



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Winterschlafmuster von Feldhamstern bei unlimitiertem
Vorratsangebot und konstanter Umgebungstemperatur“

verfasst von

Michaela Mikovits

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 439

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Diplomstudium Zoologie

Betreut von:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Eva Millesi

Danksagung

Als erstes möchte ich mich ganz besonders bei Ao. Univ. Prof. Dr. Eva Millesi bedanken. Durch sie durfte ich mich mit einem sehr spannenden Gebiet der Biologie beschäftigen: dem Winterschlaf. Sie hat mich während meiner gesamten Diplomarbeit mit unendlicher Geduld beraten und mir so mit ihrer fachlichen und persönlichen Unterstützung das Entstehen dieser Arbeit ermöglicht!

Ganz herzlich möchte ich mich auch bei Mag. Carina Siutz bedanken. Sie war stets hilfsbereit und hat mich während meiner ganzen Zeit im Freiland und in der Klimakammer begleitet, beraten und unterstützt.

Ich danke auch Mag. Dr. Dorit van Meel für die vielen Tipps und Tricks bei der statistischen Auswertung!

Ich möchte mich auch ganz herzlich bei meinen Freundinnen Freyja Langer BSc, Isabella Püngel MSc und Martina Hlavacsek BA bedanken, die immer für mich da sind, ein offenes Ohr haben und auf die ich mich stets verlassen kann. Ohne sie wäre mein Leben nicht dasselbe!

Ein besonderer Dank gilt auch meinen StudienkollegInnen Mag. Tanja Himmel, Katrin Hann, Mag. Stefan Kummer, Mag. Britta Ketzer und Mag. Eva Stürzenbaum. Durch sie habe ich eine tolle Studienzeit erleben dürfen.

Für die Geduld, das Verständnis und die Bereicherung meines Lebens danke ich meinem Freund Bernhard Gedinger. Er hat immer an mich geglaubt, mich fortwährend motiviert und stets bei diversen Computer-„Problemen“ geholfen.

Meiner Schwester Alexandra Mikovits danke ich dafür, dass wir nicht nur Schwestern, sondern auch beste Freundinnen sind, die immer füreinander da sind.

Der allergrößte Dank gilt allerdings meinen unersetzbaren Eltern Isabella und DI Wolfgang Mikovits! Sie haben mich mein ganzes Leben lang in allem unterstützt was ich machen wollte und waren in jeder Situation für mich da! Ohne sie wäre das alles nicht möglich gewesen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Material und Methoden.....	11
2.1. Fangmethoden	11
2.2. Vorbereitung	12
2.3. Klimakammer.....	13
2.4. Gewichtsmessung.....	13
2.5. Temperaturaufzeichnung.....	14
2.6. Verhaltensaufzeichnung und Videoauswertung.....	16
2.7. Ende des Experiments	17
2.8. Statistik	17
3. Ergebnisse	18
3.1. Winterschlaf	18
3.2. Futterverbrauch.....	21
3.3. Gewichtsveränderung	22
3.4. Tägliche Aktivitätsmessung.....	25
3.5. Verhalten	25
3.6. Zeit außerhalb Bau /Anzahl der Bouts.....	27
4. Diskussion	31
5. Zusammenfassung.....	43
6. Summary	45
7. Literaturverzeichnis	47
8. Curriculum vitae.....	61

1. Einleitung

Die meisten Tiere kämpfen im Winter mit beträchtlichen Problemen. Aufgrund widriger Umweltbedingungen, vor allem der tiefen Temperaturen, entstehen erhöhte thermoregulatorische Kosten bei gleichzeitig reduzierter Nahrungsverfügbarkeit (Hudson 1978, Lyman et al 1982). Endotherme Tiere wie Vögel und Säugetiere (Lyman 1982, Schmidt-Nielsen 1994) können diesen energetischen Engpässen entkommen, indem sie entweder in wärmere Gefilde ausweichen, oder spezielle Überdauerungsstrategien entwickeln um den Winters zu überleben (Wünneberg 1990).

Große Arten können die Isolierung des Integuments, z.B. durch eine dicke Fettschicht oder ein dichtes Fell, verbessern und sich so schützen. Kleine Arten weisen ein sehr ungünstiges Verhältnis zwischen Körpergröße und Oberfläche auf. Weitere Schwierigkeiten ergeben sich durch die höhere Stoffwechselrate (Kleiber 1932, Day & Bartness 2003). Es kommt zu einem hohen Verlust von Wärme in einer kalten Umgebung. Sie sind deshalb auf die Akklimation angewiesen, um den Gradienten zwischen Umgebungstemperatur und Körpertemperatur zu verringern.

Eine dieser Überlebensstrategien kleinerer Endothermen ist Torpor. Torpor ist ein adaptiver Zustand bei dem es zu einer Stoffwechselreduktion kommt. Atmung, Herzschlag und die Körpertemperatur werden dabei gesenkt. Die Tiere verharren meist bewegungslos und reagieren kaum mehr auf Außenreize (Heldmaier 2009). Durch all diese Vorgänge wird Energie gespart (Heldmaier & Ruf 1992). Torpor kann entweder kurzzeitig (Tagestorpor, „daily torpor“) genutzt werden oder das Tier geht in einen echten, mehrere Monate dauernden Winterschlaf (Hibernation) (Waßmer 1997). So kann der Gesamtenergiebedarf um bis zu 96% reduziert werden (Wang 1978). Somit ist Torpor eine wichtige Überlebensstrategie vieler Säugetiere und Vögel, vor allem kleinerer Arten (Morrison 1960, Heldmaier & Steinlechner 1981, Hiebert 1993, Barnes & Carey 2004, Geiser 2004, Willis et al. 2005, Weinhold & Kayser 2006).

Studien zufolge gibt es bei Winterschläfern eine mehr oder weniger regelmäßige Abfolge von Winterschlafschüben („Torpor bouts“), die ein individuelles Winterschlafmuster bilden. Die Tiere bleiben nicht während der gesamten Hibernationsphase im Torpor, sondern zeigen periodische euthermie Phasen („Arousals“), in denen sie sich für einige Stunden oder Tage auf Normaltemperatur aufwärmen (Torke & Twente 1977, Cabanac & Simon 1987, Nedergaard & Cannon 1990, Saboureau et al. 1991, Schmidt-Nielsen 1994).

Diese periodische Rückkehr zur Euthermie, die mit interner Wärmeproduktion durch oxidativen Abbau von braunem Fett und später mit Muskelzittern aktiv unterstützt wird, stellt

hierbei den aufwendigsten Teil des Energieaushalts eines Winterschläfers dar (Wang 1979, Geiser 1990, Eckert 2002). Die Funktion der „arousals“ ist bisher nicht ganz geklärt (Humphries et al. 2002). Mehrere Theorien gehen davon aus, dass es einer Regeneration des gestörten physiologischen Gleichgewichts dient. Zum Beispiel müssen angehäuften Stoffwechselendprodukte (wie Harn und Urin) und andere giftige Stoffe ausgeschieden werden, Nährstoffe (wie z.B. Glucose) sind erschöpft und müssen wieder synthetisiert werden, der Wasserverlust im Körper muss ausgeglichen werden. Eine andere Theorie besagt, dass „arousals“ durch eine biologische Uhr kontrolliert werden (siehe auch: Fisher & Manery 1967, Baumer et al. 1971, Mrosovsky 1971, Galster & Morrison 1972, Thomas & Cloutier 1992, Thomas & Geiser 1997, Geiser 2001, Humphries et al. 2002, Eckert 2002). Es wird auch vermutet, dass es bei Torpor zu Schlafentzug (Daan et al. 1991, Trachsel et al. 1991), oxidativem Stress (Carey et al. 1999, 2000), reduzierter neuronaler Konnektivität (Popov et al. 1992, Strijkstra et al. 2003), verringerter Gedächtnisfähigkeit (Millesi et al. 2001) und reduzierter Immunkompetenz kommt (Burton & Reichman 1999, Maniero 2000, Prendergast et al. 2002). Durch die erheblichen Kosten muss deshalb die Anwendung von Torpor genau abgewogen werden (Humphries et al. 2003a).

Der Feldhamster (*Cricetus cricetus*) wurde für diese Studie als Modellsystem ausgewählt, weil er eine hohe Flexibilität bei Überwinterungsstrategien besitzt (Grulich 1986, Waßmer & Wollnik 1997, Franceschini et al. 2007, Franceschini-Zink & Millesi 2008a). Als fakultativer, echter Winterschläfer ist Winterschlaf für Feldhamster die effizienteste Methode um energetische Kosten während der kalten Jahreszeit zu reduzieren (Heldmaier et al. 1990). Es gibt große individuelle Unterschiede in den Überwinterungsstrategien bei dieser Tierart. Manche Tiere wechseln „deep torpor bouts“ mit kurzen euthermen Perioden ab, andere bleiben während dem gesamten Winter aktiv (Waßmer 2004; Waßmer & Wollnik 1997; Wollnik & Schmidt 1995). Bei wachen und aktiven Tieren liegt die Körpertemperatur zwischen 36 und 38° C (Eisentraut 1928, Schmidt 1992, Gubbels et al. 1989, Wendt 1995). Während des Winterschlafs wird die Körpertemperatur im Torpor auf Werte nahe der Umgebungstemperatur abgesenkt (Kramer 1956, Gubbels et al. 1989, Schmidt 1992, Wendt 1995, Waßmer & Wollnik 1997). Dadurch sparen die Tiere ein erhebliches Maß an Energie (Herwig 2007). Feldhamster verbringen den Winter solitär in ihren Bauten (Weinhold & Kayser 2006, Weinhold et al. 2008). Auch wenn die Außentemperaturen unter den Gefrierpunkt fallen, liegt die Temperatur im Hibernaculum meistens ein paar Grad darüber. Eine Schneedecke wirkt oft als zusätzliche Wärmedecke (Geiser 2001). Der Torpor wird alle 5-14 Tage durch eine euthermie Phase unterbrochen (Eisentraut 1928, Wendt 1995). Die durchschnittliche Überwinterungsdauer beträgt 6 Monate (Weinhold & Kayser 2006, Weinhold et al. 2008).

Die Wärmebildung aller Winterschläfer im Winterschlaf erfolgt auf Kosten der Fettreserven (Kayser 1964). Im Torpor wird deshalb nicht nur die Körpertemperatur, sondern auch die Stoffwechselrate gesenkt, wodurch so wenig Fett wie möglich verbraucht wird (Geiser & Kenagy 1988, Heldmaier & Ruf 1992). Aus diesem Grund müssen Energiereserven angelegt werden, um das Überleben im Winter zu sichern. Dies kann auf 2 Wegen geschehen: Energie kann als Körperfett (z.B. bei Zieseln, Murmeltieren, Igel und Fledermäusen) (Barnes 1984, Kunz et al. 1998, Buck & Barnes 1999, Humphries et al. 2003a) oder als Nahrungsvorrat (z.B. bei Hamstern und Streifenhörnchen) (Niethammer 1982, Grulich 1986, Day & Bartness 2003, Humphries et al. 2003a) angelegt werden.

Obligatorische Winterschläfer, die sich während des Winterschlafs ausschließlich auf ihr Körperfett verlassen, z.B. Murmeltiere (*Marmota marmota*), nehmen während des gesamten Winters keine Nahrung zu sich. Zuvor wird intensiv Fett im Körper gespeichert (French 1988, Arnold 1993). Auch kleinere Tiere, wie z.B. das Goldmantel-Ziesel (*Tamias striatus*), verdoppeln ihr Gewicht am Ende des Sommers und verlassen sich nur auf ihr Körperfett (Pengelley 1968, Mrosovsky & Faust 1985). Jedoch haben kleinere Tiere aufgrund ihres erhöhten Stoffwechsels oft große Schwierigkeiten genug Fett im Körper zu speichern (Bartholomew 1986; French 1986). Die Auffettungsphase dauert meist vom Sommer bis in den frühen Herbst, wenn das Futter noch verfügbar ist. Die Futtersuche ist jedoch kostenintensiv, energieaufwendig und gefährlich aufgrund von Prädatoren.

Der Verzehr von Nahrung im sichereren Bau bietet einen selektiven Vorteil und eine wichtige Alternative (Buckley & Schneider 2003, Day & Bartness 2003). Beim Anlegen von Nahrungsvorräten wird Zeit gespart und die Möglichkeiten externer Energieanhäufung sind bei kleineren Tieren größer als die der Fettspeicherung im Körper (French 2000, Humphries et al. 2003a). Streifen-Backenhörnchen (*Tamias striatus*) setzen zum Beispiel kein Körperfett an, sondern lagern dafür Vorräte im Bau (Humphries et al. 2003b). Dadurch sind längere eutheme Phasen, in denen auch gefressen wird, während der Überwinterung möglich (French 2000). Außerdem können Nahrungsmittel gesammelt werden, die temporär in großen Mengen vorhanden sind (Anderson 1986, Jenkins & Peters 1992). Oft werden diese beiden Möglichkeiten (Fett im Körper anlegen vs. Futter horten) als Alternativen betrachtet. Viele Winterschläfer zeigen jedoch beides (French 1988). Kombiniert werden diese beiden Strategien je nach Möglichkeit der Fettspeicherung im Körper (Lindstedt & Boyce 1985, Lovegrove 2000, Humphries et al. 2003a), der Größe und Fettsäurezusammensetzung in den Vorräten, den Möglichkeiten Vorräte anzulegen und dem Fortpflanzungsaufwand (Florant 1998, Geiser & Kenagy 1993, Munro & Thomas 2004, Munro et al. 2005).

Diese kombinierte Strategie wird auch bei fakultativen Winterschläfern wie dem Feldhamster gezeigt. Bei der Überwinterung von *C. cricetus* wird sowohl das im Herbst angelegte

Depotfett (interne Energiereserve) verbraucht, als auch die Vorräte (externe Energiereserve) während der Zeit im unterirdischen Bau in den euthermen Phasen und vor und nach dem Winterschlaf (Nechay 2000, Weinhold & Kayser 2006).

Als Nahrungsvorräte im Winter dienen dem Hamster vor allem Körner, Samen und Schoten. Wendt (1991) fand heraus, dass der Feldhamster ca. 1,5 kg Getreide, das er schon im Spätsommer in seinen Bau trägt, für die Überwinterung benötigt. Diese Vorräte sind länger haltbar als Pflanzen, Obst, Gemüse usw. (Weinhold & Kayser 2006). Im Frühjahr und Sommer ernähren sich Hamster hingegen von grünen Pflanzenteilen, Früchten, Blättern, Blüten, Samen, Getreide, Saat und Knollen. Auch tierisches Eiweiß in Form von kleinen Tieren (Regenwürmer, Käfer, Schnecken und Mäuse) steht auf ihrem Speisezettel (Sulzer 1774, Petzsch 1949, Surdacki 1964, Holisová 1977; Nechay et al. 1977).

