

Aus dem Institut für
Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung
Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

**Arbeit angefertigt unter der Leitung von
Prof. Dr. Ellen Kienzle**

Untersuchungen zum Energiebedarf von Katzen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

**von Gertrude Edtstadtler-Pietsch
aus Wien**

München 2003

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. R. Stolla
Referentin: Univ.-Prof. Dr. E. Kienzle
Korreferent: Univ.-Prof. Dr. W. Kraft

Tag der Promotion: 7. Februar 2003

INHALTSVERZEICHNIS	SEITE
I. EINLEITUNG	5
II. SCHRIFTTUM	7
1. Methoden zur Bestimmung des Energiebedarfs	7
2. Energiebedarf adulter Katzen	12
3. Adipositas und Reduktionsdiät bei Katzen	30
3.1. Allgemeines	30
3.2. Definition	32
3.3. Diagnose	34
3.4. Ursachen	40
3.5. Therapie	46
4. Energieaufnahme und Gewichtsentwicklung von Katzenwelpen	53
4.1. Körpermasse und Gewichtsentwicklung	53
4.2. Energieaufnahme und Futtermittelnutzung	54
III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	57
A. MATERIAL UND METHODEN	57
1. Versuchsplan	57
2. Tiermaterial	57
3. Versuchstechnik	60
3.1. Versuchsanordnung	60
3.2. Futtermittel und Fütterungstechnik	63
3.3. Energieaufnahme der Katzen	65
4. Berechnungen	67
5. Statistische Methoden	68

B. ERGEBNISSE	69
Teil 1: Adulte Katzen	69
1. Körpermasse	69
2. Energieaufnahme	73
Teil 2: Adipöse Katzen	86
1. Körpermasse	87
2. Energieaufnahme	90
Teil 3: Katzenwelpen	92
1. Körpermasse	92
2. Energieaufnahme	96
3. Futtermittelverwertung	99
IV. DISKUSSION	102
A. KRITIK DER METHODEN	102
Teil 1: Adulte Katzen	102
Teil 2: Adipöse Katzen	105
Teil 3: Katzenwelpen	107
B. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE	109
Teil 1: Adulte Katzen	109
1. Gewichtsentwicklung	109
2. Energiebedarf	110
3. Empfehlungen zum Energiebedarf	118
Teil 2: Adipöse Katzen	120
1. Energiebedarf	120
2. Energierestriktion	120

Teil 3: Katzenwelpen	124
1. Körpermasse und Gewichtsentwicklung	124
2. Energieaufnahme und Futtermittelverwertung	125
V. ZUSAMMENFASSUNG	131
VI. SUMMARY	134
VII. LITERATURVERZEICHNIS	137
VIII. ANHANG	153
Verzeichnis der in der Arbeit verwendeten Abkürzungen	153
Tabelle Feline Body Mass Index (FBMI)/ Katzen-Körpermasse-Index	155

I. EINLEITUNG

Die Beliebtheit der Katze als Heimtier ist in den letzten Jahren insbesondere in den industrialisierten Ländern stetig gestiegen. Mit etwa 75 Millionen Katzen in den USA (US Petfood Institute, 2001) und einer geschätzten Katzenpopulation von 47 Millionen in den Ländern der Europäischen Union (FEDIAF, 2000) hat das Heimtier Katze dem Hund als klassischem Haustier mittlerweile deutlich den Rang abgelaufen. Die zunehmende Anzahl von Single-Haushalten in den meisten Großstädten der westlichen Welt sowie der Wunsch der Menschen nach einem relativ problemlos innerhalb der Wohnung zu haltendem Heimtier mögen für diese Entwicklung mit verantwortlich sein. Dies impliziert jedoch auch eine relativ bewegungsarme Haltungsform der Katzen sowie die unkomplizierte Fütterung mit handelsüblichen Fertigfuttermitteln für Katzen, die eine ausgewogene Nährstoffversorgung sicherstellen. Die hohe Schmackhaftigkeit der Produkte und die fast durchgehend zu hoch angesetzten Fütterungsempfehlungen der Hersteller, gekoppelt mit der emotionalen Komponente des Fütterns, die häufig zu einer Überversorgung der Tiere mit Energie führt, tragen zusätzlich zu einer den tatsächlichen Energiebedarf der Katzen meist übersteigenden Versorgung bei. Die Folge sind Übergewicht und Fettleibigkeit sowie zahlreiche Adipositas-assoziierte Erkrankungen.

Das steigende Gesundheitsbewusstsein der Menschen auch hinsichtlich ihrer Heimtiere verlangt andererseits in immer stärkerem Maße nach weitestgehender Ernährungsberatung durch die Tierärzte sowie nach konkreten Angaben zum Energiebedarf der Katzen einschließlich Fütterungsempfehlungen.

Die Notwendigkeit einer genaueren Definition des energetischen Erhaltungsbedarfes von Katzen in allen Alters- und Lebensphasen sowie der Erforschung der verschiedenen Faktoren, die den Energiebedarf dieser Tiere beeinflussen, liegt somit auf der Hand und ist von besonderem medizinischen Interesse, da Übergewicht heutzutage die häufigste ernährungsbedingte Krankheit bei unseren Heimtieren darstellt.

Da sich in der Literatur deutlich differierende Bedarfsangaben finden, hat es sich die gegenständliche retrospektive Studie zum Ziel gesetzt, den energetischen Erhaltungsbedarf der Katze anhand der in einer Katzenhaltung vorhandenen Daten zu Futteraufnahme und Gewichtsentwicklung zu überprüfen, Einflussfaktoren auf den Energiebedarf zu identifizieren und das Ausmaß ihres Einflusses zu quantifizieren. Außerdem erfolgte die Auswertung eines sechzehnwöchigen Versuches mit reduzierter Energiezufuhr zum Zweck der Gewichtsabnahme von adulten adipösen Katzen sowie eines Datenpools aus mehreren Aufzuchtversuchen von Katzenwelpen.

II. SCHRIFTTUM

1. Methoden zur Bestimmung des Energiebedarfs

Die Lebensfunktionen aller Organismen sind energieabhängig. Der Gesamtenergiebedarf setzt sich aus dem Bedarf für die Erhaltung und dem zusätzlichen Bedarf für Ansatz (Wachstum, Gravidität), Umsatz (Arbeit) und Abgabe (Laktation) zusammen (LOVERIDGE, 1986; MEYER, 1990; MEYER et al., 1993; KIENZLE, 1994 und 1997; KIRCHGESSNER, 1997). Faktoren, die generell auf den Erhaltungsbedarf an Energie Einfluss nehmen, sind neben Spezies, Rasse und Körpermasse auch Temperament, Körperbautyp, Oberflächenisolation, Alter, Umgebungstemperatur, Ernährungszustand, Trainingszustand, Gesundheitszustand und eventuell vorhandene Stressfaktoren (BRONSCH et al., 1989; WEISSMAN, 1989; KIENZLE, 1994; CASE et al., 1995; HILL, 1997; MICHEL, 2000).

Besteht ein Ungleichgewicht zwischen Bedarf an Energie und Bedarfsdeckung, so kommt es entweder zu Gewichtsverlusten oder – der beim Heimtier Katze weitaus häufigere Fall – zu Übergewicht.

Viele unterschiedliche Versuche sind in der Vergangenheit unternommen worden, den energetischen Erhaltungsbedarf der Katze zu bestimmen. Generell gibt es sechs, teilweise in Kombination angewandte Methoden zur Bestimmung des Energiebedarfs von Katzen, von denen manche heute allerdings nicht mehr Verwendung finden und von eher historischem Wert sind:

- Ethologisch: Beobachten des natürlichen Fressverhaltens

- Empirisch: Aufzeichnung von Energieaufnahme und Körpermassenveränderung
- Messung des Futtermittelsverzehrs während Perioden von längerfristiger Lebendmassekonstanz
- Kalorimetrisch durch
 - direkte Kalorimetrie (Messung der Wärmeproduktion von Versuchstieren)
 - indirekte Kalorimetrie (Messung des Sauerstoffverbrauchs)
- Regressionsanalytische Bestimmung
- Messung des Energieverbrauchs mit doppelt markiertem Wasser (H_2^{18}O , $^2\text{H}_2\text{O}$)

Ethologische Bedarfsermittlung

Aus dem natürlichen Fressverhalten von Katzen zu versuchen, den energetischen Erhaltungsbedarf dieser obligaten Karnivoren abzuleiten, stellt einen logischen Zugang zur Bedarfsermittlung dar. Geht man von einer durchschnittlichen Tagesbeute von etwa 12 Mäusen mit einem Bruttoenergiegehalt von je etwa 125 kJ (MUGFORD, 1977) aus, so lässt sich eine durchschnittliche tägliche Energieaufnahme berechnen, bei der wildlebende Katzen offensichtlich in der Lage sind, ihr Körpergewicht langfristig konstant zu halten. MacDONALD et al. haben dies 1984 mit ihren Untersuchungen dokumentiert.

Empirische Bedarfsermittlung

Bei der empirischen Bedarfsermittlung kann man im Sinne von „try and error“ davon ausgehen, dass die Energiezufuhr dann bedarfsdeckend ist, wenn es bei normaler artgerechter Haltung weder zu einem Gewichtsverlust

noch zur Entwicklung von Übergewicht kommt. Erhöht man die Energiezufuhr, kommt es zu einer positiven Energiebilanz mit Energiespeicherung (z.B. in Form von Fett im Gewebe); reduziert man die tägliche Ration in ihrem Energiegehalt, wird die Energiebilanz negativ, Energie wird mobilisiert und das Tier verliert an Gewicht. Bleibt die Körpermasse mehr oder minder konstant ($\pm 5-10\%$), kann man davon ausgehen, dass diese Energieaufnahme genau dem Energiebedarf des Tieres entspricht. Die Energiebilanz ist in diesem Fall gleich null. Diese einfache Methode wird wohl von jedem Tierbesitzer mehr oder minder bewusst praktiziert. In professioneller Weise und in wissenschaftlichen Untersuchungen wird dieses Prinzip in Form der nachstehend beschriebenen Messung des Futtermittels während Perioden von längerfristiger Körpermassekonstanz angewandt, wobei vorausgesetzt wird, dass der Energiegehalt des Körpers konstant bleibt.

Auf die für die empirische Bedarfsermittlung wichtigen Faktoren wie korrekte Bestimmung des Energiegehaltes des Futters sowie die Berücksichtigung des metabolischen Körpergewichtes als entscheidende Bezugsgröße wird zum Ende dieses Kapitels eingegangen.

Messung des Futtermittels während Perioden von längerfristiger Körpermassekonstanz

Die einfachen Zusammenhänge aus der empirischen Bedarfsermittlung macht sich auch die Methode der Messung des Futtermittels bei Gewichtskonstanz zunutze, die aus erhobenen Daten retrospektiv die über einen längeren Zeitraum (mindestens vier Wochen) der Gewichtskonstanz gemessene Energieaufnahme mit dem jeweiligen Körpergewicht in Beziehung setzt. Obwohl die Konstanz der Körpermasse aufgrund von Schwankungen im Wasser- und damit auch im Fettgehalt nicht unbedingt immer mit einem gleichbleibenden Energiegehalt im Körper gleichzusetzen ist, dürften die eventuell daraus resultierenden Fehler bei ausgewogener Ernährung über einen längeren Zeitraum innerhalb vertretbarer Grenzen

liegen. Aus der Beziehung zwischen Energieaufnahme und Körpermasse lässt sich die tägliche Energieaufnahme pro Tier bzw. pro kg Körpermasse und pro kg metabolischer Körpermasse berechnen. Erste Angaben zum Erhaltungsbedarf an Energie, der auf der Basis der Aufzeichnung der Futteraufnahme von Katzen während Perioden der Gewichtskonstanz ermittelt wurde, finden sich bereits in der Literatur der Fünfziger- und Sechzigerjahre (KREHL et al., 1955; ALLISON et al., 1956; GREAVES und SCOTT, 1960; GISLER und EWING, 1964; SKULTETY, 1969). Bei den genannten Autoren ist allerdings nicht erkennbar, ob sich die Werte auf die Bruttoenergie des Futters oder aber auf die verdauliche oder umsetzbare Energie beziehen, weshalb die Ergebnisse dieser Untersuchungen mit heutigen Studien kaum vergleichbar sind. Ähnliche Untersuchungen späterer Autoren (KENDALL et al., 1983 ; BURGER et al., 1984; EARLE und SMITH, 1991; FLYNN et al., 1996 ; LAFLAMME et al., 2001) erfolgten meist auf der Basis der umsetzbaren Energie (ME/metabolizable energy), die entweder in Fütterungsversuchen oder durch Verwendung der unterschiedlichsten Schätzgleichungen (KENDALL et al., 1985; AAFCO, 1993; KUHLMAN et al., 1993; KIENZLE et al., 1998) ermittelt wurde.

Kalorimetrische Bedarfsermittlung

Während bei der direkten Kalorimetrie die Wärmeabgabe des Tieres direkt mit Hilfe aufwändiger Apparaturen gemessen wird, ermittelt die indirekte Kalorimetrie, die von den nachstehend zitierten Autoren (HALDANE, 1892; BENEDICT, 1938; CARPENTER, 1944; MILLER und ALLISON, 1958; LOVERIDGE, 1985; LOVERIDGE, 1986; HAUSCHILD, 1993; MÄNNER et al., 1993; RADICKE, 1995; FETTMANN et al., 1997; STIEFEL, 1999; LÄUGER, 2001) angewandt wurde, diese Wärmeabgabe indirekt über die Messung der Gaswechseldaten (Sauerstoffverbrauch, CO₂-Ausscheidung und Harnstickstoffausscheidung) über einen bestimmten Zeitraum. Diese Methode basiert auf der Annahme, dass die Oxidation von Nährstoffen im Körper mit dem Sauerstoffverbrauch und der CO₂-Produktion stöchiometrisch in Beziehung steht. Die Gaswechselformung erfolgt in

Respirationsanlagen, die im Prinzip aus zwei oder mehreren Kammern zur Aufnahme der Versuchstiere sowie der technischen Einrichtungen zur Erfassung und Analyse der Gase bestehen (KIRCHGESSNER, 1997).

Regressionsanalysen

Ziel von Regressionsanalysen ist generell die Prognose bzw. Schätzung eines unbekanntes, also nicht erhobenen Wertes eines Wertepaares bei Kenntnis des anderen Wertes, wobei ein Zusammenhang zwischen zwei Variablen (x, y) hergestellt wird. Diese Methode basiert auf Formeln, die die Ergebnisse einer Vielzahl vergleichbarer Tierversuche mit der geringsten Fehlerbreite darstellen. Durch Extrapolation auf eine ausgeglichene Energiebilanz wird aus der Beziehung zwischen der mit Hilfe vorstehender Methoden ermittelten Aufnahme an umsetzbarer Energie (ME) und der Energieretention (RE) der Erhaltungsbedarf berechnet, wobei folgendes Regressionsmodell zum Einsatz kommt (HAUSCHILD, 1993; RADICKE, 1995):

$$y \text{ (kJ RE/kg KM/d)} = a + b * x \text{ (kJ ME/kg KM/d)}$$

a : Intercept
b: Gesamtwirkungsgrad der ME für Erhaltung und energetischen Ansatz

Messungen des Energieverbrauchs mit doppelt markiertem Wasser (H_2^{18}O , $^2\text{H}_2\text{O}$)

Diese gering invasive Methode (Entnahme von Blut- oder Harnproben) zur Bestimmung des Erhaltungsbedarfs wurde von BALLEVRE et al. (1994) beschrieben, wird aber wegen der Schwierigkeit der exakten Bestimmung des Gesamtkörperwassers selten angewandt. NGUYEN et al. (2000) verwendeten dieses Verfahren zur Energieumsatzmessung, in dem sie doppelt markiertes Wasser ($0,175 \text{ g/kg}^{-1} \text{ } ^2\text{H}_2\text{O}$ und H_2^{18}O) subkutan injizierten. Vor der Injektion sowie 2 Stunden nach der Injektion und danach an den Tagen 7 und 14 wurden Blutproben entnommen, die mittels eines

speziellen spektrometrischen Verfahrens (IRMS/Isotopic Ratio Mass Spectrometry) auf die ^{18}O -Anreicherung im Plasmawasser bzw. mittels Kernspinresonanz (NMR/Nuclear Magnetic Resonance) auf die Anreicherung mit ^2H untersucht wurden. Aus den Ergebnissen kann neben anderen Auswertungen der Energieumsatz (nach der Formel von de Weir) sowie anhand des Körperwasserpools (berechnet aus der ^{18}O -Verdünnungsrate) die fettfreie Körpermasse bestimmt werden.

2. Energiebedarf adulter Katzen

Wildlebende Katzen sind in der Lage, ihr normales Körpergewicht langfristig auf einem ausgeglichenen Niveau zu halten, wenn sie die für sie geeigneten Beutetiere (Mäuse etc.) fressen. MACDONALD et al. (1984b) haben aus diesem natürlichen Fressverhalten den energetischen Erhaltungsbedarf von Katzen abgeleitet, indem sie bei einer durchschnittlichen Tagesbeute von 12 Mäusen mit einem Bruttoenergiegehalt von etwa 125 kJ (MUGFORD, 1977) eine Gesamtenergieaufnahme von ca. 1500 kJ GE ermittelten. Unter Berücksichtigung einer mittleren Verdaulichkeit der Energie von 82 % (HAUSCHILD, 1993) ergibt sich hieraus ein Energiebedarf von etwa 1230 kJ DE (digestible energy/verdauliche Energie) pro Tag. Unter Annahme eines Verhältnisses der umsetzbaren Energie (ME/metabolizable energy) zur verdaulichen Energie (DE/digestible energy) von 0,92 entspricht dies einem Energiebedarf von 1132 kJ ME pro Tier und Tag.

Erste Angaben zum Erhaltungsbedarf an Energie, der auf der Basis der Aufzeichnung der Futterraufnahme der Katzen während Perioden von Gewichtskonstanz ermittelt wurde, finden sich in der Literatur der Sechziger- und Siebzigerjahre und reichen von 250 – 334 kJ/kg KM/d (KREHL et al., 1955; ALLISON et al., 1956; WATERHOUSE und CARVER, 1962; GISLER und EWING, 1964; SKULTETY, 1969) bis zu 297 – 431

kJ/kg KM/d (GREAVES und SCOTT, 1960; SCOTT, 1968), wobei die letztgenannten Autoren eine Abhängigkeit des Energiebedarfs vom Proteingehalt des Futters postulierten. Bei den genannten Arbeiten ist allerdings nicht erkennbar, ob sich die Werte auf die Bruttoenergie des Futters oder aber auf die verdauliche oder umsetzbare Energie beziehen.

Untersuchungen späterer Autoren erfolgten meist auf der Basis der umsetzbaren Energie (ME/metabolizable energy), die entweder in Fütterungsversuchen bestimmt wurde oder aber mit Hilfe von verschiedenen Schätzgleichungen ermittelt wurde (KENDALL et al., 1985; AAFCO, 1993; KUHLMAN et al., 1993; KIENZLE et al., 1998).

KENDALL et al. (1983) kamen in ihren Untersuchungen zu einem durchschnittlichen Energiebedarf adulter Katzen von 292 kJ ME/kg KM/d, während BURGER et al. (1984) einen energetischen Erhaltungsbedarf von 230 kJ ME/kg KM/d für inaktive und von 288 kJ ME/kg KM/d für aktive Katzen ermittelten. MEYER (1986) empfahl aufgrund des von ihm ermittelten Erhaltungsbedarfs für normalgewichtige Katzen mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 3 bis 5 kg eine tägliche Energieversorgung von 900 kJ bis 1700 kJ DE (je nach physischer Aktivität). EARLE und SMITH (1991) beobachteten einen sinkenden Erhaltungsbedarf bei steigender Körpermasse und bezifferten diesen mit 278 kJ ME/kg KM/d bei leichteren Katzen und mit nur 162 kJ ME/kg KM/d bei schwereren Katzen. Einen weiteren Faktor, der den energetischen Erhaltungsbedarf von Katzen beeinflusst, beobachteten FLYNN et al. (1996) bei jungen weiblichen Katzen nach erfolgter Ovariohysterektomie, da der Erhaltungsbedarf der intakten Katzen zwischen 209 und 251 kJ ME/kg KM/d lag, während jener von sterilisierten Kätzinnen 159 – 176 kJ ME/kg KM/d betrug. LAFLAMME et al. (2001) ermittelte für junge Katzen einen durchschnittlichen Erhaltungsbedarf von 289 kJ ME/kg KM/d und für Katzen mittleren Alters Werte um 180 kJ ME/kg KM/d. Ein weiteres, kontinuierliches Absinken des Erhaltungsbedarfs mit zunehmendem Alter wurde jedoch von TAYLOR et al. (1995) mit ihren Untersuchungen widerlegt bzw. relativiert, da diese Autoren feststellten, dass sehr alte Katzen (12 – 14

Jahre) wieder einen deutlich höheren Energiebedarf (ca. ≥ 300 kJ ME/kg KM/d) haben als Katzen mittleren Alters.

Bereits 1892 untersuchte HALDANE mittels einer Apparatur zur Messung des Atemgaswechsels den energetischen Erhaltungsbedarf einer Katze unbekanntes Alters und mit einer Körpermasse von 2,5 kg und ermittelte eine tägliche Wärmeproduktion von etwa 330 kJ ME/kg KM. BENEDICT (1938) kam in seinen Untersuchungen auf einen Energiebedarf von adulten Katzen von 357 – 476 kJ ME/kg KM/d, während CARPENTER (1944) 327 – 436 kJ ME/kg KM/d ermittelte. MILLER und ALLISON (1958) erkannten bereits die Bedeutung der körperlichen Aktivität als Einflussfaktor und unterschieden zwischen einem energetischen Erhaltungsbedarf inaktiver Katzen von 251 kJ ME/kg KM/d und dem aktiver Katzen von 334 – 376 kJ ME/kg KM/d. In seiner großangelegten Studie an 160 weiblichen adulten Katzen beobachtete LOVERIDGE (1985) einen Erhaltungsbedarf von 1172 kJ/Tier/d. HAUSCHILD (1993) errechnete aus den in drei sechstägigen Bilanzphasen ermittelten Werten für die Aufnahme an umsetzbarer Energie (ME) und retinierter Energie mittels Regressionsanalyse einen energetischen Erhaltungsbedarf von 190 kJ ME/kg KM/d. Nach der gleichen Methode kamen MÄNNER et al. (1993) zu einem Erhaltungsbedarf von 187 kJ ME/kg KM/d für inaktive Katzen und 228 kJ ME/kg KM/d für aktive Katzen. Zu einem geringen Erhaltungsbedarf an Energie gelangte RADICKE (1995), der je nach Aktivitätsgrad der Katzen 128 bis 165 kJ ME/kg KM/d angab. Ähnliche Bedarfszahlen ermittelte STIEFEL (1999) bei adulten Katzen im Alter zwischen 3 und 15 Jahren; er sprach von einem durchschnittlichen energetischen Erhaltungsbedarf von 149 kJ ME/kg KM/d. Bei Untersuchungen von LÄUGER (2001) an jungen adulten Katzen mit einer durchschnittlichen Körpermasse von 5 kg wurde ein Erhaltungsbedarf von 176 – 228 kJ ME/kg KM/d festgestellt.

BALLEVRE et al. (1994) ermittelten den energetischen Erhaltungsbedarf der Katze anhand der Messung des Energieverbrauchs mit doppelt

markiertem Wasser (H_2^{18}O , $^2\text{H}_2\text{O}$) mit 207 kJ ME/kg KM/d. NGUYEN et al. (2000) kamen nach der gleichen Methode zu einem Erhaltungsbedarf von durchschnittlich 229 kJ ME/kg KM und Tag.

Die nachstehende Aufstellung (Tabelle 1) gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Angaben der verschiedenen Autoren hinsichtlich des Erhaltungsbedarfs von Katzen sowie über die jeweiligen Untersuchungsbedingungen.

Tabelle 1: Erhaltungsbedarf von Katzen in der Literatur

	n	Alter	Durchschnittliche KM	kJ/kg KM MW \pm 2SD ¹⁾	Autoren
Ergebnisse aus indir. Kalorimetrie, Extrapolation des Grundumsatzes					
Laborbedingungen, intakte Weibchen, kastrierte Kater, Futter mit rel. geringem Proteingehalt	14	3-5	3,95	130 \pm 25	RADICKE, 1995
Laborbedingungen, vorwiegend Kastraten	24	3-15	4,40	155	STIEFEL, 1999
Laborbedingungen, intakte Weibchen, kastrierte Kater	14	3-5	4,16	155 \pm 46	RADICKE, 1995
Laborbedingungen, intakte Weibchen, kastrierte Kater	14	3-5	3,92	159 \pm 54	RADICKE, 1995
Laborbedingungen, intakte Weibchen, kastrierte Kater	14	3-5	3,93	163 \pm 13	RADICKE, 1995
Laborbedingungen, intakte Kater und Kätzinnen	4	5-6	5,83	163 \pm 21	HAUSCHILD, 1993
Laborbedingungen, intakte Weibchen, kastrierte Kater	14	3-5	3,58	163 \pm 59	RADICKE, 1995
Laborbedingungen, kastrierte Kater	6	0,9	5,50	176	LÄUGER, 2001
Laborbedingungen	6	2-8	4,10	184 \pm 46	TENNANT, 1998
Laborbedingungen, intakte Kater und Kätzinnen	6	1,8-5	3,88	201 \pm 8	HAUSCHILD, 1993
Laborbedingungen, intakte Kater	6	0,9	4,80	205	LÄUGER, 2001
Laborbedingungen, intakte Kater und Kätzinnen	27	1-2	3,77	209 \pm 17	HAUSCHILD, 1993
Laborbedingungen, intakte Kater und	9	4,5-13	3,27	213 \pm 8	HAUSCHILD, 1993

Kätzinnen							
Laborbedingungen, intakte Kater und Kätzinnen	4	3-6	3,95	213±17	HAUSCHILD, 1993		
Laborbedingungen, intakte Kater	6	0,8	5,10	226	LÄUGER, 2001		
Laborbedingungen, intakte Kater	6	0,8	5,20	226	LÄUGER, 2001		
Laborbedingungen, intakte Kater und Kätzinnen	6	1-3	3,10	226±33	HAUSCHILD, 1993		
Laborbedingungen	5	1,2-7	3,18	230±13	HAUSCHILD, 1993		
Laborbedingungen, intakte Kater und Kätzinnen	6	0,8-4	3,25	255±4	HAUSCHILD, 1993		

	n	Alter	Durchschnittliche KM	kJ/kg KM MW \pm 2SD ¹⁾	Autoren
Ergebnisse aus Fütterungsversuchen, Gewichtskonstanz oder Extrapolation auf Gewichtskonstanz (ME des Futters berechnet oder durch Fütterungsversuch und N-Korrektur bestimmt)					
Laborbedingungen	48	1-14		92-406	TAYLOR et al., 1995
Laborbedingungen	7		6-6,5	155	EARLE und SMITH, 1990
Laborbedingungen, Käfigruhe, sterilisierte Kätzinnen	10		3,1	167	FLYNN et al., 1996
Laborbedingungen	26		5,5-6	176	EARLE und SMITH, 1990
Laborbedingungen	14	12-14	5,1	180 \pm 42	LAFLAMME und BALLAM, 2001
Laborbedingungen	18	10-12	5,3	180 \pm 59	LAFLAMME und BALLAM, 2001
Laborbedingungen	53		5-5,5	193	EARLE und SMITH, 1990
Laborbedingungen	48		4,5-5	201	EARLE und SMITH, 1990
Laborbedingungen	12	8-10	5,0	201 \pm 84	LAFLAMME und BALLAM, 2001
Laborbedingungen	11	>14	3,8	213 \pm 59	LAFLAMME und BALLAM, 2001
Laborbedingungen	14	6-8	5,3	218 \pm 75	LAFLAMME und BALLAM, 2001
Laborbedingungen	24		3,5-4	247	EARLE und SMITH,

						1990
Laborbedingungen, Käfigruhe, sterilisierte Kätzinnen	5			2.9	251	FLYNN et al., 1996
Laborbedingungen	36	4-6		3,9	255±92	LAFLAMME und BALLAM, 2001
Heimtierhaltung	36	4		5,1	259±126	PARKMAN et al., 2000
Laborbedingungen, intakte Kätzinnen, kastrierte Kater	6			4	276±109	KENDALL et al., 1983
Laborbedingungen	22			2,5-3	276	EARLE und SMITH, 1990
Laborbedingungen	36			3-3,5	280	EARLE und SMITH, 1990
Laborbedingungen	8	2-4		3,6	289±8	LAFLAMME und BALLAM, 2001

	n	Alter	Durchschnittliche KM	kJ/kg KM MW±2SD ¹⁾	Autoren
Doppelt markiertes Wasser					
Laborbedingungen, kastrierte Kater	9	3,7		209	NGUYEN et al., 2000
Laborbedingungen, sterilisierte Kätzinnen	6			222	NGUYEN et al., 2000
Laborbedingungen, kastrierte Kater	6	1,3		230	NGUYEN et al., 2000
Laborbedingungen	3	7±4	4,4	230±8	BALLEVRE et al., 1994
Laborbedingungen, intakte Kätzinnen	6			239	NGUYEN et al., 2000
Laborbedingungen, schlanke intakte Kater	6			247	NGUYEN et al., 2000

¹⁾ 95 % der Population liegen in diesem Bereich

Der Energiebedarf alternder Katzen scheint sich von dem jüngerer Katzen bzw. Katzen mittleren Alters zu unterscheiden. BRANAM (1987) stellte fest, dass bei Katzen ab dem 5. – 7. Lebensjahr eine offenbar veränderte Nährstoffverwertung besteht und dass der Energiebedarf bis zu 20 % geringer sein kann als bei jungen Tieren. Als Ursachen werden viele Faktoren wie die Reduzierung der Aktivität, der fettfreien Körpermasse, des Appetits, des Geruch- und Geschmacksinns, der Speichelproduktion, der Magensäuresekretion, der enzymatischen Aktivität, der Resorptionsfähigkeit des Verdauungstraktes, der Fettverdauung sowie Zahn- bzw. Zahnfleischprobleme vermutet (MEYER et al., 1940; BRANAM, 1987; VENN, 1992; ANANTHARAMAN-BARR et al., 1991; TAYLOR et al., 1995). DAVIES (1997) bestätigte einen veränderten Energie- und Nährstoffbedarf bei älteren Katzen und führte dies auf eine mit zunehmendem Alter verringerte Grundumsatzrate zurück. Als mögliche Erklärungen gab er neben den bereits genannten Ursachen verringerte hormonale Tätigkeit, geringere Aktivität aufgrund veränderter Verhaltensweisen oder sekundär nach Gesundheitsproblemen – insbesondere orthopädischer Natur – sowie eine Beeinträchtigung der Resorptions-, Entgiftungs- und Ausscheidungsmechanismen an.

BURGER (1994) konnte in seinen Untersuchungen bei Katzen keine altersbedingte Abnahme der Energieaufnahme beobachten. TAYLOR et al. (1995) beobachteten einen leichten, jedoch nicht signifikanten Trend zu einer Verringerung des Energiebedarfs bei Katzen bis zum Alter von etwa 10 Jahren. Im deutlichen Gegensatz dazu lagen jedoch die Energieaufnahmen in der Gruppe der ältesten Katzen (12 – 14 Jahre) ihrer Studie, die signifikant mehr Kilojoule pro Kilogramm Körpermasse und Tag zu sich nahmen als Katzen mittleren bis höheren Alters (4 – 10 Jahre). Diese Beobachtung wurde bei der Analyse der Energieaufnahme in Bezug auf die fettfreie Körpermasse (FFKM) bestätigt. Dies zeige laut TAYLOR et al. (1995), dass die hohen ME-Aufnahmen nicht nur mit einer proportional größeren fettfreien Körpermasse in Verbindung stehen, sondern dass

ein weiterer Faktor kausal involviert sein muss. Die Autoren vermuteten, dass es sich bei diesem Faktor um die mit zunehmendem Alter signifikant verschlechterte Fettverdaulichkeit handeln müsse. Somit scheine die altersassoziierte Beeinträchtigung der Verdauungsfunktionen bei den sehr alten Katzen (12 – 14 J.) es erforderlich zu machen, dass zur Deckung des Erhaltungsbedarfs sehr hohe Futter- bzw. Energiemengen aufgenommen werden müssen. Diese Feststellung sei laut TAYLOR et al. (1995) deshalb bemerkenswert, weil sie in gewisser Weise der bisherigen Annahme, dass der Energiebedarf mit dem Alter generell sinkt, widerspricht. Somit seien Katzen offenbar tatsächlich in der Lage, ihre Energieaufnahme lebenslang so zu steuern, dass eine Aufrechterhaltung des Körpergewichtes gewährleistet ist. Des Weiteren wiesen TAYLOR et al. (1995) auch auf eine Überschätzung des Energiebedarfs von Katzen durch die derzeitigen Bedarfsempfehlungen hin.

Ein bereits in der Humanmedizin (CUNNINGHAM, 1980) beobachteter Zusammenhang von Energiebedarf und Körperzusammensetzung wurde von MUNDAY et al. (1994) mittels der DEXA-Methode (Dual Energy X-Ray Absorptiometry) an Katzen untersucht, wobei in beiden Studien keine altersbedingte Veränderung des Verhältnisses von fettfreier Masse zu Körperfett nachgewiesen werden konnte. SCARLETT et al. (1994) wiesen in einer retrospektiven Studie an 53 alten Katzen nach, dass Gewichtszunahmen keine typische altersbedingte Entwicklung darstellen, sondern dass im Gegenteil nur 20% der Katzen über 8 Jahre an Gewicht zunehmen, während 30 % abnehmen und etwa 50 % ihr Gewicht halten. Die Autoren stellten außerdem fest, dass der Anteil übergewichtiger Katzen etwa bis zum 7. Lebensjahr ansteigt, während er danach eher sinkt bzw. ab dem 10. Lebensjahr sogar drastisch abnimmt. Da fettleibige Katzen in dieser Altersgruppe eine Minorität darstellen, muss davon ausgegangen werden, dass die vielen übergewichtigen Katzen mittleren Alters entweder an Adipositas-assoziierten Erkrankungen sterben oder dass sie mit zunehmendem Alter tatsächlich an Gewicht verlieren. LAFLAMME et al. (2001) beobachteten an

den 113 Katzen (2 – 14 Jahre alt) ihrer Studie einen bis zum Alter von ca. 11,6 Jahren sinkenden, danach aber wieder ansteigenden Energiebedarf. Die höchsten Werte fanden sich bei jungen adulten Katzen (2 – 4 Jahre) mit einem Erhaltungsbedarf von 289 kJ ME/kg KM, während der energetische Erhaltungsbedarf danach bis zum Alter von 12- 14 Jahren kontinuierlich sank (180 kJ ME/kg KM). Nur bei den über 14-jährigen Tieren war eine insignifikant geringe Anhebung des Energiebedarfs auf durchschnittlich 213 kJ ME/kg KM zu vermerken, was in etwa den Werten der 6 – 8-jährigen Katzen dieser Studie entsprach.

Grundlage jeder Ermittlung des Energiebedarfs ist die korrekte Energiebewertung des Futtermittels. Nur wenn der Energiegehalt des aufgenommenen Futters korrekt bestimmt wurde, ist auch die Energieaufnahme des Tieres eindeutig klar und nur dann kann in der Folge ein exakter Energiebedarf ermittelt werden.

Den Gehalt an Energie herauszufinden, versuchte bereits RUBNER (1901), der die Brennwerte bzw. die „ physiologischen Nutzwerte“ der Hauptnährstoffe in eigenen Untersuchungen an Hunden bestimmte, dabei allerdings von einer vollständigen Resorption der Hauptnährstoffe ausging. Die von ihm ermittelten durchschnittlichen Werte lagen bei 17,2 kJ für 1g Eiweiß, 38,9 kJ für 1g Fett und 17,2 kJ für 1g Kohlenhydrate kam. ATWATER (1902 und 1910) überprüfte die Ergebnisse von RUBNER (1901) an Menschen und ermittelte sogenannte Ausnutzungskoeffizienten für die einzelnen Hauptnährstoffe, wobei er den Energiegehalt der Fäzes als nicht ausgenutzte Energie betrachtete. Die von ihm berechneten Werte betragen 16,7 kJ/g Eiweiß, 37,3 kJ/g Fett und 16,7 kJ/g Kohlenhydrate. Verschiedene Untersuchungen mit Katzenfertigfuttermitteln (BURGER, 1994) haben jedoch gezeigt, dass es bei der Berechnung der ME mittels Atwater-Faktoren zu einer Überschätzung der ME kommt, so dass diese Methode für Fertigfutter ungeeignet ist. Mit entsprechenden Veränderungen aufgrund abweichender Verdaulichkeiten beim Tier werden sie als

sogenannte „modifizierte Atwater-Faktoren“ in manchen Energiebewertungssystemen auf der Stufe der umsetzbaren Energie (ME) für Hund- und Katzenfuttermittel eingesetzt. Der Nachteil der Verwendung dieser Faktoren liegt in der unterschiedlichen Verdaulichkeit, die bei heutigen Futtermitteln von über 90% bis zu 70% oder weniger reichen kann, während diese Faktoren eine konstante Verdaulichkeit zugrundelegten.

