht waren die Versuchstiere einheitlich. Das Alter der Katzen schwankte zwischen 1.1 und 3.3 Jahren. Da eine Katze ab 1-jährig als adult gilt und davon ausgegangen wird, dass sich der Energiebedarf adulter Katzen bis zum Alter von > 10 Jahren nicht mehr stark verändert (HARPER, 1998), können altersbedingte Unterschiede im Metabolismus weitgehend ausgeschlossen werden. Durch die relativ geringe Anzahl Versuchstiere, insbesondere in der Laktation, haben individuelle Unterschiede relativ starke Auswirkungen. Da sich die Tiere für die statistische Auswertung nicht immer in Gruppen einteilen liessen, werden die Resultate zum Teil am Einzeltier diskutiert.

#### **4.1.2 Versuchsanordnung**

Die Messphasen während der Gravidität und Laktation sollten jeweils die erste und zweite Hälfte jeder Phase abdecken. Während der Gravidität wurden die Bilanzphasen ausserdem so gewählt, dass einerseits die Trächtigkeit sicher bestätigt werden konnte und andererseits noch keine Geburt zu erwarten war. In der vorliegenden Arbeit konnten keine vollständigen Gaswechseldaten erhoben werden, da die Respirationsanlage nach Versuchsbeginn ausfiel und nicht mehr weiter zur Verfügung stand. Somit konnte keine Kohlenstoffbilanz und keine vollständige Energiebilanz erstellt werden, was leider weder eine Berechnung des Energiebedarfs noch des Fettansatzes der adulten Katze mit Hilfe von Gaswechseldaten zuließ. Die Aufnahme an umsetzbarer Energie und die Umsetzbarkeit der Energie konnte aber berechnet werden, da die Katze keine Energie über Methan ausscheidet. Auch die Stickstoffbilanz konnte bestimmt werden. Neun von zehn Tieren zeigten während aller Versuchswochen ein ungestörtes Allgemeinbefinden und verhielten sich arttypisch, sodass stressbedingte Einflüsse auf die Versuchsergebnisse bei diesen Tieren weitgehend ausge-

geschlossen werden können. Eine Katze hingegen, schien während der Versuche leicht gestresst, was sich eventuell auf ihren Energiebedarf ausgewirkt hat.

### **4.1.3 Kot- und Harnsammlung**

Die eingesetzte Katzentoilette, die von SCHADE (2006) beschrieben wurde, erlaubte die komplette und getrennte Sammlung von Harn und Kot. Die Toiletten wurden von allen Katzen ausser einer, welche die Benützung während der Laktation verweigerte, gut akzeptiert. Dank der verwendeten Polypropyleneinstreu konnten Harn und Kot fast immer mit geringen Verlusten getrennt gewonnen werden, sodass die Ergebnisse nur vernachlässigbar verfälscht wurden. Schon STIEFEL (1999) beschrieb Verluste durch am Plastikgranulat anhaftenden Urin von lediglich ca. 1 - 2 %, was in der Gesamtbilanz einen sehr geringen Fehler verursacht. Dies kann auch dadurch bestätigt werden, dass bei adulten Katzen im Erhaltungsstoffwechsel teilweise sogar negative Stickstoffbilanzen auftraten (ISENEGGER, 2008), was grosse Fehler durch Urin- oder Kotverluste nahezu ausschliesst. Bei Katze 4 war die getrennte Sammlung von Kot und Urin in der 6. Laktationswoche nicht möglich, da der sehr dünnflüssige Kot sich mit dem Urin vermischte, was eine Auswertung unmöglich machte.

### **4.1.4 Fütterung**

Um das Gewicht der Katzen vor der Belegung konstant zu halten, wurden sie während der Adultmessung restriktiv, in der Gravidität und Laktation aber ad libitum gefüttert. Dies verunmöglicht einen direkten Vergleich der Futter- resp. Energieaufnahme zwischen den Messphasen während der Trächtigkeit und Laktation mit der Adultmessung. Die anfängliche restriktive Fütterung war allerdings notwendig, um eine Zunahme des Körpergewichts vor der Bedeckung vermeiden und somit die Veränderungen der Körperzusammensetzung während der Gravidität und Laktation korrekt erfassen zu können. Ausserdem wurde den Katzen in der Adultwoche ein ‚adult‘ Feuchtfutter und erst ab Bestätigung der Trächtigkeit ein ‚Aufzucht‘ Feuchtfutter angeboten, was sich durch die eventuell unterschiedliche Akzeptanz auch auf die auf-

genommene Futter- und somit Energiemenge auswirken konnte. Ebenfalls könnten allfällige Unterschiede in der Verdaulichkeit zwischen der Adult- und den Reproduktionsphasen auf das verschiedene Futter zurückzuführen sein. Die verschiedenen Futtermittel wurden gewählt, um den unterschiedlichen Bedürfnissen der Katze im Erhaltungsstoffwechsel und während Trächtigkeit und Laktation gerecht zu werden. Der Energiegehalt der beiden Rationen lag mit 24.8 kJ UE/ g TS für das Adultfutter und 24.2 kJ UE/ g TS für das Aufzuchtfutter über den Empfehlungen von KIRK (2000) von 16.7 - 20.9 kJ UE/g TS für junge bis mittelalte (1-7 Jahre) adulte Katzen und 17 - 21 kJ UE/kg TS für gravide und laktierende Katzen. Ausserdem wies das Adultfutter sogar einen im Vergleich zum Aufzuchtfutter leicht höheren Energiegehalt auf. Da es sich um kommerzielle Futtermittel eines Herstellers handelt, mussten diese kleinen Abweichungen von den Empfehlungen akzeptiert werden. Zum Zeitpunkt der Messungen waren die Tiere jeweils mindestens sieben Tage angefüttert, sodass Chymusreste anderer Futtermittel ausgeschlossen werden konnten und die Katzen an das jeweilige Futtermittel gewöhnt waren.

## **4.2 Körpermasse**

### **4.2.1 Gewichtsentwicklung während der Gravidität**

Der Gewichtsverlauf der Kätzinnen während der Gravidität zeigte ein heterogenes Bild. Im Gegensatz zu den Katzen in den Studien von LOVERIDGE (1986), LEWIS et al (1990) und SCHADE (2006) nahmen die Tiere in der vorliegenden Untersuchung mit wenigen Ausnahmen nicht linear zu. Vielmehr traten häufig Gewichtsschwankungen auf. Den vorübergehenden Gewichtsverlusten können zahlreiche Ursachen zu Grunde liegen. Es kann spekuliert werden, dass sie durch eine verminderte Futteraufnahme aufgrund von Stress, zum Beispiel bedingt durch den Wechsel von Gruppen- (zwischen den Bilanzphasen) und Einzelhaltung (während der Bilanzphasen), Veränderungen in der Umgebung und durch die veränderten Bedingungen während der Bilanzphasen zu Stande kamen. Weitere Faktoren könnten eine temporär erhöhte Aktivität der Katzen oder eine vorübergehende schlechtere Verwertung des Futters sein. Letzterer Einflussfaktor scheint insofern plausibel, als die Verdaulichkeit in der 7. Trächtigkeitswoche sowie der 2. Laktationswoche signifikant niedriger war als während der Adultmessung. Um Aufschluss auf diese Fragen zu erhalten, müssten



die Stoffwechselversuche über alle Trächtigtkeitswochen durchgeführt werden oder es müssten die Umgebungsbedingungen während der versuchsfreien Wochen stärker homogenisiert werden, was beides aufgrund der Tierschutzverordnung und den räumlichen Gegebenheiten der Katzenhaltung nicht möglich war. Auch würden bei einer grösseren Anzahl an Versuchstieren individuelle Schwankungen weniger ins Gewicht fallen. Somit kann davon ausgegangen werden, dass LOVERIDGE (1986) bei 160 Versuchstieren repräsentativere Ergebnisse bezüglich der durchschnittlichen Zunahmen erhielt. Da auch alle Katzen der vorliegenden Studie spätestens ab der zweiten Trächtigtkeitswoche an Gewicht zulegten, kann von einer schon zu Beginn der Trächtigtkeit beginnenden Gewichtszunahme gesprochen werden. Diese Ergebnisse entsprechen den Beobachtungen von LOVERIDGE (1986), LEWIS et al. (1990) und SCHADE (2006), die feststellten, dass die Katze vom Zeitpunkt der Paarung an zunimmt und nicht wie die Hündin erst im letzten Trächtigtkeitsdrittel eine verstärkte Gewichtszunahme zeigt (HOLME, 1982; KRONFELD, 1982; LEWIS et al., 1990). Die mittlere Gesamtzunahme während der Gravidität betrug  $1.4 \pm 0.1$  kg, was 39.25 % des Körpergewichtes bei Bedeckung entspricht. Diese Beobachtung deckt sich mit jenen von LOVERIDGE (1986) und LOVERIDGE und RIVERS (1989), welche in ihren Untersuchungen an 160 respektive 75 Katzen eine Erhöhung des Körpergewichtes um 40 % beziehungsweise 39 % feststellten. SCHADE (2006) verzeichnete bei ihren 9 Katzen gar eine mittlere Zunahme um 50 % der vorgeburtlichen Lebendmasse. Im Gegensatz dazu beobachtete KRONFELD (1982) eine Zunahme der Körpermasse um lediglich 25 %. Da in den eigenen Untersuchungen sowie bei SCHADE (2006) mit einer relativ kleinen Anzahl Versuchstieren gearbeitet wurde, können sich individuelle Unterschiede stärker auswirken. Bei KRONFELD (1982) ist die Grösse der Versuchstierpopulation nicht bekannt. Somit kann angenommen werden, dass LOVERIDGE (1986) sowie LOVERIDGE und RIVERS (1989) die allgemein gültigsten Ergebnisse lieferten. Die deutlichen Unterschiede zwischen den Studien zeigen jedoch, wie grosse individuelle Unterschiede es bei den einzelnen Katzen geben kann. Die Unterschiede in der Gewichtsentwicklung könnten auch durch die verschiedenen Futtermittel und Fütterungsregimes bedingt sein. Allerdings lässt sich dazu keine Aussage machen, da mit Ausnahme der Studie von SCHADE (2006), in welcher die Tiere ad libitum mit Trockenfutter ernährt wurden, die Angaben zur Fütterung fehlen. LOVERIDGE (1986) stellte in seinen Untersuchungen einen Zusammenhang zwischen der Zunahme des Muttertiers und der Anzahl Welpen fest.

So erhöhte sich der Zuwachs des Muttertiers für jeden zusätzlichen Welpen um 121 g. LOVERIDGE und RIVERS (1989) stellten die totale Gewichtszunahme ebenfalls als lineare Funktion der Wurfgrösse dar. Eine entsprechende Abhängigkeit konnte in der vorliegenden Studie jedoch nicht festgestellt werden. Zwar zeigte die einzige Katze mit nur einem Welpen auch die geringste Zunahme (0.6 kg bzw. 14.9 % der LM vor Bedeckung), die grösste Zunahme (2.2 kg bzw. 63.4 % der LM vor Bedeckung) war jedoch bei einer Katze mit zwei Welpen zu beobachten. Dies deckt sich mit den Beobachtungen von SCHADE (2006), die auch keinen Zusammenhang zwischen der Gewichtszunahme und der Anzahl Welpen feststellen konnte. Der prozentuale Anteil des Wurfgewichtes an der Gesamtzunahme während der Trächtigkeit betrug in der vorliegenden Arbeit  $32.3 \pm 4.6$  %. Dieser Wert lag in einem ähnlichen Bereich wie derjenige, den SCHADE (2006) mit  $29.7 \pm 10.8$  % beschrieb. Zwischen dem prozentualen Anteil des Wurfgewichtes an der Gesamtzunahme und der Wurfgrösse bestand nicht bei jedem Einzeltier eine lineare Abhängigkeit. Im Allgemeinen war dieser Anteil aber in Würfen mit vielen Welpen grösser. So lag er bei den kleinen Würfen ( $\leq 2$  Welpen) bei  $16.8 \pm 4.0$  %, bei den mittleren bis grossen Würfen ( $\geq 3$  Welpen) bei  $42.7 \pm 3.1$  %. SCHADE (2006) konnte keine entsprechende Tendenz beobachten. In den übrigen Studien wurden keine Angaben zu einem eventuellen entsprechenden Zusammenhang gemacht.