Es wird vermutet, dass die Tiere ihr Futter gezielt nach dem Fettgehalt für die Überwinterung auswählen. Wahrscheinlich werden der Sammeltrieb und die Nahrungsumstellung, als Vorbereitung auf die Überwinterung, hormonell gesteuert und mit der natürlichen Photoperiode abgeglichen (Petzsch 1950, Nechay et al. 1977). Siutz und Millesi (2012) fanden heraus, dass Hamster selektiv nach Futter suchten, das nur saisonal verfügbar war. Der Sibirische Hamster (*Phodopus sungorus*) zeigt ebenfalls eine saisonale Veränderung von bevorzugtem Futter (Flint 1966) und hortet ein Samengemisch, das reich an Ölen und Linolsäure ist (Hitchcock & Nichols 1971) in seinem Winterbau (Flint 1966). Diese Studien lassen eine saisonale Veränderung, je nach Fettgehalt und Fettzusammensetzung, der Ernährung vermuten - zusätzlich zu dem Futtervorkommen je nach Saison (Geiser und Heldmaier 1995). Eine selektive Nahrungssuche ist allerdings sowohl zeit- als auch energieaufwendig. Oft müssen längere Wege zum bevorzugten Futter in Kauf genommen werden. Nach der Hibernations-Periode wird dagegen oft Futter konsumiert, das in der Nähe des Baus verfügbar ist (Siutz & Millesi 2012). Interessant ist auch die Tatsache, dass mehrfach ungesättigte Fettsäuren (kommen z.B. in Sonnenblumenkernen, Nüssen und Samen vor) die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass Torpor auftritt. Außerdem wird die Dauer der „Torpor bouts“ verändert, die Körpertemperatur und die Stoffwechselrate werden herabgesetzt und die Überlebensrate während dem Winterschlaf ist erhöht. Ausschlaggebend ist vor allem das Verhältnis zwischen Omega-3-Fettsäuren und Omega-6-Fettsäuren (siehe auch Geiser & Kenagy 1987, Geiser 1991, Geiser 1993, Frank 1992, Florant et al. 1993, Ruf & Arnold 2008). Es ist also ein großer Vorteil, wenn selektiv nach Nahrungsmitteln, die mehrfach ungesättigte Fettsäuren enthalten, gesucht wird (Geiser und Heldmaier 1995).

Experimentelle Manipulationen von Vorräten von Streifen-Backenhörnchen (*Tamias striatus*) haben gezeigt, dass Individuen, die zusätzliche Samen bekommen haben, mehr Zeit in Euthermie verbrachten als diejenigen, die weniger Futter zur Verfügung hatten (French 2000,

Humphries et al. 2003b). Dies sind Hinweise, dass die Tiere Änderungen in der Futterqualität, sogar in den Vorräten, erkennen können. Studien zeigen auch, dass je nach Vorhandensein von Vorräten der Torpor minimiert wird (French 2000, Humphries et al. 2003b). Wenn die Zeit im Torpor reduziert wird, müssen die Tiere während der Überwinterung mit höheren energetischen Kosten rechnen, die durch ausreichend Nahrungsaufnahme kompensiert werden muss. Die Möglichkeit, externe Energiereserven anzulegen, könnte den Hamstern also ermöglichen, die Zeit im Torpor den verfügbaren Nahrungsvorräten anzupassen. Studien, welche den Zusammenhang zwischen Gewicht und dem Sammeln von Vorräten untersucht haben, zeigten, dass Syrische Goldhamster auf Änderungen in der Kalorienzusammensetzung im Futter mit Veränderung des Hortens und Fressens reagierten (Wood & Bartness 1996). Das Nahrungssammelverhalten erhöhte sich bei Syrischen und Sibirischen Hamstern, wenn die Nahrung beschränkt wurde (Day et al. 1999, Wood & Bartness 1996, Buckley & Schneider 2003). Die Menge der Vorräte, die gehortet werden, wird also durch den inneren Körperfettanteil reguliert. Wenn viel Fett im Körper gespeichert ist, wird weniger Futter gehortet (Day et al. 1999). Diese Strategie ist vor allem für Tiere wichtig, die eine abwechslungsreiche Nahrung zu sich nehmen und sich auf das gehortete Futter als Energiepuffer über den Winter verlassen (Wood & Bartness 1996).

Mangelnde Vorräte sind der bedeutendste Grund für die sehr hohe Sterblichkeitsrate von Feldhamstern im Winter (40%-50%; Weinhold 1998, Kayser 2003). Für eine erfolgreiche Überwinterung spielen aber auch der Gesundheitszustand und die Lage des Winterbaus eine Rolle (Weinhold & Kayser 2006). Bei einer Studie von Franceschini und Millesi (2008a) war die Wintersterblichkeit bei adulten und juvenilen Tieren gleich hoch. Sie vermuteten, dass die hohen Sterblichkeitsraten bei den Adulten in Zusammenhang mit der reproduktiven Aktivität während der Hauptaktivitätszeit in der Saison stehen könnten. In dieser Studie und bei Wendt (1991) wurden sogar noch höhere Sterblichkeitsraten von über 60% gefunden. Bei vielen anderen Tieren jedoch, zum Beispiel bei Siebenschläfern (*Glis glis*), ist die Überlebensrate während des Winters am höchsten. Ausschlaggebend dafür ist das hohe Prädatorenrisiko sowie der unerfüllte Energiebedarf während der aktiven Phase (Lebl et al. 2011). Beim Columbia-Ziesel (*Spermophilus columbianus*) überleben sogar rund 90% der adulten Tiere die Überwinterung (Neuhaus & Pelletier 2001).

Europäische Feldhamster zeigen im Verlauf des Jahres eine ausgeprägte saisonale Rhythmik in ihrem Verhalten, der Physiologie und der Endokrinologie. Die zeitliche Organisation dieser Prozesse beruht auf einer endogen gesteuerten circannualen Rhythmik (Jahresrhythmik), die mit der Umwelt durch exogene Faktoren (sogenannten Zeitgebern, vor allem der Photoperiode und der Umgebungstemperatur), synchronisiert wird (siehe auch

Aschoff 1960, Goldmann et al. 1986, Pevet et al. 1989, Masson-Pévet et al. 1994, Pohl 1996).

Zwischen März und Anfang Mai, je nach Verbreitungsgebiet, starten die Hamster in ihre aktive Saison und sind dann 6-7 Monate aktiv (Monecke, 2004, Franceschini & Millesi 2004, Weinhold & Kayser 2006, Franceschini et al. 2007, Franceschini-Zink & Millesi 2008b). Die Tiere verlassen ihren Bau, wenn ausreichend Futter gehortet wurde, sobald die Temperaturen 5° C übersteigen (Kayser 1975).

Wie bei vielen anderen Winterschläfern auch, erscheinen zunächst die Männchen an der Oberfläche (Franceschini & Millesi 2005). In ihrer kurzen aktiven Phase müssen viele Prozesse wie Wachstum, Reproduktion, Fellwechsel und die Vorbereitungen für den Winterschlaf abgeschlossen werden (Nechay 2000, Monecke 2004, Franceschini-Zink & Millesi 2008b).

Diese dämmerungsaktiven (crepusculären) Säugetiere (Petzsch 1950, Nechay et al. 1977, Niethammer 1982) zeigen außerhalb des Baus eine bimodale Aktivitätskurve mit zwei Maxima: Kurz nach Sonnenaufgang gibt es eine kurze Aktivitätsphase, kurz nach Sonnenuntergang und in der Nacht sind die Tiere deutlich aktiver (Wendt 1989, Wollnik et al. 1991, Weinhold 1998). Um die Mittagszeit und gegen Mitternacht ist die geringste Aktivität feststellbar. Die Aktivität hängt jedoch auch von der Jahreszeit, den Umweltbedingungen (z.B. Futtervorkommen, Ernte, Deckungsgrad der Vegetation usw.) und der Populationsdichte ab. So kann dieser Wühler auch polyphasisch werden, wobei die Gesamtaktivität dann über den Tag verteilt auftreten kann (Wendt 1989, Wendt 1990, Wollnik et al. 1991). Bei gleichem Habitus beider Geschlechter besteht ein ausgeprägter Größendimorphismus, wobei die Männchen größer und schwerer sind als die Weibchen (Niethammer 1982). Die polygamen Tiere sind r-Strategen, die sich innerhalb einer Aktivitätsperiode mehrfach fortpflanzen und relativ viele Nachkommen zeugen können (Eibl-Eibesfeldt 1953, Kayser 2002). Durchschnittlich werden sechs bis zehn Junge zweimal im Jahr geboren (Nechay 2000, Franceschini 2002). Manche Weibchen können im Jahr sogar drei Würfe großziehen (Grulich 1986, Franceschini-Zink & Millesi 2008b).

Hamster sind durch die kräftigen Nagezähne, die Backentaschen und das Wühlvermögen bestens für die Nahrungsbeschaffung gerüstet. (Weber 1956, 1977, Jüttner 1957, Hell & Herz 1969). Meist wird das Futter außerhalb des Baus gesammelt, in den Backentaschen verstaut und dann in die sichere Nestkammer transportiert. Trotz des hohen Prädationsrisikos fressen Feldhamster auch außerhalb des sicheren Baus (Eibl-Eibesfeldt 1958, Niethammer 1982).

Wie auch andere Kleinsäuger, ist der Feldhamster ein Beutetier für viele Räuber wie Wiesel, Marder, Füchse oder Bussarde (siehe auch Petzsch 1950, Eibl-Eibesfeldt 1953, Grulich 1980). Als Schutz vor diesen Räubern, gegen Frost und extreme Temperaturstürze lebt der

Feldhamster in meist selbstgegrabenen Erdhöhlen (sogenannte Hibernacula) mit massiven Erdpfropfen (Eisentraut 1928, Michener 1992, Gubbels et al. 1994, Arnold et al. 1991). Ein Hamsterbau ist ein kompliziertes Labyrinth aus Höhlen und Gängen (Nechay 2000). Gewöhnlich besteht ein Hamsterbau aus einer Nestkammer, einer Vorratskammer und zwei Ausgängen (schräge Schlupfröhre und senkrechte Fallröhre) (Sulzer 1774). Hinzu kommen oft blind endende Latrinengänge (Eisentraut 1928). Beobachtungen im Zoo von Ziomek et al. (2009) zeigen, dass die Lage der Baueingänge immer wieder verändert wird. Dies dient wohl dazu, die Hamster zusätzlich vor Prädatoren zu schützen. Komfortbewegungen - wie Fellpflege und das Sichputzen - sind als Verhaltensweisen bekannt, die vorrangig im Bau stattfinden (Eibl-Eibesfeldt 1953).

Der Beginn der Überwinterungsvorbereitungen ist durch die Photoperiode synchronisiert, aber durch endogene Vorgänge kontrolliert (Saboureau et al. 1999). Die Männchen beginnen schon ab September mit den Vorbereitungen für die Überwinterung (Franceschini & Millesi 2005, Lebl & Millesi 2008). Manchmal verschwinden sie schon ab Oktober in ihren Bauten (Ruzic 1976). Bei den Weibchen zieht sich der letzte Wurf oft bis in den September hinein. Somit überschneiden sich in dieser Zeit die Jungenaufzucht und die Vorbereitung auf den Winterschlaf (Franceschini-Zink & Millesi 2008b). Infolgedessen verschwinden die Weibchen später in ihren Bauten. Am Schluss folgen die juvenilen Tiere (Karaseva 1962, Ruzic 1978, Bihari & Arany 2001).

Vor allem für spätgeborene Jungtiere ist die Vorbereitung auf den Winter ein großes Problem, da diese sehr wenig Zeit für Wachstum und Überwinterungsvorbereitungen aufwenden können (Armitage et al. 1976, Seluga 1996). Auch sind das somatische Wachstum und die Fortpflanzungsentwicklung bei Spätgeborenen zeitversetzt (Hasler 1975, Christian 1978). Bei sibirischen Hamstern zeigten sich unterschiedlich entwickelte Testes, je nachdem, ob die Hamster an langen oder kurzen Tagen gehalten wurden (Hoffmann 1978). Freilandstudien zeigten, dass das Gewicht und der innere Körperfettanteil bei frühgeborenen Jungtieren höher waren als bei Spätgeborenen (Siutz et al. unveröffentlichte Ergebnisse). Diese spätgeborenen Juvenilen haben zwei Möglichkeiten: Sie können den Winterschlafbeginn verschieben oder die Überwinterungsvorbereitungen in einer kürzeren Zeit abschließen als Frühgeborene. Im ersten Fall müssen die Jungtiere mit den ungünstigen Umweltbedingungen, wie wenig Nahrung und tiefe Außentemperaturen, zurechtkommen. Im zweiten Fall haben die Tiere erhebliche zeitliche und energetische Probleme (Siutz & Millesi 2012). Bisherige Studien zeigten, dass sehr spät geborene Jungtiere während der Vorbereitungszeit für den Winterschlaf - im Gegensatz zu den Frühgeborenen - mehr Zeit am Tag für das Fressen außerhalb des Baus (September/Oktober) verwenden (Tauscher 2006, Tschernutter 2007). Die spätgeborenen Jungtiere begeben sich auf diese Weise jedoch in

Gefahr, weil das Prädationsrisiko beim Fressen außerhalb des sicheren Baus erheblich größer ist (Siutz & Millesi 2012). Die deutlich höhere Sterblichkeitsrate von Spätgeborenen im Winter zeigt, dass diese den Zeitverlust kaum kompensieren können (Siutz & Millesi 2012).

Bei dieser Studie wurden juvenile Feldhamster in der Klimakammer des Biozentrums (Universität Wien) unter konstanten Bedingungen überwintert. Untersucht wurde, ob Winterschlaf von diesen fakultativen Winterschläfern bei ad libitum Futterverfügbarkeit vermieden wird.

Folgende Fragestellungen wurden dabei geprüft:

- Zeigen Feldhamster Winterschlaf auch wenn sie Futter ad. libitum haben?
Hamster haben die Fähigkeit ihre euthermen Phasen der Verfügbarkeit von internen und externen Energiespeichern abzustimmen. Sie orientieren sich außerdem an der Qualität der Vorräte. Eine fettreiche Nahrung erleichtert das „Fett werden“ im Bau.
- Falls Winterschlaf gezeigt wird, stellt sich die Frage nach der Struktur der Winterschlafmuster, d.h. ob die Tiere eine Hibernationsphase zeigen und davor und danach eutherm bleiben oder ob mehrere Phasen der Heterothermie vorkommen.
- Nehmen die Hamster während der Arousals Futter zu sich? Welches Verhalten zeigen sie in diesen Phasen?
- Gibt es einen Geschlechtsunterschied in Bezug auf die Hibernationsphase sowie die Nahrungsaufnahme vor, während und nach dem Winterschlaf?

2. Material und Methoden

2.1. Fangmethoden

Für diese Studie wurden im Oktober 2009 sechs männliche und vier weibliche freilebende Feldhamster (*Cricetus cricetus*) eingefangen. Alle gefangenen Tiere waren juvenil, geboren im Spätsommer und hatten durchschnittlich weniger Gewicht als die adulten Tiere (Männchen: Adulte Ø 518,6g vs. Juvenile Ø 219,9g, Weibchen: Adulte Ø 337,3g vs. Juvenile Ø 195,4g, Tabelle 1). Bei den Männchen waren die Hoden in der Bauchhöhle gelagert. Bei den Weibchen waren keine Zitzen zu erkennen, die Vagina war verschlossen.

Das Fanggebiet befand sich im Süden von Wien (Österreich) und erstreckte sich rund um das Schulgelände der Ettenreichgasse 41-43, A-1100 Wien. Das 2,67 Hektar große Areal bestand hauptsächlich aus Rasenflächen und Wiesen. Die Fangtätigkeit erfolgte im Rahmen eines von der MA22 initiierten und genehmigten Umsiedlungsprojekts, um Hamster vom Sportplatz einer Schule auf nahe liegende Flächen zu übersiedeln. Durch die Bauten konnte der Sportplatz nur eingeschränkt für den Unterricht genutzt werden. Da aber eine Umsiedelung im Herbst, wenn die Tiere in der neuen Umgebung ohne geeignete Bauten und Vorräte nicht überleben würden, unmöglich wäre, wurde eine Alternative gesucht. So ergab sich die Möglichkeit die Tiere unter kontrollierten Bedingungen in einer Klimakammer des Biozentrum Althanstrasse zu überwintern.

Die für diesen Versuch benutzten Tomahawk-Lebendfallen wurden mit Erdnussbutter bestückt und in einem 20-Minuten-Intervall kontrolliert. Aufgrund des bimodalen Aktivitätsrhythmus von Feldhamstern (Schmelzer & Millesi 2008) wurde in den frühen Morgen- und Abendstunden gefangen.