Für Hunde- und Katzenfuttermittel erfolgt die Energiebewertung heute auf der Stufe der verdaulichen Energie (DE/digestible energy) oder der umsetzbaren Energie (ME/metabolizable energy) (ERBERSDOBLER et al., 1976; MEYER et al., 1981; KENDALL et al., 1982a und 1985; NRC, 1986; MEYER und HECKÖTTER, 1986; SCHNEIDER, 1988; KUHLMAN et al., 1993; AAFCO, 1997 und 2001; OPITZ, 1996; GRÖNER und PFEFFER, 1997; KIENZLE et al., 1998a und 1998b; MEYER und ZENTEK, 1998), wobei die Bruttoenergie (GE/gross energy) die Grundlage aller Berechnungen darstellt.

Die *Bruttoenergie (GE)* kann experimentell im adiabatischen Bombenkalorimeter bestimmt werden oder aus den mittleren Brennwerten der Rohnährstoffe berechnet werden. Während die experimentelle Bestimmung der GE im Bombenkalorimeter nach Berthelot eine altbewährte Methode darstellt, die auf der Tatsache beruht, dass sich alle Energieformen vollständig in thermische Energie überführen lassen, sollte durch wiederholte Analysen (empfohlen werden fünf Wiederholungen) ein möglichst geringer Variationskoeffizient (<0,4%) sichergestellt werden.

Die rechnerische Bestimmung der GE erfolgt auf der Basis des Rohnährstoffgehaltes und des jeweiligen Brennwertes (MEYER und ZENTEK, 1998), wobei für Hunde- und Katzenfuttermittel heutzutage mittlere Brennwerte von 23,9 – 24,2 kJ/g Rohprotein, 36,6 – 39,8 kJ/g Rohfett, 17,0 – 17,5 kJ/g Kohlenhydrate (NfE) und 17,2 – 22,2 kJ/g Rohfaser als Faktoren verwendet werden (MEYER et al., 1993). Laut SCHRAG (1999) kann es

zwischen experimentell und rechnerisch bestimmten Werten für die Bruttoenergie je nach Katzenfutter zu Abweichungen von bis zu 14,41 % (MW 5,37 %) kommen.

Davon ausgehend werden in der Folge Verdaulichkeit und Umsetzbarkeit der Nährstoffe berücksichtigt. Da die Höhe der Verdaulichkeit und die Art der Verdauung (durch körpereigene oder mikrobiell gebildete Enzyme) bei Tieren sehr unterschiedlich sein kann, ist die GE für die Tierernährung kein geeigneter Bewertungsmaßstab. Ein Teil der GE wird mit dem Kot ausgeschieden, wobei dieser Anteil vorwiegend von der pflanzenanatomischen und –histologischen Struktur der in den Fertig- bzw. Mischfuttermitteln enthaltenen Gerüstsubstanzen abhängig ist. Nach Abzug dieser Verluste erhält man die verdauliche Energie (DE/digestible energy).

Von der DE geht dem Organismus ein weiterer Teil der Energie durch energiehaltige Ausscheidungen mit dem Harn verloren. Wird die DE um diesen Anteil verringert, spricht man von der umsetzbaren Energie (ME/metabolizable energy). Für Katzen gilt somit folgendes Grundschema der Umwandlung der Futterenergie:



Die heute zur Energiebewertung auf der Stufe der *verdaulichen Energie* (DE) eingesetzten Methoden umfassen einerseits die rechnerische Ermittlung der DE mittels Abschätzung der Verdaulichkeit - unter anderem auch unter Berücksichtigung des Einflusses von Rohfaser auf die Verdaulichkeit (MÖSLINGER, 1983; SCHNEIDER, 1988; KIENZLE et al., 1991 und 1998a/b; KUHLMAN et al., 1993; OPITZ, 1996; DOBENECKER et al., 1999) - und andererseits die experimentelle Bestimmung der DE durch Verdauungsversuche, wobei zunächst der Energiegehalt in Futter und Kot im Bombenkalorimeter ermittelt wird und die DE aus der Differenz zwischen der Energie im Futter und der Energie im Kot errechnet wird (ERBERSDOBLER et al., 1976).

Auch für die Energiebewertung auf der Stufe der *umsetzbaren Energie (ME)*, also jener Energie, die nach Abzug der über den Harn ausgeschiedenen Energiemenge von der verdaulichen Energie dem Organismus zur Verfügung steht, stehen *experimentelle* und *rechnerische* Methoden (Schätzmethode) zur Verfügung. Die experimentelle Bestimmung der ME erfolgt heute meist in der Form, dass die verdauliche Energie wie oben beschrieben in Verdauungsversuchen ermittelt wird und die Verluste über den Harn in Form einer N-Korrektur abgeschätzt werden.

Zur Abschätzung der umsetzbaren Energie (ME) stehen zahlreiche Formeln zur Verfügung. LAFLAMME (2001) untersuchte in einer Überblicksarbeit die Eignung der verschiedenen Gleichungen für die ME-Schätzung bei Futtermitteln für Hunde und Katzen. Dabei wurden die jeweiligen Formelergebnisse mit den Resultaten aus den jeweiligen Verdauungsversuchen verglichen. Die Autorin kam zu dem Schluss, dass die Bestimmung der ME in Verdauungsversuchen in jedem Fall den „Gold Standard“ darstellt, der optimale Genauigkeit garantiert. Von den zehn unterschiedlichen Schätzgleichungen verschiedener Autoren (KENDALL et al., 1985; KUHLMAN et al., 1993; AAFCO, 1993 und 2001; KIENZLE et al., 1998) zur Ermittlung der ME bei Katzenfutter wurde die von der Association of American Feed Control Officials (AAFCO) empfohlenen Gleichungen ($ME = GE(\text{Futter}) - GE(\text{Fäzes}) - (g \text{ verdauliches Rohprotein} \times 3,6 \text{ bzw. } ME = 14,64 \times g \text{ Protein}) + (35,56 \times g \text{ Fett}) + (14,64 \times g \text{ NfE})$) zwar als für Feuchtfutter, nicht aber für Trockenfutter geeignet empfohlen. Die genauesten Resultate wurden laut LAFLAMME (2001) mit folgenden Gleichungen erzielt:

Für Feuchttalleinfuttermittel für Katzen:

$$[(16,32 \times \text{Protein}) + (32,22 \times \text{Fett}) + (12,55 \times \text{NfE})] \quad (\text{KENDALL et al., 1985})$$

Für Trockenalleinfuttermittel für Katzen:

$$[(\text{GE} \times 1,209) - 1,911] \times 4,184 \quad (\text{KUHLMAN et al., 1993}) \quad \text{bzw.}$$

$$[(0,075 \times \text{g Fett}) + 2,766] \times 4,184 \quad (\text{KUHLMAN et al., 1993}).$$

Weitere Empfehlungen stammen vom National Research Council (1986), die für Feucht-, Halbfeucht- und Trockenfutter unterschiedliche Gleichungen anbieten (z.B. $\text{ME (kJ/100g TS)} = 23,5 \times \text{Rp} + 39,0 \times \text{Rfe} * 17,2 \times \text{NfE} - 506,5$ für Trockenfutter), andererseits gingen die Untersuchungen mehrerer Autoren (NRC, 1986; RADICKE, 1995; KIENZLE et al., 1998b) in die Richtung der ME-Ermittlung aus der DE mittels Abzug eines Faktors für Rohprotein und zwar von 3,6 kJ/g vRp für Katzen und 5,2 kJ/g vRp für Hunde.

Die derzeit genaueste Methode zur Abschätzung des Energiegehaltes von Hunde- und Katzenfuttermitteln scheint laut KIENZLE et al. (1998 a) jene zu sein, bei der zunächst nicht nur der Bruttoenergiegehalt (GE) im Bombenkalorimeter, sondern auch der Gehalt an Rohfaser (in der Trockensubstanz) sowie der Eiweißgehalt bestimmt werden, wonach unter Berücksichtigung des Rohfasergehaltes die Verdaulichkeit der Energie bestimmt wird (\rightarrow DE) und abschließend noch die N-Korrektur für die Stickstoffverluste über die Harn durchgeführt wird (\rightarrow ME).

Andere Autoren verwenden zur Ermittlung der ME die vereinfachte Methode der Multiplikation des DE-Wertes mit einem empirischen Faktor von 0,92 - 0,96, was dem Verhältnis von DE zu ME entspricht (z.B. $\text{ME} = \text{DE} \times 0,92$).

Eine wichtige Bezugsgröße für den Energiebedarf ist nicht nur die Körpermasse, sondern vor allem auch die *Stoffwechselmasse* oder *metabolische Körpermasse*. Die vom Körper benötigte Energiemenge ist unter anderem von der Körperoberfläche abhängig, wobei die Körperoberfläche pro Gewichtseinheit mit zunehmender Körpergröße des Tieres sinkt. Obwohl der Einfluss der Körperoberfläche bei Katzen sicher nicht von so entscheidender Bedeutung ist wie bei anderen Tieren (z.B. Hund, Pferd), ist doch

zu berücksichtigen, dass adulte Katzen der Spezies *Felis domesticus* zwischen 2 kg und 6 kg oder mehr wiegen können. Gemäß einer einheitlichen Gesetzmäßigkeit, der alle Lebewesen und sogar Pflanzen unterworfen sind, steigt der Energieumsatz eines Organismus als Potenzfunktion des Körpergewichtes mit Exponenten, die laut HEMMINGSEN (1960) in einem Bereich von größer als 0,67 und kleiner als 1 liegen, an. Seit den Untersuchungen von KLEIBER (1932 und 1961) wird mit dem Exponenten 0,75 gearbeitet, der sich aus praktischen Gründen gegenüber dem ursprünglich von BRODY et al. (1934) errechneten Exponenten von 0,73 durchgesetzt hat. Während HEUSNER (1982) auf der Grundlage der aus der Literatur zur Verfügung stehenden Daten über sieben Säugetierspezies (einschließlich der Katze) einen intraspezifischen Exponenten von 0,67 vorschlug, war das NRC (1985) der Ansicht, dass bei der Katze die Berücksichtigung unterschiedlicher Körperoberflächen und eine Beziehung des Energiebedarfs auf ein metabolisches Körpergewicht von untergeordneter Bedeutung sei. In ihrer Arbeit über den Erhaltungsbedarf an verdaulicher Energie von adulten Katzen kamen EARLE und SMITH (1990) zu dem Schluss, dass die offensichtliche Beziehung zwischen der DE-Aufnahme und der metabolischen Körpermasse mit dem Exponenten 0,404 mittels der klassischen allometrischen Gleichungen nicht erklärbar ist und dass die Aufnahme an verdaulicher Energie mit zunehmender Körpermasse geringer wird. Somit würde sich bei einer Bedarfsermittlung, die sich ausschließlich an der Körpermasse in Kilogramm orientiert, eine teilweise gravierende Überschätzung ergeben. HAUSCHILD (1993) überprüfte in ihren Untersuchungen über den energetischen Erhaltungsbedarf von Katzen unter anderem, ob der interspezifisch ermittelte Exponent von 0,75 (KLEIBER, 1932) auch die metabolische Körpermasse der Katze ausreichend beschreibt. Durch Regressionsberechnungen zwischen dem jeweiligen Logarithmus des Nüchternumsatzes und der Lebendmasse der Katzen leitete sie einen intraspezifischen Exponenten von 0,67 ab.

Die weitaus meisten Autoren zogen jedoch zwecks Vereinfachung die Ermittlung des Energiebedarfs pro kg Körpermasse vor, was EARLE und SMITH (1990) mit ihrer oben zitierten Untersuchung ad absurdum führten.

3. Adipositas und Reduktionsdiät bei Katzen

3.1. Allgemeines

Übergewicht und Fettleibigkeit stellen heutzutage die häufigste ernährungsbedingte Krankheit bei Heimtieren in den Industrieländern dar (CASE et al., 1995; CRANE, 1991; SLOTH, 1992; SCARLETT et al., 1994; MARKWELL et al., 1994; BUTTERWICK et al., 1994). Angaben zur Inzidenz der Adipositas haben sich über die Jahre geändert: Während der Prozentsatz adipöser Katzen in den 70er-Jahren noch zwischen etwa 6 – 12 % lag (ANDERSON, 1973), ermittelte SLOTH (1992) in eigenen Studien eine Prävalenz von ca. 40 % und SCARLETT et al. (1994) einen Prozentsatz von etwa 25 % an übergewichtigen (20 %) bis adipösen (5 %) Katzen. Dies deckt sich mit den Angaben von ARMSTRONG (1996). LAFLAMME (1997) stellte fest, dass 25 – 30 % der Hunde und Katzen, die Tierärzten vorgestellt werden, übergewichtig bzw. adipös sind. Dennoch wird allgemein angenommen, dass Adipositas bei Katzen seltener anzutreffen ist als bei Hunden, was auch KIENZLE (1986) bestätigte. Die Frage, ob Katzen ihre Energieaufnahme bei *ad libitum*-Fütterung besser kontrollieren können als Hunde, wurde von verschiedenen Autoren kontroversiell beurteilt. SLOTH (1992), SCARLETT et al. (1994), FLYNN et al. (1996) und BIOURGE (1998) vertraten die Ansicht, dass Katzen bei *ad libitum*-Fütterung nicht besser als Hunde in der Lage sind, ihr Gewicht zu halten, während TAYLOR et al. (1995) zumindest für sehr alte Katzen, die bei altersbedingt reduzierter Futtermittelverwertung ihr Körpergewicht durch erhöhte Energieaufnahmen aufrechterhalten, die Aussage trafen, dass diese vermehrte Energieaufnahme sehr wohl für einen intakten Regelungsmechanismus spräche. Andererseits scheint die Häufigkeit der Adipositas bei Katzen heutzutage doch eher dafür zu sprechen, dass auch

die Katze für exzessive Energiezufuhr durchaus empfänglich ist (BUTTERWICK, 2000).

Übergewicht bzw. Adipositas, also ein um 15 – 20 % erhöhtes Körpergewicht (siehe *Definition*), ist fast ausschließlich die Folge einer Imbalanz zwischen Energiebedarf und Energieaufnahme und nur wenige seltene Fälle von Fettleibigkeit entstehen sekundär nach anderen Erkrankungen wie zum Beispiel endokrinen Störungen oder sind iatrogen bedingt (medikamentell induzierte Polyphagie).

Die Hauptursachen der Fettleibigkeit beim Heimtier Katze, nämlich *ad libitum*-Fütterung hoch-schmackhafter, fettreicher Futtermittel, die geringe körperliche Aktivität aufgrund fehlender Bewegungsanreize durch räumlich eingeschränkte Bewegungsmöglichkeiten bzw. als Folge fehlenden hormonell bedingten Antriebs sowie falsche Fütterungsgewohnheiten durch missverstandene Tierliebe bzw. extrem stark emotional bewertete Bedeutung des Fütterns sowie die Fehleinschätzung von tatsächlichem Körpergewicht der Katze, von Adipositas und deren Ursachen durch die Tierbesitzer werden nachstehend im Kapitel *Ursachen* ausführlich besprochen. Die weitläufige Meinung, dass übergewichtige Halter übergewichtige Katzen „produzieren“, konnte durch die Untersuchung von KIENZLE et al. (2000) nicht bestätigt werden.

Die Aussage, dass es sich bei der Adipositas um eine durch Fehlernährung verursachte Krankheit handelt, wird durch die Vielzahl an Berichten über Gesundheitsrisiken und Folgeerkrankungen untermauert. Die übermäßige Fettansammlung in den Fettspeichern des Organismus birgt Gesundheitsrisiken wie Hyperinsulinämie, Glukoseintoleranz, Diabetes mellitus, pulmonale und kardiovaskuläre Erkrankungen, Gelenks- und Bewegungsprobleme, Arthrosen, Lahmheit, nicht-allergische Hautkrankheiten, idiopathische hepatische Lipidose, FLUTD, erhöhtes Operations- und Narkoserisiko sowie erhöhte Morbidität und Mortalität

(CRANE, 1991; SLOTH, 1992; BUTTERWICK et al., 1994; MARKWELL et al., 1994 und 1996; CASE et al., 1995; SCARLETT et al., 1997; BIOURGE, 1998; PLOTNICK, 2001). Eine Studie an 1400 Katzen hat nachgewiesen, dass fette Katzen im Vergleich zu normalgewichtigen 3,8mal so häufig an Diabetes mellitus erkranken, 2,7mal so oft Lahmheit entwickeln und 1,4mal so häufig an nicht-allergischen Hautkrankheiten leiden (SCARLETT et al., 1997). Die Überlebenschancen für Katzen betragen bei optimalem Body Condition Score (LAFLAMME et al., 1994) 83 %, während sie bei adipösen Katzen nur bei 53 % liegen (SCARLETT et al., 1997).

Obwohl die Adipositas bei der Katze theoretisch und im klinischen Umfeld erfolgreich behandelt werden kann (siehe *Therapie*), gestaltet sich die Behandlung in der tierärztlichen Praxis meist sehr schwierig.

Hauptursachen sind mangelnde Akzeptanz der Diagnose durch den Tierbesitzer und somit mangelnde Compliance (SLOTH, 1992; MARKWELL und BUTTERWICK, 1996; REMILLARD, 2000). Hier sind fachliches und psychologisches Engagement des Tierarztes gefragt, der zusätzlich darauf zu achten hat, dass die diätetische Therapie praktikabel sein muss und finanzielle wie zeitliche Ressourcen des Tierhalters nicht übersteigen darf (KIENZLE et al., 2000).

3.2. Definition

Adipositas stellt die übermäßige Ansammlung von Körperfett aufgrund einer positiven Energiebilanz dar, in deren Folge es zu Gesundheitsproblemen kommen kann bzw. ab einem gewissen Grad (>25 – 30 % Übergewicht) unweigerlich kommt (BRANAM, 1987; OWEN, 1988; CRANE, 1991; CASE et al., 1995; LAFLAMME, 1997; SCARLETT et al., 1997). Es handelt sich um ein komplexes, therapierbares klinisches Syndrom mit multiplen zusammenhängenden Folgen für die Gesundheit des betroffenen Individuums (CRANE, 1991). Auch MAYER (1973) stellte bei der Definition

der Adipositas sofort den Krankheitscharakter des Übergewichtes klar, als er die Adipositas als pathologischen Zustand charakterisierte, der durch die Speicherung von Körperfett in einem Ausmaß, das das für optimale Körperfunktionen notwendige übersteigt, gekennzeichnet ist. Dieser Definition ist bereits inhärent, dass Fettleibigkeit das Wohlbefinden und die Gesundheit eines Lebewesens beeinträchtigt.

Die genaue prozentuale Definition von Übergewicht bzw. Adipositas lehnte sich anfangs an jene der Humanmedizin (CRADDOCK, 1969) an, in der eine Überschreitung des Sollgewichtes von 15 % und darüber als Maßstab angelegt wurde. KIENZLE (1986) interpretierte ein Übergewicht von 10 % als beginnende Adipositas und bezeichnete ein um 20 % überschrittenes Normalgewicht als manifeste Adipositas. Die meisten Autoren definieren Übergewicht bei der Katze als ein Überschreiten des Idealgewichtes um 15 –20 % (BRANAM, 1987; LEWIS, 1987; SLOTH, 1992; CASE et al., 1995; IBEN, 1996; BUSH, 1996; LAFLAMME, 1997; REMILLARD, 2000; PLOTNICK, 2001), während manche diesen Prozentsatz für die Adipositas auf bis zu 25 – 30 % erhöhen (BUTTERWICK und MARKWELL, 1996; LAFLAMME, 1997). In absoluten Zahlen wurde Übergewicht bei der Katze unter anderem von KIENZLE et al. (2000) definiert, die in ihren Untersuchungen feststellten, dass weibliche Katzen über 5 kg und Kater über 6 kg fast immer übergewichtig sind. Dies bestätigt die Aussage von SCOTT (1981), die für weibliche Katzen einen Bereich von 2,5 kg bis 3,5 kg und für Kater von 3 kg bis 4,5 kg als Normalgewicht angab und alle Katzen mit über 6 kg als adipös und als eindeutige Kandidaten für eine Reduktionsdiät bezeichnete.

Nicht unerwähnt bleiben darf in diesem Zusammenhang die Definition bzw. Interpretation des Normal- bzw. Ideal- oder Sollgewichtes der Katze, auf das sich alle oben angeführten Definitionen der Adipositas beziehen. Da die Rasseunterschiede bei der Spezies Katze im Vergleich zu anderen Tieren wie z.B. dem Hund relativ gering sind und in diesem Zusammenhang

kaum zum Tragen kommen, und auch die individuellen Variationen (z.B. großrahmige Katzen) sich in Grenzen halten, sind sich die meisten Autoren darin einig, dass das sogenannte Normalgewicht für weibliche Katzen durchschnittlich um die 3 – 3,5 kg (maximal 4 kg) und für Kater um die 4 – 4,5 kg (maximal 5 kg) liegt (CRANE, 1991; SLOTH, 1992; KIENZLE, 2000). CRANE (1991) ging davon aus, dass das Idealgewicht einer Katze wahrscheinlich jenes ist, das das Tier im 2. Lebensjahr, also im ersten Jahr nach dem Ausgewachsensein, hat.

Die von manchen Autoren (BJORNTORP, 1983; CASE et al., 1995; PLOTNICK, 2001) zitierte ätiologische Definition der hypertrophen Adipositas (vermehrte Masse an Körperfett durch alleinige Vergrößerung der Fettzellen) bzw. hyperplastischen Adipositas (Steigerung der Anzahl der Adipozyten) ist bei der Katze bislang nicht durch wissenschaftliche Untersuchungen belegt worden.

Bei der Entwicklung der Adipositas unterscheidet man die dynamische Initialphase, während der das Tier mehr Energie aufnimmt als verbraucht wird und im Zuge derer die überflüssige Energie als Körperfett gespeichert wird und die Fettdepots aufgebaut werden. Die statische Phase der Adipositas beginnt, wenn das Tier nicht mehr an Gewicht zunimmt, sondern ein Energiegleichgewicht erreicht, bei dem sein Übergewichtszustand durch entsprechende Energieaufnahme über einen längeren Zeitraum hinweg aufrechterhalten wird (KIENZLE, 1986; CASE et al., 1995).

3.3 Diagnose

Die Diagnostik der Adipositas bei der Katze schließt immer auch eine klinische Allgemeinuntersuchung des Tieres, vor allem auch auf Ödeme, Aszites oder Diabetes mellitus bzw. eventuell auch auf eine Gravidität mit ein (CASE et al., 1997). Erst nach deren Ausschluss kann das aktuelle




Gewicht des Tieres mit vorherigen Messungen oder mit dem Gewicht kurz nach Erreichen des Erwachsenenalters verglichen werden, um einen abnormen Gewichtszuwachs festzustellen. Bei manchen reinrassigen Katzen könnte auch der Vergleich mit dem Rassestandard nützlich sein. Obwohl starke Fettleibigkeit bei der Katze relativ leicht zu diagnostizieren ist, gestaltet sich die genauere Beurteilung des Grades der Adipositas doch komplexer und somit schwieriger (BUTTERWICK, 2000). Eindeutige Beurteilungskriterien, die reproduzierbar sind, sowie Diagnoseverfahren, die den Rahmen der durchschnittlichen tierärztlichen Praxis nicht sprengen, sind die Kernpunkte der Adipositasdiagnostik (LAFLAMME, 1997).

Übergewicht und Fettleibigkeit werden wohl in der Mehrzahl der tierärztlichen Praxen auch heute noch vorwiegend durch Adspektion, Palpation und Wiegen diagnostiziert (MARKWELL und BUTTERWICK, 1994; BUTTERWICK, 2000). Bei der Adspektion spricht der Verlust der Taille bzw. der Sanduhrform (von oben gesehen) sowie ein mehr oder minder stark ausgeprägter Hängebauch für Übergewicht, während die Palpation des Gewebes über Brustkorb und entlang des ventralen Abdomens die Bestimmung von übermäßigem Körperfett ermöglicht (CRANE; 1991; SLOTH, 1992; IBEN, 1996; CASE et al., 1997).

Die meisten Autoren sind der Ansicht, dass die Beurteilung der Hautfaltdicke sich bei der Katze nur schlecht zur Diagnose der Adipositas eignet, weil sich die Haut leicht vom subkutanen Gewebe abheben lässt (CRANE, 1991). Das Wiegen des Tieres stellt nur eine Basisinformation dar und muss zumindest durch die klinische Allgemeinuntersuchung ergänzt werden.

Eine Hilfestellung zur adspektorischen Diagnose der Adipositas stellt der 1994 von LAFLAMME entwickelte Body Condition Score dar (BCS; siehe Abbildung 1), der mit einer neunstufigen Punktebewertung den

Ernährungszustand der Katze von kachektisch (BCS 1) bis stark adipös (BCS 9) beschreibt.

BCS	Beschreibung	Optische Erscheinungsform
1	<p>Kachektisch</p> <p>Sichtbare Rippen bei Kurzhaar. Kein tastbares Fettgewebe. Sehr starke Leibeseinziehung im Bereich der Kniefalte. Sehr deutliche Taille. Lendenwirbel und Beckenknochen sichtbar.</p>	
2	<p>Sehr mager</p> <p>Zwischen BCS 1 und 3</p>	
3	<p>Mager</p> <p>Rippen leicht tastbar mit minimaler Fettschicht. Lendenwirbel leicht zu ertasten. Sichtbare Taille. Sehr wenig Bauchfett.</p>	
4	<p>Untergewichtig</p> <p>Zwischen BCS 3 und 5</p>	
5	<p>Idealgewichtig</p> <p>Gut proportioniert. Taille hinter Rippen sichtbar. Tastbare Rippen mit leichter Fettschicht. Geringe Bauchfettschicht.</p>	
6	<p>Übergewichtig</p> <p>Zwischen BCS 5 und 7</p>	

7	<p>Stark übergewichtig</p> <p>Rippen nicht leicht tastbar mit mäßiger Fettschicht. Taille kaum wahrnehmbar. Sichtbare Bauchwölbung. Mäßige Bauchfettschicht.</p>	
8	<p>Fettleibig</p> <p>Zwischen BCS 7 und 9</p>	
9	<p>Stark fettleibig</p> <p>Rippen unter starker Fettschicht nicht tastbar. Starke Fettablagerungen im Bereich der Lendenwirbelsäule, im Gesicht und an den Gliedmaßen. Dehnung der Bauchdecke ohne Taille. Sehr dicke Fettablagerungen am Bauch</p>	

Abbildung 1: Body Condition Score (BCS) für Katzen (nach Laflamme et al., 1994)

Eine ähnliche Einteilung haben SCARLETT und DONOGHUE (1994) getroffen, deren Skala sechs verschiedene Körperformen bewertet, die ebenfalls von kachektisch (1) bis stark fettleibig (6) reichen.

Eine weitere Methode zur einfachen und nicht an Spezialgeräte gebundenen Bestimmung von Adipositas ist der in Anlehnung an den Body Mass Index (BMI) der Humanmedizin (Gewicht in kg dividiert durch das Quadrat der Körpergröße in Metern) für Katzen entwickelte und auf zoometrischen Messungen beruhende BMI für Katzen (*Feline Body Mass Index/FBMI*) (HAWTHORNE und BUTTERWICK, 2000; siehe Anhang), bei dem nach Messung des Brustkorbumfangs (in cm) und der Bein-Index-Messung (LIM = Distanz zwischen Kniescheibe und Tuber calcaneus in cm) der Prozentsatz an Körperfett nach folgender Gleichung, die durch In-Beziehungsetzen der Messwerte mit den DEXA-Ergebnissen (DEXA =Dual Energy X-Ray Absorptiometry) erstellt wurde, ermittelt wird:

$$\% \text{ Körperfett} = \frac{\left(\frac{\text{Brustkorbumfang in cm}}{0,7062} \right) - \text{LIM}}{0,9156} - \text{LIM}$$

Prozentsätze von 10 % - 30 % gelten bei der Katze als normal, Werte über 30 % sprechen für Übergewicht bzw. Adipositas. Zur einfacheren Handhabung dieses Systems wurden entsprechende, mögliche Messwerte in einer Tabelle zusammengestellt, anhand derer der Prozentsatz an Körperfett sofort und ohne Berechnung abgelesen werden kann.

Die Bedeutung einer möglichst genauen Bestimmung der Körperzusammensetzung nicht nur für die Adipositasdiagnostik, sondern auch für die Bewertung des Energiebedarfs und der Auswirkungen einer Reduktionsdiät auf die jeweiligen Anteile an Fett bzw. fettfreier Körpermasse hat MUNDAY (1994) in ihrem Übersichtsartikel zu diesem Thema hervorgehoben. Zu den neueren und technisch teilweise aufwändigen Bestimmungsmöglichkeiten der Körperzusammensetzung, also der Ermittlung der Anteile von Körperfett und fettfreier Körpermasse zählen vor allem die nicht-invasiven Methoden der Gesamtkörperwasser- und Gesamtkörperkaliumbestimmung, Neutronenaktivitätsanalyse, anthropometrische und densitometrische Techniken, Muskelstoffwechsellmarker, bioelektrische Impedanzanalyse (BIA), Infrarotanalyse, Computertomographie und Magnetsresonanz sowie die Messung des Fettgewebes durch Ultraschall, doppelt markiertes Wasser (NGUYEN et al., 2000) oder Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA; quantitative Dichterradiographie/QDR) (MUNDAY, 1994). Besonders die letztgenannten Verfahren sind in den letzten Jahren verfeinert und dadurch sehr präzise geworden. Während sie in der Humanmedizin mittlerweile unverzichtbar (LAUTEN et al., 2000) sind, ist ihr Einsatz in der Veterinärmedizin noch sehr begrenzt (STANTON et al., 1992; LAUTEN et al., 2000; SPEAKMAN et al., 2001),

was nicht nur auf die zeit- und kostenintensiven Prinzipien dieser Techniken, sondern vor allem auch auf den Mangel an konkreten Untersuchungsergebnissen und somit an Norm- bzw. Richtwerten für die Katze (LAUTEN et al., 2000) zurückzuführen ist. Sowohl das DEXA-Verfahren als auch die BIA-Methode und zoometrische Bestimmungen wurden erst vor wenigen Jahren in verschiedenen Studien durch Vergleich mit post-mortem durchgeführten chemischen Analysen der Körperzusammensetzung von Katzen auf ihre Eignung und Genauigkeit hin untersucht und diesbezüglich positiv bewertet (SPEAKMAN et al., 2001; STANTON et al., 1992; LAUTEN et al., 2000).

Die wenigen konkreten Angaben zur Körperzusammensetzung von Katzen bewegen sich zwischen 16 – 24 % Körperfett bzw. 73 – 77 % fettfreie Körpermasse (DEXA-Methode; LAUTEN et al., 2000) sowie um die 7 – 25 % Körperfett (MW 16 %) und durchschnittlich ca. 83 % fettfreier Körpermasse nach dem Impedanzverfahren (STANTON et al., 1992). Eine extrem große Variationsbreite ergaben Untersuchungen von HAWTHORNE und BUTTERWICK (2000), die mit Hilfe der DEXA-Methode für Katzen Körperfettanteile von zwischen 10 und 50 % ermittelten. Der mittels doppelt markiertem Wasser bestimmte Körperfettanteil (NGUYEN et al., 2000) lag höher als die Angaben der meisten Autoren und zeigte zusätzlich noch Geschlechtsunterschiede auf: Während der Körperfettanteil bei weiblichen intakten Katzen bei durchschnittlich 29 % lag, betrug er bei den sterilisierten Weibchen fast 34 %. Noch deutlicher war die Diskrepanz zwischen männlichen intakten Katzen - bei einem durchschnittlichen Fettanteil von knapp 25 % - und kastrierten Katern mit einem Fettanteil von durchschnittlich knapp 31 %. Im Gegensatz dazu lag der Prozentsatz an Körperfett bei chemischen Analysen feliner Körper bei durchschnittlich 12 % (STRATMANN, 1988; KIENZLE et al., 1991). STRATMANN (1988) hatte bei ihren Untersuchungen an Katzenwelpen einen rasanten Anstieg des Fettanteils am Gesamtkörpergewicht in den ersten vier Lebenswochen (von 3,6% auf 6,3%) beobachtet, der jedoch bei zehn Wochen alten Kätzchen

bereits wieder geringer war (4,6%) und bei adulten Tieren durchschnittlich 12,2 % betrug. Diesen prozentualen Anteil an Körperfett bestätigte auch MUNDAY (1994), die bei gleicher Analysenmethode auf Werte zwischen 8 – 13 % kam.

Die nachstehende Tabelle 2 ermöglicht einen Vergleich der vorliegenden Angaben.

Tabelle 2: Körperfettanteil von Katzen – Ergebnisse unterschiedlicher Verfahren

Körperfettanteil (%)	Methode der Bestimmung	Autoren
7 - 25	Bioelektrische Impedanzanalyse	STANTON et al., 1992
16 - 24	Dual Energy X-Ray Absorptiometry	LAUTON et al., 2000
10 - 50	Dual Energy X-Ray Absorptiometry	HAWTHORNE und BUTTERWICK, 2000
25 – 34	Doppelt markiertes Wasser	NGUYEN et al., 2000
8 – 13 12	Chemische Analysen	MUNDAY, 1994 STRATMANN, 1988

Generell konnte ein Zusammenhang zwischen Körperzusammensetzung und zunehmendem Alter der Katzen bis dato nicht hergestellt werden (MUNDAY, 1994; HARPER, 1998).

3.4. Ursachen

Bei den in der Literatur angegebenen Ursachen der Adipositas wird häufig generell zwischen endogenen und exogenen Faktoren unterschieden

(ARMSTRONG et al., 1951; BRANAM, 1987; CRANE, 1991; SLOTH, 1992; CASE et al., 1995; TAYLOR et al., 1995; BIOURGE, 1998; REMILLARD, 2000). Während zu den endogenen Faktoren im allgemeinen Geschlecht, Alter, endokrine oder hypothalamische Störungen bzw. veränderter hormoneller Status, verringerte Stoffwechselrate sowie genetische Prädisposition gezählt werden, umfassen die exogenen Faktoren das Ausmaß an freiwilliger Aktivität, äußere Einflüsse auf die Futteraufnahme, Zusammensetzung und Schmackhaftigkeit des Futters sowie Lebensstil. In der Mehrzahl der Fälle ist eine Kombination mehrerer Faktoren für das Übergewicht verantwortlich (CRANE, 1991; CASE et al., 1995). Die in der Literatur zur Adipositas bei Katzen am häufigsten genannten Ursachen sind Überfütterung, Kastration und Bewegungsmangel. Viele Autoren führen die Entwicklung von Übergewicht auch auf eine verringerte Stoffwechselrate zurück (BRANAM, 1987; IBEN, 1996; STUBBS, 1996; BIOURGE, 1998; FETTMAN et al., 1997; HARPER, 2001; CRANE, 1991; SLOTH, 1992), wobei die möglichen Ursachen jedoch nicht einheitlich und eindeutig definiert werden und von hormonellen Abweichungen bis zu altersbedingten Veränderungen reichen. Die noch vor Jahren mitzitierte Adipositasursache Alter (SLOTH, 1992; LEGRAND-DEFRETIN et al., 1993; IBEN, 1996) wird mittlerweile kontroversiell beurteilt bzw. widerlegt (SCARLETT et al., 1994; TAYLOR et al., 1995; LAFLAMME et al., 2001). Obwohl höheres Alter bei Mensch und Tier als Ursache für geringere körperliche Bewegung angeführt wird (IBEN, 1996; CASE et al., 1995; BRANAM, 1987; SLOTH, 1992; REMILLARD, 2000), ist Alter als solches keine Ursache für Übergewicht oder Fettleibigkeit. Die Körpermasse steigt bei Katzen zwar generell etwa bis zum mittleren Alter (etwa 6 – 8 Jahre) mehr oder minder deutlich an, sinkt danach jedoch wieder. Eine ausführlichere Diskussion dieses Punktes findet sich im vorstehenden Abschnitt 2. *Erhaltungsbedarf adulter Katzen.*

Heutzutage besteht ein weitgehender wissenschaftlicher Konsens hinsichtlich der Hauptursachen für Fettleibigkeit beim Heimtier Katze. Die wichtigsten Risikofaktoren bzw. Ursachen der felines Adipositas sind:

- *ad libitum-Fütterung* hoch-schmackhafter, fettreicher Futtermittel (KALLFELZ und DZANIS, 1989; BUTTERWICK et al., 1994; KIENZLE et al. 2000) sowie falsche Fütterungsgewohnheiten durch mangelndes Wissen, missverstandene Tierliebe bzw. extrem stark bewertete kommunikative und emotionale Bedeutung des Fütterns (KALLFELZ und DZANIS, 1989; LEGRAND-DEFRETIN, 1994; KIENZLE et al., 2000; PLOTNICK, 2001),
- *geringe körperliche Aktivität* aufgrund fehlender Bewegungsanreize, eingeschränkter Bewegungsmöglichkeiten bzw. als Folge fehlenden hormonell bedingten Antriebs (SLOTH, 1992; BUTTERWICK et al., 1994; SCARLETT und DONOGHUE, 1996),
- *Kastration* (SLOTH, 1992; BUTTERWICK et al., 1994; TAYLOR et al., 1995; FLYNN, 1996; SCARLETT und DONOGHUE, 1996; ROOT et al., 1996; FETTMAN et al., 1997; BIOUSGE, 1998; KIENZLE et al., 2000; REMILLARD, 2000; LÄUGER, 2001; HOENIG und FERGUSON, 2002),
- sowie die Fehleinschätzung von tatsächlichem Körpergewicht der Katze, von Adipositas und deren Ursachen durch die Tierbesitzer (BUTTERWICK und MARKWELL, 1995; KIENZLE et al., 1997 und 2000). Die weitläufige Meinung, dass übergewichtige Katzen meist übergewichtige Halter haben, konnte durch die Untersuchung von KIENZLE et al. (2000) nicht bestätigt werden.