### **4.2.2 Gewichtsveränderungen durch Geburt und Laktation**

Der mittlere Gewichtsverlust durch die Geburt betrug  $420 \pm 70$  g, was  $8.9 \pm 1.4$  % der vorgeburtlichen Lebensmasse und  $32 \pm 5$  % des Zuwachses während der Trächtigkeit entspricht. LOVERIDGE und RIVERS (1989) verzeichneten eine stärkere Gewichtsabnahme von durchschnittlich 512 g respektive 12 % des vorgeburtlichen Gewichts oder 40 % der Zunahmen während der Gravidität. Auch in den Untersuchungen von SCHADE (2006) und ZOTTMANN (1997) lag der Gewichtsverlust bei  $12.3 \pm 5.2$  % (SD) respektive 12.5 % des vorgeburtlichen Körpergewichts. Es kann spekuliert werden, dass die geringeren Verluste in der vorliegenden Untersuchung dadurch zu Stande kamen, dass die Katzen aus versuchstechnischen Gründen nicht immer unmittelbar nach der Geburt gewogen werden konnten und zwischenzeitlich bereits die Möglichkeit hatten, Futter aufzunehmen. In der Studie von SCHADE (2006) lag

ausserdem die durchschnittliche Wurfgrösse mit 4.3 Welpen pro Wurf deutlich über derjenigen in der vorliegenden Studie mit durchschnittlich 3.5 Welpen pro Wurf. Dadurch könnte die Differenz zwischen den beiden Studien mit vergleichbaren Versuchsbedingungen erklärt werden. Die durchschnittliche Wurfgrösse in der Studie von LOVERIDGE und RIVERS (1989) ist nicht bekannt. Beim Betrachten der Einzelkatzen fällt auf, dass Katze 4 mit der stärksten Gewichtszunahme während der Gravidität (63.4 % der LM vor der Bedeckung) einen sehr geringen Gewichtsverlust durch die Geburt zeigte (3.8 % der vorgeburtlichen LM) und im Gegensatz dazu Katze 5, deren Gewichtszunahme in der Trächtigkeit weniger als halb so gross war (27.8 % der LM vor der Bedeckung) wie jene von Katze 4, durch die Geburt fast drei mal mehr Gewicht verlor (10.1 %) als diese. Dies lässt vermuten, dass Katze 4 nicht ausschliesslich durch das Welpenwachstum zunahm, sondern auch viel körpereigene Substanz zulegte.

Kurz nach der Geburt entsprach das Gewicht der Kätzinnen durchschnittlich  $127.1 \pm 4.2$  % des Gewichts bei der Paarung. Tendenziell war das Gewicht der Kätzinnen mit kleinen Würfen nach der Geburt stärker erhöht als dasjenige der Kätzinnen mit mehr Welpen. Beim Einzeltier bestand jedoch nicht immer ein Zusammenhang mit der Wurfgrösse. So betrug das Gewicht von Katze 4 mit zwei Welpen 157.1 % des Gewichts bei der Paarung, das Gewicht von Katze 9 mit fünf Welpen 117.3 % des Gewichts beim Decken. Das nachgeburtliche Gewicht der Katzen in der Studie von LOVERIDGE und RIVERS (1989) lag mit 119 - 126 % des Paarungsgewichts in einem ähnlichen Bereich. Auch gemäss NRC (2006) wiegen die Katzen nach der Geburt mehr als vor der Bedeckung. Die Katzen in der vorliegenden Studie scheinen also während der Trächtigkeit extrauterines Gewebe aufgebaut zu haben. Bereits LOVERIDGE (1986), LOVERIDGE und RIVERS (1989) sowie LEWIS et al. (1990) beschrieben den Aufbau von Körperreserven während der Gravidität der Kätzin. Der Zuwachs diene während der Laktation als Nährstoffdepot, da in jener Zeit die Energieansprüche grösser sind, als dass sie durch die Futteraufnahmen gedeckt werden könnten (LOVERIDGE 1986). Über die Natur des Gewebezuwachses konnte bisher nur spekuliert werden. Es wird in Kapitel 4.5 näher darauf eingegangen.

Im Verlaufe der Laktation kam es bei allen ausser einer Katze, welche ab der 7. Laktationswoche wieder leicht zunahm, zu einem stetigen Abfall des Körpergewichts. Dies, obgleich die Energieversorgung bei allen Tieren mit Ausnahme von Katze 3 den Empfehlungen des NRC (2006) entsprach oder darüber lag (Vergleich mit Ener-

giebilanz im Kapitel 4.4). Diese Beobachtung deckt sich mit jenen von LOVERIDGE (1986), SCOTT (1986), ZOTTMANN (1997) HENDRIKS und WAMBERG (2000) sowie jener des NRC (2006), welche ebenfalls eine tendenzielle Abnahme der Körpermasse der Kätzin trotz ausreichender oder über den Empfehlungen liegender Fütterung verzeichneten. Im Gegensatz zur vorliegenden Studie, in welcher alle Katzen bis zur 7. Laktationswoche an Gewicht verloren, nahmen in der Studie von WICHERT et al. (2009) in der 2. Laktationswoche zwei und in der 6. Laktationswoche drei von sechs Katzen wieder an Gewicht zu. Eine Erklärung dafür könnte die in jenen zwei Laktationswochen höhere mittlere Aufnahme an umsetzbarer Energie der Katzen in der Studie von SCHADE (2006) sein (siehe auch Kap. 4.4).

In der vorliegenden Studie betrug das durchschnittliche Gewicht der Katzen in der 2. Laktationswoche noch  $91.9 \pm 1$  %, in der 6. Laktationswoche noch  $79.6 \pm 2.8$  % des nachgeburtlichen Gewichts. Dabei lag es bei den Katzenmüttern mit wenigen Welpen ( $\leq 2$ ) im Mittel noch bei  $89.6 \pm 1.6$  %, bei denjenigen mit grösseren Würfen ( $\geq 3$  Welpen) noch bei  $74.6 \pm 1.8$  % des nachgeburtlichen Gewichts. Demzufolge kam es bei den Kätzin mit einer grösseren Anzahl Welpen zu einer rascheren Gewichtsabnahme. Eine entsprechende Feststellung machten auch LOVERIDGE und RIVERS (1989) in ihrer Studie an 75 Katzen, wogegen die Ergebnisse von SCHADE (2006) nicht in diesen Trend passten.

Der durchschnittliche Gewichtsverlust der Kätzin während der gesamten Laktation betrug  $0.8 \pm 0.1$  kg. Dieses Ergebnis entspricht jenem des NRC (2006), welches eine mittlere Abnahme des Körpergewichts während der Laktation um 700 - 800 g angibt. LOVERIDGE (1989) beschreibt eine Abhängigkeit des laktationsbedingten Gewichtsverlustes von der Wurfgrösse. In seiner Studie verloren die Kätzin während der Laktation mit einem Welpen 19 %, diejenigen mit 4 Welpen 21 % des Gewichtes nach der Geburt. Der bei LOVERIDGE (1989) beschriebene Zusammenhang zwischen Anzahl Welpen im Wurf und Gewichtsverlust konnte bestätigt werden, allerdings war letzterer in der vorliegenden Studie deutlich grösser. So verloren die laktierenden Kätzin mit zwei Welpen im Mittel  $15.2 \pm 0.0$  %, diejenigen mit drei Welpen  $22.3 \pm 6.2$  %, diejenigen mit 4 Welpen  $24.7 \pm 4.2$  % und jene mit 5 Welpen  $28.7 \pm 0.3$  % des nachgeburtlichen Gewichts.

In der Studie von LOVERIDGE und RIVERS (1989) befanden sich alle Katzen zu Laktationsende innerhalb einer Abweichung von 2 % des Gewichtes zum Zeitpunkt

der Bedeckung, unabhängig von der Wurfgrösse. In der vorliegenden Untersuchung lag das Gewicht der Kätzinnen zu Laktationsende im gleichen Bereich ( $101.8 \pm 5.6$  % des Paarungsgewichts), wobei zwischen der leichtesten und der schwersten Katze mit 87.6 % bzw. 133.2 % des Paarungsgewichts grosse Unterschiede bestanden. Bei Betrachtung der Einzeltiere fällt vorerst auf, dass die Kätzinnen mit vier und fünf Welpen zum Absetzzeitpunkt leichter sind als bei der Bedeckung, diejenigen mit einem, zwei oder drei Welpen jedoch, mit Ausnahme einer Katze, schwerer waren als zum Deckzeitpunkt. Dies legt die Vermutung nahe, dass der Gewichtsverlauf im Wesentlichen von der Wurfgrösse abhängt. Der unterschiedliche Gewichtsverlauf könnte jedoch auch durch Differenzen in der Energieaufnahme bedingt sein. Da die Energiebilanz nur für je zwei Bilanzwochen während der Gravidität und Laktation erhoben wurde, kann diese nicht als uneingeschränkt repräsentativ für die gesamte Reproduktionsphase gelten. Bei deren Betrachtung wird deutlich, dass zwar jene Katze mit starkem Gewichtsverlust trotz kleinem Wurf eine stark negative Energiebilanz aufweist, und drei der vier Katzen mit Gewichtszunahme in jenen Wochen eine stark positive Energiebilanz aufweisen, jedoch eine Katze trotz während der 4 Bilanzwochen im Durchschnitt nicht bedarfsdeckender Energieaufnahme, im Reproduktionsverlauf an Gewicht zulegte. Mit grosser Wahrscheinlichkeit hat diese Katze in den Wochen zwischen den Bilanzphasen umso mehr Energie aufgenommen oder hatte bedingt durch eine verminderte Aktivität einen niedrigeren Energiebedarf. Bei denjenigen Katzen, die zu Laktationsende leichter waren als zum Deckzeitpunkt war die Energieversorgung bei drei Tieren leicht ober- oder unterhalb der Empfehlung des NRC (2006), eine Katze nahm aber deutlich mehr Energie auf als empfohlen. Es scheinen also mehrere Faktoren den nachgeburtlichen Gewichtsverlauf zu beeinflussen.