Um die Hamster, ohne sie zu betäuben, untersuchen zu können, wurde ein konisch zulaufender Baumwollsack über die Lebendfalle gestülpt, in welchem der Hamster Zuflucht suchte und sofort fixiert wurde. Um die Individuen permanent zu markieren, wurden sie mit einem unter die Haut implantierten Transponder-Chip (PIT tag, Data Mars) ausgestattet. Um die Tiere auch aus der Ferne unterscheiden zu können, wurde mittels gewöhnlicher Haarfarbe eine individuelle Markierung bzw. ein Symbol auf das Fell aufgemalt.

Die angewendeten Fangmethoden wurden von Franceschini et al. 2007 geplant und getestet.

Tabelle 1: Datum und Daten der gefangenen und für den Versuch verwendeten Feldhamster

ID	Geschlecht	Fangdatum	Gewicht Fang (g)
269	w	05.10.2009	211
242	m	05.10.2009	252
294	m	05.10.2009	241
243	m	05.10.2009	273
293	m	12.10.2009	191
290	w	14.10.2009	219
226	m	14.10.2009	293
285	w	14.10.2009	203
300	w	20.10.2009	214
301	m	21.10.2009	208

2.2. Vorbereitung

Nach dem Fang wurden die Hamster direkt in die Tierhaltungsräume der Universität Wien (Biozentrum – Althanstraße 14, 1090 Wien) gebracht und in einem separaten Raum einquartiert. Jeder Hamster wurde in einem handelsüblichen „Meerschweinchenkäfig“ (100x56x45 cm, Gitterabstand 2,5 cm) untergebracht. Dieser war mit Kleintierstreu gefüllt und enthielt ein Häuschen aus Plastik (24x16x11 cm) als Rückzugsort für die Tiere. Den Hamstern wurde Futter (Früchte, Körnermix) und Wasser ad libitum angeboten.

Für den Versuch wurden Häuschen-Konstruktionen mit abnehmbaren Dächern als Ersatzbau angefertigt (Abbildung 1). Durch eine Eingangsröhre konnte der künstliche Bau betreten werden. An der Innenwand der ersten Kammer, welche als Schlafhäuschen dienen sollte, befand sich eine Legosteinkonstruktion. In dieser geschützten Box konnte der „iButton“ für die Temperaturoaufzeichnungen befestigt werden. Wenn die Temperatur ausgelesen werden sollte, wurde der Boxdeckel geöffnet und der „iButton“ entfernt (siehe auch „Temperaturoaufzeichnung“). Von der Nestkammer führte ein Tunnel zu einem zweiten Häuschen zum Lagern von Vorräten. Durch die abnehmbaren Dächer konnten die schlafenden Hamster und die Vorräte jederzeit untersucht werden.

Mitte November 2009 wurden die Käfige mit der Hauskonstruktion ausgestattet und in die Klimakammer des Biozentrums übersiedelt, um eine rechtzeitige Gewöhnung an die neue Umgebung zu gewährleisten.

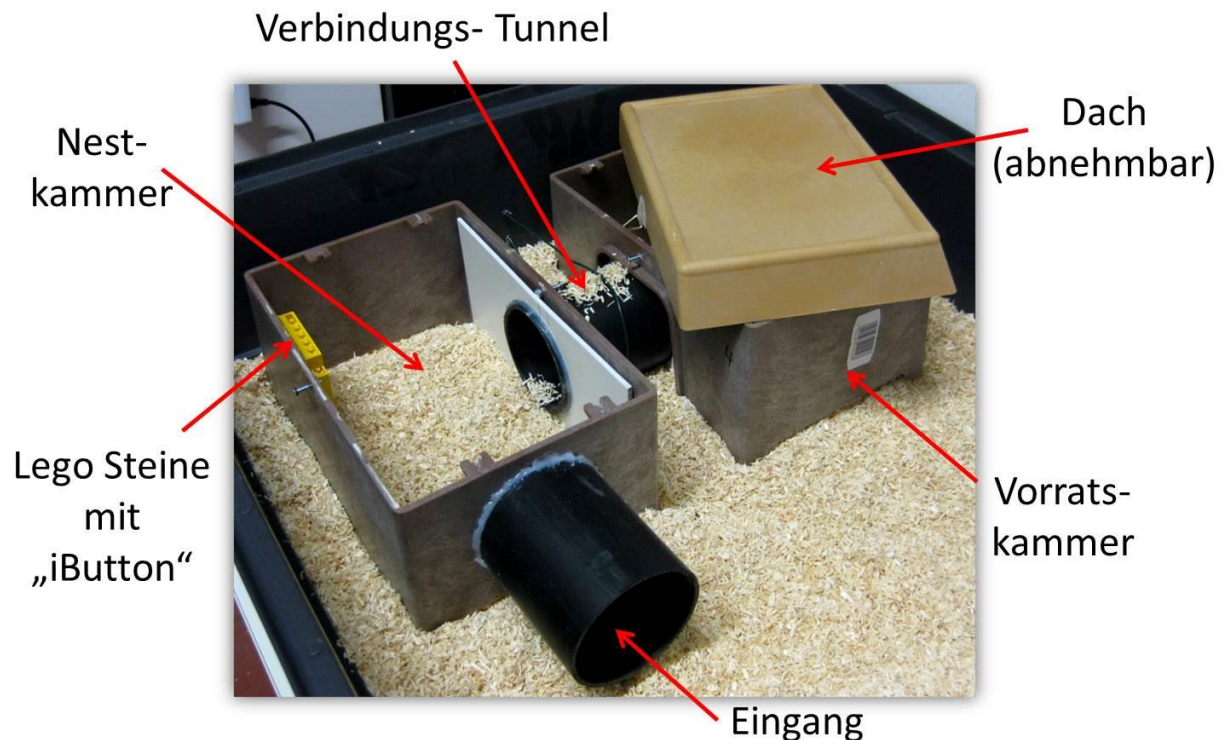


Abbildung 1: Versuchsaufbau mit künstlichem „Hamsterbau“.

2.3. Klimakammer

Von der Umsiedlung bis zum Versuchsstart wurde die Temperatur langsam gesenkt. Im Versuchszeitraum lag die Temperatur zwischen 4° C und 6° C, was die Außentemperaturen widerspiegelte.

Das Lichtregime in der Klimakammer wurde wöchentlich an die Freilandkonditionen angepasst.

Die Daten wurden von 1. Dezember 2009 durchgehend bis zum 31. März 2010 gesammelt.

2.4. Gewichtsmessung

Zu Beginn des Experiments wurden in jedem Käfig 800 g Körnermix, bestehend aus Hafer, Gerste, Weizen und Sonnenblumenkerne (reich an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (MUF)) und Altromin (Nr. 3023) im Mischverhältnis 1: 1: 1: $\frac{1}{3}$: 1 verstreut. Die Tiere sollten dieses Futter selbst in die Vorratskammer eintragen. Die Futtermenge war in früheren Experimenten im Ausland als ausreichende Ration für die Überwinterung ermittelt worden (Siutz, pers. Kommentar). Zusätzlich wurden Heu und Äste als Nahrung und zur

Zahnabnützung zur Verfügung gestellt. Wasser war immer in einer Schüssel vorhanden und wurde jeden Tag gewechselt.

Einmal pro Monat wurden die Häuschen kontrolliert und die Hamster und die jeweiligen Vorräte gewogen.

Die Hamster wurden zu diesem Zweck mit Lebendfallen eingefangen und mithilfe des Fangsackes auf einer gewöhnlichen Küchenwaage (auf Zehntel genau) gewogen.

Folgende Gewichtsdaten wurden in dieser Studie unterschieden:

- Gewicht Fang: Gewicht des Tieres beim Fang im Oktober.
- Gewicht Beginn: Gewicht des Tieres bei der Umsiedlung in die Klimakammer kurz vor Versuchsstart (Ende November).
- Gewicht nach Winterschlaf: Gewicht nach dem letzten gezeigten Torpor.
- Gewicht Ende: Gewicht am Ende des Versuchs am 31.03.2013
- Gewichts Differenz/Gewichtsverlust: Gewicht Ende minus Gewicht Beginn.

Um die Vorräte zu wiegen wurden diese gewissenhaft von der Einstreu getrennt und auf der oben genannten Küchenwaage gewogen.

Falls ein Hamster die gesamten Vorräte verbraucht hatte, wurde erneut Futter bereitgestellt. Dies war je nach Individuum unterschiedlich oft nötig.

Der „Futtermittelverbrauch“ wurde als gesamter Futtermittelverbrauch von 1. Dezember bis 31. März definiert. Zusätzlich wurde der Futtermittelverbrauch pro Tag vor, während und nach dem Winterschlaf festgestellt.

2.5. Temperaturobzeichnung

Die Temperatur im Nest wurde mit zwei Methoden gemessen:

1. mit „iButtons“: Ein „iButton“ ist ein Computerchip (Durchmesser 16 mm) in einem widerstandsfähigen, rostfreien Edelstahlgehäuse, der im Innen- und Außenbereich verwendet werden kann. Dieser Chip misst und speichert Temperaturdaten, Uhrzeiten und Datum.

Die „iButtons“ zeichneten die Temperatur in der Nestkammer auf. Das Messintervall betrug 5 Minuten. Um die „iButtons“ vor den Hamstern zu schützen, wurde eine Legobox mit Deckel konstruiert. Die Befestigung des Schutzbehälters erfolgte an der Wand der Schlafkammer, direkt neben dem Nest. Der „iButton“ konnte somit zum Auslesen der Daten (1-mal/Monat) aus der Nestkammer entfernt werden. Die Datenübertragung erfolgte über einen „Blue Dot“-Anschluss, der an einen 1-Wire-Adapter angeschlossen und mit einem PC verbunden war. Die PC-Software „Thermo23“ (Version 4.5c) transferierte die Messdaten in ein Excel File.

2. mit Thermosensoren: Die verwendeten Thermosensoren besitzen ein digitales Display von dem ein langes Kabel mit einem Temperaturfühler an der Spitze wegführt. Der Sensor und das Display können somit an verschiedenen Orten befestigt werden.

Das Display wurde außerhalb des Käfigs befestigt. Von dort führte ein Kabel direkt unter das Nest der Hamster. Das ermöglichte (zusätzlich zu den „iButtons“) eine Echtzeitüberwachung der Temperatur im Nest. Täglich, immer um 8:00 und 16:00 Uhr, wurde die Temperatur abgelesen um festzustellen, ob sich der Hamster gerade in einer euthermen Phase oder in einer Torporphase befand.

Durch beide Methoden der Temperaturaufzeichnung war es möglich, für jeden Hamster über die 4 Monate den Temperaturverlauf und die Länge der euthermen und Torporphasen festzustellen und so ein Winterschlafmuster zu erstellen.

Folgende Parameter konnten aus den Daten gewonnen werden: Anzahl und Länge der Torporphasen, Winterschlafdauer sowie die Zeit, in der sich der Hamster in den euthermen Phasen befunden hat.

Definiert wurden die Parameter folgendermaßen:

- „Torporbouts“: In den Temperaturdaten wurde nach längeren konstanten Temperaturabsenkungen gesucht. Falls diese Temperaturabsenkung nur abrupt und sehr kurz war, wurde angenommen, dass der Hamster den Bau nur kurz verließ. Falls aber eine langsame Temperaturabsenkung, danach eine längere, konstante Phase mit sehr tiefen Temperaturen und anschließend ein stufenweiser Temperaturanstieg gefunden wurden, wurde dies als Torpor gekennzeichnet. Die Dauer wurde folgendermaßen berechnet: „1. Tag des Anstieges“ minus „1. Tag der minimalen Temperatur“. Mit diesen Daten wurde die Anzahl der Torporbouts (gesamte Anzahl der gezeigten Torporphasen) und die durchschnittliche Torpordauer berechnet.
- Erster Torpor / Letzter Torpor: Die „Tage im Versuch“ wurden als Anzahl der Tage nach dem Versuchsstart am 1. Dezember (Tag 1) definiert. Der „Tag“, an dem der erste Tag im Torpor gefunden wurde, wurde als „Erster Torpor“ notiert. In gleicher Weise wurde der „Letzte Torpor“ als letzter Tag im Torpor mithilfe des Datums ausgerechnet.
- Winterschlafdauer: Die Tage im Winterschlaf wurden durch die Differenz zwischen dem ersten Tag im Torpor und dem letzten Tag im Torpor berechnet.

2.6. Verhaltensaufzeichnung und Videoauswertung

- **Petrischalen:** Um herauszufinden, ob ein Hamster seinen „Bau“ verlassen hat, wurde ein durchsichtiger Petrischalen-Deckel vor dem Eingang platziert und durch Anhäufung mit Einstreu fixiert. Immer um 8:00 und um 16:00 Uhr wurde der Status der Petrischale (offen/geschlossen) kontrolliert und notiert.
- **Videoaufzeichnung:** Um das Verhalten und die Aktivität außerhalb des Baus ungestört aufnehmen zu können, wurde täglich zwischen 8:00 und 16:00 Uhr eine handelsübliche Videokamera auf einem Stativ vor dem Käfig platziert. Pro Tag konnte immer nur 1 Individuum beobachtet werden. Der zu beobachtende Hamster wurde zufällig ausgewählt, jedoch sollte die Anzahl der Videoaufnahmen bei jedem Tier in etwa gleich sein.

- **Videoauswertung:**

Die aufgezeichneten Videos wurden auf einen PC übertragen und mit dem VLC Media Player angeschaut. Bei jedem Video wurde zuerst kontrolliert, ob ein Hamster wach/zu sehen war.

Falls der Hamster den Bau verließ, wurde die Dauer jedes Verhaltens in Sekunden gemessen und protokolliert. Somit war es möglich, Anzahl und Dauer jeder Verhaltensweise zu ermitteln. Zusätzlich wurde die Zeit außerhalb (im Folgenden „Zeit außerhalb Bau“ genannt/ZAB) und innerhalb des Baus ausgewertet, um die Aktivität der Hamster zu ermitteln. Auch wie oft der Hamster den Bau verlassen hat (im Folgenden „Anzahl der Bouts“ genannt/ADB) wurde erfasst.

Folgende Verhaltensweisen konnten beobachtet und unterschieden werden (nach Ziomek et al. 2009): Aufrichten, Graben, Hängen am Gitter, Herauskommen aus dem Bau, (Hinaus-)Schauen, Klettern am Gitter, Lokomotion, Manipulation (Nagen am Gitter, Objekte verschieben, ...), Nahrung sammeln, Putzen, Sitzen, Schauen aus Bau, Schauen in Bau, Trinken, Verschwinden im Bau.

Für die Endauswertung wurden Dauer und Anzahl von: Nahrung sammeln, Trinken, Graben, Lokomotion gesamt (Klettern und Lokomotion) und Ruhen gesamt (Hinausschauen, Hängen, Sitzen) verwendet.

2.7. Ende des Experiments

Der Versuch endete am 31.03.2010. Zu diesem Zeitpunkt hatten alle Tiere den Winterschlaf beendet. Fortan wurde die Temperatur wieder erhöht und langsam den Außentemperaturen angenähert, um die Tiere auf die Auswilderung vorzubereiten. Das Lichtregime wurde nach wie vor den Freilandkonditionen angepasst. Frischfutter, Körner und Wasser standen ab jetzt ad libitum zur Verfügung. In dem Gebiet, in das die Hamster übersiedeln sollten, wurde für jeden Hamster ein passender, unbewohnter Bau gesucht. Zwischen dem 21.04.2010 und dem 30.04.2010 wurden alle Hamster wieder in die Wildnis entlassen. Für die erste Zeit wurden den Hamstern Futtervorräte mitgegeben.

2.8. Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Softwareprogramm „SPSS“. Die Normalverteilung der Daten wurde mit dem „Shapiro-Wilk-Test“ festgestellt. Um Geschlechtsunterschiede zwischen Männchen und Weibchen ermitteln, wurde der „Mann-Whitney-U-Test“ bei nicht normalverteilten Daten und der „Student t-test“ bei normalverteilten Daten durchgeführt. Bei Gruppenvergleichen wurde der „Friedman-Test“ (bei nicht normalverteilten Daten) verwendet. Korrelationen wurden mittels „Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson“ (bei normalverteilten) und „Rangkorrelation nach Spearman“ (bei nicht-normalverteilten Daten) ermittelt. Für Tabellen und Abbildungen wurden der Mittelwert (M , *mean*), die Standardabweichung (SD , *standard deviation*) und der Standardfehler (SE *standard error*) berechnet.