Anders formuliert könnte man im Sinne der oben genannten Autoren die Aussage treffen, dass das Risiko der Entwicklung von Adipositas generell für weibliche Tiere höher ist als für männliche, für kastrierte höher als für intakte und für Wohnungskatzen größer als für Katzen mit Freigang.

Die meisten Untersuchungen und Aussagen liegen zur Kastration als Risikofaktor für Adipositas vor. In der Arbeit von BUTTERWICK et al. (1994) findet sich eine pauschale Aussage von Katzenbesitzern, die alle bestätigten, dass „ihre Katze vor der Kastration nicht fett gewesen sei“. TAYLOR et al. (1995) definierten die Kastration gekoppelt mit Bewegungsmangel klar als Risikofaktoren für die Entwicklung von Übergewicht bei Katzen. Laut SLOTH (1992) sind 40 % der kastrierten Katzen fettleibig, während nur 15 % der intakten Tiere adipös sind. Der Autor führt dies bei weiblichen Katzen auf eine nach der Sterilisation niedrigere Stoffwechselrate sowie auf den nach erfolgter Ovariohysterektomie ausbleibenden appetithemmenden Effekt des Östrogens zurück, während laut SLOTH (1992) bei kastrierten Katern der Testosteronmangel zu erhöhter Futterverwertung führt. SCARLETT und DONOGHUE (1996) kamen aufgrund ihrer Untersuchungen zu dem Schluss, dass kastrierte Katzen ein 3,4-mal so großes Risiko tragen, an Adipositas zu erkranken, wie nicht-kastrierte Katzen. Einen deutlichen Anstieg der Futteraufnahme von Katzen binnen drei Monaten nach erfolgter Kastration beobachteten FETTMAN et al. (1997); weibliche Katzen fraßen nach der Kastration um 18 % mehr, männliche um 26 %, wodurch es in der Folge zu einer durchschnittlichen Gewichtszunahme von 19 % kam. Die Autoren stellten außerdem fest, dass die Gewichtszunahmen durch Fett bei kastrierten Katern bei 22 % lagen, während die durch Körperfett bedingten Zunahmen bei intakten Katern nur 8 % ausmachten. Bei weiblichen Tieren war dieses Phänomen noch ausgeprägter (40 % im Vergleich zu 14 %). In ihren Untersuchungen an ovariohysterektomierten Kätzinnen beobachteten FLYNN et al. (1996), dass das Körpergewicht dieser Katzen trotz geringerer Energieaufnahmen höher war als jenes der nicht-sterilisierten Katzen. Ähnliche Beobachtungen machte LÄUGER (2001) in ihrer Studie anhand kastrierter Kater: Kastraten wogen bereits sieben Wochen nach der Kastration durchschnittlich 5,6 kg (im Vergleich zu 5,0 kg der intakten Kater), obwohl sie nur ca. 176 kJ ME/kg KM aufnahmen, während die Energieaufnahme der intakten Kater durchschnittlich 204 kJ ME/kg KM betrug. BLOURGE (1998) kam zu dem

Schluss, dass die Kastration offenbar physiologische und metabolische Veränderungen bei der Katze bewirkt, die zu erhöhter Futteraufnahme und verringertem Erhaltungsbedarf führen, wobei die Ursachen dafür jedoch noch unklar sind.

Die Beteiligung solcher bislang ungeklärter Ursachen an der Entstehung von Übergewicht und Fettsucht genauer zu beleuchten, war Ziel der neuesten Untersuchungen zu diesem Thema von HOENIG und FERGUSON (2002), die in einer Studie anhand von zehn männlichen und zehn weiblichen, restriktiv auf Gewichtskonstanz gefütterten Katzen die Konzentrationsänderungen von an der Glukose- und Fettsäuren-homöostase beteiligten Hormonen nach erfolgter Kastration ermittelten. Die Autoren stellten fest, dass nach Kastration die Glukose- und Thyroxin-spiegel sowohl bei weiblichen wie auch männlichen Katzen praktisch unverändert blieben, aber die Insulinspiegel bei den Kätzinnen signifikant gestiegen waren, während dies bei den Katern – die allerdings vor der Kastration signifikant höhere Insulinspiegel aufwiesen als die Weibchen - nicht der Fall war. Im Gegensatz dazu blieben bei den Kätzinnen die Leptinspiegel nach Kastration unverändert, wohingegen sie bei den Katern signifikant stiegen. Die Konzentration der nicht veresterten Fettsäuren war bei den weiblichen Katzen vor der Sterilisation signifikant höher als bei den Katern, nach der Kastration aber nicht mehr. Eindeutig messtechnisch belegt wurde die Tatsache, dass der Erhaltungsbedarf der zehn Kätzinnen der Studie acht bzw. 16 Wochen nach Kastration signifikant gesunken war, da zur Erhaltung der Gewichtskonstanz die Energiezuteilung reduziert werden musste. Hätten diese Katzen weiterhin die gleiche Energie wie vor der Kastration aufnehmen dürfen, wäre eine Gewichtszunahme unausweichlich gewesen. Die Vermutung einer Beteiligung der Hypophysenhormone an der Entstehung von Übergewicht konnte für Katzen allerdings nicht bestätigt werden. Hinsichtlich der, wenn auch transienten, Insulinresistenz fand sich eine Parallelität zur Humanmedizin, da auch Frauen in der Menopause Insulinresistenz zeigen. Auch bei den Katern ergab sich

eine Parallele zur Humanmedizin: Sie zeigten nach der Kastration eine Hyperleptinämie, die auch bei Männern mit reduzierten Gonadenhormonproduktion beobachtet werden kann. Daraus lässt sich schließen, dass Testosteron bei Männern wie auch beim Kater einen Regulator der Leptinsekretion darstellt. Bei den weiblichen Katzen fand sich kein diesbezüglicher Zusammenhang zwischen Sexualhormonen und Leptinspiegeln, wiewohl manche humanmedizinische Untersuchungen dies andeuteten. Die Autoren schlossen aus ihren Untersuchungsergebnissen, dass männliche und weibliche Tiere mit unterschiedlichen hormonellen Mechanismen auf die Kastration reagieren. Des Weiteren bestätigten sie die schon davor häufig zitierte Beobachtung, dass nach erfolgter Kastration der Energiebedarf von Katzen beiderlei Geschlechts sinkt, während die Futtermittelaufnahme steigt. Welche Rolle genau die Hyperleptinämie sowie die anderen beobachteten kastrationsinduzierten Veränderungen spielen, wird noch in weiteren Studien zu untersuchen sein.

Einige der genannten Autoren schließen aus diesen Ergebnissen und Beobachtungen, dass eine restriktive Fütterung von Katzen spätestens ab dem Zeitpunkt der Kastration zu empfehlen sei (FETTMAN et al., 1997; FLYNN et al., 1996; LÄUGER, 2001; HOENIG und FERGUSON, 2002). Für eine generelle, restriktive Fütterung von Katzen sprachen sich auch KIENZLE et al. (2000) aus, die die *ad libitum*-Fütterung insbesondere von Trockenfutter mit hohem Fettgehalt sehr kritisch und als Risikofaktor für Adipositas beurteilten.

3.5. Therapie

Allgemeines

In allen Arbeiten zur Gewichtsreduktion bei Katzen steht die Sicherheit der Restriktionsdiät im Mittelpunkt, d.h. dass zwar Gewichtsabnahmen in einem möglichst kurzen Zeitraum angestrebt werden, diese jedoch zu keinem Zeitpunkt die Gesundheit des Tieres gefährden dürfen (CRANE, 1991; SLOTH, 1992; BUTTERWICK et al., 1994; MARKWELL et al., 1996; CENTER et al., 2000; DZANIS, 2000; PLOTNICK, 2001).

Die derzeit zur Behandlung der Adipositas zur Verfügung stehenden Methoden umfassen die diätetische Therapie im Sinne einer Energie-restriktion sowie einer veränderten Zusammensetzung der Ration, Stimulation des Gesamtenergieverbrauchs durch vermehrte körperliche Bewegung sowie die Korrektur falscher Verhaltensweisen bzw. Fütterungsgewohnheiten des Tierbesitzers (SLOTH, 1992; MARKWELL et al., 1994; KIENZLE, 2000; REMILLARD, 2000; BUTTERWICK, 2001).

Mehrere Faktoren sind für die Adipositas-therapie bei der Katze ganz generell von entscheidender Wichtigkeit. Erstens gilt, dass Nulldiäten bei Katzen wegen der Gefahr der Entwicklung einer hepatischen Lipidose als Kunstfehler zu bezeichnen sind (BURROWS et al., 1981; MARKWELL und BUTTERWICK, 1995; IBEN, 1996; KIENZLE, 1986; KIENZLE, 2000; PLOTNICK, 2001). Zweitens erfordert die absolute Notwendigkeit einer optimalen Compliance von seiten des Katzenbesitzers die Beachtung bestimmter Punkte durch den behandelnden Tierarzt: Hundertprozentige Überzeugung des Tierhalters von der Notwendigkeit der Diät, Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit des Reduktionsprogrammes sowie Berücksichtigung der wichtigen emotionalen Komponente des Fütterns für den Katzenhalter (z.B. Möglichkeit der „Belohnung“ nicht verwehren, sondern in das Diätprogramm miteinplanen) (DONOGHUE und SCARLETT, 1997; KIENZLE, 2000). Des Weiteren zu beachten ist die Tatsache, dass Katzen besonders

heikle Esser sind und dass somit Reduktionsdiäten nicht nur ausgewogen, sondern auch besonders schmackhaft sein müssen (BURROWS et al., 1981; SLOTH, 1992; BIOURGE, 1998; DZANIS, 2000; KIENZLE, 1986 und 2000).

Obwohl die Gewichtsreduktion bei Katzen in klinischen Studien durchaus erfolgreich ist, sind die tatsächlichen Abnahmen in der Praxis drastisch geringer, so dass es sich zur Vermeidung von Frustration beim Tierbesitzer empfiehlt, die Erfolgszahlen und Erwartungen nicht bzw. nicht unkommentiert weiterzugeben (REMILLARD, 2000; BUTTERWICK, 2001).

DONOGHUE und SCARLETT (1998) berichteten in diesem Zusammenhang, dass laut ihren Untersuchungen zwar 64 % der übergewichtigen bis adipösen Katzen eine Reduktionsdiät erhielten, jedoch nur 20 % dieser Tiere tatsächlich ihr Gewicht reduzierten.

Zielgewicht – Normalgewicht - Idealgewicht

Diese in der Humanmedizin üblichen Termini sind auch von der Tiermedizin übernommen worden, und die Bestimmung des Zielgewichtes basiert auch bei Reduktionsdiäten für Katzen in gewisser Weise auf dem sogenannten Normal- oder Idealgewicht. Generell kann bei der Adipositas-therapie für Katzen das Gewicht gut als Maßstab dienen (KIENZLE, 2000). Bei Rassekatzen könnten Rassestandards eine Basis liefern, bei der klassischen Europäisch-Kurzhaar-Katze kann man unter Berücksichtigung individueller Schwankungen von einem „Normalgewicht“ von etwa 3 – 4 kg für weibliche und 4 –5 kg für männliche Tiere ausgehen. Das Zielgewicht, das durch eine Reduktionsdiät angestrebt wird, wird hingegen auf der Basis des Ausgangsgewichtes zu Beginn der Diät festgelegt und ist meist nicht mit dem Normal- bzw. Idealgewicht identisch, da der Grad der Adipositas zu hoch ist. Das Zielgewicht wird meist mit 85 – 60 % des Ausgangsgewichtes festgelegt (BUTTERWICK et al., 1994; MARKWELL et al., 1994, 1995 und 1996; CENTER et al., 2000).

Sehr hilfreich zur objektiven Bestimmung des Zielgewichtes ist heute die Bestimmung der Körperzusammensetzung, die nach der Formel „Fettfreie Körpermasse x 1,33 = Idealgewicht“ eingesetzt wird (BUTTERWICK, 2001).

Die Beurteilung des Erfolges einer Gewichtsreduktionsdiät kann nicht nur durch Wiegen erfolgen, sondern auf der Basis der adspektorischen Bewertung der Körpersilhouette nach dem Body Condition Score (BCS), wobei ein Veränderung des BCS nach unten um mindestens zwei Punkte (DONOGHUE und SCARLETT, 1997) oder aber das Erreichen von BCS 5 nach dem 9-Punkte BCS von LAFLAMME (1994) als Ziel gesetzt werden kann.

Zusammensetzung der Futtermittel zur Gewichtsreduktion

Hinsichtlich der Zusammensetzung der Futtermittel zur Gewichtsreduktion herrscht unter allen Autoren Konsens dahingehend, dass es nicht damit getan ist, die Menge der üblichen Tagesration zu reduzieren, da dies die Gefahr einer Unterversorgung mit lebensnotwendigen Nährstoffen in sich birgt (SLOTH, 1992; MARKWELL et al., 1995; BIOURGE, 1993 und 1998; DZANIS, 2000; KIENZLE, 1986 und 2000; PLOTNICK, 2001). KIENZLE (1986) wies auch darauf hin, dass bei der notwendigen Reduzierung der Energiedichte ein 5-prozentiger Fettanteil in der Trockensubstanz auf keinen Fall zu unterschreiten sei und dass bei den sogenannten „halbierten“ Portionen besonderes Augenmerk auf den Proteingehalt der Ration zu richten sei, da dieser nicht unter 35 % liegen sollte. Neben dem ausreichenden Proteingehalt ist bei Reduktionsdiäten für Katzen insbesondere auch auf eine ausreichende Versorgung mit bestimmten Aminosäuren zu achten (BAUER und SCHENCK, 1989; CORNELIUS und JACOBS, 1989; MARKWELL und BUTTERWICK, 1995; DZANIS, 2000; KIENZLE, 2000). Diätfutter für Katzen kann selbst hergestellt werden, wofür KIENZLE (1986) eine aus Schweineherz, Rinderlunge, Rinderhackfleisch, Weizenkleie und Vitamin-Mineralstoffmischung bestehende Tagesration mit einer Energiedichte von 1,6 MJ/100g TS und einem Energiegehalt von etwa 540 kJ

vorgeschlagen hat. Aus Zeit- und Praktikabilitätsgründen werden jedoch vorwiegend die ausdrücklich zur Gewichtsreduktion hergestellte Diätfuttermittel empfohlen, bei denen zwar der Energiegehalt reduziert ist, der Gehalt an Nährstoffen jedoch bedarfsdeckend und ausgewogen ist. KIENZLE (2000) empfahl insbesondere für Katzen ein Diätfuttermittel zu wählen, das dem bisherigen Futter weitestgehend ähnlich ist bzw. das ursprüngliche Futter durch Zulagen von Faser (z.B. Futtercellulose) in der Energiedichte zu reduzieren, wobei allerdings auf eine entsprechende mengenmäßige Restriktion zu achten ist. Neben der Energierestriktion durch geringeren Fettgehalt (< 10 % i.d. TS) des Futtermittels (CRANE, 1991; SLOTH, 1992; BIOURGE, 1998; DZANIS, 2000; KIENZLE, 2000) werden seit einigen Jahren vermehrt auch erhöhte Fasergehalte in Reduktionsdiäten propagiert, da diese einerseits die Verdaulichkeit der übrigen Nährstoffe verringern und andererseits offenbar auch bei der Katze eine gewisse mechanische Sättigung bewirken (CRANE, 1991; KIENZLE et al., 1991; KIENZLE, 2000).

Maß der Energierestriktion

Die meisten Autoren reduzierten in ihren Untersuchungen die Energiezufuhr der Katzen (n= 5 - 28) auf 60 % des Erhaltungsbedarfs, berechnet auf der Basis des Zielgewichtes, das mit 60-80 %, meist aber mit 85 % des Ausgangsgewichtes angenommen wurde (SLOTH, 1992; BUTTERWICK et al., 1994; MARKWELL und BUTTERWICK, 1995; MARKWELL et al., 1996; CENTER et al., 2000). Eine drastischere Energiereduktion auf 45 % des Erhaltungsbedarfs auf der Basis des Zielgewichtes bzw. auf 36 - 48 % des Erhaltungsbedarfs auf der Basis des Ausgangsgewichtes wurde von MARKWELL und BUTTERWICK (1995) vorgenommen, die nicht nur das risikofreie Maß der Energierestriktion ausloten wollten, sondern auch die anteiligen Verluste an Fett und fettfreier Körpermasse bei der Gewichtsreduktion ermittelten. SZABO et al. (2000) fütterten Katzen mit experimentell induzierter Adipositas über einen kürzeren Zeitraum (7-9 Wochen) nur 25 % des Erhaltungsbedarfs, kamen bei diesem Maß der Restriktion

allerdings schon an die Grenzen der Sicherheit der Diät (Insulinkonzentration war zum Ende der Diät dreimal so hoch wie zu Beginn).

Von den wenigen konkreten, zahlenmäßigen Angaben der Energiezufuhr bei Gewichtsreduktion, die von 105 – 184 kJ ME/kg KM/d sprechen (wobei nicht immer geklärt ist, ob sich diese Werte auf das Ausgangs- oder Zielgewicht beziehen) seien nur die klar definierten Empfehlungen von KIENZLE (2000) erwähnt, die als Grundlage für die Berechnung des Energiebedarfs von Katzen in Gewichtsreduktionsprogrammen den Wert von 60 % aus 0,27 MJ ME/kg Normalgewicht angibt (für eine 3 kg-Katze z.B.: $0,6 \times 0,27 \times 3 = 0,49$ MJ ME).

Einige Autoren empfahlen generell eine frühe restriktive Fütterung, die spätestens nach der Kastration einsetzen sollte (LÄUGER, 2001; BOURGE, 1998) und insbesondere nach Reduktionsdiäten unbedingt beibehalten werden sollte (SLOTH, 1992). Andererseits ist DZANIS (2000) der Ansicht, dass „auf lange Sicht ein Tier unter den Bedingungen einer Gewichtsreduktion einfach nicht gesund bleiben kann“, was auf die Sinnhaftigkeit einer Kompromisslösung weist.

Dauer des Gewichtsreduktionsprogrammes

Die Dauer der durchgeführten Gewichtsreduktionsprogramme betrug in den verschiedenen Untersuchungen fast durchwegs 18 Wochen (BUTTERWICK et al., 1994; MARKWELL und BUTTERWICK, 1995; MARKWELL et al., 1996; CENTER et al., 2000). Dieser Zeitraum reichte in allen Fällen, um eine deutliche Gewichtsreduktion zu erzielen. Nur wenige Autoren berichten von kurzen Gewichtsreduktionsprogrammen, die zwischen sieben und neun Wochen dauerten (SZABO et al., 2000). DZANIS (2000) empfahl für Studien zum Nachweis der Sicherheit von Diätfuttermitteln, also zum Belegen der Aussage, dass diese ein „ausgewogenes und komplettes Alleinfutter“ darstellen, Fütterungsversuche mit Diätfuttermitteln zur Gewichtsreduktion über mindestens 26 Wochen

laufen zu lassen, da nach seiner Ansicht Mangelerscheinungen sich zwar bereits ab etwa 12 Wochen abzeichnen, jedoch erst zu einem späteren Zeitpunkt (ca. 26 Wochen) manifest werden. Hinsichtlich der Dauer einer Reduktionsdiät empfiehlt der Autor, diese nicht zu lange anzusetzen, weshalb er auch tägliche Mindestabnahmeraten festlegt (siehe Abschnitt *Gewichtsreduktion*). In jedem Fall rät DZANIS (2000) zu gebotener Vorsicht hinsichtlich der Unterversorgung mit Nährstoffen und daraus resultierender langfristiger Nebenerscheinungen. BUTTERWICK (2001) empfiehlt bei Tieren mit extremem Übergewicht die Wiederholung von Gewichtsreduktionsprogrammen in mehreren Zyklen.

Gewichtsreduktion

Die in den verschiedenen Untersuchungen erzielten Gewichtsabnahmen waren unterschiedlich und lagen je nach Energierestriktion bei 12 – 16 % (MARKWELL et al., 1994), 13,5 % (BUTTERWICK et al., 1994), 14 – 18 % (EDNEY, 1974), 16 – 39 % (MARKWELL et al., 1996), 20 – 24 % (CENTER et al., 2000), sowie 25 – 30 % (SZABO et al., 2000). Die wöchentlichen Abnahmeraten bewegten sich zwischen 0,51 % (REMILLARD, 2000), 0,75 % (BUTTERWICK et al., 1994) und 1 % (BUTTERWICK, 2001; PLOTNICK, 2001). DZANIS (2000) empfahl in seiner Arbeit über sichere Gewichtsreduktion bei Katzen Mindestabnahmeraten zwischen 0,5 – 1 % pro Woche, da geringere Raten die Dauer der Diät zu sehr in die Länge ziehen würden. Als gefahrlos bezeichnete der Autor Abnahmeraten von maximal 2 – 3 % pro Woche.

Neben diesen durch Wiegen festgestellten Gewichtsreduktionen berichteten DONOGHUE und SCARLETT (1997) von erzielten Gewichtsverlusten in Form einer Silhouettenveränderung von mindestens zwei Punkte der BCS-Skala.

Da es beim Gewichtsverlust nicht nur auf die reine Reduktion der Körpermasse ankommt, sondern vielmehr darauf, dass Fettdepots abgebaut

werden, nicht jedoch die fettfreie Körpermasse reduziert wird, haben manche Autoren diese Faktoren in ihre Untersuchungen miteinbezogen. Es stellte sich heraus, dass bei einer Energiereduktion um 55 % Gewichtsverluste von ca. 25 % erzielt wurden, wobei jedoch nur 80 % vom Fett, aber 19 % von der fettfreien Körpermasse stammten. Im Vergleich dazu waren bei gleicher Dauer der Diät, aber bei nur 40%iger Energierestriktion die Verluste an fettfreier Körpermasse deutlich geringer und betrug ca. 8 % des Gesamtgewichtsverlustes; 90% desselben entfielen auf Fett (MARKWELL und BUTTERWICK, 1995). Dies lässt die Begrenzung der Energierestriktion auf ca. 60 % des Erhaltungsbedarfs und auf etwa 20% Gewichtsverlust (auf der Basis des Ausgangsgewichtes) im Rahmen einer 18-wöchigen Diät sinnvoll erscheinen, da andernfalls die fettfreie Körpermasse zu drastisch vermindert wird (MARKWELL und BUTTERWICK, 1995). Diese Auffassung vertraten auch CENTER et al. (2000), die eine Gewichtsreduktion von >25 % in 18 Wochen daher als gesundheitsschädlich bezeichneten.

4. Energieaufnahme und Gewichtsentwicklung von Katzenwelpen

Über den Energiebedarf und die Gewichtsentwicklung von Katzenwelpen liegen nur wenige Untersuchungen vor. Außer der allgemeinen Feststellung, dass ein gutes Wachstum immer dann gewährleistet ist, wenn keine Erkrankung vorliegt, die Tiere gut gehalten werden und ein schmackhaftes, nährstoffreiches Futter erhalten, sind kaum Einzelheiten wissenschaftlich erforscht (LOVERIDGE, 1987).

4.1. Körpermasse und Gewichtsentwicklung

LOVERIDGE (1987) gab nach eigenen Untersuchungen für weibliche Katzenwelpen ein Geburtsgewicht von 111 g und für männliche Welpen von 114 g an. Zum Zeitpunkt des Absetzens im Alter von acht Wochen wogen die Kater im Mittel 852 g, die Weibchen 770 g, mit 10 Wochen 1037 g (männlich) bzw. 927 g (weiblich) und mit 19 Wochen 2,2 kg (männlich) respektive 1,8 kg (weiblich).

Noch geringer sind die Angaben in der Literatur zum Wachstum bzw. der Gewichtsentwicklung von Katzenwelpen. KIENZLE (1989) beobachtete in ihren Untersuchungen hinsichtlich der Lebendmasseentwicklung von Katzenwelpen in Abhängigkeit von bestimmten stärkehaltigen Rationen für Welpen mit 14 Wochen eine Körpermasse von 0,8 – 1,25 kg, für Tiere mit 17 Wochen einen Gewichtsbereich von 1,20 – 1,80 kg und für Welpen in der 19. Lebenswoche Werte zwischen 1,25 kg und 2,5 kg, wobei letzterer Wert fast ausschließlich bei Katern ermittelt wurde. Die umfangreichste Studie zur Gewichtsentwicklung von Katzenwelpen stammt von LOVERIDGE (1987), der 156 Katzenwelpen über einen Zeitraum von einem Jahr in ihrer Gewichtsentwicklung beobachtete und Faktoren, die das

Wachstum beeinflussen könnten, untersuchte. Der Autor stellte fest, dass männliche Katzenwelpen bei etwa gleichem Geburtsgewicht wie die weiblichen stärker an Gewicht zunehmen. Männliche Tiere wogen nach 20 Wochen im Durchschnitt 2,3 kg (im Vergleich zu 1,9 kg bei den Weibchen) und nach 52 Wochen durchschnittlich 4,1 kg (im Vergleich zu 2,8 kg bei den weiblichen Welpen). Welpen, die bei der Geburt sehr leicht waren, wuchsen unmittelbar nach dem Absetzen im Verhältnis rascher als die schwereren Welpen. Generell verlangsamten sich die Gewichtszunahmen ab ca. der 30. Lebenswoche. Einflussfaktoren auf das Maß des Wachstums waren aber nicht nur das Geschlecht, sondern auch das Körpergewicht des Muttertieres, während Geburtsgewicht und Wurfgröße die Gewichtsentwicklung nicht beeinflussten (LOVERIDGE, 1987). Ein Einfluss der Wurfgröße ist laut ZOTTMANN (1997) allerdings während der Laktation zu beobachten, da Welpen aus Würfen bis zu vier Tieren eine hochsignifikant höhere Energieaufnahme aufwiesen und auch besser wuchsen als Welpen aus Würfen von mehr als vier Tieren. Die Welpen aus der Untersuchung von ZOTTMANN (1997) hatten ihr Körpergewicht bei durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahmen von 14 g in der 5. Woche post partum verfünffacht und in der 9. Lebenswoche verzehnfacht. Einen signifikanten Wachstumsunterschied zwischen männlichen und weiblichen Katzenwelpen konnte die Autorin bis zum Ende der Laktation nicht feststellen.

4.2. Energieaufnahme und Futtermittelverwertung

Konsens herrscht weitgehend darüber, dass der Energiebedarf von Katzenwelpen unmittelbar bzw. in den ersten Wochen nach dem Absetzen ein Vielfaches, nämlich fast das Dreifache (BURGER, 1994) des Erhaltungsbedarfs adulter Katzen beträgt, danach ab etwa der 12. Lebenswoche jedoch bereits wieder absinkt (CASE et al., 1995; BURGER, 1994; LEGRAND-DEFRETIN, 1994; MUNDAY und EARLE, 1991). Auch SCOTT (1981) stellte einen im Laufe des Wachstums ständig sinkenden Energie-

bedarf bei Katzenwelpen fest. Laut ihren Angaben benötigten Welpen knapp nach der Geburt 1590 kJ ME pro Kilogramm Körpermasse, zum Zeitpunkt der Entwöhnung 1050 kJ ME, im Alter von 20 Wochen nur mehr 550 kJ ME sowie zwischen 170 bis 210 kJ ME als ausgewachsene Katzen.

Konkrete Angaben zur Energieaufnahme von Katzenwelpen decken meist den Zeitraum ab dem Absetzen (8. Lebenswoche) bis zu maximal der 40. Lebenswoche und sind nachstehend zur besseren Übersicht tabellarisch aufgeführt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Energieaufnahme von Katzenwelpen in den ersten Lebenswochen nach dem Absetzen

Alter in Wochen	Energieaufnahme pro Tier	Energieaufnahme (kJ ME) pro kg KM	Autoren
5		1046	CASE et al. (1995)
8		908 544	BURGER (1994) MUNDAY und EARLE (1991)
9	628		LOVERIDGE (1987)
10	749	1046	NRC (1986) LOVERIDGE (1987)
12		829 753	BURGER (1994) MUNDAY und EARLE (1991)
18		582	BURGER (1994)
19	1339		LOVERIDGE (1987)
20	1356	544	SCOTT (1981) LOVERIDGE (1987)
25		419	BURGER (1994)
30		419	CASE et al. (1995)
32		331	LÄUGER (2001)
40		268 368 335	LÄUGER (2001) BURGER (1994) SCOTT (1981)

Hinsichtlich der Futtermittelverwertung ermittelte LOVERIDGE (1987) für Katzenwelpen im Alter von neun bis zehn Wochen Werte von durch-

schnittlich 67 g Gewichtszuwachs pro 4185 kJ (1000 kcal) Energieaufnahme. Diese Futtermittelverwertung stieg im Alter von 10 bis 12 Wochen leicht an, um danach wieder abzusinken und in der 19. Lebenswoche durchschnittlich 48 g pro 1000 kcal zu betragen.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

A. MATERIAL UND METHODEN

1. Versuchsplan

In der vorliegenden Untersuchung sollte die Fragestellung nach dem Energiebedarf von Katzen überprüft werden. Die retrospektive Studie aus einer Katzenhaltung wurde nach den untersuchten Katzenpopulationen in drei Teile gegliedert:

Teil 1: Adulte Katzen

Teil 2: Adipöse Katzen

Teil 3: Katzenwelpen

Für diese drei Gruppen von Katzen standen Datensätze des Friskies Product Technology Center, Nestlé, St. Joseph, Missouri, USA, zur Verfügung.

2. Tiermaterial

Das zur vorliegenden Untersuchung herangezogene Tiermaterial gliederte sich in die oben genannten drei Gruppen.

2.1. Adulte Katzen (Teil 1)

Tiere

Insgesamt 138 adulte und klinisch gesunde Katzen der Rasse Europäisch Kurzhaar wurden für die Untersuchungen herangezogen. Das Alter der Tiere variierte von einem Jahr bis zu 15 Jahren, wobei die genaue Altersstruktur der weiblichen und männlichen Katzen in den nachstehenden Histogrammen (Abbildungen 2 und 3) dargestellt ist.

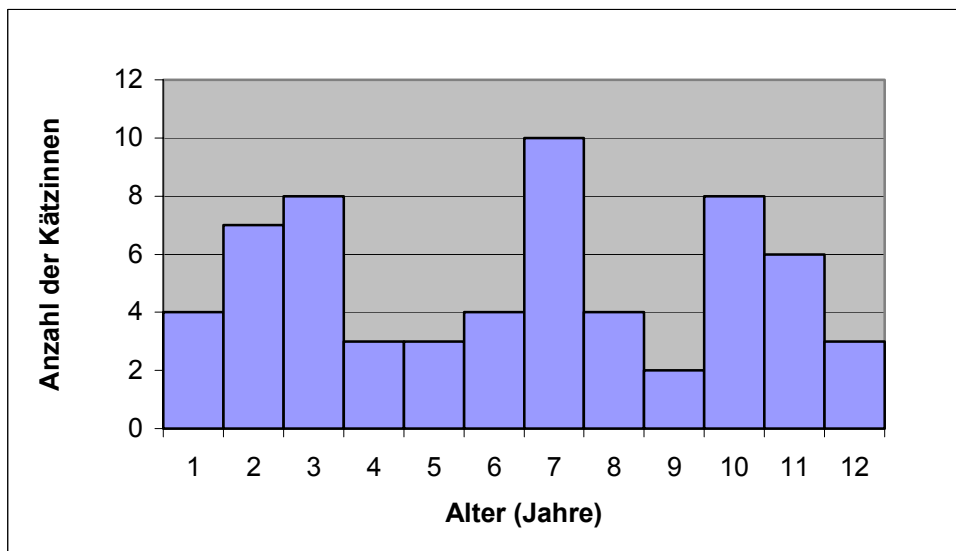


Abbildung 2: Altersverteilung der untersuchten weiblichen Katzenpopulation (n=63)

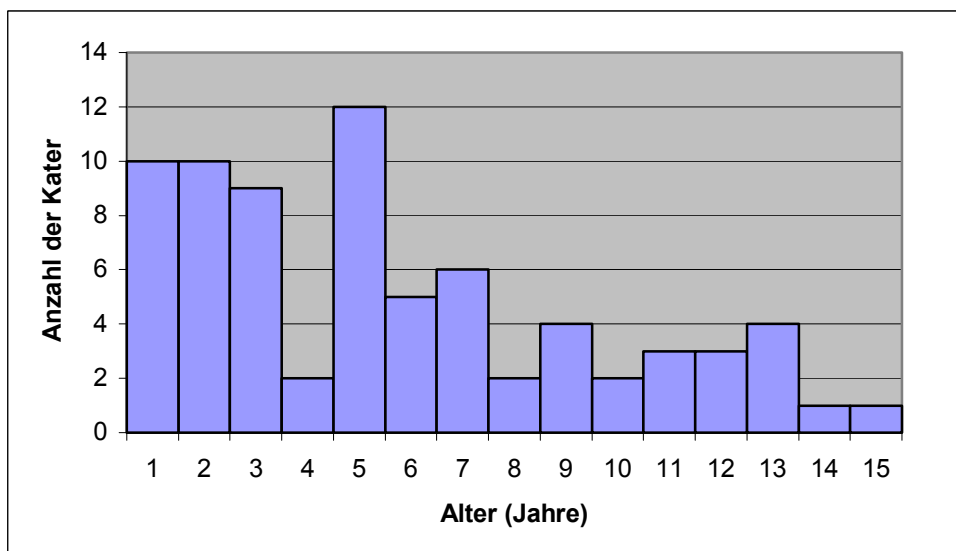


Abbildung 3: Altersverteilung der untersuchten männlichen Katzenpopulation (n=75)

Von der Gesamtzahl der Katzen waren 63 weibliche und 75 männliche Tiere. Bei den weiblichen Katzen waren 30 intakt und 33 kastriert, während bei den Katern nur 12 intakt waren und 63 kastriert. Die Körpermasse lag zwischen einem Minimum von 2,35 kg und einem Maximum von 9,07 kg, mit einem Durchschnittswert von $4,54 \pm 1,31$ kg.

Haltung

Die Tiere wurden in großen Gemeinschaftskäfigen bzw. -räumen von etwa 4,5 m x 3,5 m in randomisiert zusammengestellten Gruppen von zwischen 7 und 15 Katzen (durchschnittlich 11 Tiere pro Gruppe) beiderlei Geschlechts gehalten. Die Räume hatten durchwegs natürliches Tageslicht. Das künstliche Tageslicht in den Korridoren wurde nach einem 12-Stunden-Rhythmus geregelt (12 Stunden hell, 12 Stunden dunkel). Die Raumtemperatur wurde durch Heizung bzw. Air Condition konstant auf 21°C gehalten. Alle Großkäfige waren mit Liegeplätzen, Kratzbäumen, Katzen-toiletten und Spielzeug ausgestattet.