### **4.3 Scheinbare Verdaulichkeit**

Die scheinbaren Verdaulichkeiten von Ra, Rfa und NfE veränderten sich innerhalb der einzelnen Messphasen nicht signifikant. Beim Rohfett war die scheinbare Verdaulichkeit während der Adultmessung signifikant höher als während der beiden Messphasen in der Gravidität sowie während der zweiten Laktationswoche. Bis zur

6. Laktationswoche kam es zu einem weiteren signifikanten Abfall der scheinbaren Verdaulichkeit. Die scheinbare Verdaulichkeit des Rohfetts adulter Katzen von  $96.3 \pm 0.5$  % entspricht den Angaben von STIEFEL (1999) und SCHADE (2006), welche Werte von  $93.8 \pm 3.4$  % beziehungsweise  $97.0 \pm 1.2$  % für die scheinbare Verdaulichkeit des Rohfetts ermittelten. Bei NORVEL (1978), der verschiedene kommerzielle Katzenfutter bezüglich Rohfettverdaulichkeit untersuchte, lag diese zwischen 85 % und 94 %. Gemäss KANE et al. (1981) beträgt die scheinbare Verdaulichkeit von Rohfett 90 %, bei einem Rohfettanteil von 10 % in der Trockenmasse. Sie steigt aber auf 97 - 99 % an bei einem Rohfettanteil von 25 - 50 % in der TS. Da in der vorliegenden Untersuchung das Aufzuchtfutter mit 23.2 % einen niedrigeren Rohfettanteil aufwies als das Adultfutter mit 27.5 %, könnte damit die geringere Rohfettverdaulichkeit während der Trächtigkeit und Laktation zum Teil erklärt werden. Möglicherweise wurde in den beiden kommerziellen Futtermitteln auch unterschiedliche Formen von Fett verarbeitet, was ebenfalls dessen Verdaulichkeit beeinflussen kann (ADAMS und JENSEN, 1984). SCHADE (2006), in deren Studie die 11 Katzen stets mit demselben Trockenfutter ernährt wurden, konnte keine Beeinträchtigung der Rohfettverdaulichkeit während der Trächtigkeit feststellen. Das verwendete Trockenfutter war mit einem Rohfett-Gehalt von 18.9 % in der TS jedoch fettärmer als das Feuchtfutter in der vorliegenden Studie mit 23.2 % und die Katzen nahmen pro kg metabolische Körpermasse weniger Fett auf als in der vorliegenden Studie. Es kann daher spekuliert werden, dass die Fettverdauungskapazität auf Grund der grossen Futter- und somit Fettmengen überschritten wurde und in der Folge die scheinbare Verdaulichkeit des Rohfetts sank. Allerdings ist die Katze gemäss MAC DONALD et al. (1984) in der Lage einen 67 prozentigen oder noch höheren Anteil Fett der ME effizient zu verdauen. SCOTT (1968) schätzt, dass auch bei Grosskatzen der Fettanteil des Futters 60 - 67 % der ME entspricht. Katzenspezifische Studien zum Einfluss der Trächtigkeit und Laktation auf die Verdaulichkeit der Nährstoffe sind dem Autor nicht bekannt. Beim landwirtschaftlichen Nutztier jedoch konnten keine reproduktionsbedingten Veränderungen in der Verdaulichkeit der Nährstoffe festgestellt werden (KIRCHGESSNER, 2008). Beim Kaninchen erwies sich die scheinbare Verdaulichkeit von Rohfett bei trächtigen und laktierenden Häsinnen sogar höher als beim adulten Tier (ARANDA et al., 1987; IYGHE-ERAKPOTOBBO et al, 2007). Der niedrigste Wert für die mittlere Rohfettverdaulichkeit in der 6. Laktationswoche kam durch einen sehr niedrigen Einzelwert zu Stande.

Die Rohproteinverdaulichkeit adulter Katzen von  $83.4 \pm 2.1$  % entspricht den Angaben von OPITZ (1996), welche bei verschiedenen kommerziellen Feuchtfuttermitteln Werte von 76 % bis 92 % für die scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins ermittelte. Auch bei der Rohproteinverdaulichkeit von Trockenfutter variieren die Literaturangaben zum Teil erheblich. So ermittelte DAMMERS (1980) eine scheinbare Verdaulichkeit von 74 %, während ZENTEK (1987) bei TF-Fütterung eine scheinbare Verdaulichkeit von 93.8 % beschrieb. Bei LÄUGER (2001) lag die Rohproteinverdaulichkeit bei ca. 85 %, bei SCHADE (2006) bei ca. 86 %. Gemäss DEKEYZER (1997) sind die Unterschiede in der scheinbaren Verdaulichkeit durch die unterschiedliche Proteinqualität und –quantität bedingt. STIEFEL (1999) beobachtete, dass sich die Rohproteinverdaulichkeit mit steigendem RP-Gehalt in der Ration verbesserte. Bei KANE et al. (1981) stieg die scheinbare Verdaulichkeit des Rohproteins ausserdem bei einer Steigerung des Fettgehalt der Ration an. Die endogene fäkale Stickstoffausscheidung beträgt bei Katzen durchschnittlich 57.4 mg/kg LM/d (DEKEYZER, 1997). Der anhand dieses Wertes geschätzte prozentuale Anteil des endogenen Kotstickstoffs an den ermittelten fäkalen Stickstoffverlusten liegt in der vorliegenden Studie zwischen 8.2 % und 28.4 %. Somit liegt die unter Berücksichtigung des endogenen Kotstickstoffs geschätzte wahre Verdaulichkeit des Stickstoffs zwischen 84.2 % und 91.7 %.

**Tabelle 22: Geschätzter Anteil des endogenen Kotstickstoffs (endogener  $N_{Kot}$ ) an den fäkalen Stickstoffverlusten ( $N_{Kot}$ ) und die geschätzte wahre Verdaulichkeit (%) während der Versuchswochen adult, 4. Wo Trächtigkeit, 7. Wo Trächtigkeit (n = 10), 2. Wo Laktation (n= 8) und 6. Wo Laktation (n = 7)**

	Einheit	adult	4. TW	7. TW	2. LW	6. LW
$N_{Futter}$	mg/kg LM/d	1236	2245	2263	2944	3959
$N_{Kot}$	mg/kg LM/d	190	318	361	363	700
endogener $N_{Kot}$	mg/kg LM/d	57.4	57.4	57.4	57.4	57.4
Anteil des endogenen $N_{Kot}$ am $N_{Kot}$	%	28.4	18.1	15.9	15.8	8.2
wahre Verdaulichkeit	%	91.7	89.6	88.2	91.0	84.3

TW = Trächtigkeitswoche

Die scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie lag zwischen  $95.7 \pm 0.7$  (6. Laktationswoche) und  $97.2 \pm 0.3$  % (4. Trächtigkeitswoche). Die insgesamt höheren Werte im Vergleich zu niedrigeren Verdaulichkeiten der einzelnen Nährstoffe können durch die Bestimmung der Energieverdaulichkeit mittels Bombenkalorimeter an Stelle der Berechnung mittels der Werte der Weenderanalyse erklärt werden.

## 4.4 Bilanzen

### 4.4.1 Stickstoffbilanz und Proteinansatz

Die Stickstoffretention und in der Folge auch der Proteinansatz der verschiedenen Versuchsphasen unterschied sich mit Ausnahme der 2. Laktationswoche, in welcher die Bilanz im Durchschnitt negativ ausfiel, nicht signifikant. Die gemachten Beobachtungen konnten mittels DEXA bestätigt werden. Der prozentuale Anteil der fettfreien Körpermasse (FFM) unterschied sich zwischen den drei Messphasen ‚adult‘, ‚nach der Geburt‘ und ‚nach der Laktation‘ nicht signifikant. Es muss allerdings beachtet werden, dass sich die Angaben auf die metabolische Lebendmasse beziehen, welche während der Trächtigkeit und Laktation deutlich höher war als während der Adultmessung. Somit ist bei auf die Lebendmasse bezogenem, gleichbleibendem Proteinansatz, der absolute Proteinansatz respektive die absolut retinierte Menge an Stickstoff trotzdem grösser.

Die während der Adultmessung retinierte Stickstoffmenge von  $0.2 \pm 0.1$  g/kg LM<sup>0.67</sup>/d entspricht den von SCHADE (2006) und ZOTTMAIER (2008) ermittelten Werten von  $0.2 \pm 0.2$  bzw.  $0.2 \pm 0.1$  g/kg LM<sup>0.67</sup>/d für adulte Katzen. Dass die Stickstoffbilanz trotz N-Gleichgewicht nicht 0 ergibt, wurde in verschiedensten Versuchen an Mensch und Tier festgestellt und sehr unterschiedlich begründet (SCHAUFELBERGER, 2008). Eine Katze zeigte während der Adultmessung trotz weit über der Empfehlung des NRC (2006) liegender Proteinaufnahme eine leicht negative Stickstoffbilanz. Eine mögliche Erklärung wäre, dass jene Katze während der Adultmessung das Futter schlechter verwertete als die übrigen Tiere. Tatsächlich war die scheinbare Verdaulichkeit der Nährstoffe, mit Ausnahme derjenigen des Rohfetts bei jener Katze während der Adultmessung unterdurchschnittlich niedrig. Weiter könnte Stress für die negative Stickstoffbilanz verantwortlich sein. Gemäss GORE et al. (1993) und FERRANDO und WOLFE (2007) führen hormonelle Veränderungen, die bei Stresszuständen auftreten, zu einem erhöhten Umbau von Muskelprotein, wobei der Proteinkatabolismus den Anabolismus übersteigt. Dabei wirken erhöhte Spiegel von Adrenalin, Cortisol und Glucagon als katabole Faktoren. KESSLER (1997) konnte anhand ihrer Studie an Tierheimkatzen zeigen, dass die Reaktion auf Stress, bedingt durch die fremde Umgebung und Artgenossen, sehr unterschiedlich sein kann. STUART et al. (1990) und FERRANDO et al. (1996) stellten zudem in ihren Untersuchungen an Menschen mit strikter Bettruhe fest, dass auch Bewegungsmangel zu einem Abbau



der fettfreien Körpermasse führen kann. Da die Tiere während der Adultmessung in Boxen gehalten wurden und ausserhalb der 90 minütigen Freilaufphase relativ wenig Bewegungsfreiheit hatten, kann die Situation mit der Bettruhe beim Menschen verglichen werden. Es konnte beobachtet werden, dass sich einige Tiere in dieser Situation kaum bewegten, wogegen andere häufig Spielverhalten zeigten. Eventuell wurde vermehrt Protein zur Energiegewinnung gebraucht, da die Energiebilanz jener Katze, bedingt durch die restriktive Fütterung während der Adultmessung, leicht negativ war. LAFLAMME und HANNAH (2005) konnten zeigen, dass die Katze auf Grund ihrer Unfähigkeit den Proteinstoffwechsel zu regulieren (ROGERS et al., 1977) bei Energierestriktion einen erhöhten Proteinbedarf hat und ansonsten gezwungen ist, körpereigenes Protein zur Energiegewinnung abzubauen. Die restriktive Fütterung war zur Vermeidung einer deutlichen Veränderung der Körperzusammensetzung vor der Belegung notwendig, da der Einfluss von Trächtigkeit und Laktation bestimmt werden sollte. Die Fütterung der Tiere wurde in der Adaptationsphase auf Gewichtskonstanz eingestellt und dann während der Bilanzmessung so weitergeführt. Augenscheinlich verbrauchten einige Katzen während der Bilanzphase mehr Energie als während der vorausgehenden Anfütterungszeit, sodass die restriktive Fütterung bei diesen Tieren zu einer negativen Energiebilanz und einer Gewichtsabnahme führte. Dies könnte auf Aufregungsstress bedingt durch die Einzelhaltung zurückzuführen sein, da eine erhöhte Aktivität auf Grund des eingeschränkten Bewegungsraumes auszuschliessen ist.

In der 4. Trächtigkeitswoche war die Menge an retiniertem Stickstoff im Vergleich zur Adultmessung tendenziell erhöht, was der Erwartung einer vermehrten Stickstoffretention während der Gravidität infolge des Welpenwachstums und einem damit verbundenen erhöhten Proteinansatz entsprechen würde. Da der Anstieg aber minimal war und ausserdem in der 7. Trächtigkeitswoche die Stickstoffretention bereits wieder etwas niedriger ausfiel, konnte diese Hypothese nicht bestätigt werden. Die Resultate zeigen, dass die relative N-Retention während der Trächtigkeit nicht deutlich höher ist als während der Adultphase. SCHADE (2006) konnte ebenfalls keine signifikant höhere Stickstoffretention (je kg LM) während der Gravidität feststellen. In seinen Untersuchungen an Ratten beobachtete MORRISON (1956) während der gesamten Trächtigkeit eine, trotz stark reduzierter Futteraufnahme, gleichbleibend positive Stickstoffbilanz, bedingt durch eine noch stärker eingeschränkte N-Ausscheidung über den Urin. Auch in der 4. sowie der 7. Trächtigkeitswoche fiel die Stickstoffbilanz,

trotz über den Empfehlungen des NRC (2006) liegenden Proteinaufnahmen bei je 2 Katzen minimal negativ aus. Als verantwortliche Faktoren können wiederum eine schlechtere Futtermittelverwertung, Stress, Bewegungsmangel oder ein Proteinabbau zur Energiegewinnung in Betracht gezogen werden.