3. Ergebnisse

3.1. Winterschlaf

Anhand von Temperaturmessungen (iButtons, Thermosensoren, Petrischalen aktiv/inaktiv) konnten euthermie Phasen und Torporphasen unterschieden werden (Abbildung 3).

Die Temperaturaufzeichnungen der iButtons sowie der Thermosensoren (ohne Abbildung) lieferten ähnliche Ergebnisse.

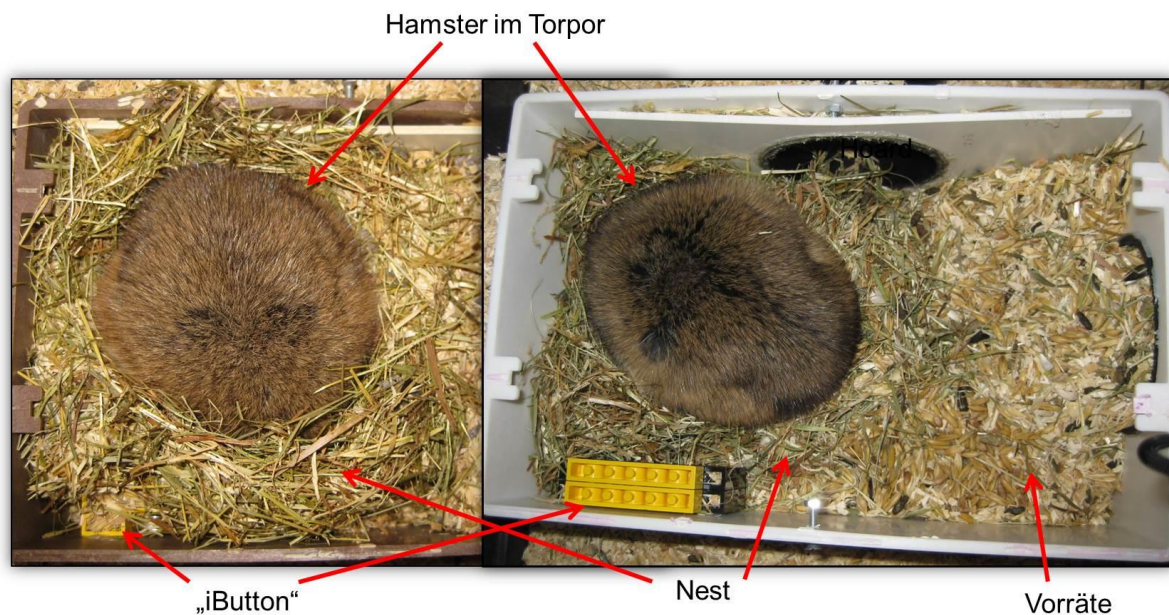


Abbildung 2: Nestboxen mit abgenommenen Dächern. Zu sehen sind zwei Hamster in kugelförmiger Haltung im Torpor, das Nest, in dem sie schlafen, die Legosteinkonstruktion mit dem „iButton“ (der die Temperatur misst) und die Vorräte, die fälschlicherweise in der Nestbox gelagert wurden.

In den 121 Versuchstagen zeigten alle Hamster (bis auf ein Weibchen) Winterschlaf. Die Hamster nahmen dabei eine kugelförmige Körperhaltung ein (Abbildung 2). Der erste Torpor wurde durchschnittlich $40,6 \pm 25,8$ Tage (Datum ~ 10.01.2010) nach Versuchsbeginn gezeigt (Min.: 4.Tag, Max.: 95.Tag). Der letzte Torpor endete durchschnittlich am $90,2 \pm 10,1$ Tage nach Versuchsbeginn (Datum ~ 28.02.2010) (Min.: 78. Tag, Max.: 113 Tag). Die Winterschlafdauer variierte zwischen 2 und 84 Tagen ($\bar{x} 49,6 \pm 26,6$ Tage). Durchschnittlich verbrachten die Hamster 41 ± 22 % (Min.: 1,7%, Max.: 69,4%) der Gesamtzeit des Versuchs im Torpor. Es gab keinen Geschlechtsunterschied in der Winterschlafdauer (t-test, $p > 0,05$, $n = 6/4$, Tabelle 2).

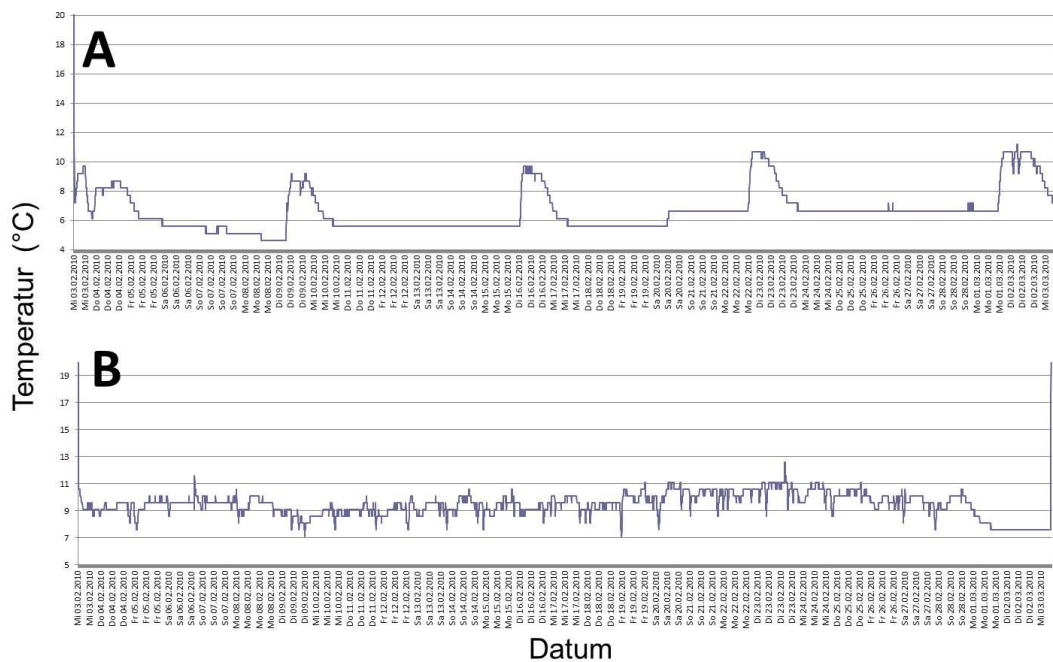


Abbildung 3: Temperaturauswertung mithilfe der iButtons in der Zeit von 02.03.2010 bis 03.03.2010 von 2 Hamstern. Bei Hamster A sind mehrere Torporbouts zu erkennen. Hamster B hat keinen Torpor gezeigt.

Es konnten 2-13 Torporbouts ($\bar{x} 5,9 \pm 3,6$) beobachtet werden. Die Länge der Torporbouts variierte zwischen 2 und 4,3 Tagen ($\bar{x} 2,8 \text{ Tage} \pm 0,8$). Tiere mit mehr Torporbouts hatten auch längere Torporbouts ($p=0,010$, $r_p=0,765$, $n=10$).

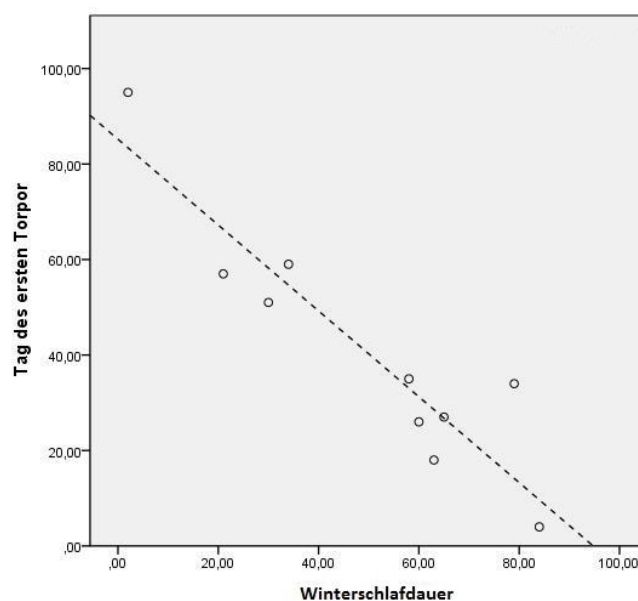


Abbildung 4: Korrelation zwischen dem Tag des ersten Torpors (gerechnet ab Beginn des Versuchs, 1. Versuchstag = Tag 1) und der Winterschlafdauer (Tage) ($r_p=-0,925$).

Tiere, die früh im Jahr Torpor zeigten ($p=0,000$, $r_p=-0,925$, $n=10$, Abbildung 4), wiesen eine längere Winterschlafdauer, mehr Torporbouts ($p=0,033$, $r_p=0,675$, $n=10$) und eine längere Torpordauer ($p=0,019$, $r_p=0,719$, $n=10$) auf.

Tabelle 2: Vergleich der Winterschlafdaten zwischen Männchen und Weibchen (t-test, $n=6/4$, $M \pm SD$).

Geschlecht	Anzahl der Torporbouts (ges.)	Torpor-dauer $\bar{\emptyset}$	Tag erster Torpor	Tag letzter Torpor	Tage im Winterschlaf (ges.)	Zeit im Winterschlaf (%)
$\bar{\emptyset}$ Männchen	$7,7 \pm 3,4$	$3,0 \pm 0,9$	$37,2 \pm 22,5$	$89,0 \pm 13,0$	$51,8 \pm 27,0$	$42,8 \pm 22,3$
$\bar{\emptyset}$ Weibchen	$3,3 \pm 2,2$	$2,6 \pm 0,6$	$45,8 \pm 33,1$	$92,0 \pm 4,6$	$46,3 \pm 29,7$	$38,2 \pm 24,5$
	* $p<0,05$	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Männliche Hamster zeigten mehr Torporbouts als weibliche (t-test, $p=0,037$, $n=6/4$, Abbildung 5, Tabelle 2). Keine Geschlechtsunterschiede gab es bei der Länge der Torporbouts, der Winterschlafdauer und beim Zeitpunkt des ersten/letzten Torpor (t-test, $p>0,05$, $n=6/4$).

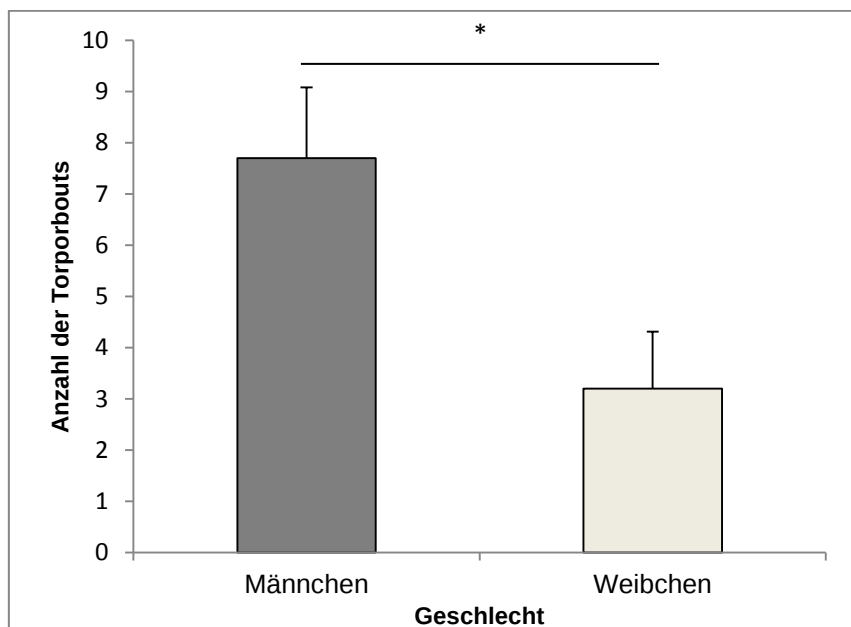


Abbildung 5: Vergleich der Anzahl der Torporbouts zwischen männlichen und weiblichen Feldhamstern ($n=6/4$, $M \pm SE$).

3.2. Futterverbrauch

Beim Futterverbrauch konnten große individuelle Unterschiede festgestellt werden (Min.: 353g, Max.: 1700g, Tabelle 3). Durchschnittlich wurden $1257,2 \pm 437,3$ g ($10,4 \pm 3,6$ g /Tag) verbraucht. Ein signifikanter Geschlechtsunterschied war aber nicht zu erkennen (t-test, $p > 0,05$, $n=6/4$, Tabelle 3).

Tabelle 3: Vergleich des Futterverbrauchs (FV) von männlichen und weiblichen Feldhamstern. WS= Winterschlaf (t-test und U-test; $n=6/4$, $M \pm SD$)

Geschlecht	FV gesamt (g)	FV pro Tag gesamt (g)	FV pro Tag vor WS (g)	FV pro Tag während WS (g)	FV pro Tag nach WS (g)
Ø Männchen	$1101,1 \pm 490,6$	$9,0 \pm 4,1$	$7,1 \pm 8,0$	$5,1 \pm 1,9$	$12,0 \pm 6,0$
Ø Weibchen	$1491,3 \pm 225,3$	$12,3 \pm 1,9$	$7,5 \pm 9,0$	$6,8 \pm 6,6$	$13,3 \pm 3,7$

* $p < 0,05$

n.s.

n.s.

n.s.

n.s.

n.s.

Der Futterverbrauch nahm mit der Anzahl der Torporbouts ($p < 0,000$, $r_p = -0,875$, $n=10$), der Torpordauer ($p < 0,000$, $r_p = -0,914$, $n=10$) und der Winterschlafdauer ($p = 0,026$, $r_p = -0,914$, $n=10$) ab (Abbildung 6). Je mehr Zeit der Hamster im Torpor verbrachte, desto mehr Futter wurde nach dem Winterschlaf verbraucht ($p = 0,005$, $r_s = -0,806$, $n=10$).

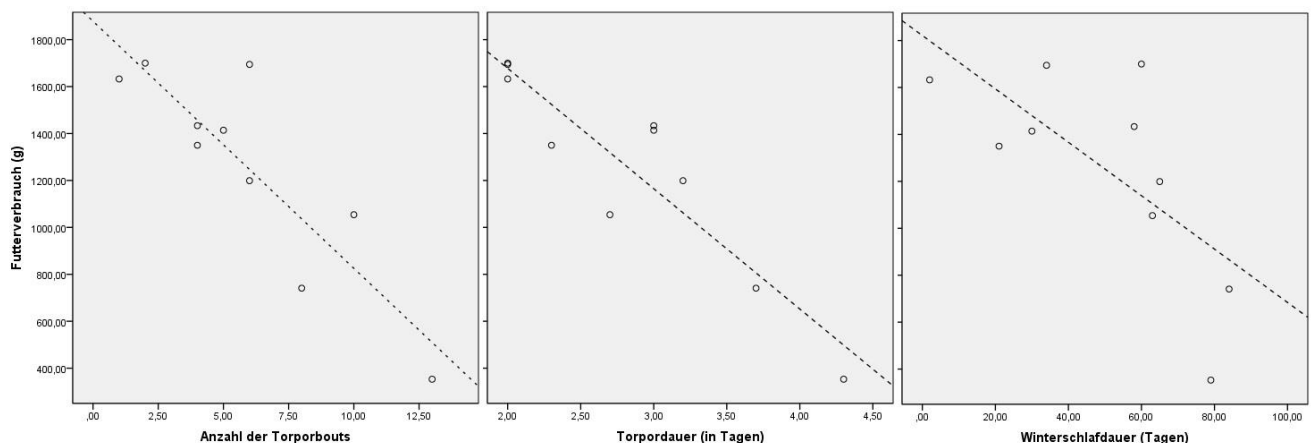


Abbildung 6: Korrelationen des Futterverbrauchs (g) mit der Anzahl der Torporbouts ($r_p = -0,875$; links), der Torpordauer ($r_p = -0,914$; in Tagen, Mitte) und der Winterschlafdauer ($r_p = -0,914$; in Tagen, rechts).