2.2. Adipöse Katzen (Teil 2)

Tiere

Insgesamt 12 adipöse adulte Katzen im Alter zwischen 3 und 11 Jahren nahmen an einer Gewichtsreduktionsstudie teil. Von den acht Katern waren alle kastriert, während bei den Weibchen eine Kätzin intakt und drei sterilisiert waren. Zu Beginn der Studie lag das Körpergewicht bei durchschnittlich 6,48 kg und der Body Condition Score (BCS) zwischen 6 und 9, wobei ein Drittel der Tiere den maximalen BCS von 9 aufwies, also als stark adipös zu bezeichnen war.

Haltung

Die Tiere wurden einzeln in Stahlkäfigen gehalten. Die Räume, in denen sich die Käfige befanden, hatten Tageslicht und waren klimatisiert (konstante Raumtemperatur von 21°C durch Heizung bzw. Air Condition).

2.3. Katzenwelpen (Teil 3)

Tiere

Insgesamt 51 gesunde Katzenwelpen beiderlei Geschlechts (21 weibliche und 30 männliche Tiere) wurden nach dem Zufallsprinzip (Randomisierung) in sechs Gruppen zu je 8 bzw. 9 Tieren aufgeteilt und über einen Untersuchungszeitraum von zehn Wochen hinsichtlich ihres Körpergewichtes, ihres Gewichtszuwachses und ihrer Energieaufnahme beobachtet. Von dieser Gesamtzahl an Tieren konnten 28 Katzen bis zu einem Jahr und einige darüber hinaus (bis zu 4 Jahren) beobachtet werden und hinsichtlich ihrer Gewichtsentwicklung in Relation zum Gewicht des ausgewachsenen Tieres (mit 1 Jahr) bewertet werden. Zu Beginn der Studie waren die Welpen zehn Wochen alt (Absetzzeitpunkt) und die durchschnittliche Körpermasse der Tiere betrug $958 \text{ g} \pm 152 \text{ g}$.

Haltung

Die Katzenwelpen wurden in Gruppen von 8-9 Tieren beiderlei Geschlechts in Stahlkäfigen gehalten. Die Räume, in denen sich die Käfige befanden, hatten Tageslicht und waren klimatisiert (konstante Raumtemperatur von 21°C durch Heizung bzw. Air Condition).

3. Versuchstechnik

3.1. Versuchsanordnung

Adulte Katzen (Teil 1)

Die bearbeiteten Daten stammen aus einem Datenpool, der in insgesamt zwölf in den Jahren 1993 bis 1999 durchgeführten Fütterungsversuchen zusammengetragen wurde. Die Dauer dieser Versuche betrug in zehn der zwölf Fälle 26 Wochen und variierte bei den restlichen zwei Versuchen zwischen 4 und 8 Wochen. Jede der randomisiert eingeteilten Gruppen von

Katzen erhielt während der gesamten Versuchsdauer jeweils ein einziges von fünf Futtermitteln. Die in dieser Arbeit verwendeten Daten wurden unter dem Aspekt der Gewichtskonstanz während mindestens 4 Wochen ausgewählt, wobei als Gewichtskonstanz Abweichungen der Körpermasse von maximal 150 g/Woche toleriert wurden, sofern dabei keine Tendenz erkennbar war. Während dieser Perioden mit konstanter Lebendmasse diente die Aufnahme an umsetzbarer Energie als Parameter für den Erhaltungsbedarf (Grundumsatz sowie Energieaufwand für Futteraufnahme, Verdauungsabläufe und spontane Muskelaktivität bei arttypischer Haltung und Temperaturkonstanz).

Die Körpermasse der Katzen wurde zu Beginn des Beobachtungszeitraumes aufgezeichnet und danach wöchentlich kontrolliert. Zum Wiegen wurden geeichte Waagen verwendet.

Aus Körpermasse, Futteraufnahme und Energiegehalt des Futtermittels wurde die Energieaufnahme der Katzen berechnet und auf die Abhängigkeit von Alter und Geschlecht hin untersucht.

Adipöse Katzen (Teil 2)

Das bearbeitete Datenmaterial stammt aus einer 16-wöchigen Gewichtsreduktionsstudie, die im Frühjahr 2001 am Friskies Product Technology Center, St. Joseph, Missouri, USA durchgeführt wurde. Nach Wiegen der Tiere und Feststellen des Body Condition Score (BCS: 1 – 9 Punkte, wobei 1 für kachektisch und 9 für hochgradig adipös steht; siehe Abbildung 1) einer Katzenpopulation wurden 12 klinisch gesunde Tiere mit einem BCS von ≥ 6 für die Studie ausgewählt. Körpermasse und BCS wurden zu Beginn der Studie und danach wöchentlich kontrolliert.

Die Bemessung der Ration erfolgte individuell auf der Basis des zuvor ermittelten Erhaltungsbedarfes minus 25 %. Somit erhielten die Katzen in der ersten Woche der Gewichtsreduktionsstudie zwischen 279 kJ ME/kg

KM^{0,40} und 420 kJ ME/kg KM^{0,40}. Eine Anpassung der Futtermenge erfolgte in jenen Fällen (3-4 Katzen), bei denen sich eine drastischere Gewichtsreduktion als erwünscht, d.h. um mehr als 1-2% abzeichnete bzw. bei jenen, die bereits den Ziel-BCS erreicht hatten. Bei diesen Katzen wurde der Energiegehalt der Ration entsprechend vorübergehend wieder geringfügig angehoben.

Tiere, die den Ziel-BCS von 5 erreicht hatten, verblieben mit den anderen Katzen weiter in der Studie, wobei deren Energieaufnahme unter dem Aspekt des Erhaltens des erreichten Gewichtes individuell kalkuliert wurde. Die Futterzuteilung erfolgte einmal täglich und der Futterkonsum wurde ebenfalls einmal täglich durch Rückwiegen des nicht aufgenommenen Futters gemessen und aufgezeichnet. Wasser stand stets zur freien Aufnahme zur Verfügung.

Die Körpermasse der Katzen wurde wöchentlich durch Wiegen mit geeichten Waagen ermittelt.

Aus Körpermasse, Futteraufnahme und Energiegehalt des Futters wurde die Energieaufnahme der Katzen berechnet und auf die Abhängigkeit von Körpermasse, Alter und Geschlecht hin untersucht.

Katzenwelpen (Teil 3)

Die Wachstumsstudie wurde im Jahre 1998 am Friskies Product Technology Center, St. Joseph, Missouri, USA durchgeführt. Insgesamt 51 Katzenwelpen wurden randomisiert in sechs Gruppen zu je 8 bzw. 9 Tieren aufgeteilt. Jede der Gruppen erhielt ab der 10. Lebenswoche für die gesamte Versuchsdauer eines von sechs Futtermitteln. Körpermasse, Gewichtszuwachs und Energieaufnahme wurden wöchentlich registriert. Das unterschiedlich rasche Wachstum und die variierende Energieaufnahme der Katzenwelpen wurde hinsichtlich der Abhängigkeit vom Geschlecht, vom Lebensalter und vom Prozentsatz an erreichter Körpermasse des ausgewachsenen Tieres (KM mit 12 Monaten) sowie unter dem Aspekt der Futtermittelnutzung untersucht.

Je eines der sechs verschiedenen kommerziellen Alleinfuttermitteln für Katzen wurde den Gruppen jeweils einmal täglich zur freien Aufnahme zugeteilt. Der Futterkonsum wurde ebenfalls einmal täglich durch Rückwiegen gemessen und aufgezeichnet. Wasser stand stets zur Verfügung.

Die Körpermasse der Welpen wurde wöchentlich durch Wiegen mit geeichten Waagen festgestellt.

3.2. Futtermittel und Fütterungstechnik

Allgemeines

Bei allen in dieser Studie verwendeten Futtermitteln handelte es sich um handelsübliche Alleinfuttermittel für Katzen (Trocken- bzw. Feuchtfutter). Der Gehalt der Futtermittel an Bruttoenergie war jeweils im adiabatischen Bombenkalorimeter bestimmt worden, während der Gehalt an umsetzbarer Energie (ME/metabolizable energy) durch experimentelle Bestimmung der verdaulichen Energie (DE/digestible energy) im Verdauungsversuch und durch nachfolgende N-Korrektur für den dem Organismus mit dem Harn verlorengegangenen Anteil der verdaulichen Energie mittels des Faktors 3,6 kJ/g vRp ermittelt worden war. Die Verdauungsversuche wurden jeweils mit acht Katzen über einen Zeitraum von 10 Tagen nach der Indikator-methode unter der Verwendung von Eisenoxid als Marker durchgeführt. Nach einer Vorperiode von 5 Tagen zur Adaptation an das zu prüfende Futter bzw. zur Sicherstellung, dass die Ingesta ausschließlich das zu prüfende Futter enthielten, bekamen alle Tiere individuell berechnete Rationen mit einem Energiegehalt zur Deckung des Erhaltungsbedarf auf der Basis der NRC-Richtlinien mit einem Zusatz des unresorbierbaren Indikators (Markers). Während der 5 Tage der Hauptperiode erfolgte das Sammeln der Fäzes. Die Proben wurden bis zur Analyse in tiefgefrorenem Zustand aufbewahrt. Aus dem Verhältnis von Indikator und Nährstoff in Futter und Kot wurde die Verdaulichkeit berechnet.

Adulte Katzen (Teil 1)

Insgesamt fünf verschiedene kommerzielle Alleinfuttermittel (siehe nachstehende Tabelle 4) wurden *ad libitum* gefüttert, und zwar zwei Trocken- und drei Feuchtfutter. Die Futterzuteilung erfolgte einmal täglich. Wasser stand stets zur Verfügung. Der Futterkonsum wurde mittels Transponder registriert und einmal täglich aufgezeichnet.

Tabelle 4: Analysewerte der Futtermittel

Futtermittel	Art des Futtermittels	Energiedichte (MJ/100g TS)	Protein (% in TS)	Fett (% in TS)	Kohlenhydrate (% in TS)
A716	Trockenfutter	1,62	32,54	11,31	44,94
B482	Feuchtfutter	2,05	46,86	38,91	1,05
C482	Feuchtfutter	2,12	43,78	36,91	1,67
D695	Feuchtfutter	1,76	50,64	19,09	24,44
E535	Trockenfutter	1,52	31,71	10,02	49,21

Adipöse Katzen (Teil 2)

Die Tiere erhielten individuell angepasste Mengen eines kommerziellen Alleintrockenfutters mit einem Gehalt an umsetzbarer Energie von 14,61 kJ/g. Wasser stand stets zur Verfügung. Die wichtigsten Analysewerte der Ration sind in der nachstehenden Tabelle 5 enthalten.

Tabelle 5: Analysewerte der Futtermittel

Futtermittel	Art des Futtermittels	Energiedichte (MJ/100g TS)	Protein (% in TS)	Fett (% in TS)	Kohlenhydrate (% in TS)
F821/822	Trockenfutter	1,87	34,77	12,08	35,21

Katzenwelpen (Teil 3)

Die Katzenwelpen erhielten pro Gruppe je eines der sechs unterschiedlichen kommerziellen Alleinfuttermittel *ad libitum*. Die wichtigsten Analysewerte der fünf Feuchtfutter und des einzigen Trockenfuttermittels sind der nachstehenden Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 6: Analysewerte der Futtermittel

Futtermittel	Art des Futtermittels	Energiedichte (MJ/100g TS)	Protein (% in TS)	Fett (% in TS)	Kohlenhydrate (% in TS)
A628	Feuchtfutter	2,06	41,80	1,71	1,29
B643	Feuchtfutter	1,85	61,57	0,82	0,92
C644	Feuchtfutter	1,87	55,96	1,69	0,80
D645	Feuchtfutter	1,70	57,59	1,52	0,59
E702	Feuchtfutter	2,02	37,17	0,90	1,03
F821/822	Trockenfutter	1,87	34,77	12,08	35,21

3.3. Energieaufnahme der Katzen

Adulte Katzen (Teil 1)

Die durchschnittliche tägliche Energieaufnahme der Katzen betrug 1086 ± 312 kJ ME. Auf das Kilogramm Körpermasse bezogen waren dies im Durchschnitt knapp 251 kJ ME/kg KM bzw. 419 kJ ME/kg KM^{0,67}.

Adipöse Katzen (Teil 2)

Die 12 adulten adipösen Katzen erhielten das handelsübliche Alleinfuttermittel für Katzen in reduzierten Mengen, die individuell festgelegt und laufend angepasst wurden. Die ursprüngliche Energieaufnahme der Katzen vor Aufnahme in die Versuchsgruppe war zwischen 921 kJ ME/d und 1402 kJ ME/d gelegen. Nach einer Adaptationsphase von 2 Wochen lag sie zwischen 732 kJ ME/d und 1126 kJ ME/d. Zu Beginn der Reduktionsstudie wurden diese Rationen um etwa 25 % reduziert und lagen dann zwischen

575 kJ ME/d und 881 kJ ME/d bzw. 279 kJ ME/kg $KM^{0,40}$ und 420 kJ ME/kg $KM^{0,40}$

Katzenwelpen (Teil 3)

In der ersten Woche der Studie, also der 11. Lebenswoche und unmittelbar nach dem Absetzen, betrug die durchschnittliche tägliche Energieaufnahme der Katzenwelpen 783 ± 130 kJ ME. Zum Ende des Beobachtungszeitraumes, nämlich in der 19. Lebenswoche, nahmen die Welpen im Durchschnitt 1076 ± 222 kJ ME auf, was eine Steigerung von etwa 45 % ausmacht.

4. Berechnungen

Bei der Untersuchung des vorliegenden Datenmaterials wurden zur Berechnung der metabolischen Körpermasse aufgrund der im Schrifttum vorliegenden Informationen die Exponenten 0,40 und 0,67 verwendet. Die Energieaufnahme der einzelnen Katzen wurde in der Folge jeweils pro Tier und Tag, pro kg Körpermasse sowie pro kg metabolischer Körpermasse ($KM^{0,40}$ und $KM^{0,67}$) und Tag berechnet.

Der Gehalt an verdaulicher Energie (DE/digestible energy) für alle in dieser Studie gefütterten Futtermittel wurde durch Verdauungsversuche nach der Indikatormethode bestimmt. Dabei wurde aus dem Verhältnis von Indikator und Nährstoff in Futter und Kot die scheinbare Verdaulichkeit (sV; im Gegensatz zur wahren Verdaulichkeit, die auch die endogene Sekretion berücksichtigt und von eher wissenschaftlichem Wert ist), also die in Prozent der Nährstoffaufnahme angegebene Differenz zwischen der mit dem Futter aufgenommenen und der mit dem Kot ausgeschiedenen Nährstoffmenge, nach folgender Formel berechnet:

$$sV (\%) = 100 - \frac{\% \text{ Indikator im Futter}}{\% \text{ indikator im Kot}} \times \frac{\% \text{ Nährstoff im Kot}}{\% \text{ Nährstoff im Futter}} \times 100$$

Um den Gehalt an umsetzbarer Energie (ME/metabolizable energy) zu erhalten, wurde der Gehalt an verdaulicher Energie DE (digestible energy) zur Berücksichtigung der Energieverluste mit dem Harn um den von NRC (1986) und AAFCO (1997) empfohlenen Faktor von 3,6 kJ/g vRp korrigiert.

5. Statistische Methoden

Zur Auswertung der vorliegenden Daten wurden folgende statistische Methoden verwendet:

- Analyse von Datenbereichen anhand definierter Populationsgrößen
- Berechnung des arithmetischen Mittelwertes (MW)
- Berechnung der Standardabweichung (SD) als Maß für die Streuung
- Histogramme zur Berechnung und Darstellung absoluter und kumulierter Häufigkeiten von Werten in einem Datensatz
- Zur Beurteilung der Differenzen zweier Mittelwerte der 2-Stichproben-t-Test mit gleichen Varianzen
- Zur Beurteilung von drei oder mehr Mittelwerten die ein- bzw. mehrfaktorielle Varianzanalyse
- Untersuchung von Unterschieden und Korrelationen von Daten auf ihre Signifikanz, wobei Differenzen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,05$ als signifikant gelten
- Regressionsberechnungen zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen einer abhängigen Variablen und den Werten mindestens einer unabhängigen Variablen

B. ERGEBNISSE

Allgemeinbefinden

Während aller Beobachtungsperioden war das Allgemeinbefinden der Katzen ungestört.

Teil 1: Adulte Katzen

1. Körpermasse

Das mittlere Körpergewicht der in dieser retrospektiven Studie untersuchten Katzenpopulation (n=138) betrug $4,54 \pm 1,31$ kg (2,35-9,07 kg, n=138). Die Körpermasse der Kater war hochsignifikant größer als die der Kätzinnen (Tabelle 7).

Tabelle 7: Körpergewicht (kg) in Abhängigkeit vom Geschlecht

	MW±SD (kg)	Minimum (kg)	Maximum (kg)	n
Weiblich	3,88 ± 1,09	2,35	7,34	63
Männlich	5,09 ± 1,23	2,53	9,07	75
Männlich kastriert	5,15 ± 1,15	3,99	7,41	63
Männlich Intakt	4,95 ± 1,50	3,62	9,07	12
Weiblich kastriert	4,09 ± 1,04	2,95	6,28	33
Weiblich intakt	3,64 ± 1,12	2,35	7,31	30

Vor allem bei den weiblichen Tieren tendierten die Kastraten zu einem höheren Durchschnittsgewicht. Dies zeigte sich insbesondere bei einem Verteilungsdiagramm (Abbildung 4). Bei den kastrierten Kätzinnen waren bei vergleichbarer Altersverteilung mehr Tiere in den höheren Gewichts-

klassen. Auch dieser Effekt war bei den Katern nicht so deutlich ausgeprägt (siehe Abbildung 5).

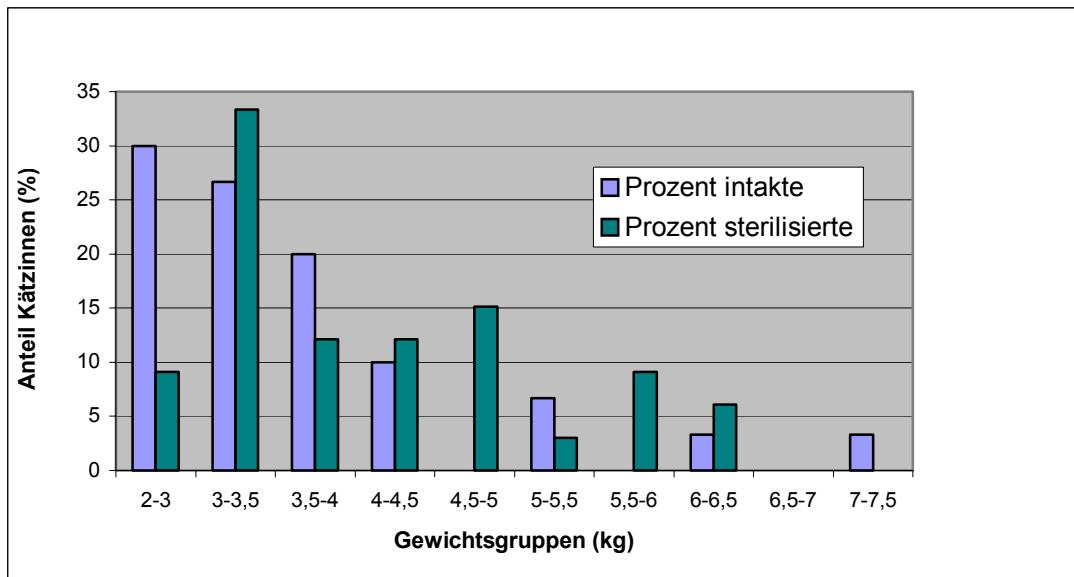


Abbildung 4 : Verteilungsdiagramm Körpergewicht weiblicher Katzen – Vergleich intakte mit kastrierten Kätzinnen

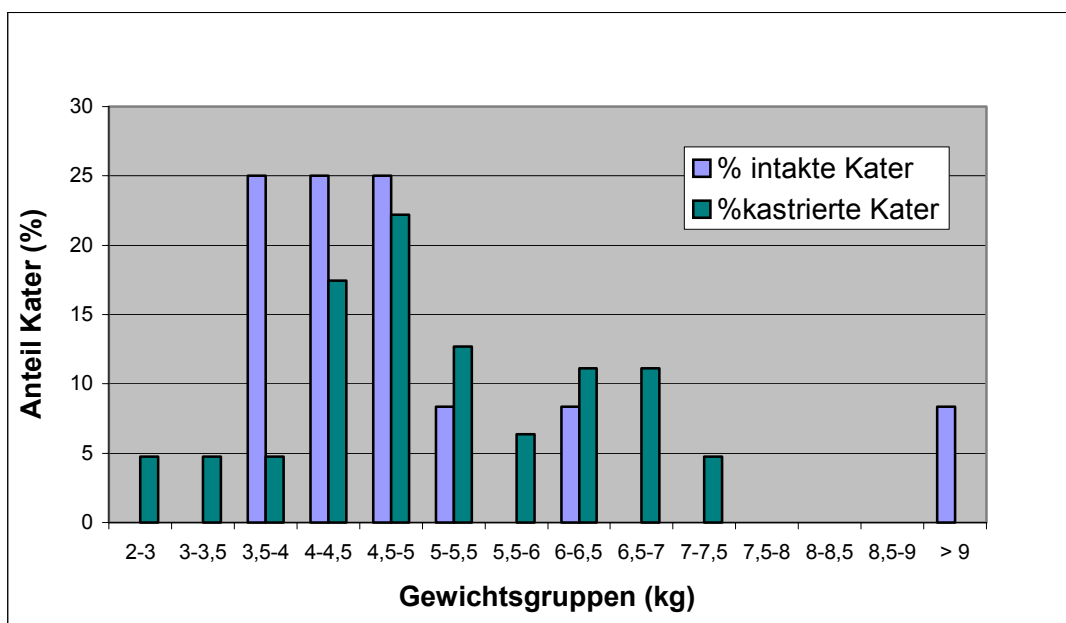


Abbildung 5: Verteilungsdiagramm Körpergewicht männlicher Katzen – Vergleich intakte mit kastrierten Katern

Jüngere Kätzinnen und Kater wiesen ein geringeres Gewicht auf als Tiere mittleren Alters (Tabelle 8 a und b). Bei den älteren weiblichen Katzen ging die Körpermasse ab etwa dem 9. Lebensjahr, bei den Katern jedoch erst später (ca. dem 13. Lebensjahr) wieder etwas zurück.

Tabelle 8: Körpergewichte adulter Katzen sortiert nach Geschlecht und Altersgruppen

a) Weibliche Katzen

Alter (Jahre)	MW±SD (kg)	Minimum (kg)	Maximum (kg)	n
1	3,23 ± 1,01	2,35	4,22	4
2	3,44 ± 0,88	2,69	5,35	7
3	3,28 ± 0,51	2,47	3,91	8
4	3,50 ± 0,65	3,01	4,24	3
5	3,56 ± 1,20	2,81	4,94	3
6	4,02 ± 1,38	3,21	6,07	4
7	4,32 ± 1,35	2,96	7,31	10
8	5,57 ± 0,62	4,93	6,28	4
9	3,58 ± 0,13	3,49	3,68	2
10	3,71 ± 0,92	2,97	5,85	8
11	4,25 ± 1,27	2,35	6,22	6
12	4,31 ± 0,86	3,47	4,78	3

b) Männliche Katzen

Alter (Jahre.)	MW±SD (kg)	Minimum (kg)	Maximum (kg)	n
1	4,41 ± 0,61	3,62	5,36	10
2	4,65 ± 0,89	3,52	6,70	10
3	4,29 ± 1,08	2,51	5,49	9
4	7,09 ± 0,44	6,77	7,40	2
5	4,91 ± 0,98	3,50	6,57	12
6	5,00 ± 1,21	3,29	6,41	5
7	5,57 ± 0,87	4,72	6,80	6
8	4,53 ± 0,59	4,11	4,95	2
9	5,92 ± 0,56	5,45	6,57	4
10	6,75 ± 0,82	6,18	7,33	2
11	6,83 ± 0,56	6,29	7,41	3
12	6,44 ± 2,82	3,47	9,07	3
13	4,86 ± 0,49	4,79	5,89	4

2. Energieaufnahme

- pro Tier und Tag

Die mittlere Energieaufnahme der Katzen betrug 1086 ± 312 kJ ME/d. Die Kater nahmen im Mittel 1216 ± 320 kJ ME auf, die Kätzinnen dagegen im Schnitt nur 931 ± 218 kJ ME. Die Energieaufnahme war bei den intakten Katern mit 1618 ± 355 kJ ME signifikant höher als bei den kastrierten Katern, die im Durchschnitt 1140 ± 250 kJ ME aufnahmen. Die mittlere Energieaufnahme von weiblichen intakten Katzen unterschied sich mit 948 ± 213 kJ ME nur gering von jener weiblicher Kastraten, die 915 ± 225 kJ ME aufnahmen.

- pro kg Körpermasse

Im Mittel nahmen sowohl Kater als auch Kätzinnen knapp 251 kJ/kg KM auf (Tabelle 9).

Tabelle 9: Durchschnittliche Energieaufnahme weiblicher und männlicher Katzen

Adulte Katzen	Energieaufnahme in kJ ME/kg KM MW \pm SD	Minimum (kJ ME/kg KM)	Maximum (kJ ME/kg KM)
Weibliche Katzen (n=63)	251 ± 70	120	449
Männliche Katzen (n=75)	249 ± 81	115	580

Auffällig war, dass sowohl bei den intakten weiblichen als auch besonders bei den intakten männlichen Tieren die Energieaufnahme pro kg Körpergewicht signifikant ($p < 0,05$) höher war (Tabelle 10 a und b).

Tabelle 10: Durchschnittliche Energieaufnahme weiblicher und männlicher Katzen – Vergleich zwischen intakten und kastrierten Tieren

a)

Weibliche Katzen (alle Altersstufen)	Energieaufnahme in kJ ME/kg KM MW \pm SD	Minimum (kJ ME/kg KM)	Maximum (kJ ME/kg KM)
Intakt (n=30)	271 \pm 68	168	449
Kastriert (n=33)	233 \pm 68	120	370

b)

Männliche Katzen (alle Altersstufen)	Energieaufnahme in kJ ME/kg KM MW \pm SD	Minimum (kJ ME/kg KM)	Maximum (kJ ME/kg KM)
Intakt (n=12)	352 \pm 125	156	580
Kastriert (n=63)	230 \pm 51	115	356

Die intakten Kater nahmen dabei noch mehr Energie pro Kilogramm Körpermasse auf als die intakten weiblichen Katzen. In Abbildung 6 werden diese Unterschiede dargestellt.

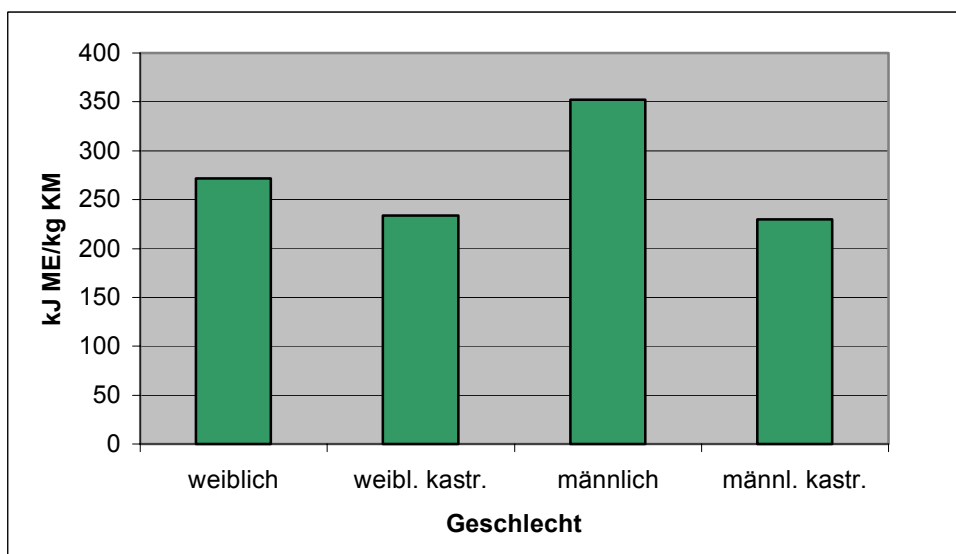


Abbildung 6: Energieaufnahme adulter Katzen (alle Gewichts- und Altersgruppen) in Abhängigkeit vom Geschlecht (n=138)

Die Auswertung der Energieaufnahme weiblicher und männlicher adulter Katzen erfolgte auch in Abhängigkeit vom Alter. Die nachstehende Tabelle 11 (a und b) stellt die in den jeweiligen Altersstufen ermittelten Energieaufnahmen dar.

Tabelle 11: Energieaufnahme in Abhängigkeit vom Alter und vom Geschlecht**a) Weibliche Katzen**

Alter in Jahren	MW \pm SD (kJ ME/kg KM)		Minimum (kJ ME/kg KM)		Maximum (kJ ME/kg KM)	
	Intakt	Kastriert	Intakt	Kastriert	Intakt	Kastriert
1 intakt (n=2) kastriert (n=2)	434 \pm 21	313 \pm 81	420	256	449	370
2 intakt (n=4) kastriert (n=3)	320 \pm 62	288 \pm 72	249	220	398	364
3 intakt (n=5) kastriert (n=3)	277 \pm 22	284 \pm 29	243	253	298	311
4 intakt (n=2) kastriert (n=1)	252 \pm 8	357 \pm 0	247	357	258	357
5 intakt (n=1) kastriert (n=2)	238 \pm 0	289 \pm 39	238	262	238	316
6 intakt (n=1) kastriert (n=3)	282 \pm 0	178 \pm 39	282	137	282	213
7 intakt (n=3) kastriert (n=7)	228 \pm 54	200 \pm 64	167	120	268	306
8 intakt (n=1) kastriert (n=3)	254 \pm 0	164 \pm 6	254	159	254	170
9 intakt (n=1) kastriert (n=1)	238 \pm 0	236 \pm 0	238	236	238	236
10 intakt (n=6) kastriert (n=2)	233 \pm 64	197 \pm 10	180	190	315	204
11 intakt (n=4) kastriert (n=2)	249 \pm 59	202 \pm 7	169	197	304	207
12 intakt (n=0) kastriert (n=3)	-	209 \pm 47	-	155	-	240
13 intakt (n=0) kastriert (n=1)	-	319 \pm 0	-	319	-	319

b) männliche Katzen

Alter in Jahren	MW ± SD (kJ ME/kg KM)		Minimum (kJ ME/kg KM)		Maximum (kJ ME/kg KM)	
	Intakt	Kastriert	Intakt	Kastriert	Intakt	Kastriert
1 intakt (n=7) kastriert (n=3)	420±109	264±39	275	221	580	292
2 intakt (n=0) kastriert (n=9)	-	218±51	-	115	-	294
3 intakt (n=1) kastriert (n=8)	281±0	277±48	281	221	281	358
4 intakt (n=0) kastriert (n=2)	-	207±12	-	198	-	216
5 intakt (n=0) kastriert (n=12)	-	246±37	-	190	-	313
6 intakt (n=0) kastriert (n=5)	-	240±51	-	159	-	288
7 intakt (n=1) kastriert (n=5)	198±0	210±41	198	165	198	257
8 intakt (n=1) kastriert (n=1)	329±0	221±0	329	221	329	221
9 intakt (n=1) kastriert (n=3)	321±0	172±7	321	167	321	180
10 intakt (n=0) kastriert (n=2)	-	164±22	-	149	-	180
11 intakt (n=0) kastriert (n=3)	-	185±70	-	144	-	267
12 intakt (n=1) kastriert (n=4)	156±0	254±73	156	189	156	341
13 intakt (n=0) kastriert (n=4)	-	204±39	-	168	-	257
14 intakt (n=0) kastriert (n=1)	-	217±0	-	217	-	217
15 intakt (n=0) kastriert (n=1)	-	229±0	-	229	-	229

Bei der Zusammenfassung der durchschnittlichen Energieaufnahme männlicher und weiblicher Katzen in Altersgruppen zeigten die jungen Katzen im Alter von 1-5 Jahren eine signifikant ($p < 0,05$) höhere Energieaufnahme als Tiere mittleren Alters und alte Katzen. Die nachstehende Tabelle 12 listet die Werte im Vergleich auf. Abbildung 8 veranschaulicht die Unterschiede in der Energieaufnahme.

Tabelle 12: Durchschnittliche Energieaufnahme (kJ ME/kg KM) adulter Katzen in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht

Alter (in Jahren)	Durchschnittliche Energieaufnahme (kJ ME) pro kg Körpermasse (MW \pm SD)			
	Weiblich	Weiblich kastriert	Männlich	Männlich kastriert
1 – 5	306 \pm 69 (n=14)	298 \pm 50 (n=11)	403 \pm 112 (n=8)	245 \pm 47 (n=34)
6 – 10	242 \pm 52 (n=11)	190 \pm 48 (n=15)	282 \pm 74 (n=3)	213 \pm 45 (n=14)
>10	238 \pm 56 (n=5)	222 \pm 51 (n=7)	156 \pm 0 (n=1)	211 \pm 57 (n=15)

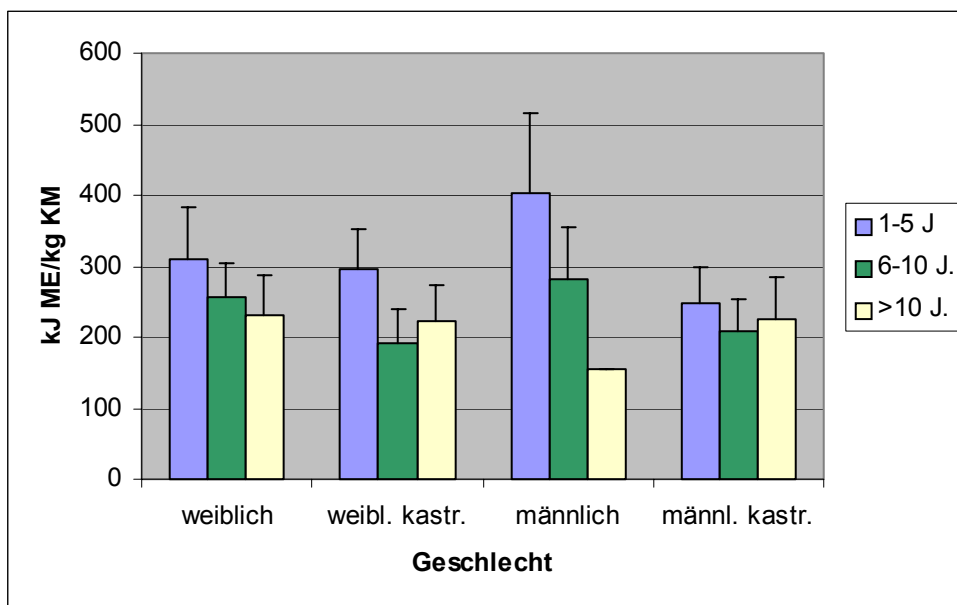


Abbildung 7: Durchschnittliche Energieaufnahme (kJ ME/kg KM) adulter Katzen in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht

Die vorstehenden Auswertungen der Energieaufnahme adulter Katzen beiderlei Geschlechts und aller Altersstufen umfasst die Daten aller Katzen der gesamten untersuchten Population, so dass Katzen aller Gewichtsklassen, also von sehr schlank bis stark übergewichtig in ihrem Erhaltungsbedarf erfasst wurden.

- pro kg metabolischer Körpermasse

Bei Berechnung der metabolischen Körpermasse mit dem Exponenten 0,67 blieben die Unterschiede in der Energieaufnahme ähnlich wie bei Bezug auf die Körpermasse, während sie sich bei Berechnung der Stoffwechselmasse mit dem Exponenten 0,4 teilweise nivellierten. Lediglich die intakten Kater unterschieden sich hierbei noch deutlich von allen anderen (Tabelle 13 a, b und c).