In der 2. Laktationswoche lag die N-Retention vor Abzug des Verlustes über die Milch im Mittel bei  $0.4 \pm 0.1$  g/kg  $LM_{\text{adult}}/d$  ( $LM_{\text{adult}}$  = Lebensmasse der adulten, nicht trächtigen Katze zu Versuchsbeginn), was den Ergebnissen von WICHERT et al. (2009) von  $0.5 \pm 0.2$  g/kg  $LM_{\text{adult}}/d$  bei Fütterung mit Trockenfutter entspricht. Nach Abzug der berechneten Stickstoffverluste für die Milchproteinsynthese lag der N-Verlust im Mittel bei  $0.2 \pm 0.1$  g/kg  $LM^{0.67}/d$ . Analog zur Studie von WICHERT et al. (2009) verlor eine Katze mit zwei Welpen in der zweiten Laktationswoche im Mittel 3.4 g RP/d. Bei fünf Welpen lag der durchschnittliche tägliche RP-Verlust in der vorliegenden Untersuchung zwischen 4.2 g und 10.6 g RP/d, während er bei WICHERT et al. (2009) mit Werten zwischen 3.6 g und 8 g RP/d etwas geringer ausfiel. Einzig bei zwei Katzen fiel die geschätzte Stickstoffbilanz positiv aus. Den übrigen Tieren gelang es trotz ad libitum Fütterung nicht, ihren Stickstoffbedarf zu decken. Es stellt sich die Frage, ob die Tiere mit einem proteinreicheren Futter ihren Bedarf hätten decken können. Da die Proteinaufnahme aller Tiere weit über den Empfehlungen des NRC (2006) lag und sie ihren Stickstoffbedarf damit nicht decken konnten, müssen jene Angaben als deutlich zu niedrig beurteilt werden. In der 6. Laktationswoche war die N-Bilanz mit  $0.5 \pm 0.3$

g/kg  $LM^{0.67}/d$  wieder positiv. Dabei fiel Katze 6 mit einer sehr hohen Stickstoffretention von 2.4 g/kg  $LM^{0.67}/d$  auf. Diese kam durch die hohe N-Aufnahme über das Futter, bedingt durch den im Vergleich zu den anderen Katzen höheren Futtermittelverzehr von 67.1 g Futter (TS)/kg  $LM^{0.67}$  in jener Woche, sowie die unterdurchschnittlich niedrige N-Ausscheidung über den Kot und den Urin zu Stande. Wird Katze 6 nicht in die Berechnung miteinbezogen, liegt die N-Retention in der 6. Laktationswoche bei  $0.15 \pm 0.1$  g/kg  $LM^{0.67}/d$ . Vor Abzug der Verluste über die Milch lag die Stickstoffretention im Mittel bei  $0.6 \pm 0.2$  g/kg  $LM_{\text{adult}}/d$  und somit im selben Bereich wie die Werte von WICHERT et al. (2009) von  $0.8 \pm 0.4$  g/kg  $LM_{\text{adult}}/d$ . Die tägliche Stickstoffbilanz der Katzen reichte in jener Woche von einem Verlust von 3.6 g RP/d bis zu einer Retention von 9.9 g RP/d und zeigte damit eine fast so grosse Spannbreite wie die von WICHERT et al. (2009) ermittelten Werte. Trotz der über den Empfehlungen des NRC (2006) liegenden Proteinaufnahmen konnten wiederum 2 Katzen ihren Stick-

stoffbedarf nicht decken. Bei der einen Katze lag die Proteinaufnahme nur leicht über den Empfehlungen des NRC (2006), sodass diese wiederum zu niedrig scheinen. Bei der anderen Katze war die RP-Verdaulichkeit in jener Woche niedrig und folglich die Verluste über den Kot sehr hoch. Da die Welpen in der vorliegenden Untersuchung ab der dritten Lebenswoche, und nicht wie in den Untersuchungen von ZOTTMANN (1997) erst ab dem 25. Tag begannen Feuchtfutter aufzunehmen, kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Milchleistung der Kätzinnen in der vorliegenden Studie etwas geringer war als in jener von ZOTTMANN (1997). Da die Körpermassenentwicklung der Welpen in den beiden Studien aber sehr ähnlich verlief und gemäss ZOTTMANN (1997) die Zufütterung keine signifikante Auswirkung auf den Gewichtsverlauf der Welpen hat, kann dieser Einfluss vernachlässigt werden.

### **4.4.2 Erhaltungsbedarf an Energie und Aufnahme an UE der adulten Katze**

Da keine vollständige Energiebilanz vorliegt, konnte der Erhaltungsbedarf der Katzen nicht mittels Regressionsanalyse berechnet werden. Er konnte jedoch durch Messung des Futtermittelsverzehrs bei Gewichtskonstanz bestimmt werden. Es wurden dafür diejenigen Katzen miteinbezogen, bei denen die Lebendmasse in der Adultwoche um maximal 40 g schwankte ( $n = 9$ ). Der so ermittelte energetische Erhaltungsbedarf beträgt durchschnittlich  $238.7 \pm 6.7$  kJ UE/kg LM/d, und entspricht den in der Literatur angegebenen Werten, mit Ausnahme der Angaben von MÄNNER et al. (1993) und RADICKE (1995), die bei normal aktiven Katzen beziehungsweise weiblich intakten und männlich kastrierten Tieren einen deutlich niedrigeren Bedarf von 187 kJ UE/kg LM/d beziehungsweise 128 - 165 kJ UE/kg LM/d ermittelten. Da die Tiere in beiden Studien bis zu 6 kg schwer waren, kann vermutet werden, dass der niedrige Erhaltungsbedarf teilweise auf das Übergewicht zurückzuführen ist. Denn dieser sinkt mit steigendem Körpergewicht, wenn das Übergewicht rein aus der Zunahme von Fettgewebe resultiert und nicht aus metabolisch aktivem, fettfreiem Körpergewebe besteht. Die von MILLER und ALLISON et al. (1958) und WATERHOUSE und CARVER (1962) ermittelten Werte von 335 kJ UE/kg LM/d wiederum liegen deutlich über dem in der eigenen Untersuchung bestimmten Bedarf. Angaben zu den verwendeten Versuchskatzen liegen leider nicht vor. Auch die vom NRC (2006) empfo-

lene Energieaufnahme von 418 kJ UE/kg LM<sup>0.67</sup>/d für schlanke inaktive Katzen liegt deutlich über dem ermittelten Erhaltungsbedarf und ist somit vermutlich zu hoch. Die Katzen wurden zur Vermeidung einer starken Veränderung der Körperzusammensetzung während der Adultmessung restriktiv gefüttert. Dabei diene der von SCHADE (2006) ermittelte Wert von 238 kJ UE/kg LM/d für den Grundumsatz als Grundlage zur Berechnung der Futtermenge. Eine einzige Katze hatte unter der restriktiven Fütterung während der Adultmessung 160 g an Lebendmasse abgenommen, was mit der tiefen scheinbaren Verdaulichkeit verschiedener Nährstoffe in jener Woche erklärt werden kann.

#### **4.4.3 Aufnahme an UE während der Trächtigkeit**

Die Aufnahme an Bruttoenergie während der 4. Trächtigkeitswoche war im Vergleich zur Adultwoche signifikant höher, was allein wegen der Umstellung von restriktiver auf ad libitum Fütterung zu erwarten war. Die ermittelte Aufnahme von  $345.8 \pm 30.7$  kJ UE/kg LM/d, bzw.  $546.0 \pm 49.7$  kJ UE/kg LM<sup>0.67</sup>/d liegt unter den Empfehlungen des NRC, entspricht aber den Empfehlungen von SCOTT (1966), SMITH (1974) und LOVERIDGE (1989). Daher ist davon auszugehen, dass die Empfehlungen des NRC für Aufnahme an UE während der Trächtigkeit auch schon zu hoch ist, da die Katzen ihren Energiebedarf auch bei geringerer Energieaufnahme decken konnten.

Im Vergleich zur Adultphase nahmen die Katzen in der 4. Graviditätswoche im Durchschnitt  $53 \pm 16$  % mehr UE auf, wobei grosse individuelle Unterschiede bestanden. So nahm eine Katze das 2.2 – fache, eine andere hingegen nur 82 % der Energiemenge der ersten Versuchswoche auf. Dabei bestand kein Zusammenhang mit der Wurfgrösse.

Die im Vergleich zu LOVERIDGE und RIVERS (1989) deutlich stärkere Steigerung der Energieaufnahme von der ersten zur zweiten Woche ist vermutlich auf die Umstellung auf ad libitum Fütterung zurückzuführen. Realistischer scheinen daher die Angaben von SCHADE (2006), in deren Studie die Katzen während aller Versuchsphasen ad libitum gefüttert wurden und diese in der 4. Trächtigkeitswoche nur 15 % mehr Energie aufnahmen als während der Adultphase. Wird jedoch vom kalkulierten Erhaltungsbedarf ausgegangen, nahmen die Katzen in der 4. Graviditätswoche sogar das 1.8-fache des Erhaltungsbedarfs an umsetzbarer Energie auf. Absolut gesehen

nahmen die Tiere in der vorliegenden Untersuchung in der vierten Trächtigkeitswoche im Mittel weniger Energie auf als die Katzen in der Untersuchung von SCHADE (2006) mit  $566.2 \pm 21.1$  kJ UE/kg LM<sup>0.67</sup>/d. Die höchste Energieaufnahme hingegen wies eine Katze der eigenen Untersuchung auf. Da es dieser einen Katze gelang, trotz der Gravidität sehr viel Futter und damit Energie aufzunehmen, scheint die Futtermenge als limitierender Faktor tendenziell ausgeschlossen zu sein. Allerdings hatte diese Katze lediglich zwei Welpen. Zwar konnte zwischen der Welpenzahl und der tatsächlich aufgenommenen Futtermenge (in TS) kein Zusammenhang festgestellt werden, es wäre aber denkbar, dass ein solcher zwischen der maximal möglichen Futteraufnahme und der Wurfgrösse besteht.

In der siebten Trächtigkeitswoche war die Aufnahme an umsetzbarer Energie mit  $514.5 \pm 30.2$  kJ UE/kg LM<sup>0.67</sup>/d, respektive  $311.4 \pm 17.4$  kJ UE/kg LM/d tendenziell niedriger als in der vierten Trächtigkeitswoche. Die selbe Beobachtung machte SCHADE (2006). Auch in ihren Untersuchungen nahmen die Tiere in der siebten Graviditätswoche mit  $560.2 \pm 27.2$  kJ UE/kg LM<sup>0.67</sup>/d leicht weniger Energie auf als in der 4. Graviditätswoche. Hingegen ermittelte LOVERIDGE (1986) in der 7. und 8. Trächtigkeitswoche mit einer Erhöhung der täglich aufgenommenen Energiemenge um 68 % seit dem Deckzeitpunkt die höchste Aufnahme an umsetzbarer Energie. Dass die Katzen in der vorliegenden sowie der Untersuchung von SCHADE (2006) in der siebten Graviditätswoche nicht mehr Energie aufnahmen als in der vierten, ist möglicherweise damit zu erklären, dass die Energie- und somit die Futtermenge in der vierten Trächtigkeitswoche so gross war, dass sie in den nachfolgenden Graviditätswochen, bedingt durch den wachsenden Uterus, nicht mehr gesteigert werden konnte. Zu dieser Vermutung passt auch die Tatsache, dass in der 7. Trächtigkeitswoche die maximale Bruttoenergieaufnahme geringer war als in der 4. Trächtigkeitswoche und die Unterschiede zwischen den einzelnen Katzen nicht mehr so ausgeprägt waren. Die absolut aufgenommene Energiemenge war in der vorliegenden Untersuchung auch in der 7. Trächtigkeitswoche geringer als bei SCHADE (2006). Die aufgenommenen Futtermengen waren mit  $29.2 \pm 1.5$  g TS/ kg LM<sup>0.67</sup> in der eigenen Untersuchung und  $30.0 \pm 1.3$  g TS/ kg LM<sup>0.67</sup> bei SCHADE (2006) jedoch identisch. Die Unterschiede in der umsetzbaren Energie können mit den höheren Harnstickstoff- und damit Energieverlusten über den Urin, bedingt durch den deutlich höheren Proteingehalt des Feuchtfutters erklärt werden.