Der Futterverbrauch pro Tag vor, während und nach der Winterschlafphase wies signifikante Unterschiede auf (Friedmann Test, $p = 0,025$, $n=10$). Der Verbrauch war nach dem Winterschlaf höher als vor und während diesem (Abbildung 7). Ein signifikanter Unterschied

zeigte sich vor und nach dem Winterschlaf (Wilcoxon-Test, $p = 0,037$, $n=10$) sowie während und nach dem Winterschlaf (Wilcoxon-Test, $p = 0,013$, $n=10$).

Beim Futterverbrauch pro Tag gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen Männchen und Weibchen (Mann-Whitney U-Test, $p > 0,05$, $n=6/4$, Tabelle 3).

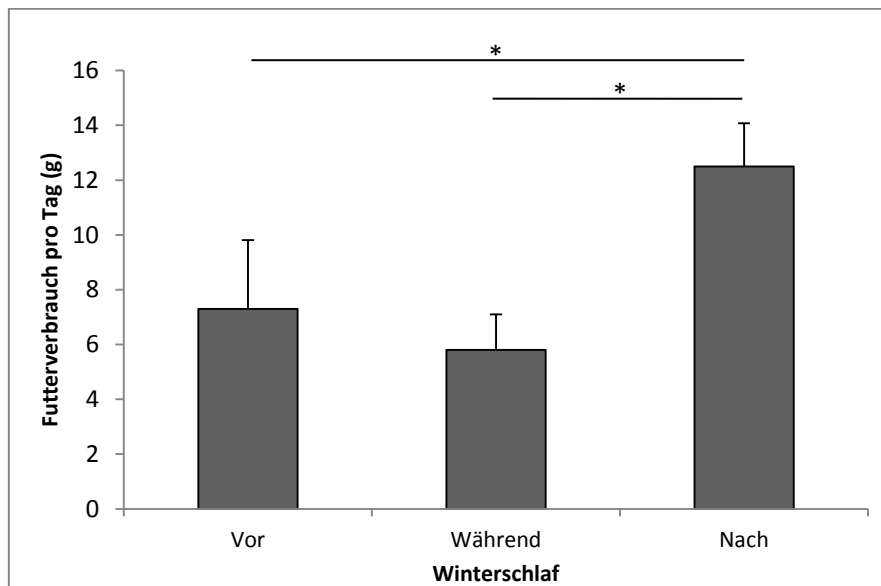


Abbildung 7: Unterschiede im Futterverbrauch pro Tag vor, während und nach dem Winterschlaf in Gramm (M ± SE).

Anfang Jänner hatten die Männchen noch signifikant mehr Vorräte im Bau als die Weibchen (t-test, $p > 0,021$, $n=6/4$; Männchen $Ø 398 \pm 191g$, Weibchen $Ø 143,6 \pm 51,5g$). Bei allen weiteren Messungen konnten keine signifikanten Geschlechtsunterschiede festgestellt werden (t-test, $p > 0,05$, $n=6/4$).

3.3. Gewichtsveränderung

Beim Fang der Tiere im Oktober konnte bei den Hamstern kein Geschlechtsunterschied festgestellt werden (t-test, $p > 0,05$, $n=6/4$; Tabelle 4)

Das Gewicht der männlichen Hamster, zu Beginn des Versuchs im November, lag allerdings signifikant über dem der Weibchen (t-test, $p = 0,011$, $n=6/4$, Tabelle 4). Das Anfangsgewicht aller Tiere war durchschnittlich $248,7 \pm 38,0g$ (Min.: 208g, Max.: 309g). Nach dem Winterschlaf war kein Unterschied mehr feststellbar (t-test, $p > 0,05$, $n=6/4$, Tabelle 4)

Beim Versuchsende hatten die Hamster ein Gewicht von durchschnittlich $291,8 \pm 64,5g$ (Min.: 192,5g, Max.: 386g)

Tabelle 4: Gewichtsvergleich von weiblichen und männlichen Feldhamstern. VB= Versuchsbeginn, VE= Versuchsende, WS= Winterschlaf (t-test, n=6/4, M ± SD).

Geschlecht	Gewicht Fang (g)	Gewicht VB (g)	Gewicht nach WS (g)	Gewicht VE (g)	Δ Gewicht nach WS (g)	Δ Gewicht bei VE (g)	Gewichtsverlust gesamt (%)
♂ Männchen	243,0 ± 38,5	269,8 ± 34,5	230,4 ± 53,6	318,9 ± 69,1	-39,4 ± 44,4	49,1 ± 54,7	14,7 ± 15,0
♀ Weibchen	211,8 ± 6,7	217,0 ± 11,2	186,0 ± 17,7	251,0 ± 28,7	- 31,0 ± 18,1	34,0 ± 39,5	14,2 ± 8,4
	* p<0,05	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Bei beiden Geschlechtern gab es einen deutlichen Anstieg des Gewichts nachdem der letzte Torpor gezeigt wurde (Abbildung 8). Das Gewicht aller Individuen nahm zu unterschiedlichen Zeiten zu, wie auch der Winterschlaf zu unterschiedlichen Zeiten beendet wurde. Das Gewicht am Ende des Versuchs war signifikant höher als zum Beginn des Versuchs (Wilcoxon Test, p=0,013, n=10).

Der Gesamtgewichtsverlust vom Versuchsbeginn bis zum Ende der Winterschlafphase betrug durchschnittlich -36,5 ± 35g (Min.: -108g, Max.: 27g). Hierbei war kein Unterschied zwischen Männchen und Weibchen erkennbar (t-test, p>0,05, n=6/4, Tabelle 4).

Vom Anfang des Versuchs bis zum Ende der Winterschlafphase haben die Tiere am Tag durchschnittlich -0,3 ± 0,26g (Min.: -0,82g, Max.: 0,2g;) verloren. Hierbei war kein Unterschied zwischen Männchen und Weibchen erkennbar (t-test, p>0,05, n=6/4, ♂ Ø -0,29 ± 0,33g, ♀ Ø -0,24 ± 0,14g, Tabelle 4).

Durchschnittlich wurden 14,5 ± 12,2 % (Min.: -9,3%, Max.: 35%) vom Anfangsgewicht verloren. Der Verlust war bei Männchen und Weibchen ähnlich (t-test, p>0,05, n=6/4, Tabelle 4).

Die Gewichtszunahme vom Versuchsbeginn bis zum Ende des Versuchs am 31.März war durchschnittlich 43,1 ± 47,4 g (Min.: -41,5g, Max.: 95g).

Durchschnittlich haben die Tiere pro Tag 0,3 ± 0,4g (Min.: -0,3g, Max.: 0,7) zugenommen. Hierbei war wiederum kein Unterschied zwischen den Geschlechtern feststellbar (t-test, p>0,05, n=6/4, Tabelle 4).

Die Tiere haben also bis nach dem Winterschlaf abgenommen, aber bis zum Versuchsende am 31. März wieder an Gewicht zugelegt.

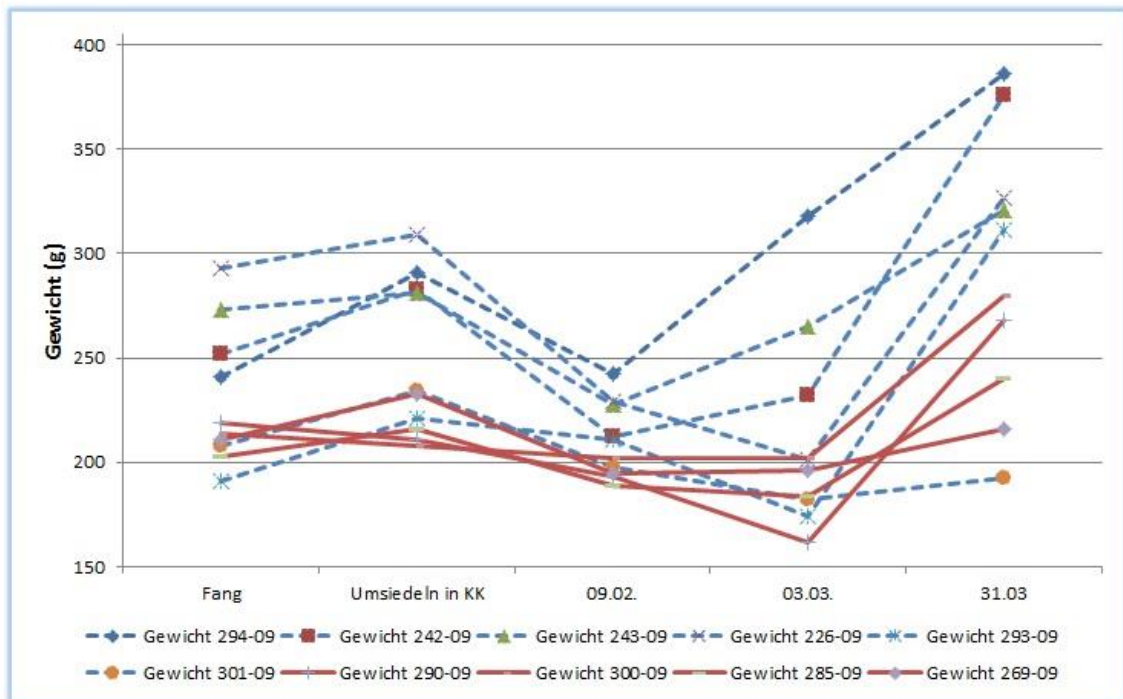


Abbildung 8: Veränderung des Gewichts (g) während der Versuchszeit. Die weiblichen Hamster sind mit durchgehender roter Linie, die männlichen mit gestrichelter blauer Linie gekennzeichnet.

Je früher der letzte Torpor beendet wurde, desto größer war die Gewichtszunahme nach dem Winterschlaf ($p=0,006$, $r_p=-0,795$, $n=10$; Abbildung 9).

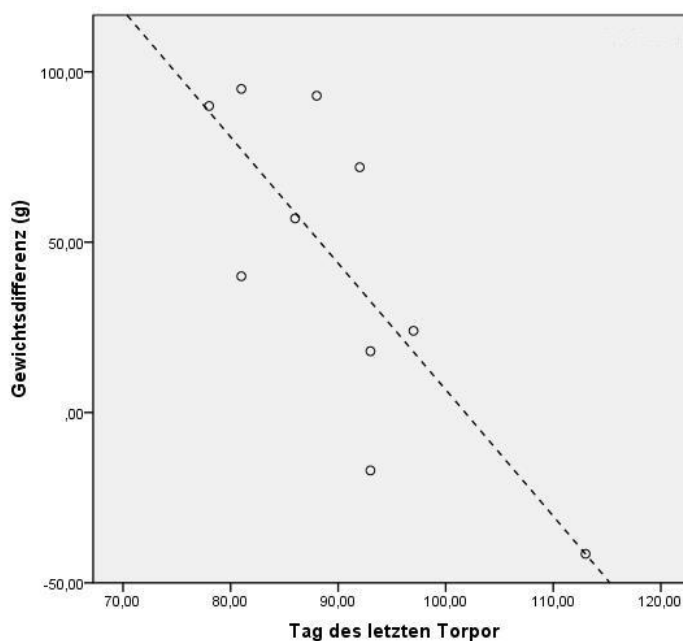


Abbildung 9: Korrelation der Gewichts Differenz (Gewicht Ende minus Gewicht Beginn) mit dem Tag des letzten Torpor (gerechnet ab Versuchsbeginn), ($r_p=-0,795$).

Begann der Winterschlaf spät im Jahr, wurde dieser nur kurz gezeigt und entsprechend waren zusätzlich nur wenige Torporbouts ersichtlich, nahm das Gewicht (Δ Versuchsbeginn bis Versuchsende) zu. Gab es jedoch einen frühen und langen Winterschlaf, nahm das Gewicht (Δ Versuchsbeginn bis Versuchsende) ab.

3.4. Tägliche Aktivitätsmessung

Die anhand von Petrischalen gewonnen Datensätze zeigten, ob ein Hamster den Bau verlassen hatte. Die Hamster waren an durchschnittlich $80 \pm 17,7\%$ (Min.: 38,1% Max.: 98,8%) des Beobachtungszeitraums außerhalb des Baus aktiv. Somit waren die Hamster in der Versuchszeit an mehr Tagen außerhalb des Baus, als ausschließlich innerhalb.

Zwischen den Geschlechtern gab es keinen Unterschied (t-test, $p > 0,05$, $n = 6/4$). Die Männchen waren durchschnittlich $73,3 \pm 19,5\%$ der Versuchstage außerhalb des Baus und die Weibchen $89,9 \pm 9,4\%$.

In der Nacht verließen die Hamster häufiger den Bau als am Tag (Nacht: $75,0 \pm 18,9\%$, Tag: $33,1 \pm 14,3\%$ der Versuchstage).

3.5. Verhalten

Insgesamt wurden 102 Videos mit einer Laufzeit von über 782 Stunden ausgewertet. Auf 57 Videos war ein außerhalb des Baus aktiver Hamster zu sehen.

Die häufigsten Verhaltensweisen waren Lokomotion und Ruhen. Nahrung sammeln, Trinken und Graben waren seltener zu sehen. Lokomotion und Nahrung sammeln wurde länger gezeigt als Ruhen, Trinken und Graben (Abbildung 10).

Je öfter ein Hamster Lokomotion zeigte, desto geringer war das Gewicht am Ende des Versuchs ($p = 0,029$, $r_s = 0,685$, $n = 10$).

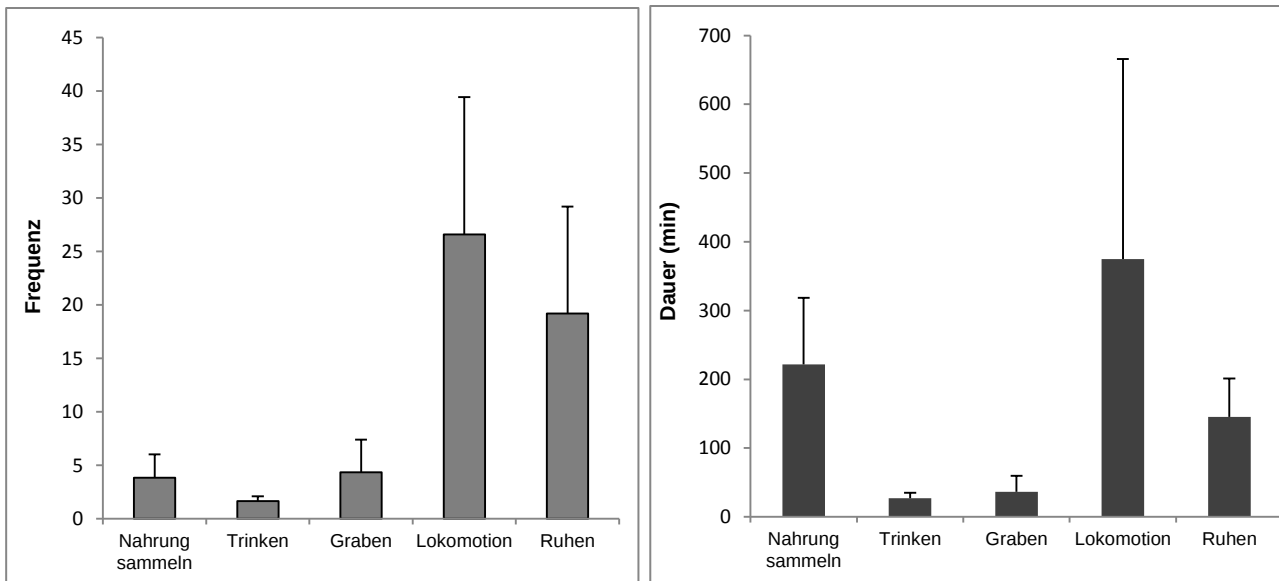


Abbildung 10: Unterschiede der Frequenz (links) und der Dauer in Minuten (rechts) in den Verhaltensweisen: Nahrung sammeln, Trinken, Graben, Lokomotion, Ruhen, ($M \pm SE$).