Tabelle 13: Energieaufnahme pro kg metabolischer Körpermasse

a)

Adulte Katzen (alle Altersstufen)	Energieaufnahme (kJ ME/kg KM^{0,40})			Energieaufnahme (kJ ME/kg KM^{0,67})		
	MW±SD	Minimum	Maximum	MW±SD	Minimum	Maximum
Weiblich (n=63)	546±119	275	879	384±90	189	599
Männlich (n=75)	641±170	300	1332	418±119	195	916

b)

Weibl. Katzen (alle Altersstufen)	Energieaufnahme (kJ ME/kg KM^{0,40})			Energieaufnahme (kJ ME/kg KM^{0,67})		
	MW±SD	Minimum	Maximum	MW±SD	Minimum	Maximum
Intakt (n=30)	570±110	362	765	407±84	264	599
Kastriert (n=33)	526±125	275	879	363±92	189	599

c)

Männl. Katzen (alle Altersstufen)	Energieaufnahme (kJ ME/kg KM^{0,40})			Energieaufnahme (kJ ME/kg KM^{0,67})		
	MW±SD	Minimum	Maximum	MW±SD	Minimum	Maximum
Intakt (n=12)	874±233	585	1332	579±177	322	916
Kastriert (n=63)	596±111	300	926	387±73	195	589

Abbildung 9 stellt die signifikant höhere Energieaufnahme intakter Katzen im Vergleich zu den kastrierten Tieren dar.

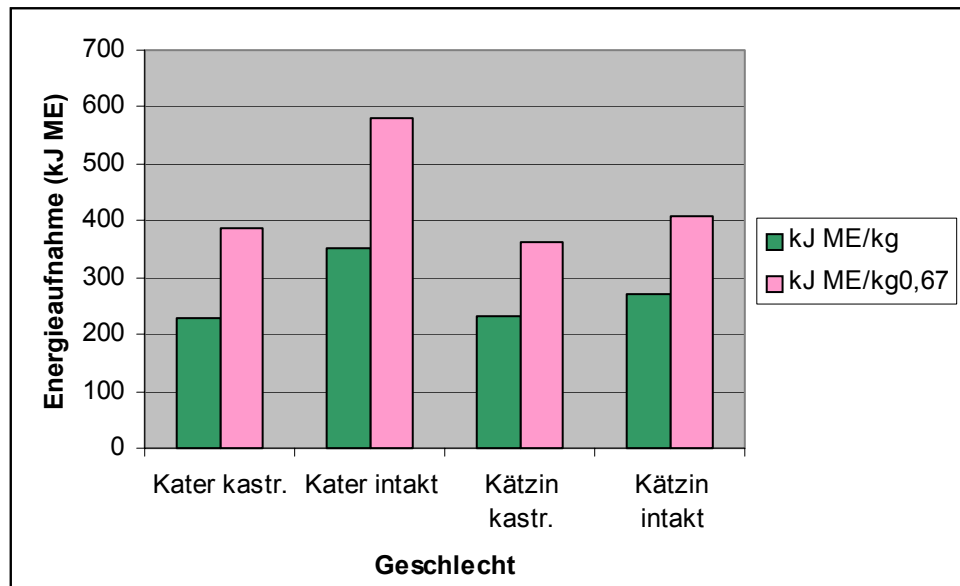


Abbildung 8: Durchschnittliche Energieaufnahme adulter Katzen in Abhängigkeit vom Geschlecht

Die Energieaufnahme der ausgewachsenen Katzen wurde zusätzlich zur Abhängigkeit vom Geschlecht auch im Hinblick auf unterschiedliches Alter ausgewertet. Tabelle 14 (a und b) zeigt die Energieaufnahme pro kg metabolischer Körpermasse im Vergleich zwischen intakten und kastrierten weiblichen und männlichen Katzen unter Berücksichtigung des Alters.

intakt (n=1) kastriert (n=3)	682±0	462±18	682	444	682	478	437±0	290±2	437	288	437	291
9 intakt (n=1) kastriert (n=1)	521±0	501±0	521	501	521	501	366±0	357±0	366	357	366	357
10 intakt (n=6) kastriert (n=2)	478±128	504±61	362	461	668	547	346±93	329±14	264	319	475	339
11 intakt (n=4) kastriert (n=2)	563±102	485±64	471	440	701	530	388±71	326±29	309	306	481	347
12 intakt (n=0) kastriert (n=3)	-	508±157	-	327	-	606	-	341±92	-	234	-	399
13 intakt (n=0) kastriert (n=1)	-	610±0	-	610	-	610	-	456±0	-	456	-	456

b) Kater

Alter (Jahre)	Energieaufnahme (kJ ME/kgKM ^{0,40})						Energieaufnahme (kJ ME/kg KM ^{0,67})					
	MW±SD		Minimum		Maximum		MW±SD		Minimum		Maximum	
	Intakt	Kastriert	Intakt	Kastriert	Intakt	Kastriert	Intakt	Kastriert	Intakt	Kastriert	Intakt	Kastriert
1 intakt (n=7) kastriert (n=3)	992±225	680153	678	508	1332	800	673±161	444±84	452	349	916	508
2 intakt (n=0) kastriert (n=9)	-	529±121	-	300	-	681	-	354±81	-	195	-	446
3 intakt (n=1) kastriert (n=8)	715±0	646±129	715	502	715	926	470 ±0	439±71	470	364	470	589
4 intakt (n=0) kastriert (n=2)	-	669±15	-	659	-	679	-	395±15	-	384	-	405
5 intakt (n=0) kastriert (n=12)	-	631±95	-	534	-	853	-	412±57	-	350	-	517
6 intakt (n=0) kastriert (n=5)	-	615±102	-	484	-	769	-	402±69	-	293	-	482
7 intakt (n=1) kastriert (n=5)	593±0	574±109	593	429	593	697	362±0	365±69	362	282	362	433
8 intakt (n=1) kastriert (n=1)	770±0	576±0	770	576	770	576	525±0	374±0	525	374	525	374

9	intakt (n=1) kastriert (n=3)	883±0	507±9	883	497	883	515	560±0	312±3	560	310	560	315
10	intakt (n=0) kastriert (n=2)	-	514±31	-	492	-	536	-	308±28	-	288	-	328
11	intakt (n=0) kastriert (n=3)	-	581±194	-	459	-	804	-	347±123	-	274	-	490
12	intakt (n=1) kastriert (n=4)	585±0	611±90	585	505	585	722	322±0	408±73	322	355	322	516
13	intakt (n=0) kastriert (n=4)	-	546±96	-	449	-	658	-	350±63	-	288	-	431
14	intakt (n=0) kastriert (n=1)	-	573±0	-	573	-	573	-	370±0	-	370	-	370
15	intakt (n=0) kastriert (n=1)	-	684±0	-	684	-	684	-	418±0	-	418	-	418

Teil 2: Adipöse Katzen

Insgesamt 12 adipöse Katzen aus einer großen Katzenpopulation nahmen an einer Gewichtsreduktionsstudie teil. Alle Katzen waren während der gesamten Versuchsdauer von 16 Wochen bei ungestörtem Allgemeinbefinden. Bis auf eine intakte Kätzin waren alle Tiere kastriert. Die Aufnahme in die Studie erfolgte anhand der Beurteilung nach dem Body Condition Score (siehe Tabelle 15), wonach Tiere mit einem BCS von ≥ 6 als übergewichtig bezeichnet wurden. Das Alter der Tiere lag zwischen 3 und 11 Jahren. Das durchschnittliche Ausgangsgewicht zu Beginn der Studie betrug 6,48 kg, das Höchstgewicht 7,81 kg. Ziel des Gewichtsreduktionsprogrammes war das Erreichen eines BCS von 5 bei allen Katzen. Dieses Ziel wurde bei acht der 12 Tiere im Beobachtungszeitraum erreicht.

Eine detaillierte Aufstellung der einzelnen biometrischen Daten der zwölf Katzen dieser Studie zur Gewichtsreduktion ist in der nachstehenden Tabelle 15 enthalten.

Tabelle 15: Auflistung der biometrischen Daten der 12 adipösen Katzen

Geschlecht	Alter (Jahre)	Body Condition Score	Körpergewicht zu Beginn des Programmes (kg)
Weibl.	11	9	6,37
Weibl. Kastr.	3	6	4,77
Weibl. Kastr.	8	6	4,47
Weibl. Kastr.	11	9	6,81
Männl. kast.	4	7	7,06
Männl. kast.	4	7	6,51
Männl. kast.	6	8	7,55
Männl. kast.	8	7	5,71
Männl. kast.	9	9	7,81
Männl. kast.	10	7	6,94
Männl. kast.	11	9	7,30
Männl. kast.	7	7	6,46

1. Körpermasse

Bei der Auswertung der Körpergewichte der zwölf adipösen Katzen zeigte sich in den ersten Wochen im Durchschnitt eine merkbare Gewichtsreduktion, während es ab der ca. 6. Woche zu einer Plateaubildung kam. Erst ab der 14. Woche verloren die Tiere im Durchschnitt wieder an Gewicht (Tabelle 16).

Tabelle 16: Durchschnittliche Gewichtsentwicklung im Verlauf des 16-wöchigen Gewichtsreduktionsprogrammes

Wochen	Körpermasse (kg) MW ± SD	Maximum (kg)	Minimum (kg)
1	6,40 ± 1,05	7,76	4,34
2	6,24 ± 1,06	7,69	4,18
3	6,13 ± 1,04	7,56	4,08
4	6,04 ± 1,03	7,48	4,02
5	5,97 ± 1,03	7,44	3,96
6	5,97 ± 0,99	7,36	4,01
7	5,84 ± 0,99	7,29	3,91
8	5,84 ± 0,95	7,17	3,95
9	5,85 ± 0,91	7,08	4,00
10	5,84 ± 0,92	7,13	3,97
11	5,85 ± 0,90	7,12	4,04
12	5,84 ± 0,90	7,03	4,01
13	5,85 ± 0,94	6,98	3,98
14	5,74 ± 0,88	6,92	3,99
15	5,71 ± 0,89	6,90	3,95
16	5,67 ± 0,88	6,77	3,99

Die nachstehende Abbildung 9 verdeutlicht die Gewichtsentwicklung der Katzen im Verlauf der Studie in Abhängigkeit vom BCS.

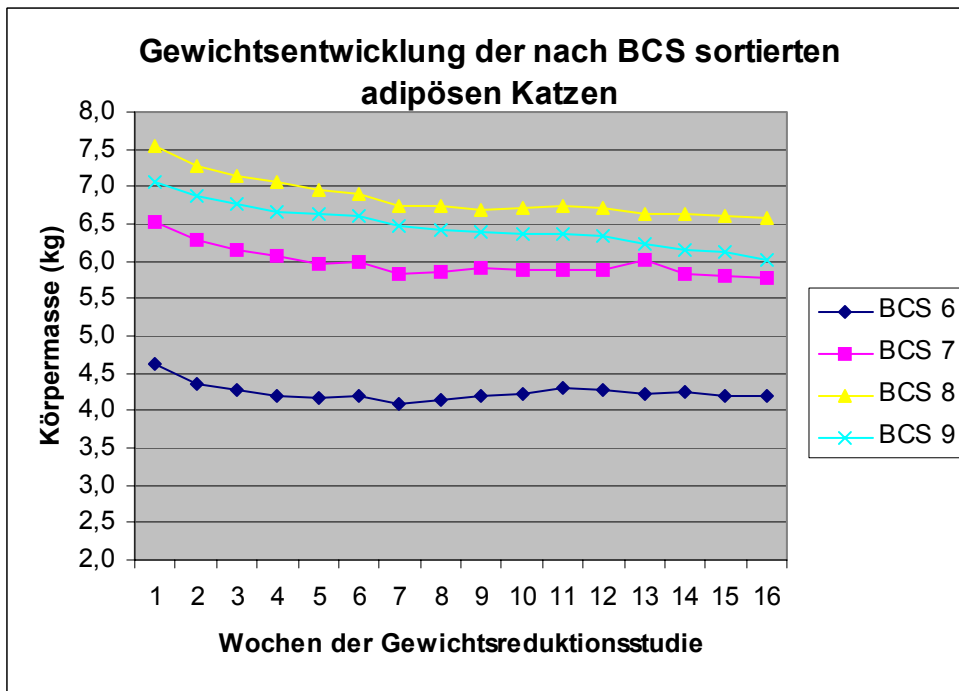


Abbildung 9: Gewichtsentwicklung der adipösen Katzen gegliedert nach den zu Beginn der Gewichtsreduktionsstudie ermittelten BCS-Gruppen

BCS 6: n=2; BCS 7: n= 5; BCS 8: n=1; BCS 9: n=4

Obwohl die Gewichtsverluste im Laufe der 16 Wochen individuell sehr unterschiedlich waren, gibt die nachstehende Tabelle 17 den allgemeinen Trend der einzelnen Wochen wieder. Echte Abnahmen sind mit einem Minuszeichen, Zunahmen mit einem Pluszeichen versehen.

Tabelle 17: Durchschnittliche erzielte Gewichtsreduktion

Wochen	Gewichtsreduktion (g) MW ± SD	Maximum (g)	Minimum (g)
1	-81,17 ± 49,34	-129	-18
2	-156,50 ± 58,80	-274	-69
3	-117,67 ± 50,66	-185	-4
4	-85,58 ± 35,06	-152	-44
5	-70,08 ± 47,95	-161	-11
6	-1,58 ± 66,15	-79	+155
7	-130,00 ± 41,15	-184	-74
8	+0,83 ± 72,30	-113	+114
9	+11,50 ± 67,21	-94	+112
10	-12,42 ± 51,12	-100	+52
11	+14,33 ± 47,06	-52	+95
12	-15,75 ± 42,31	-89	+46
13	+10,08 ± 306,84	-170	+975
14	-104,33 ± 279,95	-986	+16
15	-36,33 ± 23,85	-65	+19
16	-36,17 ± 51,71	-140	+44

2. Energieaufnahme

Die Energieaufnahme der adipösen Katzen während des 16-wöchigen Gewichtsreduktionsprogrammes ist in der nachstehenden Tabelle 18 enthalten und gibt die entsprechenden Werte pro Tier und Tag sowie pro Kilogramm Körpermasse und pro Kilogramm metabolischer Körpermasse (0,40 , 0,67) wieder.

Tabelle 18: Durchschnittliche Energieaufnahme (kJ ME) pro kg KM sowie pro kg metabolischer KM (0,40 , 0,67)

Woche	kJ ME/Tier			KJ ME/kg KM			kJ ME/kg KM ^{0,40}			KJ ME/kg KM ^{0,67}		
	MW±SD	Max	Min	MW±SD	Max	Min	MW±SD	Max	Min	MW±SD	Max	Min
1	905±131	1119	730	143±21	172	109	432±51	529	349	263±32	319	207
2	717±103	881	575	117±17	138	88	345±40	420	279	212±25	255	166
3	679±102	837	540	113±17	134	84	330±41	403	261	203±26	246	156
4	683±97	834	554	115±18	139	87	333±39	403	268	206±25	247	161
5	681±102	846	546	116±17	139	88	334±41	410	269	207±26	252	163
6	738±86	907	565	127±26	171	90	364±47	449	270	226±35	279	164
7	775±110	958	555	137±32	191	90	386±61	478	268	242±45	299	164
8	820±146	1065	568	146±42	208	93	410±85	530	276	257±62	338	170
9	834±157	1071	561	147±41	205	93	416±87	530	274	260±62	335	169
10	836±142	1066	561	147±37	205	95	416±77	528	275	261±55	329	170
11	840±141	1068	564	147±36	201	96	417±76	530	278	261±53	330	172
12	839±103	1041	714	147±28	204	112	417±51	493	343	260±38	323	209
13	826±126	1071	667	144±29	206	108	410±59	498	322	256±41	324	197
14	824±131	1079	662	147±31	203	108	412±65	535	320	258±45	333	196
15	822±127	1072	662	147±31	209	109	412±64	532	321	259±44	331	197
16	834±121	1094	632	150±31	209	109	419±62	543	313	264±44	338	195

Die Anpassung der Energiezufuhr über den gesamten Zeitraum der Gewichtsreduktionsstudie ist in der nachstehenden Abbildung 10 dargestellt.

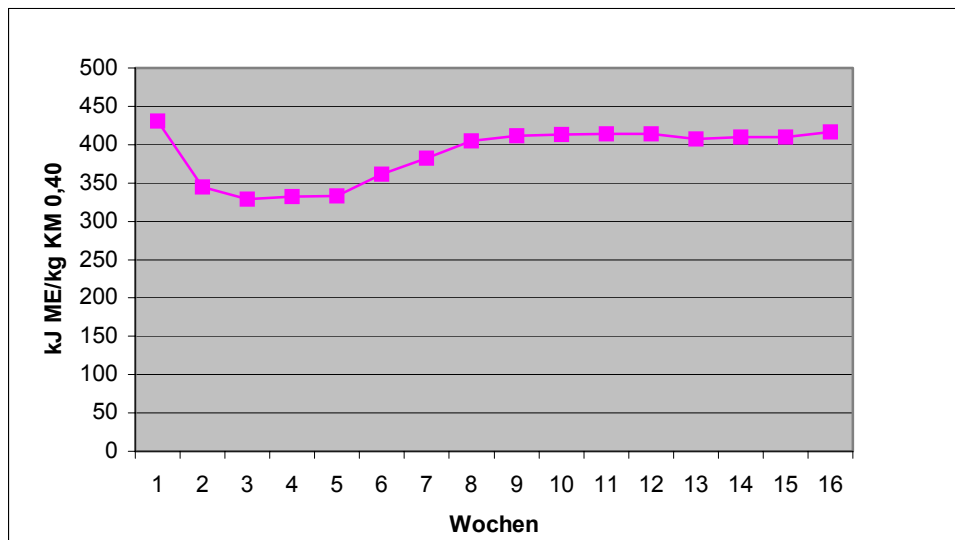


Abbildung 10: Durchschnittliche Energieaufnahme pro kg KM ^{0,40}

Die individuellen Werte der Energieaufnahme der Katzen im Verlaufe der Gewichtsreduktionsstudie wurden in Abhängigkeit vom BCS ausgewertet. Die nachstehende Abbildung 11 stellt die Energieaufnahmen zusammengefasst nach BCS-Gruppen grafisch dar.

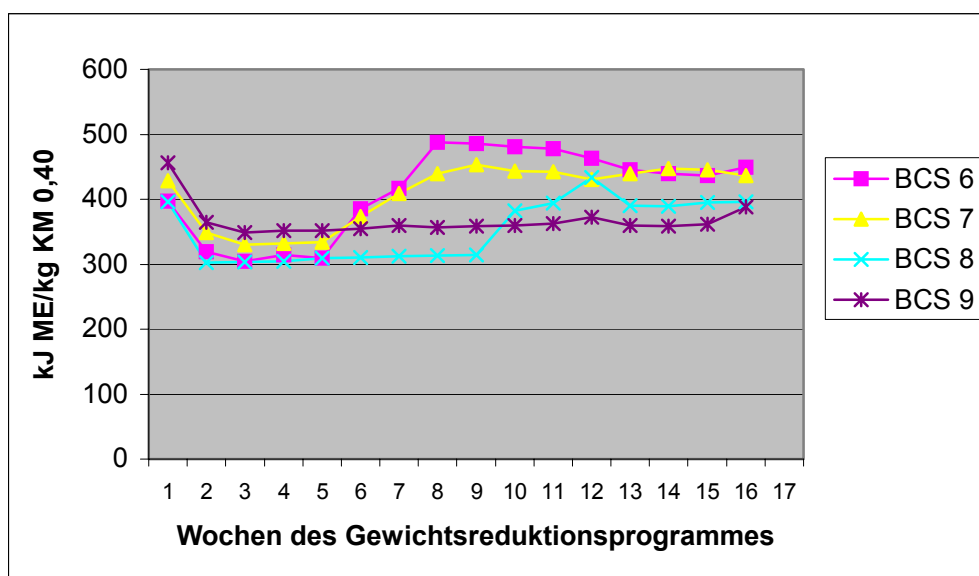


Abbildung 11: Durchschnittliche Energieaufnahme adipöser Katzen in Abhängigkeit vom BCS

Teil 3: Katzenwelpen

In einer Fütterungsstudie mit sechs unterschiedlichen Diäten (5 Feuchtfutter, 1 Trockenfutter) wurden insgesamt 51 Katzenwelpen über einen Zeitraum von 10 Wochen hinsichtlich ihrer Körpermasse, ihres Gewichtszuwachses und ihrer Energieaufnahme beobachtet. Von diesen Tieren konnte bei 28 Katzen das Körpergewicht bis zum Alter von einem Jahr und bei einigen darüber hinaus aufgezeichnet werden.

1. Körpermasse

Die durchschnittliche Körpermasse der Katzenwelpen lag zum Ende der 10. Lebenswoche, also vor Beginn des Beobachtungszeitraums (11. - 19. Lebenswoche) bei $0,96 \pm 0,15$ kg und stieg bis zur 19. Lebenswoche um durchschnittlich fast ein Kilogramm, nämlich auf $1,93 \pm 0,31$ kg an. Mittelwerte sowie Gewichtsminima und -maxima sind in Tabelle 19 angeführt.

Tabelle 19: Körpermasse in Lebenswoche 10 bis 19

Alter (Wochen)	Körpermasse (kg) MW \pm SD	Minimum	Maximum
10	$0,96 \pm 0,15$	0,65	1,28
11	$1,05 \pm 0,17$	0,58	1,40
12	$1,18 \pm 0,15$	0,85	1,55
13	$1,28 \pm 0,19$	0,93	1,77
14	$1,37 \pm 0,19$	0,97	1,84
15	$1,51 \pm 0,22$	1,08	2,08
16	$1,64 \pm 0,24$	1,21	2,23
17	$1,78 \pm 0,28$	1,27	2,44
18	$1,86 \pm 0,29$	1,32	2,64
19	$1,93 \pm 0,31$	1,39	2,71

Die Gewichtsentwicklung im Beobachtungszeitraum (11. bis 19. Lebenswoche) war bei männlichen und weiblichen Welpen unterschiedlich. Während die durchschnittliche Körpermasse der weiblichen Tiere in der 11. Lebenswoche $1,01 \pm 0,15$ kg und in der 19. Lebenswoche $1,72 \pm 0,17$ kg betrug, wogen die Kater im Alter von 11 Wochen durchschnittlich $1,08 \pm 0,19$ kg und mit 19 Wochen $2,08 \pm 0,31$ kg. Die nachfolgende Abbildung 12 zeigt die im Vergleich zu den weiblichen Tieren schnellere Gewichtszunahme der Kater ab der 12. Lebenswoche.

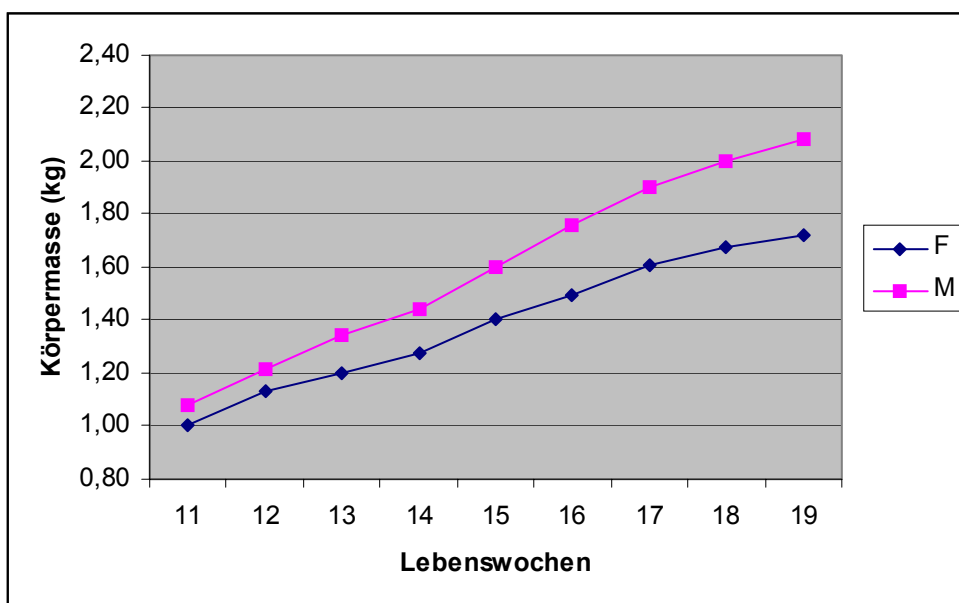


Abbildung 12: Gewichtsentwicklung männlicher und weiblicher Katzenwelpen von der 11. bis zur 19. Lebenswoche

Die durchschnittlichen Gewichtszunahmen pro Tag variierten stark und lagen zwischen 10 ± 9 g (19. Lebenswoche) und 21 ± 10 g in der 15. Lebenswoche. Die minimalen Gewichtszunahmen stellten de facto Gewichtsverluste dar und lagen bei täglich bis zu -26 g (13. Lebenswoche). Die maximalen Gewichtszunahmen waren bei den Katern in der 12. Lebenswoche zu verzeichnen und betrugen pro Tag 59 g, während die Maxima bei den weiblichen Tieren in der ersten Woche der Fütterung, also in der 11. Lebenswoche zu beobachten waren (43 g/Tag). Die nach-

stehende Tabelle 20 zeigt die Übersicht der durchschnittlichen Gewichtszunahmen pro Tag in den Wochen 1 bis 9 des Beobachtungszeitraums (11. bis 19. Lebenswoche).

Tabelle 20: Durchschnittliche tägliche Gewichtszunahmen der männlichen und weiblichen Katzenwelpen im Alter von 11 bis 19 Wochen

Lebens- woche	Tägliche Gewichtszunahmen (g) MW±SD		Minimum		Maximum	
	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich
11	14±13	12±9	-16	-17	43	34
12	18±9	18±14	-2	-8	39	59
13	9±11	18±10	-26	2	23	44
14	11±8	14±8	-6	-2	24	31
15	18±9	23±11	-4	4	37	42
16	13±8	22±11	-4	-3	27	39
17	16±9	22±12	2	-5	33	44
18	10±9	13±10	-6	-9	26	30
19	7±9	13±9	-9	-10	25	35

Bei der Analyse der durchschnittlichen täglichen Gewichtszunahmen getrennt nach weiblichen und männlichen Katzenwelpen zeigten sich bei den Katern in den einzelnen Wochen des Beobachtungszeitraums starke Schwankungen mit relativ hohen Zunahmen bei fast allen Futtermitteln im Alter von etwa der 12. bis 17. Lebenswoche. Sowohl bei weiblichen wie auch bei männlichen Welpen sanken die täglichen Gewichtszunahmen ab der 18. Lebenswoche.

Von den insgesamt 51 Katzen konnten 28 bis zum Alter von einem Jahr und einige darüber hinaus beobachtet werden, so dass es möglich war, das Wachstum der weiblichen und männlichen Katzenwelpen dieser Untersuchung unter Berücksichtigung des in den jeweiligen Wochen des Versuches erreichten Prozentsatzes der Körpermasse des ausgewachsenen Tieres (KM mit 12 Monaten) zu berechnen. Es zeigte sich, dass die Welpen in der 10. Lebenswoche, also beim Absetzen, im Durchschnitt 26 % der Körpermasse des ausgewachsenen Tieres erreicht hatten,

während sie mit 19 Wochen (Ende des Beobachtungszeitraumes) durchschnittlich etwas über die Hälfte (53%) der Körpermasse mit einem Jahr erreicht hatten. Die Variationsbreite war sehr ausgeprägt, da manche Katzen mit 19 Wochen nur 34 %, andere jedoch 67 % der Körpermasse des ausgewachsenen Tieres erreicht hatten.

Der Vergleich der entsprechenden Werte getrennt nach weiblichen und männlichen Tieren zeigte, dass die durchschnittliche Körpermasse in % des Gewichtes des ausgewachsenen Tieres bei Weibchen in allen zehn Wochen signifikant über der der Kater lag. Während der durchschnittliche Prozentsatz des erreichten Gewichtes bei Katern zwischen 23 % (10. Lebenswoche) und 49 % (19. Lebenswoche) lag, betrug er bei den Weibchen durchschnittlich entsprechend 30 % bzw. 58% der Körpermasse des ausgewachsenen Tieres (siehe Tabelle 21 und Abbildung 13).

Tabelle 21: Körpermasse in % des Gewichtes des ausgewachsenen Tieres

Lebenswoche	Körpermasse in % des Gewichtes des ausgewachsenen Tieres					
	MW±SD		Minimum		Maximum	
	Weiblich (n=12)	Männlich (n=16)	Weibl. (n=12)	Männl. (n=16)	Weibl. (n=12)	Männl. (n=16)
10	30±5	23±5	23	15	37	31
11	33±5	25±6	25	16	41	35
12	37±5	28±6	28	18	45	39
13	40±7	31±7	29	19	48	45
14	43±6	33±7	34	21	53	46
15	47±7	37±8	38	23	58	52
16	49±7	41±9	40	26	58	56
17	54±6	45±9	45	30	61	59
18	56±6	47±9	46	32	66	60
19	58±6	49±10	49	34	67	66

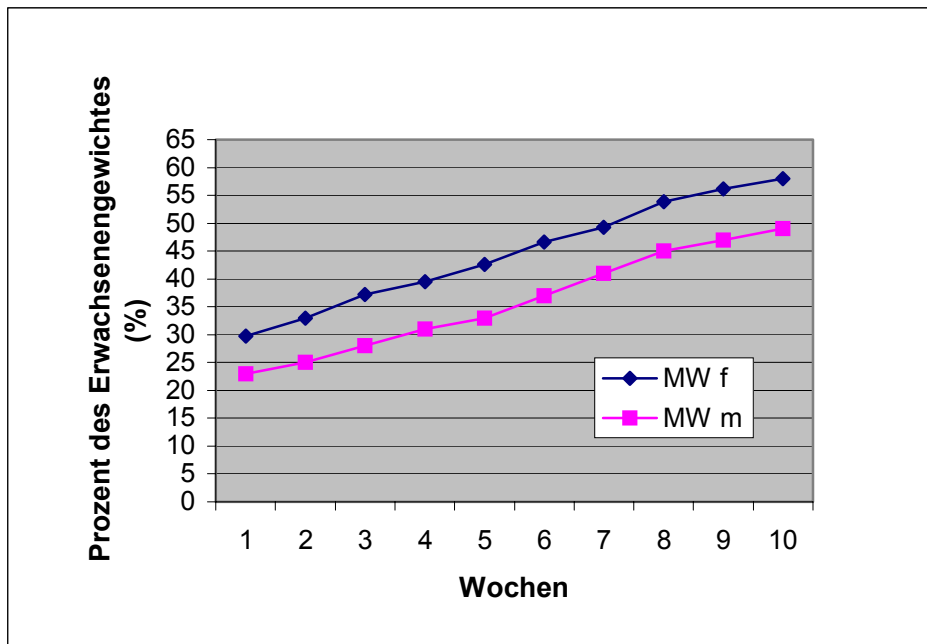


Abbildung 13: Prozentsatz des erreichten Erwachsenengewichtes im Vergleich der beiden Geschlechter

2. Energieaufnahme

Die durchschnittliche Energieaufnahme der Welpen im Alter von 11 Wochen lag bei 783 ± 130 kJ ME pro Tag und Tier, während dieser Wert in Woche 19 bei durchschnittlich 1076 ± 222 kJ ME pro Tag und Tier lag. Tabelle 22 zeigt die durchschnittliche Energieaufnahme in den einzelnen Wochen und zwar getrennt nach Geschlecht und aufgegliedert in die Energieaufnahme pro Tier, pro kg Körpermasse und pro kg metabolisches Körpergewicht ($\text{kg KM}^{0,40}$, $\text{kg KM}^{0,67}$).

Tabelle 22: Durchschnittliche tägliche Energieaufnahme pro Tier bzw. pro kg Körpermasse sowie pro kg metabolisches Körpergewicht der weiblichen und männlichen Katzenwelpen im Alter von 11 bis 19 Wochen

Lebens- wochen	Energieaufnahme in kJ ME											
	Tier		kg KM		kg KM ^{0,40}		kg KM ^{0,67}					
	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD	MW±SD
	Weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich	weiblich	männlich
11	766±142	799±117	783±109	741±71	770±130	770±92	774±121	770±92	774±121	816±109	824±121	757±80
12	887±117	883±130	799±117	732±88	850±113	816±109	824±113	816±109	824±113	824±109	824±121	778±96
13	921±130	925±142	783±121	699±92	862±126	824±109	824±121	824±109	824±121	824±109	824±121	762±100
14	937±84	967±88	741±50	678±42	850±67	837±54	799±59	837±54	799±59	837±54	799±59	762±42
15	1050±117	1059±100	762±100	665±46	925±109	879±63	850±105	879±63	850±105	879±63	850±105	774±46
16	1117±117	1096±113	762±109	628±54	958±113	875±71	862±109	875±71	862±109	875±71	862±109	753±59
17	1143±109	1159±121	724±96	611±59	950±100	896±75	841±96	896±75	841±96	896±75	841±96	753±63
18	1159±167	1151±167	707±100	578±33	950±130	875±88	829±113	875±88	829±113	875±88	829±113	724±54
19	1071±134	1080±121	640±113	523±46	870±126	808±71	757±117	808±71	757±117	808±71	757±117	661±54

Die durchschnittliche Energieaufnahme pro kg KM sowie pro kg metabolischer KM ($\text{kg KM}^{0,67}$) lag somit bei den weiblichen Welpen in jeder der Lebenswochen stets über der der männlichen Welpen, wie die nachstehenden Abbildungen 14 und 15 grafisch verdeutlichen.

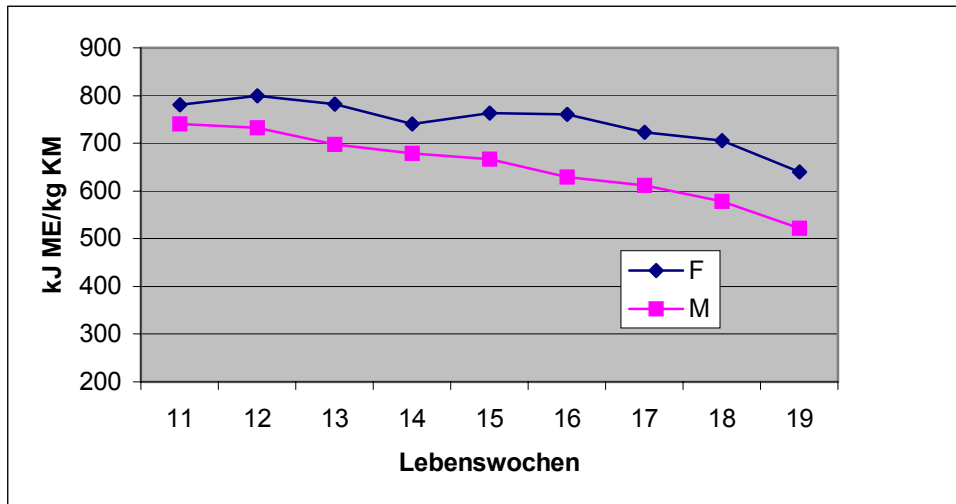


Abbildung 14: Durchschnittliche Energieaufnahme der Katzenwelpen pro kg Körpermasse in Abhängigkeit vom Geschlecht

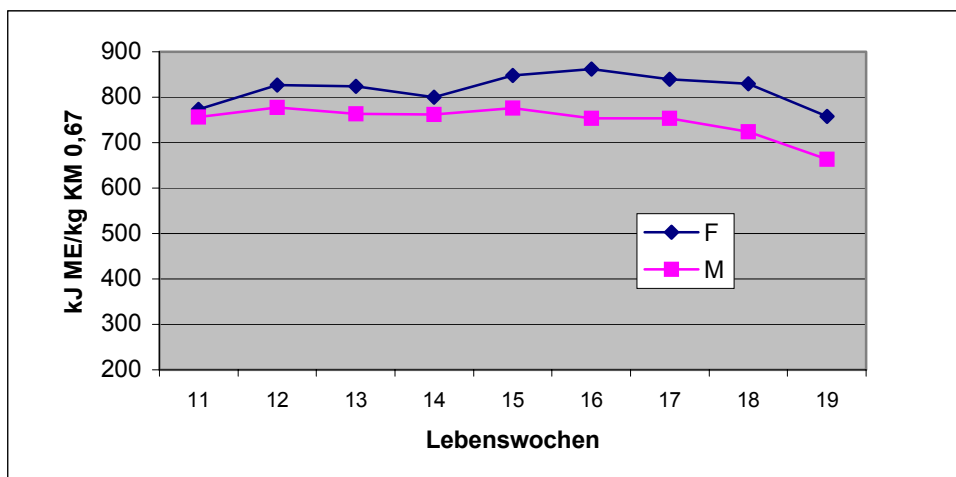


Abbildung 15: Durchschnittliche Energieaufnahme der Katzenwelpen pro kg metabolischer Körpermasse ($\text{kg KM}^{0,67}$) in Abhängigkeit vom Geschlecht

3. Futtermittelverwertung

Die Futtermittelverwertung der heranwachsenden Kätzchen wurde auf der Basis der vorliegenden Daten (jeweils pro Woche erreichte Körpergewichte in absoluten Zahlen (g) sowie in Prozent des endgültigen Körpergewichtes sowie jeweilige Energieaufnahme pro Tier, pro kg Körpergewicht und pro kg metabolisches Körpergewicht) ausgewertet.