#### 4.4.5 Aufnahme an UE während der Laktation

Die Katzen nahmen während der Laktation signifikant mehr Energie auf als während der Trächtigkeit, wobei die Energieaufnahme in der 2. Laktationswoche mit  $703.3 \pm 48.8$  kJ UE/kgLM<sup>0.67</sup>/d respektive  $470.8 \pm 35.6$  kJ UE/kg LM/d signifikant niedriger war als in der 6. Laktationswoche mit  $890.2 \pm 86.7$  kJ UE/kg LM<sup>0.67</sup>/d beziehungsweise  $597.5 \pm 61.7$  kJ UE/kg LM/d. Damit nahmen die Tiere in der 2. Laktationswoche das  $2.3 \pm 0.2$ -fache, in der 6. Laktationswoche das  $2.6 \pm 0.3$ -fache des Erhaltungsbedarfs an Energie auf, was der Empfehlung des NRC (2006) entspricht, der als Faustregel für eine laktierende Katze mit mehr als zwei Welpen das Zwei- bis Zweieinhalbfache des Bedarfs bei Bedeckung angibt. Gemäss HOLME (1982) jedoch erreicht der Bedarf während der Laktation je nach Anzahl Welpen das Drei- bis Vierfache des Erhaltungsbedarfs. Eine deutlich höhere Energieaufnahme empfehlen auch KIENZLE (1998), deren Angaben auf der faktoriellen Kalkulation beruhen, mit 710 kJ ME/kg LM, sowie SCOTT (1981) und SMITH (1974) mit 1047 kJ/kg LM, wobei letztere keine Angaben zur Energieform machen. Präzisere, an das Laktationsstadium und die Wurfgrösse angepasste Empfehlungen lassen sich mit Hilfe der vom NRC (2006) erstellten Formeln berechnen. Die so ermittelte Empfehlung für die Aufnahme an UE für die 2. Laktationswoche erreichten zwei Katzen nicht. Eine Katze nahm genau die berechnete Energiemenge auf, die übrigen Tiere nahmen deutlich mehr Energie auf als vom NRC (2006) empfohlen. In der 6. Laktationswoche lag die Energieaufnahme bei den selben zwei Tieren unter den Angaben des NRC (2006), die restlichen Tiere nahmen wenig bis deutlich mehr Energie auf. Von den zwei Tieren mit unter der Empfehlung liegender Energieaufnahme konnte eine Katze bedingt durch die niedrige scheinbare Verdaulichkeit der Bruttoenergie ihren Bedarf an UE trotz hoher Futteraufnahme nicht decken. Die zweite Katze hat aus dem Autor unbekanntem Gründen während der gesamten Gravidität und Laktation sehr wenig gefressen. Die niedrige Energieaufnahme spiegelte sich einerseits im starken Gewichtsverlust während der Laktation (über 28 % der Lebendmasse bei Geburt) und andererseits in den geringsten täglichen Gewichtszunahmen der Welpen dieser beiden Würfe wieder. Zwar zeigten zwei weitere Kätzinnen einen ebenso starken Gewichtsverlust während der Laktation. Die Energieaufnahme dieser Katzen lag aber über den Empfehlungen und die Welpen nahmen trotzdem durchschnittlich oder überdurchschnittlich stark zu.

Von den Katzen mit über den Empfehlungen des NRC (2006) liegender Aufnahme an umsetzbarer Energie verloren alle Katzen ausser einer, die als einzige nur einen Welpen hatte, während der Laktation an Gewicht. Eine dieser Katzen fiel durch einen starken Gewichtsverlust trotz einer sehr hohen Aufnahme an UE von 1318 kJ UE/kg LM<sup>0.67</sup>/d während der 6. Laktationswoche auf. Da ihre Welpen nicht überdurchschnittlich zunahmen und die scheinbare Verdaulichkeit der Energie ebenfalls hoch war, musste der hohe Energiebedarf auf andere Weise zu Stande kommen. Da diese Katze in der späten Laktation erkrankte und kurzzeitig hospitalisiert werden musste und sie im übrigen eher ängstlich war, kann spekuliert werden, dass der hohe Energiebedarf in der 6. Laktationswoche durch psychischen oder physischen Stress verursacht wurde (KIPP, 1985). Die Kätzinne mit mehr als vier Welpen waren zum Laktationsende trotz über den Empfehlungen des NRC (2006) liegender Energieaufnahme alle leichter als bei der Bedeckung. Die Katzen mit einem bis drei Welpen hingegen waren am Ende der Laktation alle schwerer als zum Zeitpunkt der Bedeckung. Die Empfehlungen des NRC (2006), die einen Gewichtsverlust während der Laktation vorsehen, scheinen also für Katzen mit grossen Würfen adäquat, für jene mit kleinen Würfen jedoch zu hoch zu sein. Weniger enge Korrelationen zwischen den Empfehlungen zur Energieaufnahme, der tatsächlichen Energieaufnahme und dem Gewichtsverlauf während der Laktation bestanden in der Studie von WICHERT et al. (2009). Wie in der vorliegenden Untersuchung nahmen bei WICHERT et al. (2009) fast alle Tiere mehr Energie auf als vom NRC (2006) empfohlen. Jedoch zeigte die Katze mit unter der Empfehlung liegender Energieaufnahme nicht den grössten Gewichtsverlust und nicht die Kätzinne mit den kleinsten Würfen nahmen an Gewicht zu.

Die absolute Aufnahme an umsetzbarer Energie war in der Studie von WICHERT et al. (2009) in der 2. Laktationswoche mit  $746.2 \pm 59.3$  kJ ME/ kg<sup>0.67</sup> LM/d sowie der 6. Laktationswoche mit  $984.4 \pm 113.0$  kJ ME/kg LM<sup>0.67</sup> wiederum höher als in der eigenen Untersuchung. Da die aufgenommene Futtermenge in g TS/ kg LM<sup>0.67</sup> in den beiden Studien auch in der Laktation identisch waren, ist die niedrigere Energieaufnahme der hier untersuchten Katzen wie bereits während der Trächtigkeit mit den erhöhten Harnstickstoff- und somit Energieverlusten, bedingt durch das proteinreichere Futter, zu erklären. Sowohl in der zweiten als auch in der sechsten Laktationswoche gab es in der vorliegenden Arbeit aber Tiere, die auch bezogen auf die Energiemenge gleich viel oder mehr aufnahmen als die Tiere in der Studie von WICHERT et al.

(2009). Die Katzen scheinen also grundsätzlich in der Lage zu sein, mit Feuchtfutter ebenso viel Energie aufzunehmen wie mit Trockenfutter. Es muss jedoch angenommen werden, dass die mit Feuchtfutter ernährten Tiere öfters Nahrung aufnehmen müssen, um den Magen mit dem voluminöseren Feuchtfutter nicht zu überladen.

#### **4.5 Veränderungen der Körperzusammensetzung und Gewichtsverlauf im Zusammenhang mit der Energieaufnahme**

Der Anteil Fett an der Körpermasse der adulten Katzen betrug bei der ersten DEXA-Messung zu Versuchsbeginn  $7.1 \pm 0.9$  % und lag damit in einem ähnlichen Bereich wie der ebenfalls mit der ‚Pedriatic Software‘ bestimmte Fettanteil der 2- bis 5-jährigen, weiblich intakten Katzen in der Studie von LAUTEN et al. (2000), mit  $13.6 \pm 5.4$  %. LAFLAMME (1997), die den Body Condition Score (BCS) ihrer Versuchskatzen mit dem mittels DEXA bestimmten Fettanteil an der Körpermasse verglich, ermittelte für idealgewichtige Katzen mit einem BCS von 5, einen Fettanteil von  $21.8 \pm 1.7$  %, für die leicht untergewichtigen Katzen mit einem BCS von 4, einen Fettanteil von  $19.8 \pm 4.7$  %. Da in der Studie keine Angaben zur verwendeten Software gemacht wurden, kann nicht ausgeschlossen werden, dass die deutlich höheren Werte des prozentualen Fettanteils zum Teil durch die Verwendung der ‚Small Animal‘ software zu Stande kamen, bei deren Anwendung der Fettanteil in der Regel überschätzt wird (ELLIS et al., 1994; LAUTEN et al., 2000). Auch eine unterschiedliche Lagerung der Tiere oder ein anderes Messgerät könnte Einfluss auf die Werte haben. Jedoch lag der mittlere Körperfettgehalt der Katzen bei BALLEVRE et al. (1994), der die Körperzusammensetzung mit Hilfe stabiler Wasserstoffisotope bestimmte, mit  $23 \pm 5$  % ähnlich hoch wie bei LAFLAMME (1997). Eine Katze gilt erst ab einem Körperfettanteil von mehr als 30% (BUTTERWICK, 2000, HAND et al., 2000) respektive 35% (BUTTERWICK und HAWTHORNE, 1998) als übergewichtig. Demnach entsprach der Körperfettgehalt der meisten Katzen der vorliegenden zu Versuchsbeginn demjenigen sehr schlanker bis leicht untergewichtiger Katzen mit einem BCS von 4 – 5.5, was ein Kriterium zur Aufnahme in die vorliegende Studie war. Der BCS der instituts-eigenen Katzen wird regelmässig überprüft.

Zum Zeitpunkt der zweiten DEXA-Messung kurz nach der Geburt, lag der mittlere



Fettanteil des Katzenkörpers mit durchschnittlich  $9.3 \pm 1.4$  tendenziell höher als vor der Trächtigkeit. Der Anteil Fett an der Körpermasse nahm während der Gravidität prozentual um durchschnittlich  $2.0 \pm 1.1$  %, absolut um  $146 \pm 62$  g zu. Im Gegenzug nahm der prozentuale Anteil der fettfreien Körpermasse im Mittel leicht ab und betrug nach der Geburt noch  $88.1 \pm 1.4$  %. Absolut haben die Katzen jedoch durchschnittlich  $451 \pm 118$  g fettfreie Körpermasse zugelegt. Die Katzen haben also während der Trächtigkeit sowohl Fett- als auch fettfreie Körpermasse angelegt. Dabei war der Zuwachs an Fett von  $72 \pm 34$  % im Vergleich zum Fettgehalt der adulten Katze deutlich grösser als die Zunahme an fettfreier Körpermasse von  $14 \pm 3$  % gegenüber des Anteils an fettfreier Körpermasse vor der Trächtigkeit. Somit konnte die Vermutung von LEWIS et al. (1990), dass der frühe Gewichtsanstieg in der Gravidität durch eine Zunahme des Körperfettes bedingt ist, bestätigt werden. Die Beobachtungen passen ausserdem auch zu den Ergebnissen von BONDI (1987), der beim Schwein einen Fettansatz in der frühen Trächtigkeit feststellte und zu jenen von NAISMITH (1969), der in Studien an Labornagern und Menschen eine spezifische extrauterine Retention von Protein in der frühen Gravidität beobachtete. Bei Betrachtung der Einzeltiere fällt auf, dass zwei Katzen bereits während der Trächtigkeit an Fettmasse verloren. Zum einen handelte es sich um diejenige Katze, welche während der gesamten Gravidität und Laktation sehr wenig Futter aufnahm und deren Energieaufnahme in allen Versuchswochen deutlich unter der Empfehlung des NRC (2006) lag. Auch die zweite Katze nahm gemäss den Empfehlungen des NRC (2006) zu wenig Energie auf. Jedoch zeigten zwei andere Katzen während der Gravidität eine ähnliche Energiebilanz und waren trotzdem in der Lage Körperfett aufzubauen. Die Hypothese, dass diese eine Katze anteilmässig mehr Energie in die Welpen investiert hat und weniger in den Aufbau von Körperfett, wird durch ihre unterdurchschnittlichen Welpengewichte widerlegt. Es wäre ebenfalls denkbar, dass der Abort, denn diese Katze erlitt, sie viel Energie gekostet hat. Beim Vergleich des Körperfettverlaufs mit der Wurfgrösse, fällt auf, dass die Kätzinnen mit einem und zwei Welpen signifikant mehr Fett zulegten als jene mit drei und mehr Welpen. Die Kätzinnen mit grösseren Würfen scheinen also den grössten Teil ihrer umsetzbaren Energie für das Wachstum der Welpen benötigt zu haben und nur noch wenig davon für den Aufbau von Körperreserven zur Verfügung gehabt zu haben. Bei der Veränderung der fettfreien Körpermasse war keine Abhängigkeit von der Welpenzahl zu beobachten. Zum Zeitpunkt der dritten DEXA-Messung am Ende der 8. Laktationswoche war der durchschnittli-