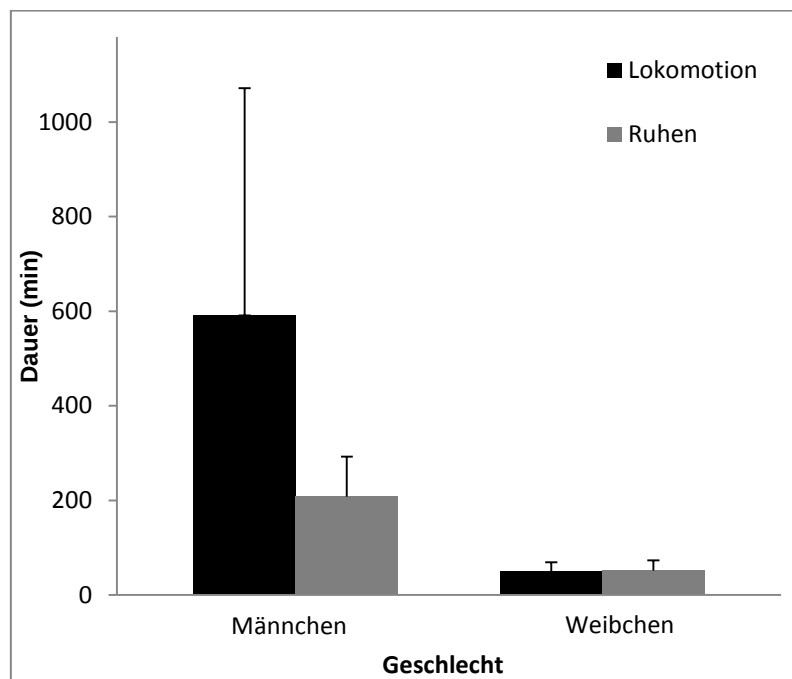


Abbildung 11 : Geschlechtsunterschiede zwischen männlichen und weiblichen Feldhamstern in der Dauer der Lokomotion (schwarz) und der Ruhedauer (grau) ($n=6/4$, $M \pm SE$)

Geschlechtsunterschiede im Verhalten konnten bei der Lokomotionsdauer (Mann-Whitney U-Test, $p=0,038$, $n=6/4$) und der Ruhedauer (Mann-Whitney U-Test, $p=0,019$, $n=6/4$) festgestellt werden, wobei bei beiden die männlichen Tiere höhere Werte zeigten (Abbildung 11).

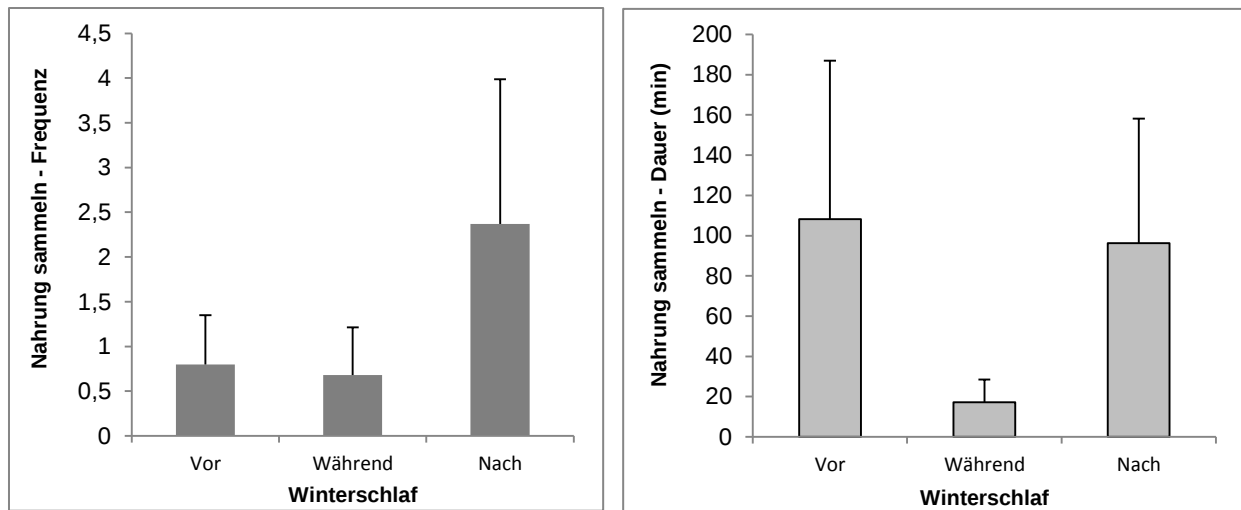


Abbildung 12: Unterschiede in der Frequenz (links) und der Dauer in Minuten (rechts) im Nahrung sammeln vor, während und nach dem Winterschlaf ($M \pm SE$).

Je häufiger Nahrung vor dem Winterschlaf gesammelt wurde, desto mehr wurde auch verbraucht ($p=0,018$, $r_s=0,724$, $n=10$).

Es gab keinen Unterschied in der Dauer und der Frequenz von Nahrung sammeln vor, während und nach dem Winterschlaf (Friedmann Test, $p>0,05$, $n=10$, Abbildung 12), jedoch waren sehr große individuelle Unterschiede feststellbar.

3.6. Zeit außerhalb Bau /Anzahl der Bouts

Bei der „Anzahl der Bouts“ (ADB) und der „Zeit außerhalb Bau“ (ZAB) konnten keine Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen festgestellt werden (Mann-Whitney U-test, $p>0,05$, $n=6/4$).

Tabelle 5: Vergleich von der Zeit außerhalb des Baus (ZAB, in Minuten) und der Anzahl, wie oft der Hamster den Bau verlassen hat (ADB), zwischen Männchen und Weibchen. WS = Winterschlaf ($M \pm SE$)

Geschlecht	ZAB vor WS (min)	ZAB während WS (min)	ZAB nach WS (min)	ADB vor WS	ADB während WS	ADB nach WS
Ø Männchen	3,7 ± 3,4	11,1 ± 14,2	10,3 ± 21,9	1,0 ± 0,6	0,9 ± 1,0	2,7 ± 5,0
Ø Weibchen	4,3 ± 7,6	0,4 ± 0,5	3,4 ± 3,4	0,9 ± 0,8	0,2 ± 0,2	0,5 ± 0,4

Es gab keine signifikanten Unterschiede in der „Anzahl der Bouts“ und in der „Zeit außerhalb Bau“ vor, während und nach dem Winterschlaf (Friedmann-Test, $p > 0,05$, $n=10$, Tabelle 5).

Vor dem Winterschlaf waren die Hamster seltener und kürzer außerhalb des Baus zu beobachten. Während dem Winterschlaf waren sie sehr selten außerhalb des Baus aktiv, aber wenn Sie aktiv waren, dann in längeren Bouts als vor dem Winterschlaf. Nach dem Winterschlaf verließen sie am häufigsten und auch am längsten den Bau (Abbildung 12).

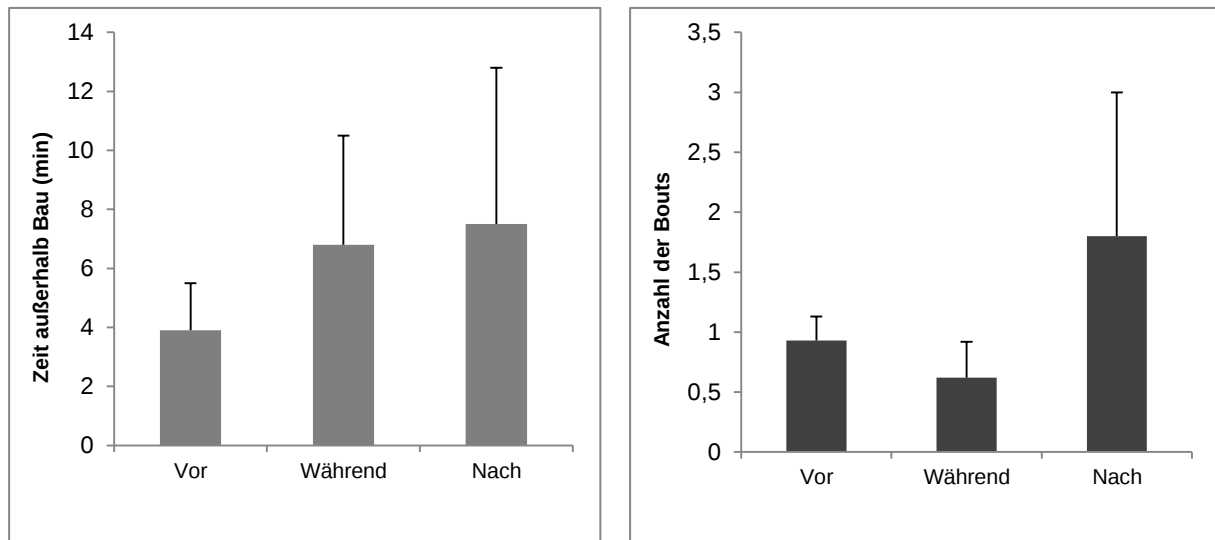


Abbildung 13: Zeit außerhalb des Baus und Anzahl der Bouts vor, während und nach dem Winterschlaf ($M \pm SE$)

Die „Anzahl der Bouts“ stieg mit der Anzahl der Torporbouts ($p=0,002$, $r_s = 0,847$, $n=10$) und mit der Länge des Winterschlafs ($p=0,018$, $r_s = 0,723$, $n=10$). Sie nahm jedoch mit dem Futterverbrauch ab ($p=0,012$, $r_s = -0,754$, $n=10$).

Um zu ermitteln, ob der bimodale Aktivitätsrhythmus auch im Winter anhält, wurden die täglichen 8 Stunden Filmaufnahmen in 3 Tageszeiten eingeteilt: Morgen (Stunde 1+2), Mittag (Stunde 3-6) und Abend (Stunde 7-8).

Sowohl bei der „Anzahl der Bouts“, als auch bei der „Zeit außerhalb Bau“ konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Friedmann-Test, $p > 0,05$, $n=10$, Abbildung 14). Alle Werte weisen eine hohe individuelle Variation auf.

Bei der „Anzahl der Bouts“ gab es ebenfalls keine Unterschiede zwischen den Tageszeiten (Morgen, Mittag, Abend) (Friedmann-Test, $p > 0,05$, $n=10$). Dieses Ergebnis war vor, während und nach dem Winterschlaf ident.

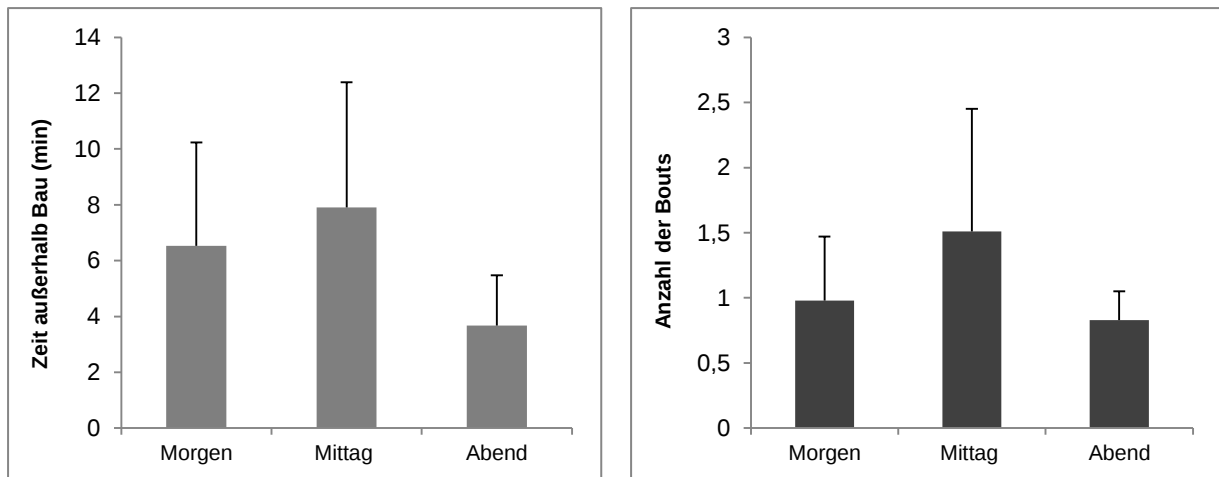


Abbildung 14: Unterschiede in den Tageszeiten (Morgen, Mittag, Abend) während der Versuchsdauer. Links ist die Zeit außerhalb des Baus und rechts die „Anzahl der Bouts“ dargestellt ($M \pm SE$).

Bei der „Zeit außerhalb Bau“ war ein Unterschied zwischen Morgen, Mittag und Abend ersichtlich. Diesen Unterschied gab es aber nur vor dem Winterschlaf (Friedmann Test, $p=0,020$, $n=10$). Zwischen Mittag und Abend war kein signifikanter Unterschied feststellbar (Wilcoxon Test, $p>0,05$, $n=10$), jedoch gab es einen Unterschied zwischen Morgen und Abend ($p=0,050$) und zwischen Morgen und Mittag ($p=0,018$). Am Morgen wurde dabei weniger Zeit außerhalb des Baus verbracht als zu Mittag oder am Abend (Abbildung 15). Während und nach dem Winterschlaf gab es keine Unterschiede.

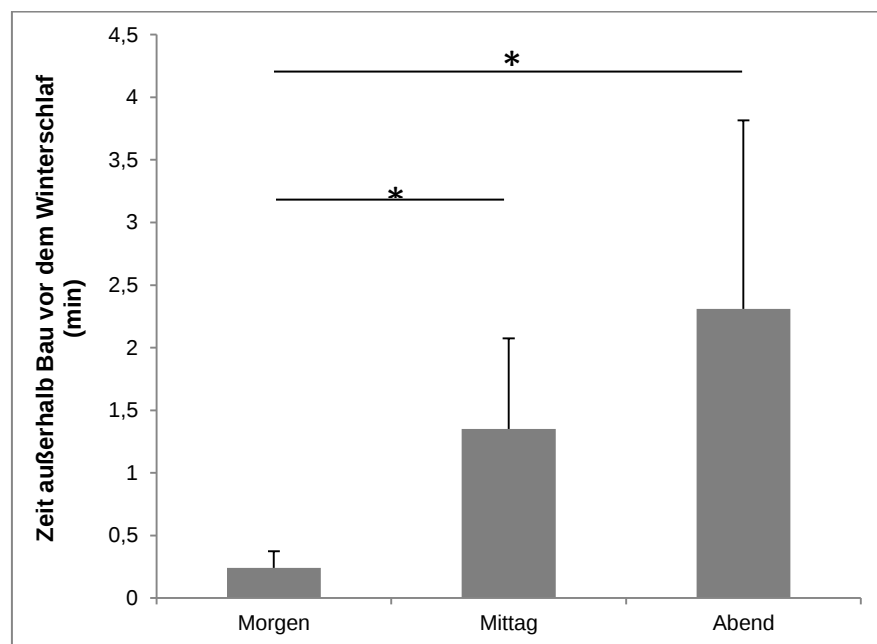


Abbildung 15: Unterschiede bei der außerhalb des Baus verbrachten Zeit (vor dem Winterschlaf) je nach Tageszeit ($M \pm SE$).

Je früher der erste Torpor gezeigt wurde, desto mehr Zeit verbrachte der Hamster nach dem Winterschlaf außerhalb des Baus ($p=0,001$, $r_s = -0,879$, $n=10$).