Für alle männlichen und weiblichen Katzenwelpen wurde zunächst die jeweils für 100 g Zuwachs benötigte Energiezufuhr (kJ ME) berechnet, und zwar von der 11. Lebenswoche an bis zur 19. Lebenswoche. Die für 100 g Gewichtszunahme erforderliche Energieaufnahme betrug in der 11. Lebenswoche im Schnitt 5985 kJ ME und in der 19. Lebenswoche 10450 kJ ME. Abbildung 16 stellt den variierenden Energiebedarf im Verlauf der neun Wochen des Beobachtungszeitraumes dar.

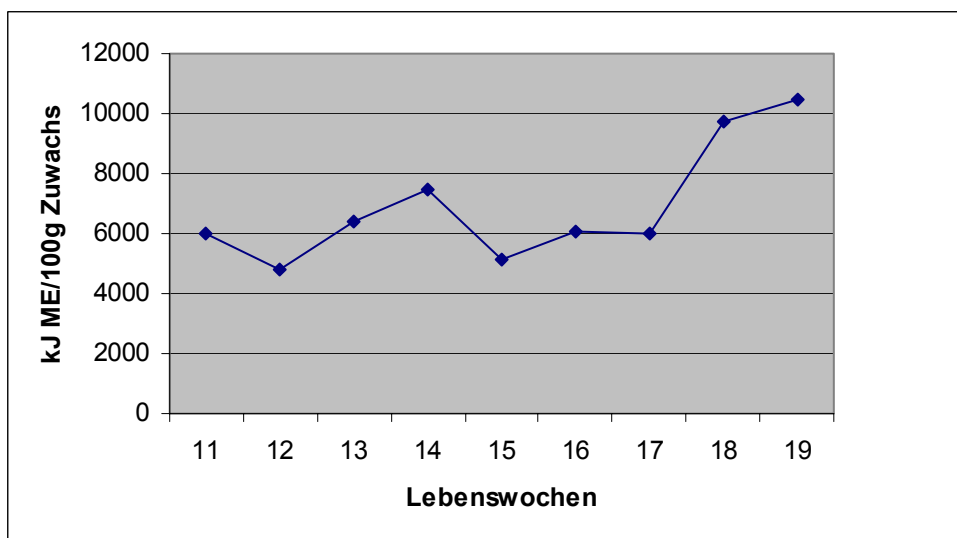


Abbildung 16: Der für 100 g Zuwachs an Körpermasse erforderliche Energiebedarf im Verlauf des Beobachtungszeitraums (11.-19. Lebenswoche)

Dabei zeigte sich, dass die Weibchen durchgehend mehr Energie für den Zuwachs an Körpermasse benötigten als die Kater.

Des Weiteren ermittelt wurde der bei den Katzenwelpen beiderlei Geschlechts gemessene durchschnittliche Gewichtszuwachs pro 4185 kJ ME (1000 kcal ME) Energiezufuhr. Während in der 11. Lebenswoche ein durchschnittlicher Gewichtszuwachs von 70g pro 4185 kJ ME beobachtet wurde, betrug der entsprechende Wert in der 19. Lebenswoche 40 g. Der in den einzelnen Lebenswochen wechselnde Gewichtszuwachs pro 4185 kJ ME an zugeführter Energie ist in der nachstehenden Abbildung 17 dargestellt.

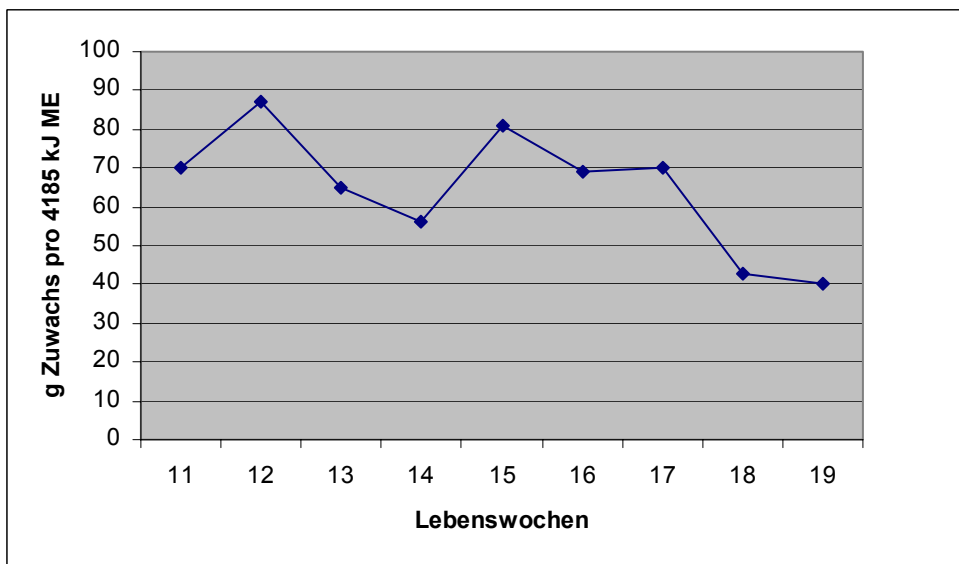


Abbildung 17: Gewichtszuwachs pro 4185 kJ (1000 kcal) zugeführter Energie im Verlauf des Beobachtungszeitraumes

Zusätzlich untersucht wurde die durchschnittliche Energieaufnahme der Katzenwelpen als Vielfaches des Erhaltungsbedarfs, der auf der Grundlage der Ergebnisse der Untersuchungen an nicht adipösen adulten Katzen mit durchschnittlich etwa $419 \text{ kJ ME/kg KM}^{0,67}$ angenommen wurde. Um eine genauere Aussage über einen sich eventuell im Laufe des Wachstums

ändernden Energiebedarf zu erhalten, wurde der Beobachtungszeitraum ab dem Absetzen in drei Perioden unterteilt, und zwar 11.-13. Lebenswoche, 14.-16. Lebenswoche und 17. bis 19. Lebenswoche.

Die durchschnittliche Energieaufnahme lag bei den weiblichen Katzenwelpen in der 11.-13. Lebenswoche beim 1,82-fachen, in der 14.-16. Lebenswoche beim 1,90-fachen und in der 17. bis 19. Lebenswoche beim 1,81-fachen des Erhaltungsbedarfs, während die entsprechenden Werte bei den männlichen Katzenwelpen durchschnittlich niedriger lagen und jeweils das 1,80-fache, 1,79-fache und 1,62-fache des Erhaltungsbedarfs betragen. Die nachstehende Tabelle 23 dokumentiert den mit zunehmendem Alter deutlicher werdenden Unterschied zwischen der Energieaufnahme von männlichen und weiblichen Katzenwelpen.

Tabelle 23: Mittelwerte (\pm Standardabweichung) der Energieaufnahme als Vielfaches des Erhaltungsbedarfs, in Abhängigkeit vom Geschlecht

Zeitraum (Lebens- wochen)	Energieaufnahme als Vielfaches des Erhaltungsbedarfs (MW \pm SD)	
	Weiblich	männlich
11. – 13.	1,82 \pm 0,14	1,80 \pm 0,09
14. – 16.	1,90 \pm 0,10	1,79 \pm 0,09
17. – 19.	1,81 \pm 0,19	1,62 \pm 0,10

IV. DISKUSSION

A. KRITIK DER METHODEN

Teil 1: Adulte Katzen

Verwendung der Gewichtskonstanz als Indikator einer Energiekonstanz im Körper

In der eigenen retrospektiv angelegten Studie wurde die Gewichtskonstanz einer Katze über einen Zeitraum von 4 Wochen als Maß einer genau bedarfsdeckenden Energieaufnahme angenommen. Dabei blieben unter Umständen auftretende Veränderungen im Verhältnis Körperfett zu fettfreier Körpermasse unberücksichtigt. Bei einem Tier im Erhaltungsstoffwechsel sind hier allerdings keine drastischen Änderungen zu erwarten, während die Methode für Reproduktion, Wachstum oder bei Krankheit ungeeignet ist, da hier auch kurzfristig erhebliche Veränderungen auftreten können. Sowohl bei Katzen als auch bei Hunden wurden mit der Methode der Berechnung der Energieaufnahme bei Gewichtskonstanz reproduzierbare Ergebnisse sogar im Feldversuch erzielt (RAINBIRD und KIENZLE, 1990; FINKE, 1991 und 1994; EARLE und SMITH, 1990). Beim Hund stimmen die Ergebnisse sehr gut mit anderen Methoden (Doubly Labeled Water, Indirekte Kalorimetrie) überein. Bei Katzen stimmen die Resultate der Doubly Labeled Water-Methode und der Gewichtskonstanzmethode gut überein, während die indirekte Kalorimetrie etwas niedrigere Werte ergibt. Die Streuung ist allerdings bei der Gewichtskonstanzmethode etwas höher. Da die individuellen Unterschiede bei allen Methoden erfasst werden müssten, kann dies als Ausdruck eines größeren Versuchsfehlers gewertet werden. Dies zeigte sich besonders deutlich bei Feldversuchen. Je gründlicher die Daten erhoben wurden, umso geringer war bei der gleichen Methode die Streuung (BURGER, 1994; WICHERT et al., 1999).

Körpermasse, Körperfettgehalt und Aktivität

Langfristig, über Jahre hinweg, kann Gewichtskonstanz allerdings nicht mit Energiekonstanz gleichgesetzt werden, wie sich beim Menschen gezeigt hat (COHN et al., 1976; ROBERTS et al., 1994 ; HARPER, 1998). Daher könnte ein Tier bei zwei unterschiedlichen, länger auseinanderliegenden Messungen zwar das gleiche Gewicht, aber einen unterschiedlichen Körperfettgehalt aufweisen. Dies gilt insbesondere nach einer Kastration (STIEFEL, 1999; LÄUGER, 2001; NGUYEN et al., 2000). Die Frage nach dem Körperfettgehalt bzw. der fettfreien Körpermasse stellt sich natürlich auch zwischen den Individuen, da auch hier gleiches Gewicht nicht gleichen Ernährungszustand bedeuten muss. Bei Katzen gibt es einen deutlich ausgeprägten Geschlechtsdimorphismus der Körpermasse (LAFLAMME, 1997; KIENZLE , 2000; SCARLETT et al., 1994), der sich auch in den eigenen Untersuchungen erneut bestätigte. Männliche Tiere sind im allgemeinen schwerer als weibliche. Dies gilt auch für männliche Kastraten, bei denen allerdings sowohl nach subjektiven Eindrücken als auch nach einigen objektivierbaren Kriterien (STIEFEL, 1999; LÄUGER, 2001; NGUYEN et al., 2000) bei höherem Gewicht ein höherer Fettanteil vorliegt. Schwere intakte Kater haben dagegen nicht unbedingt einen höheren Körperfettgehalt. Bei weiblichen Tieren sind Kastraten zwar ebenfalls häufiger zu dick (STIEFEL, 1999; LÄUGER, 2001; NGUYEN et al., 2000), sie sind dann aber im allgemeinen auch schwerer als ihre schlanken intakten oder schlanken kastrierten Artgenossen. Entsprechend sind schwere intakte Weibchen in der Regel auch dick (KIENZLE, 2000).

Entsprechend wurden in der vorliegenden Untersuchung drei Gruppen gebildet: Weibliche Tiere (intakt und kastriert), männliche Kastraten und intakte Kater. Innerhalb dieser Gruppen ist nach dem oben Gesagten zu erwarten, dass das Körpergewicht eine gewisse Aussage über den Ernährungszustand erlaubt. Dies wird bestätigt durch die Ergebnisse zu

den BCS im Untersuchungsteil. Es konnte gezeigt werden, dass zwischen dem durch die BCS grob charakterisierten Körperfettreserven und dem Körpergewicht eine enge Beziehung bestand, sofern nur die weiblichen bzw. männlichen Tiere untereinander verglichen wurden (Abbildung 18 und 19).

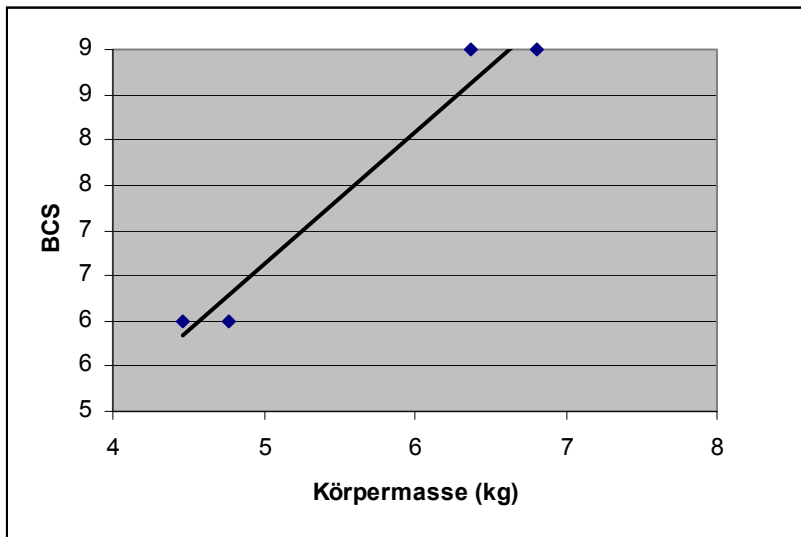


Abbildung 18: Zusammenhang zwischen Körpermasse und BCS bei weiblichen übergewichtigen Katzen

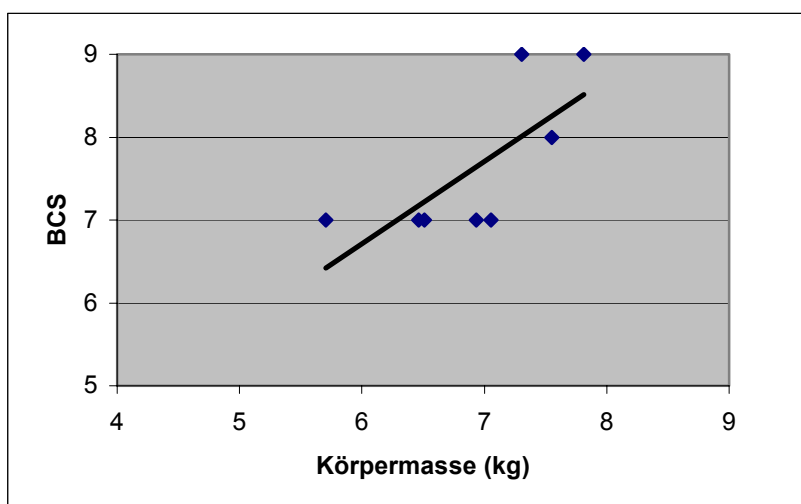


Abbildung 19: Zusammenhang zwischen Körpermasse und BCS bei männlichen übergewichtigen Katzen

Es wäre sicherlich wünschenswert gewesen, wenn in den eigenen Untersuchungen der jeweilige BCS der Tiere erfasst worden wäre. Da es sich aber um retrospektive Auswertungen handelt, war dies leider nicht möglich. Ein Unterschied im Körperfettgehalt zwischen gleich schweren Tieren innerhalb einer Geschlechtsgruppe ist sowohl zwischen Tieren unterschiedlichen Alters als auch zwischen solchen unterschiedlicher Aktivität denkbar. Aktivitätsmessungen wurden in den eigenen Untersuchungen ebenfalls nicht durchgeführt, so dass bei der Auswertung zwar der Alterseinfluss bei Tieren ähnlichen Gewichts innerhalb einer Geschlechtsgruppe geprüft, dieser aber nicht unabhängig von möglichen altersbedingten Veränderungen der Aktivität bewertet werden kann.

Teil 2: Adipöse Katzen

Die Energiezuteilung in dieser Studie sollte in Anlehnung an das von DZANIS (2000) für Hunde vorgeschlagene AAFCO Mindesttestprotokoll zur Belegung von Gewichtsverlusten erfolgen. Der Autor empfiehlt eine Mindestprobandenzahl von acht Tieren, von denen Körpermasse und BCS zu Beginn zu ermitteln sind. Als Mindesttestdauer setzt DZANIS (2000) 12 Wochen an. In dieser Zeit sollten Gewichtsverluste von mindestens 0,5 % – 1,0 % pro Woche erreicht werden. Aufgrund der Gefahr einer idiopathischen hepatischen Lipidose dürften die Abnahmen den Wert von 2 – 3 % pro Woche jedoch nicht überschreiten. Die zugeteilte Energiemenge habe zu Beginn 75% des geschätzten Energiebedarfs eines jeden Tieres zu betragen und sei danach wöchentlich individuell in der Form anzupassen, dass Gewichtsverluste von 1 – 2 % des Ausgangsgewichtes pro Woche erzielt werden. Wasser solle *ad libitum* zur Verfügung stehen. Ziel des 12-wöchigen Gewichtsreduktionsprogrammes sollen Abnahmen von 12 – 24 % sein, wobei die Mindestabnahmen 6 % nicht unterschreiten und die Maximalabnahmen 36 % des Ausgangsgewichtes nicht überschreiten sollten.

In der vorliegenden Studie wurden 12 adipöse Katzen unterschiedlichen Alters einbezogen. Körpermasse und BCS wurden zu Beginn ermittelt. Die Dauer der Studie betrug 16 Wochen. Die ursprüngliche Energieaufnahme der Katzen betrug zwischen 921 kJ ME/d und 1402 kcal ME/d, und lag nach einer Adaptationsphase von 2 Wochen bei zwischen 732 kJ ME/d und 1126 kJ ME/d. Zu Beginn der Reduktionsstudie wurde die Energieaufnahme der Katzen um 25 % reduziert und lag dann zwischen 575 kJ ME/d und 881 kJ ME/d bzw. 279 kJ ME/kg $KM^{0,40}$ und 420 kJ ME/kg $KM^{0,40}$.

Während des Versuchs wurden im Mittel zwischen 113 und 146 kJ ME/kg KM zugeteilt, wobei die niedrigere Zuteilung in den ersten vier Wochen erfolgte. Dabei wurde vor allem auch mit einer gewissen Vorsicht vorgegangen, um unter allen Umständen die Entstehung einer idiopathischen hepatischen Lipidose zu verhindern. Die Tiere sollten nicht mehr als ein Prozent pro Woche an Gewicht verlieren. Daher ist die Futterzuteilung nicht so systematisch, wie es für den Zweck der Bedarfsbestimmung wünschenswert wäre. Andererseits können die Daten auf eine Gewichtsabnahme von Null extrapoliert werden. Das Ergebnis entspricht dann dem Erhaltungsbedarf und kann mit den Ergebnissen der Versuche mit Gewichtskonstanz verglichen werden. Die ermittelte Energieaufnahme nach Extrapolation auf Nullabnahme betrug durchschnittlich 416 ± 81 kJ ME/kg $KM^{0,40}$, wobei zwei Extremwerte nicht in die Auswertung einbezogen wurden. Die entsprechenden Einzelwerte (n=10) sind in Abbildung 20 zusammengefasst.

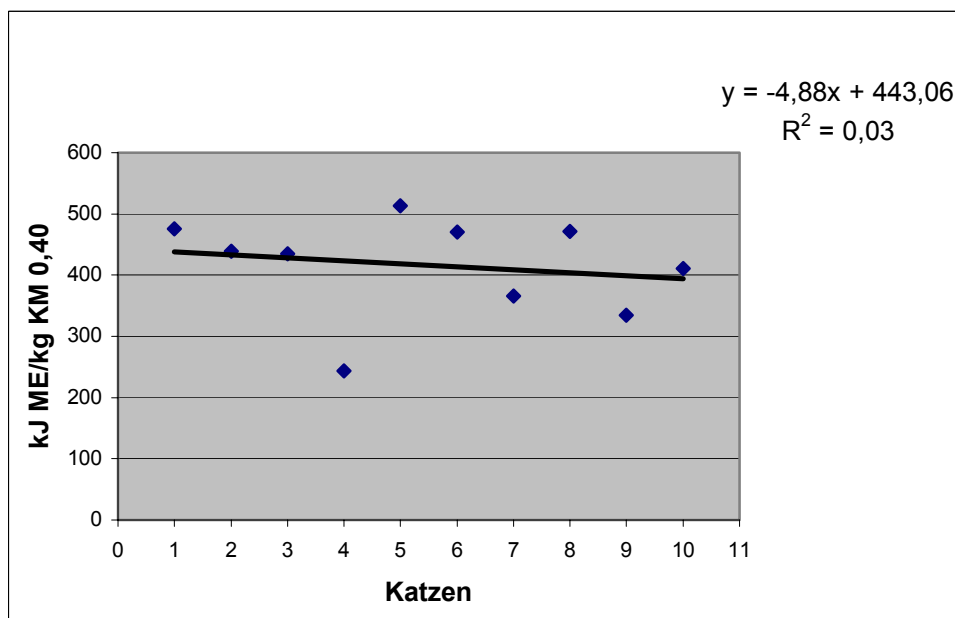


Abbildung 20: Erhaltungsbedarf übergewichtiger Katzen bei auf Null extrapoliertes Gewichtsabnahme (n=10)

Teil 3: Katzenwelpen

Die Studien zum Wachstum waren vor allem auf einen Vergleich verschiedener Testprodukte angelegt und nicht auf die Ermittlung des Energiebedarfs für Wachstum. Daher wurde das Wachstum nicht durch die Futterzuteilung begrenzt und die verschiedenen Futter waren zwangsläufig unterschiedlich in ihrer Zusammensetzung. Faktoren, die sich auf das Wachstum limitierend auswirken konnten, waren daher unter anderem Akzeptanz und Nährstoffgehalt der Futtermittel. Besonders die Akzeptanz wirkt sich aber auf die Energieaufnahme aus. Mangel an Nährstoffen oder aber erhebliche Imbalancen sind bei Futtermitteln, die als Alleinfutter für Wachstum konzipiert sind, jedoch nicht zu erwarten, da sich die Zusammensetzung solcher Produkte an Standards orientiert, z.B. an AAFCO (AAFCO, 2001). Die vorliegenden Daten können daher zum Vergleich mit bereits im Schrifttum vorliegenden Angaben herangezogen werden.

Eine gewisse Ungenauigkeit ergibt sich auch daraus, dass die Futtermittel den Katzenwelpen nicht einzeln, sondern in kleinen Gruppen zugeteilt wurden. Alle Tiere hatten jedoch ständigen Zugang zu den Futtermitteln, so dass auch rangniedrige Tiere genügend Gelegenheit zur Futteraufnahme hatten. Allerdings kann dann nur die Aufnahme einer Tiergruppe, aber nicht die des Einzeltiers bestimmt werden, was bei der Auswertung zu einer gewissen Ungenauigkeit führt. Die sich ergebenden Mittelwerte eignen sich aber trotzdem zur Überprüfung der Größenordnung von Empfehlungen zur Versorgung.

B. BESPRECHUNG DER ERGEBNISSE

Teil 1: Adulte Katzen

1. Gewichtsentwicklung

In der vorliegenden Studie anhand von insgesamt 138 adulten weiblichen und männlichen Katzen wurde beobachtet, dass Katzen mittleren Alters zu höherem Gewicht tendieren als junge und alte Katzen. Außerdem lagen die Körpergewichte bei kastrierten Katzen im Mittel höher als bei intakten Tieren. So lagen männliche Kastraten mit ihrer Körpermasse im Durchschnitt um etwa 4% über den intakten Katzen. Dieser Effekt war bei den weiblichen Katzen mit über 12 % schwereren Kastraten noch deutlicher ausgeprägt. Dies stimmt mit Beschreibungen aus der Literatur überein. So berichteten zum Beispiel SCARLETT et al. (1994) von einem deutlichen Ansteigen des Körpergewichtes bis zum etwa 8. Lebensjahr und einem drastischen Absinken der Körpermasse ab dem 10. Lebensjahr auf etwa das Niveau des jugendlichen Körpergewichtes. Dies ist deshalb von besonderem Interesse, da es sich hierbei um eine Feldstudie handelte. Auch in der Humanmedizin wurde eine ähnliche Tendenz bereits vor längerer Zeit von STEEN (1988) und SHIMOKATA et al. (1989) beschrieben, die von einer typischen Verringerung des Körpergewichtes ab dem 65. Lebensjahr sprachen.

Somit sind relativ junge und relativ alte Katzen hinsichtlich des Körpergewichtes vergleichbar. Zieht man einen Analogieschluss vom Menschen zur Katze und nimmt an, dass ältere Katzen bei gleichem Körpergewicht wie junge einen höheren Fettanteil im Körper haben, so müsste sich dies – gleiche Aktivität vorausgesetzt – eindeutig auf den Energiebedarf auswirken.

2. Energiebedarf

Der in den eigenen Untersuchungen ermittelte Energiebedarf der Katzen lag in ähnlicher Größenordnung wie im Schrifttum (Tabelle 1). Allerdings zeichnet sich sowohl bei den eigenen Ergebnissen als auch in den Berichten des Schrifttums eine große Spannweite ab, die sich zumindest teilweise Faktoren wie Alter, Geschlecht und Gewicht zuordnen lässt, wobei diese Faktoren zum Teil interagieren. Sie beeinflussen u.a. die fettfreie Körpermasse bzw. den Fettanteil im Körper, der seinerseits für den Energiebedarf in entscheidender Weise bestimmend ist (MICHEL, 1991). Im folgenden wird zunächst der Einfluss von Übergewicht herausgearbeitet.

Dass Übergewicht einen erheblichen Einfluss auf den Energiebedarf pro Kilogramm Körpermasse ausübt, postulierten schon EARLE und SMITH (1990). Diese Autoren beobachteten bei schlanken Katzen mit ca. 2,5 kg bis 3,5 kg einen Energiebedarf von etwas über 250 kJ DE/kg KM, während der Erhaltungsbedarf von schweren Katzen mit 6 kg bis 6,5 kg um ca. 100 kJ DE/kg KM niedriger lag. Sie ermittelten außerdem einen Exponenten von $0,40$ für die metabolische Körpermasse als optimal und vermuteten, dass die schweren Tiere einfach übergewichtig seien und aus diesem Grund einen relativ geringeren Energiebedarf hätten. Ähnliche Werte für den optimalen Exponenten erhielten NGUYEN et al. (2000). Auch die Auswertung der eigenen Daten anhand der gemischten adulten Katzenpopulation, die sich sowohl aus normalgewichtigen wie auch übergewichtigen Tieren zusammensetzte, brachte einen Exponenten ähnlicher Größenordnung, nämlich $0,48$. Wie in der nachstehenden Abbildung 21 zu sehen ist, repräsentiert hier die Steigung der Geraden y ($0,48$) bei linearer Darstellung durch die Gegenüberstellung der logarithmierten Werte von Körpermasse und Energieaufnahme den Exponenten bei exponentieller Darstellung.

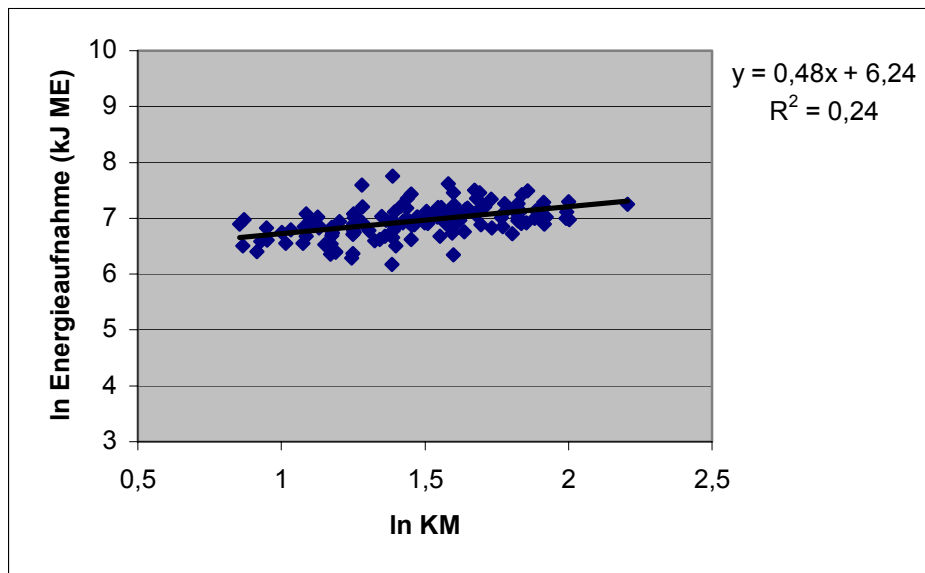


Abbildung 21: Ermittlung des Exponenten für die metabolische Körpermasse durch Logarithmierung von Körpermasse und Energieaufnahme

Eine weitere Bestätigung dafür, dass schwerere Tiere aufgrund eines geringeren Anteils an fettfreier Körpermasse einen niedrigen Erhaltungsbedarf haben, wurde durch andere eigene Untersuchungen bestätigt, wobei in Abhängigkeit vom Gewicht ausgewertet wurde. Dies ist aus der nachstehenden Abbildung 22 ersichtlich.

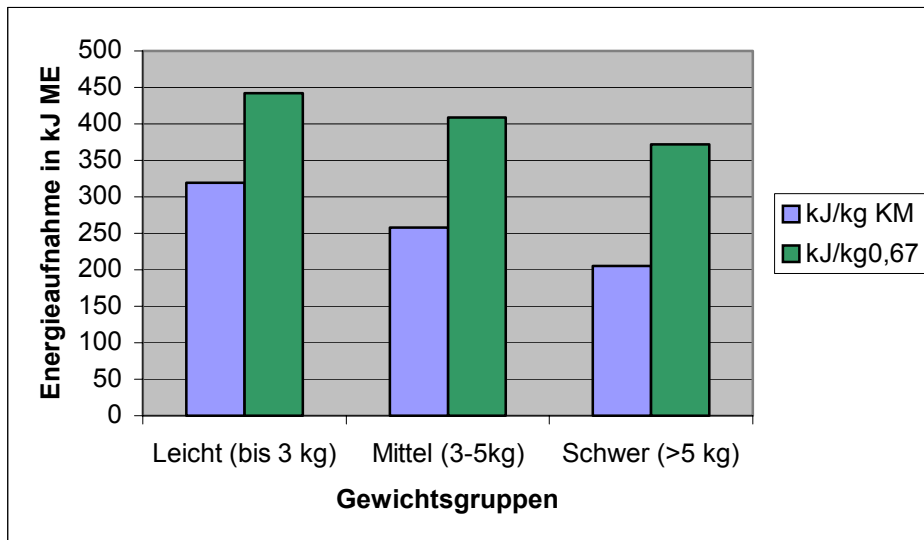


Abbildung 22: Energiebedarf adulter Katzen beiderlei Geschlechts in Abhängigkeit von der Körpermasse

Der gleiche Effekt bestätigte sich auch bei der Auswertung der Daten ausschließlich fettleibiger Katzen, wobei deren Energieaufnahme während der Diät auf Null-Gewichtsveränderung extrapoliert wurde. Der so ermittelte Erhaltungsbedarf wurde ebenfalls in Abhängigkeit von der Körpermasse, bzw. in diesem Fall vom Grad des Übergewichts ausgewertet, wobei Tiere bis 5 kg Körpermasse als gering übergewichtig, Katzen bis zu 6,80 kg als stark übergewichtig und Tiere über 7 kg als sehr stark übergewichtig bezeichnet wurden (siehe Tabelle 24).

Tabelle 24: Erhaltungsbedarf fettleibiger Katzen bei Extrapolation auf Null-Gewichtsveränderung in Abhängigkeit vom Grad des Übergewichtes

Gewichtsguppen	Durchschnittlicher Erhaltungsbedarf (kJ ME/kg KM ^{0,40})
Geringes Übergewicht (n=2)	430 ± 10
Starkes Übergewicht (n=5)	417 ± 62
Sehr starkes Übergewicht (n=5)	371 ± 42

Es ergab sich ein ähnlicher Exponent wie bei den vorgenannten Untersuchungen. Bei den übergewichtigen Katzen, die zur Gewichtsabnahme zur Verfügung standen, lag der Energiebedarf vor Beginn der Gewichtsabnahme bei durchschnittlich 142 kJ ME/kg KM.

Bei diesen übergewichtigen Katzen wurde zu Beginn der Gewichtsreduktionsstudie neben dem Gewicht auch der jeweilige Body Condition Score (BCS) ermittelt. Es zeigte sich, dass ein höheres Gewicht bei beiden Geschlechtern in der Regel mit stärkerem Übergewicht verbunden ist (Abbildung 23).

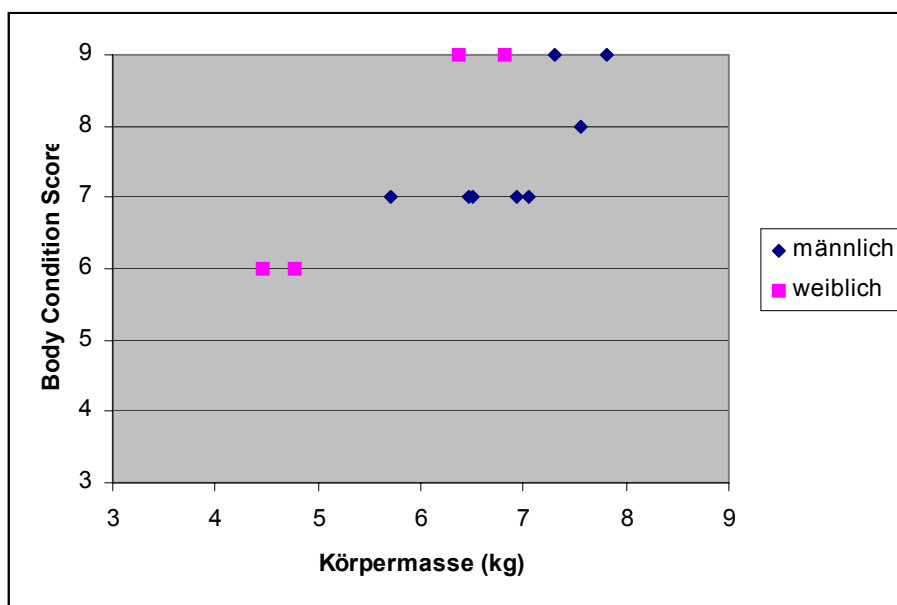


Abbildung 23: Beziehung zwischen Körpermasse und Body Condition Score der 12 adipösen Katzen

Dies beobachteten auch KIENZLE et al. (2000) in einer Feldstudie, wo sich bei der großen Mehrheit der insgesamt 120 Katzen eine Übereinstimmung der Einteilung nach Körpermasse und jener nach dem Body Condition Scoring System bestätigte.

Wurden bei den eigenen Untersuchungen nur weibliche Katzen bis maximal 4 kg und männliche Katzen bis 5 kg berücksichtigt, so wurde ein deutlich höherer mittlerer Energiebedarf errechnet (Tabelle 25).

Tabelle 25: Energieaufnahme normalgewichtiger Katzen beiderlei Geschlechts

Geschlecht	Energieaufnahme (kJ ME/kg KM)		
	MW ± SD	Minimum	Maximum
Weiblich intakt	292 ± 70	180	449
Weiblich kastriert	235 ± 65	120	319
Männlich intakt	395 ± 108	275	580
Männlich kastriert	248 ± 47	115	341

Betrachtet man die Zahlen in Tabelle 1, so drängt sich auch hier der Eindruck auf, dass Katzen mit höherem Körpergewicht einen niedrigeren Energiebedarf haben als leichtere Katzen. Ausnahmen sind auch hier intakte Kater und besondere Versuchsbedingungen.