che prozentuale Fettanteil mit  $6.5 \pm 2.8 \%$  wieder geringer als kurz nach der Geburt und lag im Mittel sogar niedriger als bei der Messung vor der Trächtigkeit. Die Tiere nahmen während der Laktation im Durchschnitt  $2.5 \pm 1.5 \%$  des prozentualen, respektive  $120 \pm 53 \text{ g}$  des absoluten Körperfettanteils ab. Allerdings kam es nicht bei allen Tieren zu einem Verlust des Körperfetts, der ausserdem von der Wurfgrösse abhing. Den Katzen mit einem oder zwei Welpen gelang es, während der Laktation weiterhin Fett anzusetzen. Die Katzen mit drei und mehr Welpen hingegen bauten in der Laktation nahezu alles Körperfett ab. Die Zunahmen des prozentualen Fettanteils von  $2.4 \pm 1.1 \%$  der Kätzinnen mit einem und zwei Welpen unterschied sich signifikant von den prozentualen Körperfettverlusten von  $4.9 \pm 1.3 \%$  der Kätzinnen mit grösseren Würfen. Auch die Veränderung des prozentualen Anteils der fettfreien Körpermasse unterschied sich signifikant zwischen den Kätzinnen mit kleinen Würfen ( $\leq 2$  Welpen), bei denen dieser abnahm von jenen mit grossen Würfen ( $\geq 3$  Welpen), bei welchen er zunahm. Absolut kam es aber bei allen Tieren zu einem Verlust an fettfreier Körpermasse, wobei dieser deutlich geringer war als der Verlust an Körperfett. Diejenigen Katzen, bei welchen der Körperfettanteil bei der letzten Messung im Bereich von  $< 4 \%$  ( $0 \%$  bis  $1 \%$ ) lag, haben absolut deutlich mehr fettfreie Körpermasse abgebaut als Fettmasse. Wahrscheinlich waren die Fettspeicher jener Katzen irgendwann im Verlaufe der Laktation erschöpft und die Katzen mussten in der Folge vermehrt fettfreie Körpermasse zur Energiegewinnung abbauen. Die Kätzinnen mit kleinen Würfen bauten ebenfalls mehr fettfreie Körpermasse ab, als sie Fett angesetzt haben und waren zum Absetzzeitpunkt mit Ausnahme einer Katze leichter als nach der Geburt. Die Katzen bauten also während der Laktation fettfreie Körpermasse ab, welche sie einerseits zur Energiegewinnung nutzten, andererseits aber als Fettgewebe anlegten. Es kann spekuliert werden, dass jene Katzen weniger aktiv waren und es daher zu einem Abbau von fettfreier Körpermasse bei gleichzeitigem Anstieg des Körperfettgehaltes kam. Diese Beobachtung machten FERRANDO et al. (1996) in ihrer Untersuchung an gesunden, adulten Männern, die 14 Tage lang strikte Bettruhe einhielten. Dabei wurde der Verlust an fettfreier Körpermasse vor allem auf eine verminderte Proteinsynthese in der Skelettmuskulatur zurückgeführt. Der Proteinkatabolismus blieb unverändert. Die Vermutung von LOVERIDGE and RIVERS (1989), dass der Abbau von Körpermasse während der Laktation nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ dem in der frühen Trächtigkeit angelegten Gewebe entspricht, konnte somit nur für die Kätzinnen mit drei und mehr Welpen bestätigt

werden. Ebenso bewiesen wurde die Wichtigkeit dieses während der Trächtigkeit angelegten extrauterinen Gewebes für die Kätzin, um daraus während der Laktation genügend Energie für die Milchproduktion zu gewinnen.

## 4.6 Schlussfolgerung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass es bei den meisten erhobenen Daten zu starken individuellen Schwankungen zwischen den Einzeltieren kam, was in Studien mit Katzen oft beobachtet wird. Ausserdem zeigten sich insbesondere bei der Gewichtsentwicklung sowie den Veränderungen der Körperzusammensetzung deutliche, zum Teil signifikante Unterschiede in Abhängigkeit der Wurfgrösse.

Die Futterraufnahme in g TS war in der vorliegenden Untersuchung mit Feuchtfutter analog zu derjenigen in der Studie von SCHADE (2006) mit Trockenfutter. Die Aufnahme an umsetzbarer Energie jedoch war auf Grund der höheren Harnstoff- und damit Energieverluste über den Urin, bedingt durch den höheren Proteingehalt des Feuchtfutters, in der vorliegenden Untersuchung geringer. Wie erwartet legten die Katzen im Verlaufe der Trächtigkeit Reserven, grösstenteils in Form von Fettgewebe an, wobei die Kätzinnen mit kleinen Würfen deutlich mehr Fett retinierten als diejenigen mit grossen Würfen. In der nachfolgenden Laktation bauten die Kätzinnen mit vielen Welpen das angelegte Fett wieder ab, während diejenigen mit wenigen Welpen weiter Fettgewebe aufbauten. Auch kam es in der Laktation bei allen Tieren zu einem Abbau von fettfreier Körpermasse, wobei die Katzen mit grossen Würfen diese vermutlich nach Erschöpfung der Fettreserven zur Energiegewinnung benötigten.

## 5 Literaturverzeichnis

**ABDERHALDEN E.** (1898)

Die Beziehung der Wachstumsgeschwindigkeit des Säuglings zur Zusammensetzung der Milch beim Kaninchen, bei der Katze und beim Hunde

*Z. Physiol. Chem.* **26**, 487-500

**ADAMS K.L., JENSEN A.H.** (1984)

Comparative utilization of in-seed fats and the respective extracted fats by the young pig

*J. An. Sci.* **59**: 1557

**ADKINS Y., ZICKER S.C., LEPINE A., LÖNNERDAL B.** (1997)

Changes in nutrient and protein composition of cat milk during lactation

*Am. J. Vet. Res.* **58**, 370-375

**ALBANESE** (1950)

Protein and amino acid requirements of mammals

*Br. J. Nutr.* **32**, 209-217

**ANGULO Y., GONZALEZ, A.W.** (1932)

The prenatal growth of the guinea-pig

*Anat. Rec.*, **52**, 117

**ARANDA F., CANABATE R.** (1987)

Digestibility of macronutrients and nitrogen balance in pregnant rabbits

*Rev. Esp. Fisiol. Dec*; **43** (4): 491-495

**BALLEVRE O., ANATHARAMAN-BARR G., GICQUELLO P., PIGUET-WELSH C., THIELIN A.-L., FERN E.** (1994)

Use of doubly-labeled water method to assess energy expenditure in free living cats and dogs

*J. Nutr.* **124**, 2594-2600

**BEN SHAUL M.D.** (1962)

The composition of the milk of wild animals

*Int. Zoo Yearbook IV*, 333-342

**BERKSON G.** (1967)

Producing and hand-rearing kittens

*Lab. Anim. Care* **17**, 365-378

**BERNHARDT F.** (1961)

Correlation between growth-rate of the suckling of various species and the percentage of total valourise from protein in the milk

*Nature (Lond.)* **191**, 358-360

**BONDI A.A.** (1987)

*In: Animal Nutrition, New York: John Wiley & Sons*

**BUNGE G.** (1874)

Der Kali-, Natron-, Chlorgehalt der Milch, verglichen mit dem anderer Nahrungsmittel und des Gesamtorganismus der Säugetiere

*Z. Biol.* **10**, 295-335

**BURGER I.H., BLAZA S.E., KENDALL P.T., SMITH P.M.** (1984)

The protein requirement of adult cats for maintenance

*Feline Pract.* **14**, 8-14

**BURKHOLDER W.J., SWECKER W.S.** (1990)

Nutritional influences on immunity

*Small Animal* **5**, 154-166

**BUSS D.H., VOSS W.R.** (1971)

Evaluation of four methods for estimating the milk yield of baboons

*J. Nutr.* **101**, 901-910

**BUTTERWICK R.** (2000)

How fat is that cat?

*Journal of Feline Medicine and Surgery* 2: 91 - 94

**BUTTERWICK R.F., HAWTHORNE A.J.** (1998)

Advances in dietary management of obesity in dogs and cats

*J. Nutr.* 128: 2771s - 2775s

**CHRISTIANSEN I.J.** (1984)

*In: Reproduction in the Dog and Cat, London: Bailliere, Tindall*

**COMAILLE M.A.** (1866)

Analyse du lait de chatte

Compt. Rend. Hebdom.

**COWARD W.A., COLE T.J., GERBER H., ROBERTS S.B., FLEET I.** (1982)

Water turnover and the measurement of milk intake

*Pflüg. Arch.* **393**, 344-347

**CRIGHTON G.W., POWNALL R.** (1974)

The homeothermic status of the neonatal dog

*Nature (Lond.)* **251**:142-144

**DAMMERS C.** (1980)

Untersuchungen über den Wasser-, Stickstoff- und Mineralstoffwechsel von Katzen beim Einsatz von Futtermitteln mit unterschiedlichem Wassergehalt

Vet.-med. Dissertation, Hannover

**DEKEYZER A.** (1997)

Untersuchungen zum Proteinbedarf adulter Katzen

*Vet.-med. Dissertation, Hannover*

**DICKINSON C.D., SCOTT P.P.** (1956)

Nutrition of the cat: 1. A practical stock diet supporting growth and reproduction  
*Br. J. Nutr.* **10**, 304-311

**DOBENECKER B., ZOTTMANN B., KIENZLE E., ZENTEK J.** (1998)

Investigations on milk composition and yield in queens  
*J. Nutr.* **128**, 2618S-2619S

**EDTSTADTLER-PIETSCH G.** (2003)

Untersuchungen zum Energiebedarf von Katzen  
Dissertation aus München

**ELLIS K.J. , SHYPAILO R.J., PRATT J.A., POND W.G.** (1994)

Accuracy of dual-energy x-ray absorptiometry for bodycomposition measurements in children  
*Am J Clin Nutr* **60**: 660 – 5

**FERRANDO A.A., LANE H.W., STUART C.A. DAVIS-STREET J., WOLFE R.R.** (1996)

Prolonged bed rest decreases skeletal muscle and whole body protein synthesis  
*Am J Physiol.* **270**: E 632-633

**FERRANDO A.A., WOLFE R.R** (2007)

Restoration of hormonal action and muscle protein  
*Crit. Care Med.* **35**(9): S630-633

**FESTING M.F.W., BLEBY J.** (1970)

Breeding performance and growth of SPF cats (*felis catus*)  
*J. Small Anim. Prac.* **11**, 533-542

**FLYNN M.F., HARDIE E.M., ARMSTRONG P.J.** (1996)

Effect of ovariohysterectomy on maintenance energy requirement in cats  
*Journal of American Veterinary Medical Association* **209**, 1572-1581

**FREEMAN L.M., ABOOD S.K., FASCETTI A.J, FIEEMAN L.M., MICHEL K.E., LAFLAMME D.P., BAUER C., KEMP B.L.E., VAN DOREN J.R., WILLOUGHBY K.N.** (2006)

Disease prevalence among dogs and cats in the United States and Australia and Proportions of dogs and Cats that Receive therapeutic diets or dietary supplements  
*JAVMA* **229** (4): 531 - 534

**GALLO P.V., WERBOFF J., KNOX K.** (1984)

Development of home orientation in offspring of protein-restricted cats  
*Developmental Psychobiology* **17**, 437-449

**GATES W.H.** (1925)

Litter size, birth weight and early growth rate of mice  
*Anat. Rec.*, **52**, 117