Wenn vor dem Winterschlaf öfter Nahrung gesammelt ($p=0,004$, $r_s = -0,81$, $n=10$) und mehr Futter verbraucht ($p=0,032$, $r_s = -0,676$, $n=10$) wurde, waren die Hamster während des Winterschlafs weniger oft außerhalb des Baus anzutreffen.

Je öfter der Hamster nach dem Winterschlaf den Bau verließ, desto mehr Nahrung wurde in dieser Phase gesammelt ($p=0,041$, $r_s = 0,651$, $n=10$).

Die Zeit außerhalb des Baus während dem Winterschlaf korreliert positiv mit dem Gewicht am Beginn des Versuchs ($p=0,013$, $r_s = 0,748$, $n=10$).

4. Diskussion

Feldhamster sind als fakultative Winterschläfer für ihre hohe Flexibilität im Zusammenhang mit Überwinterungsstrategien bekannt (Grulich 1986; Waßmer & Wollnik 1997, Franceschini et al. 2007, Franceschini-Zink & Millesi 2008a). Der Winterschlaf von Feldhamstern beginnt bei manchen Individuen schon Mitte August und kann bis März/April andauern (Ruzic 1976, Weinhold & Kayser 2006, Weinhold et al. 2008). Auch im Anlegen von Vorräten für den Winter konnte in einer früheren Studie eine hohe individuelle Variation festgestellt werden (Siutz et al. 2012) Daher erwies sich diese Tierart für Untersuchungen über die Bedeutung von Nahrungsverfügbarkeit für den Winterschlaf als sehr geeignet.

Die Tiere für diese Studie (spätgeborene Jungtiere) wurden im Oktober gefangen. Zu dieser Zeit waren im Untersuchungsgebiet, am südlichen Stadtrand von Wien, hauptsächlich Jungtiere zu finden. Für Winterschläfer ist es wichtig zu entscheiden, wann sie mit der Überwinterung beginnen. Viele bleiben so lange aktiv, bis sie eine bestimmte körperliche Verfassung erreicht haben bzw. so lange die Umweltbedingungen ein Sammeln der Vorräte zulässt, ohne größere energetische Kosten zu verursachen (Vander Wall 1990, Humphries et al. 2002, Humphries et al. 2003a). Obligatorische Winterschläfer, wie z.B. Ziesel, beginnen mit dem Winterschlaf, auch wenn die Umweltbedingungen noch günstig wären, sobald sie genügend interne Energie im Körper angehäuft haben. (z. B. Michener 1984, Buck & Barnes 1999, Strijkstra 1999). Bei anderen obligatorischen Winterschläfern sind zusätzliche Faktoren wie Nahrungsknappheit bzw. kalte Umgebungstemperaturen nötig, um Torpor unter Laborbedingungen zu initiieren (z.B. Harlow & Menkens 1986, Otsu & Kimura 1993).

Bei Feldhamstern ist ein Geschlechtsdimorphismus zu Beginn des Winterschlafs bekannt. Meistens beginnen zuerst die adulten Männchen mit der Hibernation gefolgt von den Weibchen (Franceschini & Millesi 2005, Lebl & Millesi 2008). Männchen besitzen große Streifgebiete, in denen sich mehrere Weibchen befinden können (Waßmer 1997). Während der aktiven Saison wechseln sie deswegen öfter den Bau. Somit können sie, im Gegensatz zu den ortstreuen Weibchen, keine großen Vorratslager anlegen. Ihre Strategie ist also, öfter außerhalb des Baus zu fressen, um Energie intern im Körper zu speichern. Weibchen sammeln vermehrt Nahrung und legen somit mehr Vorräte an. Auch Gebhardt (2005) konnte ein Eintragen von Futter nur bei Weibchen beobachten. Diese Unterschiede spiegeln sich im Gewicht, aber auch im höheren Körperfettanteil der Männchen (bei gleichem Habitus) am Ende der Saison wider (Siutz et al. 2012). Die Jungtiere sind am Längsten, noch oft bis spät in den Herbst, an der Oberfläche aktiv (Karaseva 1962, Ruzic 1978, Bihari & Arany 2001, Franceschini (nicht publizierte Ergebnisse). Für sie ist die Vorbereitung auf den Winter besonders kritisch. Die jungen Hamster müssen viel Energie in Wachstum investieren, einen

sicheren Bau finden oder bauen und zusätzlich Energiereserven für den kommenden Winter anlegen, indem sie Fett im Körper ansetzen und vorratsfähiges Futter sammeln (Siutz & Millesi 2012, Siutz et al. 2012). Obwohl bei den Adulten ein Geschlechtsdimorphismus beim Beginn des Winterschlafs besteht, war dieser bei den Juvenilen dieser Studie im Oktober noch nicht ersichtlich. Ein Monat später allerdings wiesen, trotz gleichem, hochwertigem Futterangebot, die männlichen Tiere ein höheres Gewicht auf als die Weibchen. Auch Siutz et al. (2012) fand diesen Gewichtsunterschied bei freilebenden juvenilen Hamstern am Ende der aktiven Zeit. Wie bei den Adulten wiesen die juvenilen Männchen vor dem Winter einen höheren Fettanteil auf, als die Weibchen. Das deutet darauf hin, dass der bei Adulttieren bekannte Geschlechtsdimorphismus bereits am Ende der ersten Saison ausgeprägt wird (Petsch 1950, Niethammer 1982). Natürlich beeinträchtigt die körperliche Verfassung vor dem Winterschlaf auch die Entwicklung (z.B. Wachstum), den Fellwechsel und den Reproduktionserfolg in der nächsten Saison (Lebl & Millesi 2008).

Trotz ausreichender Nahrungsverfügbarkeit wurde 4 Tage nach dem Übersiedeln der Tiere in die Klimakammer bei 4°C Umgebungstemperatur der erste Torpor von einem Individuum initiiert. Im Versuchsverlauf zeigten fast alle Hamster (bis auf ein Weibchen) Winterschlaf. Dies deutet darauf hin, dass trotz ausreichender Nahrungsverfügbarkeit Torpor genutzt wird, um die hohen thermoregulatorischen Kosten in der kalten Jahreszeit zu mindern und entspricht auch den Ergebnissen von obligatorischen Winterschläfern (Harlow & Menkens 1986; Otsu & Kimura 1993).

Dass Torpor bei genügend Nahrung nicht vermieden wird, ist kein generelles Phänomen. Andere Tiere, wie z.B. Streifen-Backenhörnchen (*Tamias striatus*), vermeiden Torpor (im Labor und im Freiland) und bleiben eutherm, wenn diese zusätzliche Nahrung erhalten (French 2000, Humphries et al. 2001). Seiden-Taschenmäuse (*Perognathus amplus* und *Perognathus longimembris*) reduzieren Torpor bei erhöhter Nahrungsverfügbarkeit (French 1976, French 1989, Reichman & Brown 1979). Auch in dieser Studie zeigten die Hamster kürzere Winterschlafphasen als im Freiland (Siutz et al. 2012). Denn trotz der vielen Vorteile in Bezug auf energetische Kosten, hat Torpor auch Nachteile: Während der Torporphasen sind sensorische und motorische Fähigkeiten stark reduziert (Choi et al. 1998), die Proteinsynthese entfällt (Frerichs et al. 1998, Van Breukelen & Martin 2002), die Mitose ist angehalten (Kolaeva et al. 1980) und der aktive Transport durch die Zellmembran ist gehemmt (Marjanovic & Willis 1992). Diese negativen Konsequenzen von Torpor werden aber durch Arousals rückgängig gemacht und die physiologische Homeostase wird wieder hergestellt (z.B. Daan et al. 1991, Thomas & Geiser 1997, Grigg & Beard 2000). Arousals sind jedoch im Vergleich zu den Torporphasen sehr kostenintensiv (Willis 1982; French 1988; Carey 1993). Und wenn die Zeit im Torpor reduziert wird, müssen die Tiere mit

entsprechend höheren thermoregulatorischen Kosten zurechtkommen. Ein wichtiger Faktor für Winterschläfer sind deshalb die verfügbaren Energiereserven. Deshalb ist zu erwarten, dass Torpor dann eingesetzt wird, wenn die Vorteile die Kosten überwiegen. Hierbei sind fakultative Winterschläfer flexibler als obligatorische. Die Möglichkeit, Vorräte anzulegen, sollte den Feldhamstern also erlauben, die Zeit im Torpor der Menge der Vorräte anzupassen (French 2000, Humphries et al. 2003b). Individuen mit Vorräten können also während der Überwinterung längere euthermie Phasen haben (French 2000).

Ebenso wie Feldhamster beginnen auch andere Winterschläfer, wenn sie ausreichend Vorräte besitzen, mit der Hibernation. French (2000) vermutet, dass die Tiere vielleicht gar nicht wahrnehmen, wie viele Vorräte sie in ihrem Bau haben. Außerdem ist es für das Tier nicht möglich exakt einzuschätzen, wie lange es auf die Vorräte angewiesen sein wird. Der Beginn der aktiven Phase ist aufgrund des Witterungsverlaufs nicht genau vorhersagbar. Die Vorräte sollten auch für die Zeit nach dem Winterschlaf ausreichen, um die Frühlingsvorbereitungen zu gewährleisten (French 2000).

Eventuell spielt für die Nutzung des Torpors auch eine Rolle, wie oft die Tiere Zugang zu neuem Futter haben. Am Beginn bekamen die Hamster viel Futter auf einmal. Dieses mussten sie selbst eintragen. Falls ein Hamster keine Vorräte mehr hatte, wurden ihm wieder welche zur Verfügung gestellt. Nachgefüllt wurde das Futter, indem es direkt in die Vorratskammer gefüllt wurde. Bei früheren Studien beobachtete French (2000) bei Tieren, die kontinuierlichen Zugriff auf neues, frisches Futter hatten, dass der Torpor früher beendet wurde bzw. dass sie sogar eutherm bleiben. Die Tiere gingen nur dann in den Torpor, wenn sie am Beginn eine große Menge Futter bekommen hatten (Brown & Bartholomew 1969, French 2000). Bei Humphries et al. (2003b) waren die Tiere mit erweiterten Vorräten doppelt so oft eutherm wie die ohne zusätzliche Vorräte. Die Körpertemperatur im Torpor bei aufgestockten Vorräten war um 5-10% höher. Der Einfluss des Nachfüllens der Vorräte auf den Winterschlaf konnte in dieser Studie nicht überprüft werden. Dazu wäre eine Kontrollgruppe nötig gewesen. Aufgrund der geringen Anzahl an Individuen war dies aber nicht möglich.

Anfang Jänner zeigten die meisten Tiere unserer Studie den ersten Torpor. Die juvenilen Hamster verbrachten danach durchschnittlich 41% der Versuchstage in Hypothermie. Dieser Wert deckt sich mit Ergebnissen vorheriger Studien, laut denen Hamster zwischen 30% und max. 65% im Torpor verbracht haben, die übrige Zeit hingegen im euthermen Wachzustand (Wendt 1991, Waßmer & Wollnik 1997). Siutz et al. (2012) fand bei Freilanduntersuchungen (in natürlichen Bauten) bei adulten Tieren deutlich höhere Werte. Männchen verbrachten 82% im Winterschlaf und Weibchen 51%. Die Tiere hatten keinen Zugang zu neuem Futter und mussten sich völlig auf ihre Vorräte verlassen.

Der Winterschlaf der juvenilen Hamster dauerte durchschnittlich 50 Tage, wobei große individuelle Unterschiede festgestellt wurden. Diese Ergebnisse finden sich auch in anderen Studien (z.B. Wendt 1991, Waßmer & Wollnik 1997). Die Variation der Winterschlafmuster reichte von einer ausgedehnten Hibernationsphase bis zu einer wenige Tage dauernden Heterothermie. Daher variiert auch die Zahl der Torporbouts. Durchschnittlich wurden 5,9 Torporbouts gezeigt.

Die Länge der Torporbouts in dieser Studie variierte zwischen 2 und 4,3 Tagen ($\bar{x}$ 2,8 Tage). Diese Werte passen gut zu vorherigen Studien von Feldhamstern (z.B. Gubbels et al., 1989; Wollnik and Schmidt, 1995, Waßmer 2002) und sind auch mit anderen Hamsterspezies vergleichbar (z.B. Kuhn, 1982; Pohl, 1979). Im Freiland ermittelten Wollnik und Schmid (1995) eine Torporlänge von 4,3 Tagen und Siutz et al. (2012) eine durchschnittliche Länge von 3,6 Tagen. Unter kontrollierten Bedingungen fanden Waßmer und Wollnik (1995) Torporbouts von 1-5,6 Tagen ($\bar{x}$ 2,8 Tage) und Canguilhem et al. (1994) beobachteten Torporbouts von 5-7 Tagen.

Die Dauer der Torporbouts ist also im Freiland und im Labor sehr individuell. Werte über 7 Tagen wurden aber bisher nicht gefunden (Pohl 1979, Kuhn 1982, Gubbels et al. 1989, Wollnik & Schmidt 1995).

Die Ergebnisse von Winterschlafdaten in Gefangenschaft/im Labor und im Freiland/semi-natürlichen Gehegen im Freien sind häufig sehr unterschiedlich. Bei den meisten Spezies wie z.B. Ziesel, Murmeltieren, Fledermäusen und bei Vögeln wird Torpor in Gefangenschaft eher zögernd verwendet. Torpor im Freiland kommt meist öfter vor und ist dabei tiefer und länger als in Gefangenschaft. Auch das Timing der Arousals zeigt Unterschiede: Im Labor sind die Arousals in der Gruppe öfter asynchron, im Freiland eher synchronisiert (Geiser et al. 2000). Somit war bei dieser Studie mit kürzeren und weniger Torporbouts und mit Arousals an unterschiedlichen Tagen zu rechnen. Dies bestätigt sich in den Ergebnissen und bei den Studien von Waßmer und Wollnik (1995).

Im Labor müssen die Tiere, im Gegensatz zum Freiland, mit vielen Störungen leben. Diese Störeinflüsse können beispielsweise von technischen Messgeräten, dem Kühlsystem der Klimakammer, dem künstlichen Licht oder durch die ständigen Kontrollen durch den Menschen stammen (Strumwasser 1959, Waßmer 2002). Somit haben auch die Haltungsbedingungen einen signifikanten Einfluss auf das Winterschlafmuster. Es ist also schwierig, verschiedene Studien zu vergleichen, wenn diese nicht unter genau denselben Gegebenheiten durchgeführt worden sind.

Natürlich wurden bei einem längeren Winterschlaf auch mehr Torporbouts gezeigt. Tiere, die mehr Torporphasen hatten, hatten auch längere. Das ist damit zu erklären, dass die

Torporlänge während der Winterschlafphase ansteigt und vor Winterschlafende wieder kürzer wird. Es hängt im Freiland mit der Umgebungstemperatur zusammen, die bis Jänner zunehmend sinkt und im Februar-März wieder ansteigt. Je niedriger die Umgebungstemperatur und damit auch die Körpertemperatur, desto länger dauern die Torporphasen (Twente and Twente 1965, French 1982). In der Klimakammer war die Temperatur konstant. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass die ersten Torporphasen eher kurz waren und diese mit zunehmender Winterschlafdauer länger wurden. Dies sollte bei zukünftigen Studien überprüft werden. Canguilhem et al. (1994) vermuteten einen zirkadianen Oscillator, der die Dauer der Torporbouts kontrolliert.

Je früher die juvenilen Hamster in der Versuchszeit den ersten Torpor gezeigt haben, desto länger war die gesamte Winterschlafdauer. Da die Tiere genug Vorräte in ihrem Bau hatten, konnten sie, gleich nachdem sie eine ausreichend gute körperliche Verfassung (die zum Überleben im Torpor nötig ist) erreicht haben, mit Torpor beginnen, um die energetischen Vorteile so früh wie möglich und so lang wie möglich auszunutzen.