Sowohl das Geschlecht als auch das Alter beeinflussen das Körpergewicht, u.a. interagieren sie statistisch mit der Ausbildung von Übergewicht. Es stellt sich daher die Frage, ob die Geschlechts- und Alterseffekte auf den Energiebedarf überwiegend durch das häufigere Auftreten übergewichtiger Tiere in bestimmten Alters- und Geschlechtsgruppen zurückzuführen sind oder ob darüber hinaus noch Unterschiede bestehen. Es wurden daher die Auswertungen zu Alter und Geschlecht nach Elimination der schwereren Tiere neu berechnet. Je stärker der Gewichtsbereich eingeeengt wurde, umso mehr verwischten sich die Unterschiede zwischen intakten und kastrierten Kätzinnen. Auch die kastrierten Kater bewegten sich dann in ähnlichen Größenordnungen wie die Kätzinnen, lediglich die intakten Kater blieben entsprechend überdurchschnittlich (Tabelle 26).

Tabelle 26: Durchschnittlicher Energiebedarf (kJ ME/kg KM) von Katzen in Abhängigkeit vom Geschlecht und nach Elimination schwerer Tiere

Körpermasse	Weibliche Katzen		Körpermasse	Männliche Katzen	
	intakt	kastriert		Intakt	kastriert
Bis max. 4 kg	293 ± 71 (n=24)	234 ± 67 (n=19)	Bis max. 5 kg	393 ± 109 (n=9)	251 ± 46 (n=33)
Bis max. 3,5 kg	301 ± 71 (n=15)	255 ± 59 (n=10)	Bis max. 4,5 kg	444 ± 113 (n=5)	259 ± 38 (n=17)
Bis max. 3 kg	326 ± 80 (n=9)	419 ± 54 (n=3)	Bis max. 4 kg	502 ± 113 (n=3)	293 ± 29 (n=7)

Bei einer Einengung auf geringere Gewichte, ist - unter gleichen Haltungsbedingungen – allerdings nicht auszuschließen, dass in allen Gruppen auf Tiere selektiert wird, die einen überdurchschnittlichen Energiebedarf haben. Die Unterschiede verwischen sich aber auch, wenn nur die schwereren Katzen ausgewertet werden. Daher dürfte der Rückgang des Energiebedarfs bei Kastration zu einem erheblichen Anteil auf die Ausbildung von Übergewicht und einer damit verbundenen Zunahme des relativen Fettanteils im Körper zurückzuführen sein. Eine solche Umverteilung der Anteile von fettfreier Körpermasse und Fettgewebe ist selbst dann nicht auszuschließen, wenn die Tiere nicht zunehmen, da Sexualsteroiden einen anabolen Effekt auf die Muskelmasse haben (FETTMAN et al., 1997; HARPER, 1998; HARPER et al., 2001; HOENIG und FERGUSON, 2002). Eventuell besteht hier auch ein Zusammenhang mit der körperlichen Aktivität, die aufgrund des fehlenden, hormonell bedingten Bewegungsantriebs bei Kastraten reduziert sein kann (SLOTH, 1992; BUTTERWICK et al., 1994; SCARLETT und DONOGHUE, 1996).

In dieselbe Richtung deuten auch Untersuchungen von NGUYEN et al. (2000), die bei Bezug des Energiebedarfs auf die fettfreie Körpermasse keinen Unterschied zwischen Kastraten und intakten Katzen feststellten, wohl aber bei Bezug auf die Körpermasse. Dagegen ermittelten HOENIG und FERGUSON (2002) bei Kastraten, die zur Verhinderung einer Gewichtszunahme restriktiv gefüttert wurden, einen geringeren Energiebedarf als bei gleichschweren intakten Tieren. In beiden Fällen, also bei fettleibigen Katzen und bei Kastraten ist der Anteil an Körperfett erhöht und somit der Anteil an fettfreier Körpermasse geringer, welche allein für den Energiebedarf entscheidend ist. Es ist somit möglich, dass zwei Mechanismen wirken, die jedoch beide zu den gleichen Konsequenzen führen, nämlich zu reduzierter fettfreier Körpermasse und dadurch zu verringertem Energiebedarf .

Auch beim Alter verwischen sich die Effekte auf den Energiebedarf bis zu einem gewissen Grad, wenn schwerere und leichtere Tiere getrennt betrachtet werden. Während bei der Gesamtpopulation der Energiebedarf im mittleren Alter zurückging und bei sehr alten Katzen wieder anstieg, zeigte sich innerhalb der Gruppe der als normalgewichtig eingestuft Tiere ein allmählicher Rückgang des Energiebedarfs mit dem Alter (Abbildung 24).

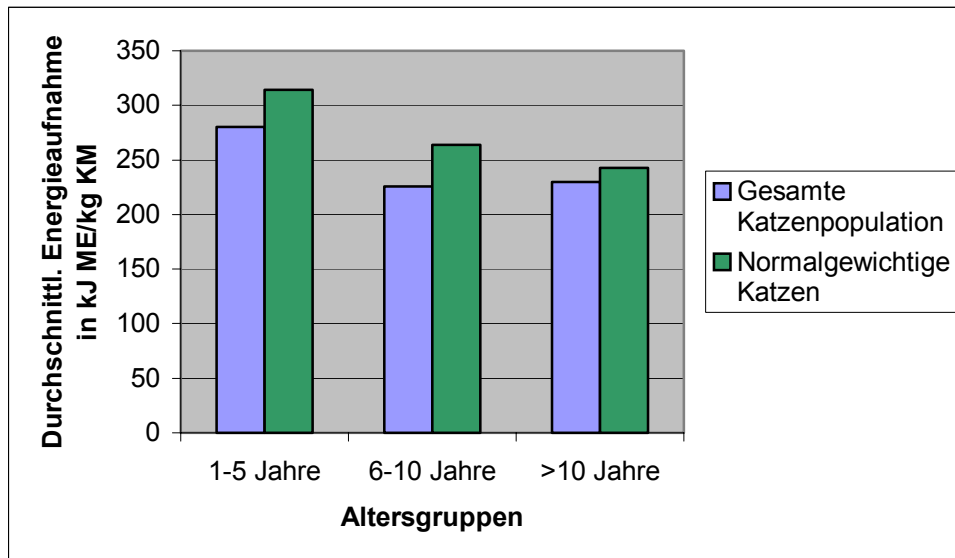


Abbildung 24: Durchschnittliche Energieaufnahme in Abhängigkeit vom Alter und im Vergleich zwischen gemischter Gesamtpopulation und normalgewichtigen Katzen

Der unterdurchschnittliche Bedarf der Katzen mittleren Alters in der Gesamtpopulation dürfte zumindest zum Teil auf einen höheren Anteil an übergewichtigen Tieren zurückzuführen sein. Der bei verschiedenen Spezies beschriebene Rückgang des Energiebedarfs im Alter konnte in den eigenen Untersuchungen daher auch für normalgewichtige Katzen demonstriert werden. Dies mag mit einem gewissen Rückgang der Aktivität bei älteren Katzen in Zusammenhang stehen. In einer früheren Untersuchung (TAYLOR et al., 1995), bei welcher eine Zunahme des Energiebedarfs im Alter beobachtet wurde, ist der Einfluss der höheren Frequenz von Übergewicht bei Katzen mittleren Alters nicht überprüft worden. Er kann anhand der publizierten Daten auch nicht retrospektiv nachvollzogen werden. Auch LAFLAMME et al. (2001) beobachtete einen kontinuierlichen Rückgang des Energiebedarfs mit dem Alter in einer Population mit vergleichbarem mittlerem Körpergewicht in allen Altersgruppen mit Ausnahme der jüngsten. Dies spricht dafür, dass bei der Katze die Verhältnisse nicht grundlegend anders sind als bei anderen Spezies, sondern dass es einen Rückgang von Aktivität und damit verbunden eine Verringerung des Anteils an

fettfreier Körpermasse auch bei gleichbleibendem Gewicht gibt (FLYNN et al., 1989; KIENZLE und RAINBIRD, 1991; FINKE, 1991; EVANS, 1995; KRUPA DAS et al., 2001)

3. Empfehlungen zum Energiebedarf

Aufgrund des oben dargestellten Einflusses von Übergewicht auf den Energiebedarf sollte für die Fütterungspraxis grundsätzlich zwischen übergewichtigen und normalgewichtigen Katzen unterschieden werden. Dies erfolgt am besten anhand des Body Condition Scoring Systems, das hierbei aber streng angelegt werden sollte. Anhand der eigenen Auswertungen hinsichtlich des Einflusses des Gewichts auf den Energiebedarf gilt dies insbesondere dann, wenn weibliche Katzen schwerer sind als 3,5 kg und männliche Kastraten schwerer sind als 4 kg. Es blieben dann bei den schweren Tieren überwiegend Vertreter großer Katzenrassen übrig, wie z.B. Maine Coon, die allerdings mehr als doppelt so schwer sein können wie normale Hauskatzen. Aus diesem Grund sollte der Energiebedarf nicht auf die Körpermasse bezogen werden, sondern ausschließlich auf die metabolische Körpermasse. Wie im Schrifttum ausgeführt wurde, ist bei Katzen davon auszugehen, dass der von HEUSNER (1982) postulierte intraspezifische Exponent von 0,67 gut geeignet ist.

Werden die eigenen Daten mit diesem Exponenten ausgewertet, so lässt sich für Katzen mit Normalgewicht (BCS bis 5) eine Energieaufnahme von ca. 251 kJ ME/kg KM bzw. 419 kJ ME/kg KM 0,67 empfehlen, was deutlich unter den Bedarfswerten des NRC (1986) liegt, der für inaktive Katzen ca. 293 kJ ME/kg KM und für aktive Katzen etwa 335 kJ ME/kg KM empfiehlt. Für Tiere mit höherem Body Condition Score ist anhand der eigenen Ergebnisse ein Erhaltungsbedarf von ca. 544 kJ ME/kg KM 0,40 zu veranschlagen.

Dieser Wert wurde durch Extrapolation der ursprünglichen Energieaufnahme der adipösen Katzen aus der Gewichtsreduktionsstudie auf Null-Gewichtsveränderung überprüft, wobei sich ein durchschnittlicher Erhaltungsbedarf von $578 \text{ kJ ME/kg KM}^{0,40}$ ergab, was den anhand der Gesamtpopulation ermittelten durchschnittlichen Erhaltungsbedarf von schweren Katzen bestätigt.

Teil 2: Adipöse Katzen

1. Energiebedarf

Die Auswertungen der vorliegenden Untersuchungen an adipösen Katzen haben nicht nur bestätigt, dass sich die Berechnung des Erhaltungsbedarfes von übergewichtigen Katzen an der metabolischen Körpermasse orientieren muss und dass sich dazu am besten der Exponent 0,40 eignet (siehe Teil 1 der Diskussion), sondern auch, dass der Erhaltungsbedarf mit steigendem Körpergewicht sinkt, da das Übergewicht rein aus der Zunahme an Fettgewebe resultiert und nicht aus metabolisch aktivem, fettfreiem Körpergewebe. Somit stieg der relative Energiebedarf der adipösen Katzen im Laufe des Gewichtsreduktionsprogrammes, also mit sinkender Körpermasse (d.h. sinkendem Anteil an Körperfett und damit in der Relation wieder steigendem Anteil an fettfreier Körpermasse) wieder an.

Als Erhaltungsbedarf für Katzen mit größerer Körpermasse (BCS >5) wurde ein Durchschnitt von ca. 544 kJ ME/kg KM 0,40 ermittelt. Für eine Gewichtsreduktion ist allerdings eine Reduzierung dieser Ration erforderlich.

2. Energierestriktion

Die in den eigenen Untersuchungen angewandte Restriktion des zuvor ermittelten Erhaltungsbedarfes um 25 % hat Gewichtsabnahmen erzielt, die zwischen Null und ca. 150 g pro Woche variierten und die letztendlich eine Reduktion der Körpermasse um durchschnittlich ein Kilogramm innerhalb der 16-wöchigen Studie brachten. Auffällig war, dass im gleichen Zeitraum sehr fette Katzen (BCS 9) im Durchschnitt insgesamt mehr als doppelt so viel, nämlich durchschnittlich 1046 g, abnahmen als nur leicht übergewichtige Katzen (BCS 6: durchschnittlich 421 g), obwohl die Energie-

aufnahme nicht gravierend unterschiedlich war (durchschnittlich 368 kJ ME/kg KM^{0,40} bzw. durchschnittlich 414 kJ ME/kg KM^{0,40}).

Um die zur Gewichtsreduktion geeignete Energiemenge für Katzen genauer zu bestimmen bzw. verschiedene praktizierte Berechnungsschemata zu überprüfen, wurde zunächst unter Berücksichtigung des jeweils wöchentlich veränderten Körpergewichtes der Katzen die Rationszuteilung neu berechnet, und zwar auf der Basis von 80% bzw. 60% des für schwere Katzen ermittelten Erhaltungsbedarfes von 544 kJ ME/kg KM^{0,40} . Dabei zeigte sich, dass 80% des Erhaltungsbedarfes von 544 kJ ME/kg KM^{0,40} höher lagen als die tatsächlich von den Katzen der Studie aufgenommene Energie, während die 60% jedoch bereits etwas unter dem Bereich der tatsächlich aufgenommenen Energiemenge lagen, so dass eine Restriktion des für schwere Katzen ermittelten Erhaltungsbedarfes auf etwa 75% der auf dieser Basis errechneten Energiemenge geeigneter erscheinen mag.

Da in der Literatur für die Berechnung der zur Gewichtsreduktion geeigneten Energiezufuhr häufig die Zugrundelegung des Idealgewichtes als Basis für die Bestimmung des Erhaltungsbedarfes empfohlen wird, wurde anhand der eigenen Daten auch dieses Modell überprüft. Dabei wurden 60% des normalen Erhaltungsbedarfes für adulte Katzen in der Höhe von 251 kJ ME/kg KM bei einem Normalgewicht von 3 kg für weibliche und 4 kg für männliche Katzen zugrundegelegt. Dies ergibt für Kätzinnen einen Erhaltungsbedarf von 293 kJ ME/kg KM^{0,40} bzw. für Kater einen Erhaltungsbedarf 347 kJ ME/kg KM^{0,40}, somit durchschnittlich 318 ± 38 kJ ME/kg KM^{0,40} . Diese Werte wurden tatsächlich von einigen Katzen in der ersten Wochen des Gewichtsreduktionsprogrammes erzielt, lagen jedoch generell etwas unter den meisten tatsächlich verzeichneten Energieaufnahmen, bei denen die übergewichtigen Katzen Gewicht verloren.

Die nachstehende Abbildung 25 zeigt den Vergleich der tatsächlich gemessenen durchschnittlichen Energieaufnahme der Katzen dieser Gewichts-

reduktionsstudie mit dem für übergewichtige Tiere ermittelten Erhaltungsbedarf von 544 kJ ME/kg KM^{0,40} einerseits sowie dem um die Hälfte reduzierten Erhaltungsbedarf von 544 kJ ME/kg KM^{0,40} und dem auf 60% reduzierten, auf der Basis des Normalgewichtes (3 kg für weibliche und 4 kg für männliche Katzen) berechneten Erhaltungsbedarfs von 251 kJ ME/kg KM).

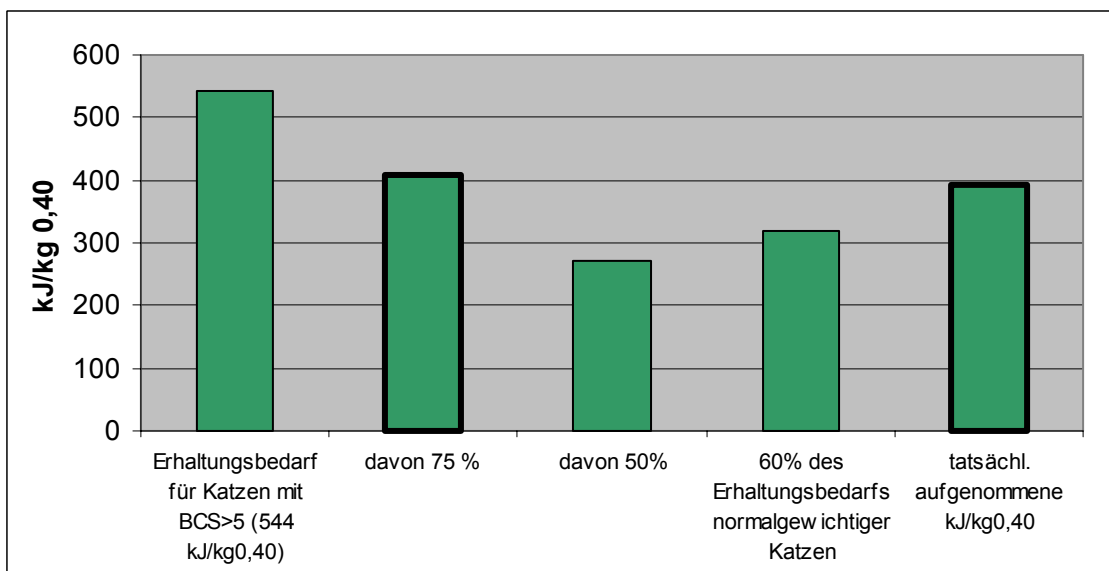


Abbildung 25: Möglichkeiten der Energierestriktion im Vergleich

Wie aus der vorstehenden Abbildung 25 ersichtlich ist, kommt eine etwa 25%ige Reduktion des für schwere Katzen ermittelten Erhaltungsbedarfes von 544 kJ ME/kg KM^{0,40} den tatsächlichen Energieaufnahmen sehr nahe. Die Rationsbemessung zur Gewichtsreduktion auf der Basis von 50% dieses Energiebedarfs scheint – wie obige Grafik zeigt - bereits zu niedrig. Die in der Literatur bereits von einigen Autoren empfohlene Energierestriktion auf 60% des auf der Basis des Zielgewichtes berechneten Erhaltungsbedarfes (SLOTH, 1992; BUTTERWICK et al., 1994; MARKWELL und BUTTERWICK, 1995; MARKWELL et al., 1996; CENTER et al., 2000) sowie die klar definierte Empfehlung von KIENZLE (2000), die als Grundlage für die Berechnung des Energiebedarfs von Katzen in Gewichtsreduktionsprogrammen den Wert von 60 % aus 270 kJ ME/kg KM

Normalgewicht angibt, liegen mit den in den eigenen Untersuchungen ermittelten Werten auf einer Linie. Obwohl die so berechnete Energiezufuhr auf den ersten Blick vergleichsweise drastisch erscheint, ist doch zu bedenken, dass sich in der vorliegenden Studie bei den angegebenen, geringfügig höheren Rationen die erzielten Gewichtsverluste in relativ begrenztem Ausmaß bewegten und nach den 16 Wochen im Mittel nur knapp ein Kilogramm betrug. Unter diesem Aspekt ist davon auszugehen, dass bei einer etwas niedrigeren Energiezufuhr als der tatsächlich erfolgten eine erfolgreichere und gleichermaßen sichere Gewichtsreduktion erzielt werden könnte, wofür sich die oben genannte Formel, nämlich 60% des Normalbedarfes von 251 kJ ME/kg KM, berechnet auf der Basis des Normalgewichtes von 3 kg für weibliche und 4 kg für männliche Katzen, zur Rationsberechnung eignen würde. Unter dem Aspekt einer besseren individuellen Anpassung einer zur Gewichtsreduktion geeigneten Ration an den einzelnen Adipositaspatienten erscheint allerdings der Prozentsatz von 75% des für schwere Katzen ermittelten Erhaltungsbedarfes von 544 kJ ME/kg KM^{0,40} am ehesten zielführend und praktikabel.

Teil 3: Katzenwelpen

1. Körpermasse und Gewichtsentwicklung

Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern zeigten sich bei den 51 Katzenwelpen der eigenen Untersuchung hinsichtlich der Geburtsgewichte (weiblich: durchschnittlich 113,0 g; männlich: durchschnittlich 113,8 g). Dies deckt sich mit den Beobachtungen von LOVERIDGE (1987), der durchschnittliche Geburtsgewichte von 113 g ermittelte. Auch die Körpermasse zum Zeitpunkt des Absetzens (8. Lebenswoche) war mit durchschnittlich 1 kg bei Welpen beiderlei Geschlechts gleich, was sich mit den Aussagen von ZOTTMANN (1997) deckt, die bei den Welpen ihrer Studie bis zum Ende der Laktation (5. Lebenswoche) keine signifikanten Wachstumsunterschiede zwischen den Geschlechtern feststellen konnte. Dies steht allerdings im Gegensatz zu den Messungen von LOVERIDGE (1987), der bereits unmittelbar nach dem Absetzen um etwa 100g höhere Körpergewichte bei den Katern ermittelte.

Nach dem Absetzen in der 10. Lebenswoche waren bei den Katzenwelpen der eigenen Studie geschlechtsspezifische Unterschiede zu beobachten. Ab der 12. Lebenswoche waren die täglichen Gewichtszunahmen der männlichen Katzenwelpen im Durchschnitt mit 18 g stets höher als bei den Weibchen, die täglich ca. 13 g zunahmen, so dass in der 19. Lebenswoche die Körpermasse der Kater um über 20% und nach 12 Monaten um knapp 43% größer war als bei den Weibchen. Die durchschnittliche Körpermasse der Kater betrug in der 19. Lebenswoche 2 kg, jene der weiblichen Welpen 1,7 kg. Diese Werte stimmen mit den von LOVERIDGE (1987) gemachten Angaben überein, der in der 20. Lebenswoche für weibliche Welpen im Schnitt 1,9 kg Körpermasse ermittelte und für Kater durchschnittlich 2,3 kg.

Beim Absetzen hatten die untersuchten Katzenwelpen im Schnitt 26 % der Körpermasse als ausgewachsenes Tier (mit 12 Monaten) erreicht, mit 19 Wochen durchschnittlich 53 %, wobei sich hier starke individuelle Schwankungen zeigten (34% - 67%). Dabei waren bereits geschlechtsspezifische Unterschiede zu beobachten: Während Kater mit 10 Wochen nur 23% ihrer Körpermasse mit 12 Monaten erreicht hatten, betrug dieser Prozentsatz bei den weiblichen Welpen 30%. Weibchen erreichten mit 58 % in der 19. Lebenswoche schneller einen höheren Prozentsatz der Körpermasse des ausgewachsenen Tieres als Kater (49 %). Die Hälfte ihres adulten Körpergewichtes hatten Kätzinnen bereits mit 16 Wochen erreicht, während dies bei den Katern erst mit durchschnittlich 19 Wochen der Fall war. Somit scheinen weibliche Katzenwelpen in dieser Wachstumsphase schneller zu reifen bzw. schneller ihr Wachstumspotential auszuschöpfen als Kater. In absoluten Zahlen war die Gewichtszunahme bei den Katern allerdings stärker als bei den Kätzinnen, so dass die Gewichtskurven der männlichen Welpen bereits ab etwa der 13. Lebenswoche steiler anstieg als bei den Kätzinnen.

Was unter dem Aspekt eines möglichen Zusammenhangs mit späterem Übergewicht interessant erscheint, ist die Tatsache, dass sich von den Welpen, die im Beobachtungszeitraum (also bis zur 19. Lebenswoche) die größten Gewichtszunahmen (≥ 1 kg) zeigten, alle auch als adulte Katzen (mit 1, 2, 3 und 4 Jahren) unter den schwersten Tieren ihrer Altersgruppe fanden.

2. Energieaufnahme und Futtermittelverwertung

Die durchschnittlichen Energieaufnahmen der Katzenwelpen betrugen pro Tag und Tier 783 kJ ME in der 11. Lebenswoche und 1076 kJ ME in der 19. Lebenswoche, was auf das Kilogramm Körpermasse umgelegt 762 kJ ME/kg KM bzw. 582 kJ ME/kg KM ausmacht. Diese Verringerung des

Energiebedarfs reflektiert die im Zuge des Reifungsprozesses relativ geringer werdenden Gewichtszunahmen.

Obwohl die täglichen Gewichtszunahmen und die absoluten Körpermassen der männlichen Welpen im Beobachtungszeitraum stets über jenen der weiblichen Welpen lagen, war die durchschnittliche Energieaufnahme pro Kilogramm Körpermasse bei den Weibchen im Schnitt stets höher als jene der Kater, und zwar sowohl in absoluten Zahlen wie auch als Vielfaches des Erhaltungsbedarfes. Während nämlich die weiblichen Welpen durchschnittlich um 10% mehr Energie aufnahmen, waren die Gewichtszunahmen in absoluten Zahlen um ca. 10% geringer als jene der Kater.

Um die Futtermittelverwertung der heranwachsenden männlichen und weiblichen Katzenwelpen im Detail beurteilen zu können, wurden vorerst aus den vorliegenden Daten die jeweils für 100 g Zuwachs benötigte Energiezufuhr (kJ ME) berechnet, und zwar von der 11. Lebenswoche an bis zur 19. Lebenswoche. Hierbei zeigten sich geschlechtsspezifische Unterschiede, die in der nachstehenden Abbildung 26 dargestellt sind.

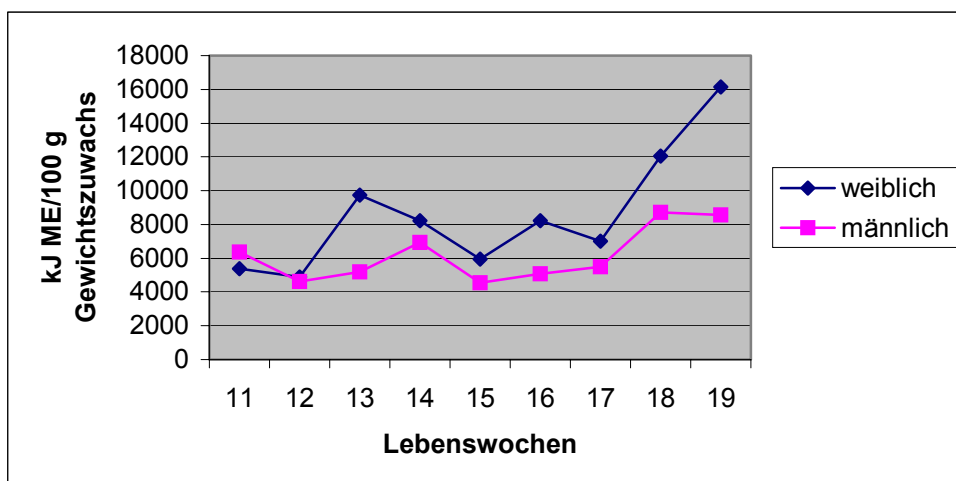


Abbildung 26: Der für 100g Zuwachs an Körpermasse erforderliche Energiebedarf in Abhängigkeit vom Geschlecht

Um einen Vergleich mit den Angaben von LOVERIDGE (1987) zur Futterverwertung zu ermöglichen, wurde des Weiteren der bei den Katzenwelpen beiderlei Geschlechts gemessene durchschnittliche Gewichtszuwachs pro 4185 kJ ME (= 1000 kcal ME) Energiezufuhr ermittelt (siehe Abbildung 27).

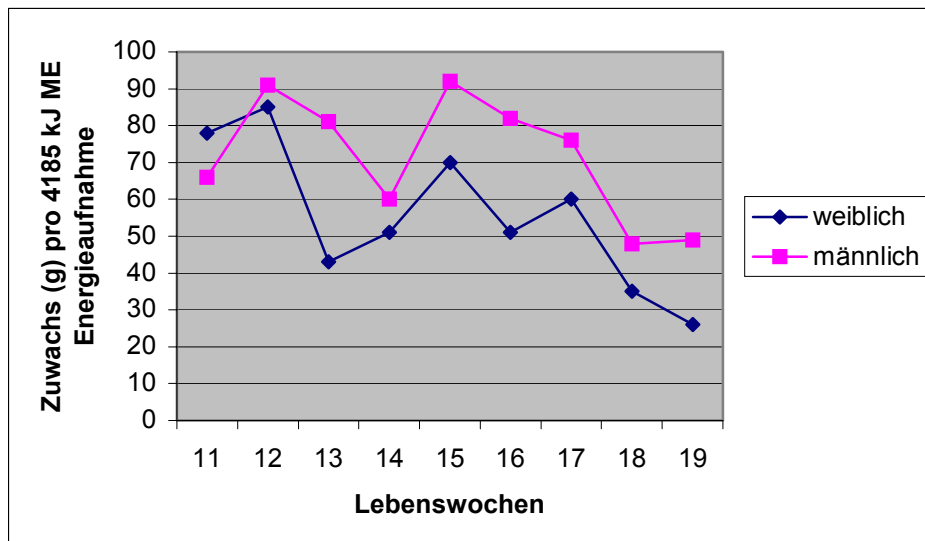


Abbildung 27: Gewichtszuwachs pro 4185 kJ ME (1000kcal ME) zugeführter Energie in Abhängigkeit vom Geschlecht

Hier bestätigte sich die bereits oben nachgewiesene Vermutung, dass weibliche Tiere pro 4185 kJ zugeführter umsetzbarer Energie geringere Gewichtszunahmen verzeichneten als die Kater.

Hinsichtlich der Größenordnung der pro 4185 kJ ME Energiezufuhr erzielten Gewichtszuwächse bestätigen die eigenen Untersuchungen die Angaben von LOVERIDGE (1987). Während dieser Autor für Katzenwelpen in der 10. Lebenswoche 67 g und für die 19. Woche 48 g ermittelt hatte, war bei den Welpen der vorliegenden Studie für die 11. Lebenswoche ein durchschnittlicher Zuwachs von 70 g pro 4185 kJ ME und für die 19. Lebenswoche ein Zuwachs von 40 g beobachtet worden. Somit bestätigten sich auch die relativ abnehmenden Zuwächse mit zunehmendem Alter, eine Tendenz, die insbesondere ab der 17. Lebenswoche sehr deutlich war.

Dies ist auf den mit steigender Körpermasse - die in diesem Alter durchwegs als vorwiegend fettfreie Körpermasse zu bezeichnen ist - erhöhten Erhaltungsbedarf zurückzuführen, so dass ein geringerer Anteil der 4185 kcal ME für den Zuwachs verwendet werden kann.

Zusätzlich untersucht wurde die durchschnittliche Energieaufnahme der Katzenwelpen als Vielfaches des Erhaltungsbedarfs, der auf der Grundlage der Ergebnisse der Untersuchungen an nicht adipösen adulten Katzen mit durchschnittlich etwa 419 kJ ME/kg KM^{0,67} angenommen wurde. Um eine genauere Aussage über einen sich eventuell im Laufe des Wachstums ändernden Energiebedarf zu erhalten, wurde der Beobachtungszeitraum ab dem Absetzen in drei Perioden unterteilt, und zwar 11.-13. Lebenswoche, 14.-16. Lebenswoche und 17. - 19. Lebenswoche.

Die durchschnittliche Energieaufnahme lag bei den weiblichen Katzenwelpen in der 11.-13. Lebenswoche beim 1,82-fachen, in der 14.-16. Lebenswoche beim 1,90-fachen und in der 17. - 19. Lebenswoche beim 1,81-fachen des Erhaltungsbedarfs, während die entsprechenden Werte bei den männlichen Katzenwelpen durchschnittlich niedriger lagen und jeweils das 1,80-fache, 1,79-fache und 1,62-fache des Erhaltungsbedarfs betragen.

Die durchschnittliche Energieaufnahme als Vielfaches des Erhaltungsbedarfs war bei den weiblichen Welpen stets höher als bei den männlichen Welpen, wobei dieser Unterschied mit zunehmendem Alter deutlicher wurde. Bei Auswertung dieser Daten getrennt nach Geschlecht und in Relation zum erreichten Prozentsatz der Körpermasse des ausgewachsenen Tieres (mit 12 Monaten), zeigten sich insofern Geschlechtsunterschiede, als bei den Katern die Energieaufnahme als Vielfaches des Erhaltungsbedarf mit zunehmendem Alter stetig sank, während die Weibchen im Alter von 14 – 16 Wochen trotz bereits höherem Prozentsatz an „adulter“ Körpermasse (46% der KM mit 12 Monaten) mehr Energie

aufnahmen als davor im Alter von 11 – 13 Wochen und einem Prozentsatz von 37% der Körpermasse mit einem Jahr (Abbildung 28).

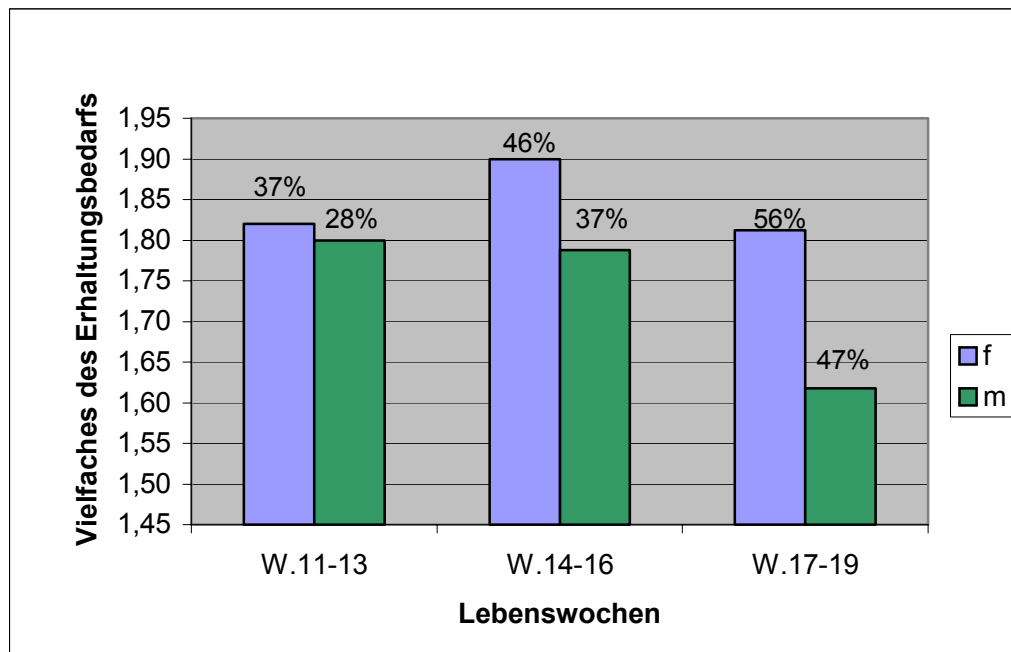


Abbildung 28: Durchschnittliche Energieaufnahme von Katzenwelpen im Alter von 11 bis 19 Wochen ausgedrückt als Vielfaches des Erhaltungsbedarfs adulter Katzen und unter Angabe des jeweiligen erreichten Prozentsatzes der Körpermasse des ausgewachsenen Tieres

Im Gegensatz zu Angaben in der Literatur, wonach der anfängliche Energiebedarf der Welpen fast das Dreifache des Erhaltungsbedarfes beträgt (BURGER, 1994), wurde einzig bei den Weibchen der eigenen Studie in der 14. bis 16. Lebenswoche annähernd das Doppelte des Erhaltungsbedarfes erreicht. Dieser Energiebedarf sank im Mittel bereits in der 19. Lebenswoche auf das Anderthalbfache ab. Auch in absoluten Zahlen verringerte sich die Energieaufnahme pro Kilogramm Körpermasse bereits ab der 17. Lebenswoche. Dennoch fraßen manche Katzen in der 18. und 19. Woche deutlich mehr, obwohl sie bereits 60% ihrer Körpermasse mit einem Jahr erreicht hatten. Dies wirft die Frage auf, ob diese Tiere unter Umständen zu Adipositas neigen und vielleicht bereits in diesem Alter in ihrer Energieaufnahme kontrolliert werden sollten.

Zusammengefasst waren somit mehrere geschlechtsspezifische Unterschiede bei den heranwachsenden Katzenwelpen zu beobachten: Die durchschnittliche Energieaufnahme der Weibchen pro Kilogramm Körpermasse war stets höher als jene der Kater, während sowohl tägliche Gewichtszunahmen und absolute Körpermassen der männlichen Katzenwelpen stetig über jenen der Weibchen lagen. Des Weiteren erreichten die weiblichen Katzenwelpen im Alter von 11 bis 19 Wochen im Vergleich zu den Katern deutlich höhere Prozentsätze der Körpermasse mit 12 Monaten (56% im Vergleich zu 47%). Auch die von den weiblichen Welpen benötigten Energieaufnahmen für einen Zuwachs an Körpermasse von 100 g waren während des gesamten Zeitraums der Studie höher als bei den Katern. Des Weiteren wiesen die Weibchen bei einem relativ großen Prozentsatz an erreichter Körpermasse des ausgewachsenen Tieres fortgesetzt hohe Energieaufnahmen auf, während dies bei den Katern nicht der Fall war. Diese Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass weibliche Welpen rascher als die Kater einen höheren Reifegrad erreichen und dass sie im Zusammenhang damit – offenbar im Hinblick auf ihre relativ früh zu erwartende erste Rolligkeit und die damit mögliche, energetisch anspruchsvolle, erste Trächtigkeit – einen höheren Anteil an Körperfett im Zuwachs bilden, wofür höhere Energieaufnahmen erforderlich sind.

V. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurde anhand von drei unterschiedlichen Katzenpopulationen, nämlich 138 adulten Katzen (**Teil 1**), 12 adipösen Katzen (**Teil 2**) sowie 51 Katzenwelpen (**Teil 3**) der Energiebedarf überprüft, wobei der Schwerpunkt auf die Untersuchung jener Faktoren gelegt wurde, die den energetischen Erhaltungsbedarf beeinflussen.

Bei den adulten Katzen aus **Teil 1** wurden sowohl die Daten zur Körpermasse als auch zur Energieaufnahme ausgewertet. Die durchschnittliche Körpermasse dieser Tiere lag für Kätzinnen bei $3,88 \pm 1,09$ kg, bei den Katern bei $5,09 \pm 1,23$ kg. Weibliche Kastraten wiesen mit $4,09 \pm 1,04$ kg ein höheres Körpergewicht auf als intakte Kätzinnen ($3,64 \pm 1,12$ kg). Dieser Unterschied war bei den Katern nicht so deutlich ausgeprägt. Katzen mittleren Alters waren im Durchschnitt schwerer als junge oder sehr alte Tiere.

Der durchschnittliche Erhaltungsbedarf der adulten Katzen lag bei 251 kJ ME/kg KM bzw. $419 \text{ kJ ME/kg KM}^{0,67}$. Dabei zeigte sich, dass der Erhaltungsbedarf pro Körpermasseneinheit mit zunehmender Körpermasse sank, vermutlich, weil die schwereren Tiere nicht wesentlich größer als die leichteren, sondern vielmehr übergewichtig sind und daher einen geringeren Anteil an fettfreier Körpermasse aufweisen. So lag der durchschnittliche Energiebedarf leichter Katzen (bis 3 kg) bei etwa 319 kJ ME/kg KM, während schwere Katzen (>5 kg Körpermasse) nur knapp 209 kJ ME/kg KM benötigten. Daher ließ sich in dieser Population der Energiebedarf durch eine Funktion mit einem kleineren Exponenten zur Berechnung der metabolischen Körpermasse besonders gut beschreiben: $\text{Erhaltungsbedarf} = 544 \text{ kJ ME/kg KM}^{0,40}$. Kastraten hatten im Mittel einen geringeren Energiebedarf als intakte Tiere. Während intakte weibliche

Katzen durchschnittlich 272 kJ ME/kg KM aufnehmen, lag der durchschnittliche Erhaltungsbedarf der kastrierten Weibchen bei 234 kJ ME/kg KM. Dieser Unterschied war bei den Katern noch deutlicher, wo intakte Tiere mit durchschnittlich 352 kJ ME/kg KM einen um etwa 50% höheren Erhaltungsbedarf hatten als kastrierte Kater (230 kJ ME/kg KM). Dieser geschlechtsspezifische Unterschied verwischte sich jedoch, wenn die Gewichtsklassen getrennt betrachtet wurden. Jüngere adulte Katzen hatten pro Körpermasseneinheit einen höheren Energiebedarf als Katzen im mittleren Alter. So nahmen die Katzen in der Altersgruppe von 1-5 Jahren durchschnittlich 313 ± 70 kJ ME/kg KM auf, während die Tiere im Alter zwischen 6 und 10 Jahren im Schnitt nur 231 ± 55 kJ ME/kg KM benötigten. In der gemischten Gesamtpopulation, die sowohl normal- als auch übergewichtige Katzen beinhaltete, stieg der durchschnittliche Energiebedarf der sehr alten Katzen (>10 Jahren) wieder leicht an. Wurde der Alterseffekt jedoch getrennt nach Gewichtsgruppen betrachtet, so ergab sich ein allmählicher Rückgang des Energiebedarfes mit zunehmendem Alter.

Die adipösen Katzen aus **Teil 2** hatten zu Beginn der 16-wöchigen Gewichtsreduktionsstudie eine durchschnittliche Körpermasse von $6,40 \pm 1,05$ kg. Der Body Condition Score (BCS) lag gerundet bei durchschnittlich 8. Bei einer individuell angepassten Energiezuteilung, die auf der Basis des davor ermittelten Erhaltungsbedarfs minus 25 % ermittelt worden war und zu Beginn zwischen 575 kJ ME und 881 kJ ME pro Tag und Tier bzw. zwischen $279 \text{ kJ ME/kg KM}^{0,40}$ und $420 \text{ kJ ME/kg KM}^{0,40}$ betrug, nahmen die Katzen im Durchschnitt ein Kilogramm ab. Daraus wurde die folgende Empfehlung zur Energiezufuhr im Rahmen einer Reduktionsdiät abgeleitet: $544 \text{ kJ ME/kg KM}^{0,40} \times 75\% = 408 \text{ kJ ME/kg KM}^{0,40}$.

Bei der Auswertung der Daten der heranwachsenden Katzenwelpen (11.-19. Lebenswoche) (**Teil 3**) wurde sowohl die Gewichtsentwicklung als auch die Energieaufnahme und Futtermittelverwertung untersucht. Dabei zeigte sich,

dass männliche Welpen zwar höhere durchschnittliche Tageszunahmen (18 g; Weibchen 13 g) und in absoluten Zahlen höhere Körpergewichte aufwiesen (Kater: ca. 2 kg in 19. Lebenswoche; Kätzinnen: ca. 1,7 kg in der 19. Lebenswoche), dass jedoch die weiblichen Katzenwelpen durchgehend höhere Energieaufnahmen aufwiesen als die Kater, und zwar sowohl in absoluten Zahlen (z.B. in der 19. Lebenswoche: 757 ± 117 kJ ME/kg $KM^{0,67}$ im Vergleich zu 661 ± 54 kJ ME/kg $KM^{0,67}$) als auch als Vielfaches des Erhaltungsbedarfes (1,84faches im Vergleich zum 1,73fachen).

VI. SUMMARY

Gertrude Edtstadtler-Pietsch:

Investigations on the energy requirements of cats

In the present retrospective study, energy requirements of three different cat populations (**Part 1**: 138 adult cats; **Part 2**: 12 obese cats; **Part 3**: 51 kittens) were investigated with special emphasis on the factors that might influence the maintenance energy requirements.

From the data pool available for **Part 1**, both body weight and energy intake of the cats were evaluated. Females had a mean body weight of 3.88 ± 1.09 kg, while the body mass of male cats averaged 5.09 ± 1.23 kg. With a mean body weight of 4.09 ± 1.04 kg castrated females were markedly heavier than intact females (mean body weight 3.64 ± 1.12 kg). In male cats, this difference between castrated and intact animals was much less pronounced. Middle-aged cats displayed higher body weights than young and very old cats.

The mean energy requirement of adult cats was 251 kJ ME/kg BW or 419 kJ ME/kg BW^{0.67}. Maintenance energy requirements per body mass unit decreased with increasing body weight suggesting that heavier cats are not larger than animals with a lower body weight, but rather obese with a reduced percentage of fat-free body mass. Mean energy requirements of cats with a body weight of up to 3 kg were of 319 kJ ME/kg BW, while heavy cats with a body weight of over 5 kg only needed 209 kJ ME/kg BW. It showed that for this cat population, maintenance energy requirements could be best described using a function with a smaller exponent to determine the metabolic body mass, i.e. 544 kJ ME/kg BW^{0.40}. Compared

to intact animals, castrated cats showed more reduced energy requirements. Intact females, e.g., had a mean energy intake of 272 kJ ME/kg BW, while castrated females only consumed an average of 234 kJ ME/kg BW. This effect was markedly stronger in male cats, where intact animals needed about 50% more energy to maintain body weight than castrates (352 kJ ME/kg BW vs. 230 kJ ME/kg BW). However, these differences became increasingly blurred when evaluations were made separately by weight groups. In general, young adult cats had higher energy requirements per body mass unit than middle-aged animals. While cats of 1 to 5 years of age needed an average of 313 ± 70 kJ ME/kg BW, mean maintenance energy requirements of cats between 6 and 10 years of age only came up to 231 ± 55 kJ ME/kg BW. On evaluation of data of the entire adult cat population, which included both normal and obese cats, mean energy requirements of very old cats (>10 years) showed a mild increase, whereas energy requirements steadily decreased with age in cats of normal body weight.

Body weights of the obese cats of **Part 2** averaged 6.40 ± 1.05 kg at the beginning of the weight reduction program. The mean body condition score (BCS) was 8. At an individually adapted energy supply, calculated on the basis of the maintenance energy requirement assessed prior to the beginning of the study and then reduced by 25 % (between 279 kJ ME/kg BW^{0.40} and 420 kJ ME/kg BW^{0.40}), a mean weight reduction of 1 kg was achieved in all cats over the 16-week period of the study. Thus, the following formula may be recommended to calculate the energy intake for weight reduction: $544 \text{ kJ ME/kg BW}^{0.40} \times 75 \% = 408 \text{ kJ ME/kg BW}^{0.40}$.

Evaluation of the kitten population (aged 11 to 19 weeks) studied in **Part 3** of this paper included not only weight gains but also energy intake and food utilization. Although male kittens showed higher daily weight gains than females (18 g vs. 13 g) and higher mean body weights (2 kg vs. 1.7 kg in week 19), female kittens consumed more energy per body mass unit than

male animals throughout the whole study period: The mean energy intake of female kittens was 757 ± 117 kJ ME/kg BW^{0.67} compared to 661 ± 54 kJ ME/kg BW^{0.67} of males in week 19, and the energy intake expressed as the multiple of the normal maintenance energy requirement of adult cats ascended to 1.84 in female and to only 1.73 in male kittens.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS (2001): Dog and Cat Food Metabolizable Energy Protocols. 2001 Official Publication of the Association of American Feed Control Officials, S.154-159

ALLISON J.B., MILLER S.A., MCCOY J.R. u. BRUSH M.K. (1956): Studies on the nutrition of the cat. N. Am. Vet. 37, 38-43

ANANTHARAMAN-BARR H.G., GICQUELLO P. u. RABOT R. (1991): The effect of age on the digestibility of macronutrients and energy in cats. Proc. BSAVA Congr. 1991 Abstr.

ANDERSON R.S. (1973): Obesity in the dog and cat. Vet. Ann. 1973; 14, 182-186

ARMSTRONG P.J. (1996): Changes in body composition and energy balance with aging. Vet. Clin. Nutr. 3, 38-96

ATWATER W.O. u. BRYANT A.P. (1902): US Dept. Farmer's Bul. 142, 48

ATWATER W.O. u. BRYANT A.P. (1902): US Expt. Stas. Bul. 116, 83

BALLEVRE O., ANANTHARAMAN-BARR H.G., GICQUELLO P. (1994): Use of the doubly labelled water method to assess energy expenditure in free-living cats and dogs. J. Nutr. 124, 2594S-2600S

BAUER J.E. u. SCHENCK P.A. (1989): Nutritional management of hepatic disease. Veterinary Clinics of North America. J. Small Anim. Pract. 19, 513-526

BENEDICT F.G. (1938): Vital energetics. A study in comparative basal metabolism. Carnegie Inst. Wash., Pub. no. 513, 215-223

BIOURGE V. (1998): Neutered cats. In: Neutered Cats, Nutritional Notebook (1). Royal Canin, Vannes, France

BJORNTORP P. (1983): The role of adipose tissue in human obesity. In: Obesity. Contemporary issues in clinical nutrition. Greenwood MRC (ed), New York, Churchill Livingstone 1983, 17-24

BRANAM J.E. (1987): Dietary management of geriatric dogs and cats. Veterinary Technician 8(10), 501-503

BRODY S., PROCTOR R.C. u. ASHWORTH U.S. (1934): Growth and development with special reference to domestic animals. XXXIV. Basal metabolism, endogenous nitrogen, creatinine and neutral sulphur excretions as functions of body weight. Univ. Mo. Agric. Exp. Stn. Res. Bul.220. Columbia, University of Missouri

BURGER I.H. (1988): A basic guide o nutrient requirements. In: Dog and Cat Nutrition. Edney ATB (ed), 2nd edition, Oxford, England, Pergamon Press 1988; 9-34

BURGER I.H. (1993): Energy needs of companion animals: Matching food intakes to requirements throughout the life cycle. Waltham Symposium on the Nutrition of Companion Animals , Sept. 1993

BURGER I.H. u. JOHNSON J.V. (1991): Dogs large and small: The allometry of energy requirements within a single species. J. Nutr. 121, S18-S21

BURGER I.H., EDNEY A. u. HORROCKS D. (1987): Basics of feline nutrition. Practice 1987; 9, 143-150

BUTTERWICK R. (2000): How fat is the cat ? Journal of Feline Medicine and Surgery, vol. 2, 91-94

BUTTERWICK R. (2001): Considerations for weight reduction programs. Persönliche Mitteilung

BUTTERWICK R., WILLS J.M., SLOTH C. u. MARKWELL P. (1994): A study of obese cats on a calorie-controlled weight reduction programme. Vet. Record 134, 372-377

BUTTERWICK R. u. MARKWELL P. (1996): Changes in the body composition of cats during weight reduction by controlled dietary energy restriction. Vet. Record (1996) 138, 354-357

CARPENTER T.M. (1944): The effects of sugars on the respiratory exchange of cats. J. Nutr. 28, 315-323

CASE L., CAREY D. u. HIRAKAWA D. (1997): Nährstoffbedarf von Hunden und Katzen. In: Ernährung von Hund und Katze, Schattauer-Verlag, Stuttgart, S. 58-73

CENTER S.A., HARTE J., WATROUS D., REYNOLDS A., WATSON T.D.G., MARKWELL P.J., MILLINGTON D.S., WOOD P.A., YEAGER A.E. u. ERB H.N. (2000): The clinical and metabolic effects of rapid weight loss in obese pet cats and the influence of supplemental oral L-Carnitine. J. Vet. Intern. Med. 2000: 14, 598-608

COHN S.H., VASWANI A.N. u. ALLOIA J. (1976): Changes in body chemical composition with age measured by total body neutron activation. Metabolism 25, 89-96

CORNELIUS L.M. u. JACOBS G. (1989): Current veterinary therapy. X. Small Animal Practice, Ed. RW Kirk, Philadelphia, WB Saunders, p.869

CRADDOCK D. (1969): Obesity and its management. London, Livingstone, p.1

CRANE S.W. (1991): Occurrence and management of obesity in companion animals. J. Small Anim. Pract. 32, 275-282

CUNNINGHAM J.J. (1980): A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. Am. J. Clin. Nutr. 33, 2372-2374

DAVIES M. (1996): Nutrition in Older Animals. In: Canine and Feline Geriatrics, Blackwell Science Ltd., London, S. 112-118

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE (1989): Energie- und Nährstoffbedarf. DLG-Verlag, Frankfurt

DONOGHUE S. u. SCARLETT J. (1998): Diet and feline obesity. J. Nutr., Supp. 128, no.12S, 2776-2778

DZANIS D. (2000): AAFCO protocols for pet foods intended for weight loss. (Unpublished)

EARLE K.E. u. SMITH P.M. (1991): Digestible energy requirements of adult cats at maintenance. J. Nutr. 121, S45-S46

EDNEY A.T.B. (1982): Recent Advances in Feline Nutrition. J. Small Anim. Pract. 23, 517-613

ERBERSDOBLER H., PETRY H. u. TIEWS J. (1976): In: Lehrbuch der Veterinärphysiologie, Eds. Scheunert A und Trautmann A, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 6. Auflage, 325-362

FETTMAN M.J., STANTON C.A., BANKS L.L. u. HAMAR D.W. (1997): Effects of neutering on body weight, metabolic rate and glucose tolerance of domestic cats. *Research in Veterinary Science*, 62, 131-136

FINKE M. (1991): Evaluation of the energy requirements of adult kennel dogs. *J. Nutr.* 121, S22-S28

FINKE M. (1994): Energy requirements of adult female Beagles. *J. Nutr.* 124, 2604S-2608S

FLYNN M.F., HARDIE E.M. u. ARMSTRONG P.J. (1996): Effect of ovariohysterectomy on maintenance energy requirement in cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 209, 1572-1581

GENTRY R.T. u. WADE G.N. (1976a): Androgenic control of food intake and body weight in male rats. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 90, 18-25

GENTRY R.T. u. WADE G.N. (1976b): Sex differences in sensitivity of food intake, body weight and running-wheel activity to ovarian steroids in rats. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 90, 747-754

GISLER D.B. u. EWING D.E. (1964): A free access dry ration for cats. *Lab. Anim. Care*, 14, 91-94

GREAVES J.P. u. SCOTT P.P. (1960): Nutrition of the cat. 3. Protein requirements for nitrogen equilibrium in adult cats maintained on a mixed diet. *Br. J. Nutr.* 14, 361-369

GRÖNER T. u. PFEFFER E. (1997): Estimation of digestible energy in dry extruded dog foods. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 77, 207-213

HALDANE J. (1892): A new form of apparatus for measuring respiratory exchange of animals. *J. Physiol.* 13, 419-430

HARPER E.J. (1998): Changing perspectives on ageing and energy requirements: Ageing, body weight and body composition in humans, dogs and cats. J. Nutr. 128, 2627-2631

HARPER E.J., STACK D.M., WATSON T.D.G. u. MOXHAM G. (2001): Effects of feeding regimens on body weight, composition and condition score in cats following ovariohysterectomy. J. Small Anim. Nutr. 2001; 42, 433-438

HASHIMOTO M., FUNABA M., OSHIMA S. u. ABE M. (1995): Characteristic relation between dietary metabolizable energy content and digestible energy content in laboratory cats. Exp Anim 44: 23-28

HAUSCHILD C. (1993): Energetische Untersuchungen zum Erhaltungsbedarf von adulten Katzen. Dissertation Freie Universität Berlin

HAWTHORNE A. u. BUTTERWICK R. (2000): The Feline body Mass Index – a simple measure of body fat content in cats. Waltham Focus vol.10, No.1, 2000

HEMMINGSSEN A.M. (1960): Energy metabolism as related to body size and respiratory surfaces, and its evolution. Rep. Steno. Mem. Hosp., Kopenhagen, IX/Part II, 1-10

HEUSNER A.A. (1982): Energy metabolism and body size. Is the 0.75 mass exponent of Kleiber's equation a statistical artefact?. Resp. Physiol. 48, 13-25

HÖNIG M. u. FERGUSON D. (2002): Effects of neutering on hormonal concentrations and energy requirements in male and female cats. Am. J. Vet. Res., May 2002, vol.63, no. 5

IBEN C. (1996): Ernährung des gesunden Hundes und der gesunden Katze. In: Diätmanagement bei Hund und Katze, Vet special, Gustav-Fischer-Verlag, Jena, Stuttgart, S.33

KALLFELZ F.A. (1989): Evaluation and use of pet foods: General considerations in using pet foods for adult maintenance. Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract. 1989; 19, 387-403

KALLFELZ F.A. u. DZANIS D.A. (1989): Overnutrition – An epidemic problem in pet animal practice? Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract. 1989; 19, 433-446

KAMPHUES J., SCHNEIDER D. u. LEIBETSEDER J. (1999): Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. Alfeld-Hannover, Verlag M&H Schaper

KENDALL P.T., BLAZA S.E. u. SMITH P.M. (1983): Comparative digestible energy requirements of adult beagles and domestic cats for body weight maintenance. J. Nutr. 1983; 113, 1946-1955

KENDALL P.T., BURGER I.H. u. SMITH P.M. (1985): Methods of estimation of the ME content of cat foods. Fel. Pract. 1985; 15, 38-44

KIENZLE E. (1986): Pathogenese und Diätetik der Adipositas. Prakt. Tierarzt 67, coll.vet. XVI, 50-51

KIENZLE E. (1989): Untersuchungen zum Intestinal- und Intermediärstoffwechsel von Kohlehydraten (Stärke verschiedener Herkunft und Aufbereitung, Mono- und disaccharide) bei der Hauskatze (*Felis catus*). Habilitationsschrift Tierärztliche Hochschule Hannover

KIENZLE E. (1998): Factorial calculation of nutrient requirements in lactating queens. J. Nutr. Suppl. 128, 2674S-2675S

KIENZLE E. (2000): Diätetik bei Adipositas. In: Gesund durch Heimtiere. Schriftenreihe zur angewandten Sozialpsychologie., Herausg. Reinhold Bergler, Deutscher Instituts-Verlag, Köln; 115-119

KIENZLE E. u. RAINBIRD A. (1991): Maintenance energy requirements of dogs: What is the correct value for the calculation of metabolic body weight in dogs ? J. Nutr. 121, S39-S40

KIENZLE E. u. RAINBIRD A.(1990): Untersuchungen zum Energiebedarf des Hundes in Abhängigkeit von Rassezugehörigkeit und Alter. Kleintierpraxis, 35. Jahrgang, S-149-158

KIENZLE E., BERGLER R., ZIEGLER D. u. UNSHELM J. (2000): Untersuchungen zum Fütterungsverhalten bei Besitzern normal- und übergewichtiger Katzen. In: Gesund durch Heimtiere. Schriftenreihe zur angewandten Sozialpsychologie, Herausg. Reinhold Bergler, Deutscher Instituts-Verlag, Köln; 101-114

KIENZLE E. u. OPITZ B. (2000): Bioavailability of energy. Supplements to Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian Vol. 22, No.9 (A), Sept. 2000

KIENZLE E., STRATMANN B. u. MEYER H. (1990): Untersuchungen zur Körperzusammensetzung von Katzen. Z. Tierphysiol. Tierernährung Futtermittelkunde 64, 46

KIENZLE E., STRATMANN B. u. MEYER H. (1991): Body composition of cats as a basis for factorial calculation of energy and nutrient requirements for growth. J. Nutr. Supp. 121, 122-123

KIENZLE E., OPITZ B., EARLE K.E., SMITH P.M. u. MASKELL I.E. (1998a): The influence of dietary fibre components on the apparent

digestibility of organic matter and energy in prepared dog and cat food. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 79 (1998), 46-56

KIENZLE E., OPITZ B., EARLE K.E., SMITH P.M., MASKELL I.E. u. IBEN C. (1998b): The development of an improved method of predicting the energy content in prepared dog and cat food. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 79 (1998), 69-79

KIRCHGESSNER M. (1997): Tierernährung. 10. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/Main

KIRK C.A., DEBRAEKELEER J. u. ARMSTRONG P.J. (2000): Normal cats. In: Small Anim. Clin. Nutr. 4th edition, Walsworth Publishing Company, Missouri, 291-340

KIRKWOOD J.K. (1990): Energy requirements for maintenance and growth of wild mammals, birds and reptiles in captivity. Waltham International Symposium on Nutrition of Small Companion Animals, Sept. 1990

KLEIBER M. (1932): Body size and metabolism. Hilgardia 6, 315-353

KLEIBER M. (1961): The fire of life. Verlag John Wiley & Sons, In., New York, London

KREHL W.A., COWGILL G.R. u. WHEDON A.D. (1955): Nondeleterious effects of polyoxyethylene esters in the nutrition of rats and cats. J. Nutr. 55, 35-61

KUHLMAN G., LAFLAMME D.P. u. BALLAM J.M. (1993): A simple method for estimating the ME content of dry cat foods. Fel. Pract. 1993; 21, 16-20

LAFLAMME D.P. (2001): Determining metabolizable energy content in commercial pet foods. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 85 (7-8), 187- 270

LAFLAMME D.P. (1997): Development and validation of a body condition score system for cats: A clinical tool. *Fel. Pract.* 25(5-6), 13-18

LAFLAMME D.P. u. BALLAM J.M. (2001): Effect of age on maintenance energy requirements of adult cats. Purina Nutrition Forum, October 2001

LÄUGER S. (2001): Der Energieumsatz von Katern vor und nach der Kastration. Dissertation Universität Zürich

LAUTEN S.D., COX N.R., BAKER G.H., PAINTER D.J., MORRISON N.E. u. BAKER H.J. (2000): Body composition of growing and adult cats as measured by use of dual energy e-ray absorptiometry. *Comparative Medicine*, Vol. 50, No.2

LEGRAND-DEFRETIN V. (1994): Energy requirements of cats and dogs – What goes wrong? *Int. J. Obesity* (1994) 18 (Suppl.1), S8-S13

LEGRAND-DEFRETIN V. (1994): Differences between cats and dogs: A nutritional view. *Proc. Nutr. Soc.*, 1994; 53, 1, 25-24, 48 ref.

LEGRAND-DEFRETIN V., MUNDAY H.S. u. BURGER I.H. (1993): Feeding dogs and cats for life. *The Waltham Book of Companion Animal Nutrition*, 1993; 57-68. Pergamon Press, UK

LEWIS L.D., MORRIS M.L. u. HAND M.S. (1990): Klinische Diätetik für Hund und Katze. Schlütersche Verlagsanstalt, Hannover

LOVERIDGE G.G. (1986): Body weight changes and energy intake of cats during gestation and lactation. *Anim. Technol.*, 1986; 37, 1, 7-15, 3 ref.

LOVERIDGE G.G. (1987): Some factors affecting kitten growth. *Anim. Technol.*, 1987; 38, 1, 9-18, 4 ref.

LOVERIDGE G.G. u. RIVERS J.P.W. (1989): Body weight changes and energy intakes of cats during pregnancy and lactation. In: Nutrition of the Dog and Cat, by Burger IH, Rivers JPW (eds). New York, Cambridge University Press 1989; 113-132

MACDONALD M.L., ROGERS Q.R. u. MORRIS J.G. (1984): Nutrition of the domestic cat, a mammalian carnivore. Ann. Rev. Nutr. 4: 521-562

MÄNNER K. (1991): Energy requirements for maintenance of adult dogs. J. Nutr. 121, 537-538

MÄNNER K., TOLKSDORF C. u. RADICKE B. (1993): Vergleichende Aspekte des Energieumsatzes adulter Hunde und Katzen. WSAVA Weltkongress & FKDVG Berlin, Freie Vorträge, 311-312

MARKWELL P., BUTTERWICK R., WATSON T. u. CENTER S.A. (1996): Considerations in safe weight reduction in cats and clinical experience with an aggressive weight loss regime. TNAVC Proc. 1996

MARKWELL P., BUTTERWICK R., WILLS J.M. u. RAIHA M. (1994): Clinical studies in the management of obesity in dogs and cats. Int. J. Obesity 18(suppl.1), S39-S43

MAYER J.M. (1973): Obesity in Health and Disease. Eds. R.S. Goodhart, M.E. Shils, Philadelphia, Lea & Febinger, p.625

MEYER H. (1986): Grunddaten zur Rationsgestaltung bei Hund und Katze. Prakt. Tierarzt 67, coll.vet. XVI, 35-38

MEYER H. u. HECKÖTTER E. (1986): Futterwerttabellen für Hunde und Katzen. Institut für Tierernährung, Tierärztliche Hochschule Hannover, 2. Aufl., Schlütersche Verlagsanstalt, Hannover

MEYER H. u. ZENTEK J. (1998): Ernährung des Hundes – Grundlagen, Fütterung, Diätetik. Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin – Wien, 3. Aufl.

MEYER H., BRONSCH K. u. LEIBETSEDER J. (1993): Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. Verlag M.&H. Schaper, Alfeld-Hannover

MICHEL K. (1999): Energy expenditure: Why should we measure it? In: Proceedings, 1999 Purina Nutrition Forum

MILLER S.A. u. ALLISON J.B. (1958): The dietary nitrogen requirements of the cat. J. Nutr. 64, 493-501

MORRIS J.G. u. ROGERS Q.R. (1982): Metabolic basis for some of the nutritional peculiarities of the cat. J. Small Anim. Pract. 1982; 23, 599-613

MÖSLINGER W. (1983): Auswirkungen von Ballaststoffen auf die Verdaulichkeit von Hunde- und Katzenfutter. Dissertation Universität Wien

MUGFORD R.A. (1977): External influences of the feeding of carnivores. In: The chemical senses and nutrition. MR Kare, O Maller, eds. Academic Press, New York, 25-50

MUNDAY H. u. EARLE K. (1991): Energy requirements of the queen during lactation and kittens from birth to 12 weeks. J. Nutr. 64, 493-501

MUNDAY H. (1994): Assessment of body composition in cats and dogs. Int. J. Obesity, Vol. 18 (Suppl.1), 14-21

NGUYEN P., MARIOT S., MARTIN L., DUMON H., BIOURGE V., DARMAUN D., ROBINS R. u. NAULET N. (1999): Assessment of energy expenditure with doubly labelled water in adult cats. In: Proceedings, 1999 Purina Nutrition Forum

NGUYEN P., MARTIN L., LOUKIL L. u. DUMON H. (1996): Feeding of the cat.2. Commercial cat food and homemade food. (OT: Alimentation du chat) Point Veterinaire, 1996; 28, 177, 241-250, 94 ref.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1986): Nutrient Requirements of Cats (revised edition 1986), National Academy Press, Washington DC, 41

OPITZ B. (1996): Untersuchungen zur Energiebewertung von Futtermitteln für Hund und Katze. Dissertation Universität München

PARKMAN A.L., MICHEL K.E., ERSWELL K.E., SAKER K. u.

LAFLAMME D.P. (2000): How many calories do pet cats really need? Proc. Purina Nutrition forum. A Supplement to compendium on continuing Education for the Practicing Veterinarian 23 (9A), 85

PLOTNICK A. (2001): Fat cats. Pet Business, June 2001

RADICKE B. (1995): Der Einfluss unterschiedlicher Nährstoffgehalte in Alleinfuttermitteln für Katzen auf den energetischen Erhaltungsbedarf, auf die Teilwirkungsgrade für den energetischen Ansatz und auf den Rohproteinbedarf von adulten Katzen. Dissertation Universität Berlin

REMILLARD R. (2000): Clinical aspects of obesity management. Publication of the Angel Memorial Animal Hospital, Boston, MA/USA

ROBERTS S.B., FUSS P., HEYMAN M.B. u. YOUNG V.R. (1995): Influences on energy requirements. Am. J. Clin. Nutr. 62, 1053S-1058S

RUBNER M. (1883): Über den Einfluß der Körpergröße auf Stoff- und Kraftwechsel. Z. Biol. 19, 535-562

RUBNER M. (1901): Der Energiewert der Kost des Menschen. Z. Biol. 42, 261-308

KRUPA DAS S., MORIGUTI J.C., MCCRORY M.A., SALTZMAN E., MOSUNIC C., GREENBERG A.S. u. ROBERTS S.B. (2001): An underfeeding study in healthy men and women provides further evidence of impaired regulation of energy expenditure in old age. American Society for Nutritional Sciences. J. Nutr. June 2001, Vol.131, No.6

SCARLETT J.M. u. DONOGHUE S. (1996): Obesity in Cats: Prevalence and prognosis. Vet. Clin. Nutr. Vol.3 no.4 1996, 128-132

SCARLETT J.M., DONOGHUE S., SAIDLA J. u. WILLS J. (1994): Overweight cats. Prevalence and risk factors. Int. J. Obesity, 18 (Suppl.1), 22-28

SCHNEIDER R. (1988): Untersuchungen zur Akzeptanz, Verdaulichkeit und Verträglichkeit verschiedener schwerverdaulicher Futtermittel bei der Katze. Dissertation Tiermedizinische Hochschule Hannover

SCHRAG I. (1999): Untersuchungen zur Bruttoenergiebestimmung an isolierten Einzelfuttermitteln und an kommerziellen Futtermitteln für Hund und Katze. Dissertation Universität München

SCOTT P.P. (1981): Die Ernährung der Katze. Wiener Tierärztliche Monatsschrift, 68, 95-102

SHIMOKATA H., TOBIN J.D., MULLER D.C., ELAHI D., COON P.J. u. ANDRES R. (1989): Studies in the distribution of body fat: I. Effects of age, sex and obesity. J. Gerontol. 44, M66-M73

SKULTETY F.M. (1969): Alterations of caloric intake in cats following lesions of the hypothalamus and mid brain. Ann. NY Acad. Sci. 157, 861-874

SLOTH C. (1992): Practical management of obesity in dogs and cats. J. Small Anim. Pract. 33, 178-182

SPEAKMAN J.R., BOOLES D. u. BUTTERWICK R. (2001): Validation of dual energy X-ray absorptiometry (DXA) by comparison with chemical analysis of dogs and cats. Int. J. Obesity, Vol. 25, 439-447

STANTON C.A., HAMAR D.W., JOHNSON D.E. u. FETTMAN M.J. (1992): Bioelectrical impedance and zoometry for body composition analysis in domestic cats. Am. J. Vet. Res. vol. 53, No.2

STEEN B. (1988) : Body composition and aging. Nutr. Rev. 46, 45-51

STIEFEL M. (1999): Einfluss dreier unterschiedlicher Diäten auf den Energie- und Proteinstoffwechsel adulter Katzen unter spezieller Berücksichtigung der physischen Aktivität. Dissertation Universität Zürich

STRATMANN B. (1988): Untersuchungen zur Körperzusammensetzung von Katzen. Dissertation Tierärztliche Hochschule Hannover

SZABO J., IBRAHIM W.H., SUNVOLD G.D., DICKEY K.M. u. RODGERS J.B. (2000): Influence of dietary protein and lipid on weight loss in obese ovariohysterectomized cats. Am. J. Vet. Res. 61 (5), 559-565

TAYLOR E.J., ADAMS C. u. NEVILLE R. (1995): Some nutritional aspects of ageing in dogs and cats. Proc. Nutrit. Soc. 54, 645-656

TENNANT B. (1998): Assessment of energy expenditure in cats using indirect calorimetry. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 80, 60-62

THOMPSON A. (2000): AAFCO dog and cat food substantiation methods. AAFCO Sixth Educational Workshop, Oct. 20, 2000

VENN A. (1992): Diets for geriatric patients. Vet. Times, May issue 1992

WATERHOUSE H.N. u. CARVER D.S. (1962): Growth rate, food and caloric consumption of laboratory cats. Proc. Anim. Care Panel, 12, 271-274

WICHERT B., OPITZ B., WEHR U., KIENZLE E. (1999): Energy requirements of pet dogs. Proc. Congr. ESVCN 1999, Lyon, France

WILLS J.M. (1994): Obesity in cats and dogs. An International Symposium. Int. J. Obesity, 1994; 18, supp. 1, 43 pp

ZOTTMANN B. (1997): Untersuchungen zur Milch und Milchzusammensetzung der Katze (*Felis catus*). Dissertation Universität München

VIII. ANHANG

VERZEICHNIS DER IN DER ARBEIT VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN

AAFCO	Association of American Feed Control Officials
BCS	Body Condition Score
BMI	Body Mass Index
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
d	Tag (24 Stunden)
d.h.	das heißt
DE	Digestible energy/Verdauliche Energie
DEXA	Dual Energy X-ray Absorptiometry
et al.	et alii/und andere
EU	Europäische Union
f	weiblich
F	weiblich
F/s	weiblich kastriert
FEDIAF	European Pet Food Industry Federation
FLUTD	Feline Lower Urinary Tract Disease/ Erkrankungen der ableitenden Harnwege der Katze
g	Gramm
GE	Gross energy/Bruttoenergie
kg	Kilogramm
kJ	Kilojoule
KM	Körpermasse
LIM	leg index measurement
m	männlich
M	männlich
M/n	männlich kastriert
max.	maximal
ME	Metabolizable energy/Umsetzbare Energie
MJ	Megajoule
MW	Mittelwert
n	Anzahl
N	Stickstoff
NRC	National Research Council
RE	Retinierte Energie
SD	Standard deviation/Standardabweichung

sV	scheinbare Verdaulichkeit
TS	Trockensubstanz
uS	ursprüngliche Substanz
vRp	verdauliches Rohprotein
Wo.	Woche
z.B.	zum Beispiel
%	Prozent
°C	Grad Celsius
2SD	doppelte Standardabweichung

DANKSAGUNG

Für die Überlassung des Themas und die wissenschaftliche Betreuung bei der Vollendung dieser Arbeit möchte ich mich sehr herzlich bei Frau Prof. Dr. Ellen Kienzle bedanken. Dank auch an Dr. Dietmar Ranz für die freundliche Bereitschaft zum Korrekturlesen.

Des Weiteren möchte ich mich beim Nestlé/Friskies Product Technology Center in St. Joseph, Missouri, USA, insbesondere bei Kay Dowling, Cathy Chausow, Bob Rudnick sowie Gerhard Poppel für die freundliche Einladung, Aufnahme und Unterstützung ganz herzlich bedanken.