**GISLER D.B., EWING D.E.** (1964)

A free access dry ration for cats  
*Lab. Anim. Care* **14**, 91-94

**GOING S.B., MASSET M.P., HALL M.C., BARE L.A., ROOT P.A., WILLIAMS D.P., LOHMAN T.G.** (1993)

Detection of small changes in body composition by dual-energy x-ray absorptiometry  
*J. Clin Nutr* **57**: 845-850

**GORE D.C., JAHOR F., WOLFE R.R., HERNDON D.** (1993)

Acute response of human muscle protein to catabolic hormones  
*Ann. Surg.* **218**(5): 679-684

**GRIER S.J., TURNER A.S., ALVIS M.R.** (1996)

The use of dual-energy X-ray absorptiometry in animals  
*Investigative radiology* **31**(1): 50 - 62



**HALL V.E., PIERCE G.N.** (1934)

Litter size, birth weight and growth to weaning in the cat

*Anat. Rec.* **60**, 111-124

**HAMMOND J.** (1921)

Further observations on the factors controlling fertility and foetal atrophy

*J. Agric. Sci.*, **11**, 337

**HARPER J.** (1998)

Changing perspectives on aging and energy requirements: aging and energy intake in humans, dogs and cats

*J. Nutr.* **128**: 2623S-2626S

**HAND M.S., THATCHER C.D., REMILLARD R.L., ROUDEBUSH P.** (2000)

*Klinische Diätetik für Kleintiere, 4. Auflage (Buch) Band II, Kap. 13; 741-778*

**HENDRIKS W.H., WAMBERG S.** (2000)

Milk intake of suckling kittens remains relatively constant from one to four weeks of age

*J. Nutr.* **130**: 77-82

**HILL J.R.** (1959)

The oxygen consumption of new-born and adult mammals. Its dependence on the oxygen tension in the inspired air and on the environmental temperature

*J. Physiol. (Lond)*, **149**: 346- 373

**HOLME D.W.** (1982)

Practical use of prepared foods for dogs and cats

*Dog and Cat Nutrition, chapter 4, Pergamon Press*

**HURNI H., MONTALTA J.** (1980)

Katzenmilch und ihr Ersatz für die künstliche Aufzucht

*Zeitschrift für Versuchstierkunde* **22**, 1, 32-35

**HURNI H., SADILA E.** (1993)

Katzenmilch und ihr Ersatz für die künstliche Aufzucht

*Zeitschrift für Versuchstierkunde* **22**, 1, 32-35

**IBSEN H.L.** (1928)

Prenatal growth in guinea-pigs with special reference to environmental factors affecting weight at birth

*J. Exp. Zoöl.*, **51**, 51-94

**ISENEGGER M.** (2008)

Einfluss unterschiedlicher Proteinqualität und –quantität auf die Zusammensetzung und den Energiegehalt des Urins bei Katzen

Vet.-med. Dissertation, Zürich

**IYEGHE-ERAKPOTOBOR G.T., OYEDIPE E.O., EDUVIE L.O., OGWU D.** (2006)

Nutrient digestibility of rabbit does in different stages of reproductive cycle under tropical conditions

*J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl). Feb*; **91** (1-2): 74-82

**JACKSON O.F.** (1968)

Nutritional requirements of cats with special reference to the skeleton. Feline osteodystrophy, its treatment and prevention

*J. South African Vet. Med. Assoc.* **39**, 19-24

**JAYAWICKRAMA L., JACOBSEN K., LEPINEL A., ROGERS Q.R.,**

**LÖNNERDAL B.** (1998)

Factors affecting milk intake of kittens

*Faseb J.* **12**: A836

**JAYAWICKRAMA L., LACOBSEN K., LEPINEL A. J., ROGERS Q.R., LÖNNERDAL B.** (1998)

Factors affecting milk intake of kittens

*FASEB J.* **12**: A836 (abs.)

**JENESS R., SLOAN R.E.** (1970)

The composition of milk of various species: a review

*Dairy Sci. Abstr.* **32**, 599-612

**KANE E., MORRIS J.G., ROGERS Q.R.** (1981)

Acceptability and digestibility by adult cats of diets made with various sources and levels of fat

*J. Anim. Sci.* **53**, 6:1516-1519

**KATAOKA K., NAKAE T., IMAMURA T.** (1971)

Comparative studies on the milk constituents of various mammals in Japan

I. General composition

*Jap. J. Dairy Sc.* **20**, 6, A222-A232

**KEEN C.L., LÖNNERDAL B., CLEGG M.S. HURLEY L.S., MORRIS J.G., ROGERS Q.R., RUCKER R.B.** (1982)

Development changes in composition of cats milk: Trace elements, minerals, protein, carbohydrate and fat

*J. Nutr.* **112**, 1763-1769

**KESSLER M.R.** (1997)

Katzenhaltung im Tierheim

*Dissertation, ETH Zürich*

**KIENZLE E.** (1998)

Factorial calculation of nutrient requirements in lactating queens

*J. Nutr.* **128**, 2609S-2614S

**KIENZLE E.** (2003)

Ernährung der Katze

In: Katzenkrankheiten, Kraft/Dürr/Hartmann, 5. Auflage; Verlag M.&H. Schaper,

Alfeld-Hannover

**KIENZLE E.** (2005)

Energie- und Nährstoffbedarf

In: Krankheiten der Katze, Horzinek/Schmidt/Lutz, 4. Auflage; Enke Verlag, Stuttgart

**KIENZLE E., STRATMANN B., MEYER H.** (1991)

Body composition of cats as basis for factorial calculation of energy and nutrient requirements for growth

*J. Nutr. Supp.* **121**, 122-123

**KING H.D.** (1915)

On the weight of the albino rat at birth and the factors that influence it

*Anat. Rec.*, **9**, 213

**KIPP D.** (1985)

Stress and nutrition

ASDC J Dent Child., 52 (1): 68-71

**KIRCHGESSNER M., ROTH F. X. SCHWARZ F. J., STANGL G. I.** (2008)

In: Tierernährung, DLC-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main, 38-39

**KIRK C.A., DEBRAEKELEER J., ARMSTRONG P.J.** (2000)

Ernährung gesunder Katzen

In: Klinische Diätetik für Kleintiere, Hand/Thatcher/Remillard/Roudebush, 4. Auflage;

Schlüttersche GmbH & Co KG, Hannover

**KLEIBER M.** (1961)

The fire of life

*Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, London*

**KOPÉC S.** (1924)

On the influence exerted by certain factors on the birth weight of rabbits

*Anat. Rec.*, **27**, 95

**KRONFELD D.S.** (1982)

Optimal regimes based on recipes for cooking in home or hospital or on proprietary petfoods

*In: Proceedings of the First Nordic Symposium on Small Animal Veterinary Medicine, ed R.S. Anderson, Oxford: Pergamon Press*

**LAFLAMME D.** (1997)

Development and validation of a body condition score system for cat: A clinical tool

*Feline Practice 25: 13 - 17*

**LAMOTTE J.H.L., SHORT D.J.** (1966)

The breeding and management of cats under laboratory conditions

*J. Inst. Anim. Techn. 17, 85-96*

**LATIMER H.B., IBSEN H.L.** (1932)

The postnatal growth in body weight of the cat

*Anat. rec. 52, 1-5*

**LÄUGER S.** (2001)

Der Energieumsatz von Katern vor und nach der Kastration

*Vet.-med. Dissertation , Zürich*

**LAWLER D.F., BEBIAK D.M.** (1986)

Nutrition and management of reproduction in the cat

*Small Animal Practice 16, No 3, 495-519*

**LAUTEN S.D., COX N.R., BAKER G.H., PAINTER D.J., MORRISON N.E., BAKER H.J.** (2000)

Body composition of growing and adult cats as measured by use of dual energy X-ray absorptiometry

*Comparative Medicine 50 (2), 175-83*

**LEWIS L.D., MORRIS M.L., HAND M.S.** (1990)

Klinische Diätetik für Hund und Katze

*Schlütersche Verlagsanstalt, Hannover*

**LIMBORGH C.L. VAN.** (1971)

Einige gegevens aangaande de voeding van „moederloze“ pups en kittens

*Tijdschr. Diergeneesk* **96**, 50-59

**LINK R.P.** (1937)

Reproduction and growth in the cat

*Vet. Med.* **32**, 482-483

**LÖNNERDAL B., KEEN CL., HURLEY LS., FISHER GL** (1981)

Developmental changes in the composition of beagle dog milk

*Am J Vet Res. Apr;* **42** (4): 662-6.

**LÖNNERDAL B.** (1996)

Lactation in the dog and the cat

*Proc. 1996 Iams Int. Nutr. Symp.*

**LOVERIDGE G.G.** (1986)

Bodyweight changes and energy intakes of cats and dogs during pregnancy and lactation

*Anim. Tech.* **37**, 1, 7-15

**LOVERIDGE G.G.** (1987)

Some factors affecting kittens growth

*Anim. Tech.* **38**, 1, 9-18

**LOVERIDGE G.G., RIVERS J.P.W.** (1989)

Bodyweight changes and energy intakes of cats and dogs during pregnancy and lactation

*Nutrition of the dog and cat, Waltham Symp. 7; I.H. Burger, J.P.W. Rivers, eds., University Press, Cambridge, 113-132*

**MACDONALD M-L., ROGERS Q.R., MORRIS J.G.** (1984)

Nutrition of the domestic cat, a mammalian carnivore

*Ann. Rev. Nutr.* **4**, 521-562

**MÄNNER K., TOLKSDORF C., RADICKE B.** (1993)

Vergleichende Aspekte des Energieumsatzes adulter Hunde und Katzen

*WSAVA Wetkongress u. FKDVG Gerlin, Freie Vorträge*, 311-312

**MAPLETOFT R.J., SCHUTTE A.P., COUBROUGH R.I., KUHNE R.J.** (1974)

The peripartal period of dogs: nutrition and management in the hand rearing of puppies

*J.S. Afr. vet. med. Ass.* **45**, 183

**MAZESS R.B., BARDEN H.S., BISEK J.P., HANSON J.** (1990)

Dual-energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition

*Am J Clin Nutr* **51**: 1106 - 1112

**MILLER S.A., ALLISON J.B.** (1958)

The dietary nitrogen requirement of the cat

*J. Nutr.* **64**, 493-501

**MINOT C.S.** (1891)

Senescence and rejuvenation. On the weight of guinea pigs.

*J. Physiol.*, **12**, 97

**MITCHELL A.D., SCHOLZ A.M., CONWAY J.M.** (1998)

Body Composition Analysis of Small Pigs by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry

*J. Anim. Sci.* **76**: 2392 - 2398

**MORRISON S.D.** (1956)

The nitrogen balance of pregnant rats

*J. Physiol.* **27**; 133 (1): 167-170

**MUNDAY H.S.** (1994)

Assessment of body composition in cats and dogs

*International Journal of Obesity* 18 (Suppl. 1): S14 - S21

**MUNDT H.C., THOMÉE A., MEYER H.** (1981)

Zur Energie und Eiweissversorgung von Saugwelpen über die Muttermilch

*Kleintierpraxis* 26, 353-360

**NAISMITH D.J.** (1969)

The foetus as parasite

*Proceeding of the Nutrition Society*, 28, 25-31

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL** (1986)

Nutrition requirements of cats

*National Academies Press, Washington DC*

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL** (2006)

Nutrition requirements of dogs and cats

*National Academies Press, Washington DC*

**Naumann K., Bassler R.** (1997)

Die chemische Untersuchung von Futtermitteln

*Methodenbuch Band III, Verband deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, Verlag J. Neumann-Neudamm*

4. Ergänzungslieferung, bearbeitet von Dr. H. Buchholz, VDLUFA-Verlag, Darmstadt

**NELSON N.S., BERMAN E., STARA J.** (1969)

Litter size and sex distribution in an outdoor feline colony

*Carnivore Genet. Newsl.* 1, 181-191

**NELSON N.S., COOPER J.** (1975)

The crowing conceptus of the domestic cat

*Growth* 39 (4), 435-451



**NORVELL M.A.** (1978)

Personal communication

In: Nutrient requirements of cats Washington, D.C.: National Academy Press

**OFTEDAL O.T.** (1984)

Lactation in the dog: milk composition and intake by puppies

*J. Nutr.* **114**, 803-812

**OPITZ B.** (1996)

Untersuchungen zur Energiebewertung von Futtermitteln für Hund und Katze

Vet.-med. Dissertation, München

**PACE N., RATHBUN E.N.** (1945)

Studies on body composition III The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content

*J. Biol. Chem* **158**, 685-690

**PIECHOTA T.R., QUINTON Q.R., MORRIS J.G.** (1995)

Nitrogen requirement of cats during gestation and lactation

*Nutr. Res.* **15** (10), 1535-1546

**PLUSKE J.R., WILLIAMS I.H., ZAK L.J., CLOWES E.J., CEGIELSJI A.C.,**

**AHERNE F.X.** (1998)

Feeding lactating primiparous sows to establish three divergent metabolic states: III

Milk production and pig growth

*J. Anim. Sci.* **76**, 1165-1171

**POTTENGER F.M., SIMONSEN D.G.** (1939)

Heat labile factors necessary for the proper growth and development of cats

*J. Lab. Clin. Med.* **25**, 238-240

**PRÖSCHER F.** (1897)

Die Beziehung der Wachstumsgeschwindigkeit des Säuglings zur Zusammensetzung der Milch bei verschiedenen Säugetieren

*Z. Physiol. Chem.* **24**, (3), 285-302

**RADICKE B.** (1995)

Der Einfluss unterschiedlicher Nährstoffgehalte om Alleinfuttermitteln für Katzen auf den energetischen Erhaltungsbedarf, auf die Teilwirkungsgrade für den energetischen Ansatz und auf den Rohproteinbedarf von adulten Katzen

*Dissertation, Freie Universität Berlin*

**REMILLARD R., PICKETT L., THATCHER C.D., DAVENPORT D.J.** (1993)

Comparison of kittens fed queens milk from those fed milk replacers

*Am. J. Vet. Res.* **54**, 6, 901-907

**ROGERS Q.R., MORRIS J.G., FREEDLAND R.A.** (1977)

Lack of hepatic enzymatic adaptation to low and high levels to dietary protein in the adult cat

*Enzyme* **22**, 348-356

**ROGERS Q.R., MORRIS J.G.** (1991)

Besonderheiten der Ernährung bei Katzen

*Wissenschaftlicher Bericht über d. XVI. Weltkongress der WSAVA u. d. VI. Jahrestagung d VKÖ, Wien, 290-296*

**ROHOVSKY M.W., GIESEMER R.A., WOLFE I.G.** (1966)

The germ free cat

*Lab Anim. Care* **16**, 52-59

**ROSENSTEIN L., BERMAN E.** (1973)

Postnatal body weight changes of domestic cats maintained in an outdoor colony

*Am. J. Res.* **34**, 575-577

**SCHADE L.** (2006)

Untersuchungen zum Energiestoffwechsel trächtiger Katzen

*Vet.-med. Dissertation, Zürich*

**SCHAUFELBERGER K.S.** (2008)

Stickstoffbilanz und Aktivität ausgewählter leukozytärer Enzyme von Katzen bei unterschiedlichen Futterrationen

Vet.-med. Dissertation, Zürich

**SCHMIDT-NIELSEN K.** (1985)

*In: Animal Physiology: Adaptation and Environment, 3rd edn, Cambridge: Cambridge University Press*

**SCOTT P.P.** (1960)

Some aspects of the nutrition of the dog and cat. The cat

*Vet. Rec.* **72**, 6-9

**SCOTT P.P.** (1966)

Nutrition

*Diseases of the cat and their management, G.T. Wilkinson, ed. London: Pergamon Press., 1-10*

**SCOTT P.P.** (1968)

The special feature of nutrition of cats, with observations on felidae nutrition in the London Zoo

*In: Comparative Nutrition of Wild Animals, M.A. Crawford, ed. New York: Academic Press*

**SCOTT P.P.** (1981)

Die Ernährung der Katze

*Wiener tierärztliche Monatsschrift* **68**, 95-102

**SIEWERT F.** (2003)

Entwicklung der Ernährungsforschung der Katze

*Wiener Tierärztliche Monatsschrift* **68**, 95-102

**SMITH B.A.** (1974)

Effects of early under-nutrition in the kitten: behaviour, electroencephalography and brain composition

*Ph. D. thesis, Colorado State University, Fort Collins*

**SPEAKMAN J.R., BOOLES D., BUTTERWICK R.** (2001)

Validation of dual energy X-ray absorptiometry (DXA) by comparison with chemical analysis of dogs and cats

*International Journal of Obesity* **25**: 439 – 447

**SPRAY C.M., WIDDOWSON E.M.** (1950)

The effect of growth and development on the composition of mammals

*Br J Nutr.* **4**(4), 332-53

**STIEFEL M.** (1999)

Einfluss dreier unterschiedlicher Diäten auf den Energie- und Proteinstoffwechsel adulter Katzen unter spezieller Berücksichtigung der physischen Aktivität

*Vet.-med. Dissertation, Zürich*

**STRATMANN B.** (1988)

Untersuchungen zur Körperzusammensetzung von Katzen

*Vet-med. Dissertation Hannover*

**STUART C.A., SHANGRAW R.E., PETERS E.J., WOLFE R.R.** (1990)

Effect of dietary protein on bed-rest-related changes in whole-body-protein synthesis

*Clin. Nutr.* **52**: 509-514

**TAYLOR T.J., GRAHAM D.L.** (1971)

A compilation of data on feline nutrient requirements. *Lowa St. Coll Vet.* 33, 144  
Zit. In : BAINES F.M. : Milk substitutes and the hand rearing of orphan puppies and  
kittens

*J. Small Anim. Pract.* 22, 555-578

**THOMAS K.** (1911)

Über die Zusammensetzung von Hund und Katze während der ersten Verdoppe-  
lungsperioden des Geburtsgewichtes

*Arch. Anat. Physiol., physiol. Abt.*, 9-38

**VAN DER WIND J.J.** (1979)

Dog milk composition

**VAN LOAN M. D.** (1998)

Is dual-energy X-ray absorptiometry ready for prime time in the clinical evaluation of  
body composition

*Am J Clin Nutr* **68** : 1155 - 6

**WAMBERG S., TAUSON A.H.** (1998)

Daily milk intake and body water turnover in suckling mink (*Mustela vison*) kits

*Comp. Biochem. Physiol.* **119A**, 931-939

**WATERHOUSE H.N., CARVER D.S.** (1962)

Growth rate, food and calorie consumption of laboratory cats

*Proc Anim Care Panel*, **12**, 271-74.

**WICHERT B., SCHADE L., GEBERT S., BUCHER B., ZOTTMAIER B., WENK C.,**

**WANNER M.** (2009)

Energy and protein needs of cats for maintenance, gestation and lactation

*J. fel. med. and surg.*

**WIDDOWSON E.M.** (1950)

Chemical composition of newly born mammals

*Nature* **166**, 626-628

**WIDDOWSON E.M.** (1964)

Food, growth and development in the suckling period

*In: Canine and feline nutritional requirements*, **9** Pergamon Press Oxford

**WRIGHT S.** (1922)

The effects of Inbreeding and cross breeding on guinea-pigs

**ZENTEK J.** (1987)

Untersuchungen zum Mineralstoffhaushalt der Katze unter besonderer Berücksichtigung des Magnesiums

Vet.-med. Dissertation, Hannover

**ZOTTMAIER B.** (2008)

Der Stoffwechsel von mit Trockenfutter ernährten Katzen bei Gewichtsreduktion bzw. Gewichtskonstanz

Vet.-med. Dissertation, Zürich

**ZOTTMANN B.** (1997)

Untersuchungen zur Milchleistung und Milchzusammensetzung der Katze (*Felis catus*)

*Vet.-med. Dissertation, München*

## 6 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen ganz herzlich bedanken, die mich in irgendeiner Weise unterstützt haben und so zum Gelingen meiner Arbeit beigetragen haben.

Herrn **Prof. Dr. M. Wanner** für die Übernahme des Referats, die stets prompte und sorgfältige Durchsicht der Arbeit sowie die hilfreichen Tipps und Ideen.

Frau **PD. Dr. I. M. Reichler** für die Übernahme des Koreferats und die sorgfältige Durchsicht der Arbeit.

Frau **Dr. B. Wichert** für die Zuweisung des interessanten Themas, die fachliche und praktische Unterstützung, die sorgfältige Durchsicht der Arbeit, die zahlreichen Ratschläge und die gute Zusammenarbeit.

**PD Dr. A. Liesegang** für die Hilfe bei der statistischen Auswertung meiner Daten, die Behebung von Computerproblemen und die gute Zusammenarbeit im Institut.

Den Tierernährungs-Laborantinnen **Barbara Schneider** und **Ines Mittner** für die Verarbeitung meiner stinkenden Proben sowie die zahlreichen netten Gespräche.

**Armin Rüdemann** und **Esther Merz** für die selbstverständliche Unterstützung bei jeglichen Problemen sowie für die netten Gespräche und Kaffeepausen.

**Carmen Kunz** und **Muna Mergani Taha** für die tatkräftige und unermüdliche Unterstützung im Labor der ETH Zürich.

Dem Institut für Nutztierwissenschaften, insbesondere Herrn **Prof. Dr. C. Wenk** für die Bereitstellung der Respirationsanlage an der ETH Zürich

**Benjamin Bucher** für die Planung und Mithilfe bei den Versuchen mit der Respirationsanlage an der ETH Zürich und die sofortige Hilfe bei auftretenden Problemen.

**Michael Egli** für die unermüdliche Hilfe bei technischen Problemen an der ETH, die investierte Zeit und Energie zur Revision der Respirationsanlage sowie die aufbauenden Worte in schwierigen Zeiten.

Herrn **PD Dr. med. D. Übelhart** für die Ermöglichung der DEXA-Messungen am Osteoporosezentrum des Universitätsspitals Zürich.

**Nicole Hofmann, Annemarie Koch und Michelle Malla** für die Durchführung der DEXA-Messungen, die grosse Flexibilität und die netten Gespräche.

**Urs Müller** für die bereitwillige Anfertigung neuer Versuchstoiletten.

**Gabriela Eger** und **Rita Kant** für die stets gute Laune sowie die Zeit und Hilfsbereitschaft bei verschiedenen Problemen.

Meinen Mitdotorandinnen **Judith Vosmer, Kerstin Lauff, Julia Trossen, Sara Weilenmann, Regula Giezendanger, Karin Schaufelberger und Claudia Rutz** sowie meinen Mitdotoranden **Thomas Häring** und **Samuel Schmid** für die gegenseitige tatkräftige Unterstützung, die gute Stimmung im Büro und die unvergesslichen Aktivitäten ausserhalb der Arbeitszeit.

Meinen Katzen **Litchi, Feli, Surprise, Sokka, Bijou, Sky, Shiva, Sunshine, Chica, Mysla, Paul** und **Simba** für die geduldige Mitarbeit bei den Versuchen.

All meinen Freunden, die jederzeit für mich da waren und mich in schwierigen Zeiten unterstützt und aufgebaut haben.

Meinen **Eltern** für ihre tolle Unterstützung während der Studiums- und Dissertationszeit sowie schon mein ganzes Leben lang.

Meinem Freund **Martin** für das grosse Verständnis und die Unterstützung insbesondere während der nicht immer einfachen Zeit der Stellensuche.



## Lebenslauf

Name Martina Signer  
Geburtsdatum 26.07.1983  
Geburtsort Winterthur  
Nationalität Schweiz  
Heimatort Appenzell

1990 – 1996 Primarschule Gachnang  
1996 – 2002 Kantonsschule Frauenfeld  
2002 Maturität Typ MAR

2002 – 2007 Studium der Veterinärmedizin an der Vetsuisse-Fakultät  
Universität Zürich, Schweiz

2004 – 2005 Auslandsemester an der Ecole nationale vétérinaire de Lyon  
2007 Staatsexamen an der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

2008 – 2009 Doktorat am Institut für Tierernährung an der Vetsuisse-Fakultät  
Universität Zürich

Januar 2010