Durch die Videoauswertung ergab sich ein interessantes Ergebnis: Wenn das Gewicht am Beginn des Versuchs höher war, verbrachte der Hamster in den Arousals, während der Winterschlafperiode, mehr Zeit außerhalb des Baus. Vermutlich nutzen die Tiere die kurzen euthermen Phasen um außerhalb des künstlichen Baus nach zusätzlicher Nahrung zu suchen. Tiere in gutem Zustand können sich diese höheren energetischen Kosten während der Arousals eher leisten als Individuen mit wenig Körperfettreserven.

Wenn vor dem Winterschlaf öfter Nahrung gesammelt und mehr Futter verbraucht wurde, waren die Hamster während des Winterschlafs weniger oft außerhalb des Baus anzutreffen. Wenn Hamster also von Beginn an ein hohes Gewicht hatten, konnten sie im Winterschlaf öfter aktiv sein. Wenn sie vor dem Winterschlaf jedoch noch Nahrung sammeln und Fett anlegen mussten, waren Sie weniger aktiv.

Alle Hamster nahmen im Torpor eine kugelförmige Körperhaltung ein. Diese Haltung dient den Tieren dazu, die Wärmeabstrahlung über die Körperoberfläche zu minimieren (Weinhold & Kayser 2006).

In dieser Studie gab es Unterschiede im Winterschlafverhalten zwischen Männchen und Weibchen. Ähnliche Befunde wurden auch bei freilebenden Hamstern festgestellt. Auch hier verbrachten die Männchen mehr Zeit im Torpor als die Weibchen (Siutz et al. 2012). Geschlechtsunterschiede in Überwinterungsstrategien stehen vermutlich in Zusammenhang mit den Unterschieden im Sammeln von Nahrung schon vor der Überwinterung (Siutz et al. 2012). Keine Geschlechtsunterschiede gab es bei der Länge der einzelnen Torporbouts und der gesamten Winterschlafdauer.

Die Effizienz des Winterschlafs spiegelt sich im Futterverbrauch wider. Das Tier mit der längsten Hibernationsphase kam mit nur ca. 350g aus. Ohne Torpor zu nutzen wurden 1700g Futter benötigt. Entsprechend war der Futterverbrauch umso höher, je weniger Zeit die Hamster im Torpor verbrachten. Da während des Torpors keine Nahrung aufgenommen wird und der Energieverbrauch viel geringer ist, war dieses Ergebnis zu erwarten und konnte schon in früheren Studien mit unterschiedlichen Arten gezeigt werden (z.B. French 2000, Humphries et al. 2003a)

Der durchschnittliche Futterverbrauch von 1257,2g (10,4g/Tag) deckt sich auch mit anderen Studien im Labor, bei denen ein bis eineinhalb Kilogramm Getreide pro Individuum verbraucht wurde (Wendt 1991). In freier Wildbahn legen Hamster gewöhnlicher Weise einen Vorrat zwischen zwei und drei Kilogramm an (Wendt 1989, Seluga 1996).

Durchschnittlich endete der letzte Torpor Ende Februar. Der späteste Torpor in dieser Studie wurde von dem Tier mit der längsten Hibernationszeit und dem niedrigsten Futterverbrauch gezeigt. Dieses Tier beendete den Winterschlaf erst Ende März. Im Freiland verlassen die Tiere ihren Bau meist wieder Mitte März, wenn genügend Vorräte vorhanden sind und wenn die Temperaturen 5°C übersteigen (Kayser 1975). Ein Geschlechtsunterschied in der Winterschlafdauer und beim Zeitpunkt des letzten Torpors war bei diesen Jungtieren nicht erkennbar. Bei den adulten Tieren bleiben die Männchen zwischen Herbst und Frühling des nächsten Jahres länger im Bau als die Weibchen (Franceschini & Millesi 2005, Schmelzer & Millesi 2008).

Nach dem Winterschlaf stieg der Futterverbrauch bei allen Tieren stark an, um die Körperkondition für die kommende Saison möglichst zu optimieren. Trotz der unterschiedlichen körperlichen Verfassung zwischen Männchen und Weibchen am Beginn der Überwinterung war kein Geschlechtsunterschied beim Futterverbrauch erkennbar.

Der beträchtliche Futterverbrauch zeigt sich auch im Körpergewicht. Alle Hamster nahmen nach dem Winterschlaf stark an Gewicht zu und hatten bei Versuchsende ein höheres Gewicht als im Oktober des Vorjahres. Je früher der Winterschlaf beendet wurde, desto größer war die gesamte Gewichtszunahme. Auch die Ergebnisse von Lebl und Millesi (2008) zeigen eine deutliche Gewichtszunahme von juvenilen und adulten Männchen nach dem Winterschlaf. Meist beginnt die Paarungssaison kurz nach dem Verlassen der Bauten im Frühling, oft noch bevor alle Nahrungsressourcen verfügbar sind (z.B. Armitage 1991, Kunz et al. 1998, Buck & Barnes 1999). Bei vielen Spezies, z.B. beim Richardson-Ziesel (*Spermophilus richardsonii*), beenden die Männchen den Torpor um 10-30 Tage früher als die Weibchen und bleiben noch längere Zeit im Bau eutherm (Young 1990; Michener 1992; Nicol & Andersen 2000). Männchen legen am Beginn mehr Körperfett an, um für den Winterschlaf genug Energie zu haben und verbrauchen ihre Vorräte dann hauptsächlich zu

dieser Zeit, um das Gewicht zu erhöhen und um Spermien für die Paarungszeit zu entwickeln, noch bevor sie den Bau verlassen (Michener 1992). Aus diesem Grund verbrauchen oft die Männchen mehr Futter während der Überwinterung, als die Weibchen (Wendt 1991). Auch bei dieser Studie war der Futterverbrauch nach dem Winterschlaf am höchsten. Zusätzlich sind bei vielen Tieren, wie auch bei Bergbilchbeutlern (*Burramys parvus*), die Testes der männlichen Tiere während dem Winterschlaf zurückgebildet (z.B. Körtner & Geiser 1998, Humphries et al. 2003a). Für das Wachstum der Hoden und für die Spermatogenese wird Zeit benötigt und es sind außerdem hohe Körpertemperaturen nötig (z.B. Barnes et. al 1986, 1987, Liddle & French 1982). Auch beim Fang der juvenilen Feldhamster und während des Winterschlafs befanden sich die Hoden in der Bauchhöhle. Bei den Weibchen waren weder Zitzen ausgebildet, noch war die Vagina geöffnet. Die Entwicklung der Follikel bei Weibchen scheint auch während des Torpors gehemmt zu sein. Jedoch scheint die Follikelreifung keine ausgedehnte euthermie Zeit im Bau vor Beginn der Oberflächenaktivität zu benötigen (Millesi et al. 2000)

Aufgrund der Reproduktionsvorbereitungen wäre bei diesen Jungtieren auch ein Geschlechtsdimorphismus in der Winterschlafdauer zu erwarten gewesen. Junge Hamster paaren sich meist nicht vor dem nächsten Sommer (Górecki 1977, Grulich 1986). Wahrscheinlicher ist jedoch, dass sie durch ausreichend Nahrung den Winterschlaf früh beenden konnten, um die Energie in das Wachstum zu investieren. Nach dem ersten Winterschlaf sind die Tiere noch nicht vollständig ausgewachsen (Armitage 1981). Wahrscheinlich ist auch in dieser Studie die Gewichtszunahme auf das Wachstum der Tiere zurückzuführen. Da die juvenilen Männchen nach der Überwinterung noch kleiner sind, haben sie auch Schwierigkeiten ein paarungswilliges Weibchen zu finden, da sie von den größeren adulten Tieren vertrieben werden. Bis zum Ende der Saison haben Jährlinge und Adulte aber meistens das gleiche Gewicht (Lebl & Millesi 2008).

Durchschnittlich wurden 14,5% vom Anfangsgewicht verloren. Ein Männchen, das einen eher kürzeren Winterschlaf hielt, nahm sogar an Gewicht zu. Saint Girons et al. (1968) und Wendt (1991) fanden bei Hamstern im Labor einen Körpermasseverlust von 30%. Bei obligatorischen Winterschläfern wie Zieseln, wurde ebenfalls ein Körpermasseverlust von etwa 30% beobachtet (Millesi et al. 1999). Bei Fledermäusen und Zieseln korreliert der Körpermasseverlust nach dem Winterschlaf mit den Fettreserven am Anfang des Winterschlafs (Mrosovsky 1976, Ransome 1990). Wenn Belding-Ziesel (*Spermophilus Beldingi*) große Energiereserven haben, beenden sie den Torpor im Frühling früher (French 1982).

Da die Hamster bei diesem Versuch auch in den euthermen Phasen gefressen haben, ist der Gewichtsverlust nicht so hoch wie bei obligatorischen Winterschläfern, die rein von den im Herbst angefahrenen Fettreserven während der Überwinterung zehren müssen. Auch war

der Winterschlaf bei einigen Tieren nur sehr kurz. Somit haben diese Tiere mehr gefressen und infolgedessen weniger Gewicht verloren.

Beim Gewichtsverlust gab es keinen Unterschied zwischen Männchen und Weibchen. Das liegt vermutlich daran, dass der Winterschlaf bei beiden Geschlechtern gleich lang war. Allerdings hatten die Männchen mehr Torporbouts. Somit konnten die Weibchen öfter in den euthermen Phasen fressen. Jedoch hatten die Männchen ein höheres Anfangsgewicht und konnten somit durch die starke Gewichtszunahme vor Hibernationsbeginn profitieren.

Auch Daten aus dem Freiland zeigen einen großen Gewichtsverlust während des Winterschlafs, welcher aber im Frühjahr schnell kompensiert werden kann (Wendt 1991, Weidling 1996).

Durch die tägliche Aktivitätsmessung mittels der Petrischalen (die den Bau verschlossen) konnte festgestellt werden, dass die Hamster durchschnittlich an 80% der Versuchstage außerhalb des Baus aktiv waren. Videoaufnahmen zeigten, dass ein Hamster an einem Tag sogar 218 Minuten außerhalb des Baus verbrachte. Unterschiede gab es jedoch vor, während und nach dem Winterschlaf. Vor und nach dem Winterschlaf haben die Hamster den Bau tendenziell öfter verlassen als während der Winterschlafphase. Üblicherweise verlassen Hamster während des Winters den Bau nicht. Die Bauten werden zugegraben und bis zum Frühjahr nicht geöffnet, um das Klima im Bau etwas konstanter zu halten. Bei den Untersuchungen von Waßmer (2004) blieb ca. die Hälfte der Hamster während der Überwinterung durchgehend in ihrem Bau.

Normalerweise verbringen die Tiere auch in den Sommermonaten nur wenige Stunden am Tag außerhalb des Baus (Górecki 1977). Viele Studien zeigen, dass Hamster 75%, manchmal sogar bis 95% (Wendt 1989, Gebhardt 2005, Kayser & Stubbe 2003), also die meiste Zeit ihres Lebens, im Bau verbringen. Vielleicht war das Verlassen der Bauten bei dieser Studie eine Notlösung, da diese spätgeborenen Jungtiere wenig Körperfett für den Winterschlaf gespeichert hatten. Außerdem war der Futterverbrauch höher als die anfänglich gegebene Futtermenge, weshalb vielleicht viele Tiere auf Nahrungssuche gegangen sind. Eventuell können aber auch die Haltungsbedingungen eine Rolle gespielt haben. Die Häuschen-Konstruktion hält Licht nicht so gut ab wie ein in der Erde gegrabener und versiegelter Hamsterbau im Freiland. Von vorherigen Studien ist bekannt, dass vor allem Männchen in den euthermen Phasen während der Überwinterung Exkursionen außerhalb des Baus durchführen (u.a. Jacobi 1901, Eisentraut 1928, Petzsch 1950, Bekenov 1998, Waßmer 2004). Möglicherweise werden die Ausflüge außerhalb des Baus gemacht, um an Futter zu kommen, aufgrund unzureichender Vorräte und dem daraus resultierenden Nahrungsmangel (Grulich 1981, Weidling 1996, Waßmer 2004).

Fressen außerhalb des Baus wurde während der Versuchszeit fast nie gezeigt. Das Futter wurde hauptsächlich in den Bau eingetragen und dort gefressen, was durch den Futterverbrauch bestätigt wird. Dies ist auch im Freiland zu beobachten. Meist wird das Futter in den Backentaschen zum Bau transportiert und dort in Sicherheit gefressen bzw. als Vorräte gelagert (Eibl-Eibesfeld 1953). Ein Leeren der Backentaschen außerhalb des Baus konnte nie beobachtet werden. Auch im Freiland würde der Hamster seine Backentaschen nicht außerhalb des Baus leeren, außer er befindet sich in einer Stresssituation, wie z.B. beim Fang mit Lebendfallen (Ketzner 2012). Natürlich spielt dabei der Prädationsdruck eine Rolle. Wenn die Tiere außerhalb des Baus fressen, setzen sie sich der Gefahr aus, selbst gefressen zu werden. Wenn Vorräte angelegt werden, können Nahrungsquellen, die nur kurz verfügbar sind, gesammelt und eingelagert werden. Wenn die Tiere beim Sammeln von Futter in der Nähe der Baue bleiben, können auch soziale Konflikte vermieden werden. Für weibliche Feldhamster ist es zusätzlich vorteilhaft, wenn sie ihre Jungen während der Laktation nicht so lange alleine lassen.

Während der Paarungszeit streifen Männchen weit umher, um Zugang zu paarungswilligen Weibchen zu erlangen. Während dieser Zeit wird der Bau häufig gewechselt.

Erst nach Ende der aktiven Zeit, vor Beginn der Überwinterung, wird ein Bau für den Winterschlaf gesucht. Männliche Feldhamster müssen sich also auf ihr Depotfett als Energiereserve verlassen, da sie keine Zeit haben, einen großen Vorrat anzulegen. (Franceschini-Zink & Millesi 2008a; Lebl & Millesi 2008). Die Fortpflanzungszeit endet für männliche Hamster früher, da die Jungenaufzucht rein den Weibchen vorbehalten ist. Somit haben Männchen mehr Zeit um Körperfett zu akkumulieren. Weibliche Hamster wechseln viel seltener ihren Bau. Sie können somit Nahrung sammeln und sich bei der Überwinterung auf ihre Vorräte verlassen. Durch die großen Backentaschen kann mehr Futter gesammelt, als in derselben Zeit gefressen werden. (Franceschini-Zink & Millesi 2008a, Lebl & Millesi 2008). Bei den Hamstern in der Klimakammer gab es große individuelle Unterschiede im Nahrung sammeln vor, während und nach dem Winterschlaf, jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen diesen Phasen. Je mehr Nahrung vor dem Winterschlaf gesammelt wurde, desto mehr Vorräte wurden verbraucht.

Aber nicht nur in der aktiven Saison bewegen sich die Männchen öfter, auch während der Überwinterung haben die männlichen Hamster in den euthermen Phasen öfter und länger Lokomotion gezeigt. Die Hamster bewegten sich sowohl horizontal am Boden (Gehen, Laufen, Springen), als auch vertikal auf den Gitterstäben. Manchmal kletterten sie auch stundenlang kopfüber an der Käfigdecke entlang. Eibl-Eibesfeldt (1953) und Leicht (1979) beschrieben das „Galoppieren“. Dies konnte aber nicht beobachtet werden. Auch „Ruhe“

wurde öfter und länger von Männchen gezeigt. Da Weibchen nicht so viel Bewegung außerhalb des Baus machten, mussten sie sich auch weniger ausrasten.

Gebhardt (2005) konnte bei ihren Freilanduntersuchungen keine signifikanten Unterschiede im Verhalten von Männchen, Weibchen und Jungtieren feststellen. Auch konnte sie keine Unterschiede im Verhalten bei Tag und bei Nacht nachweisen. Allerdings beenden Jungtiere die Aktivität am Morgen später als adulte Feldhamster. Auch konnte von Gebhardt (2005) eine große individuelle Variabilität bezüglich dem Zeitpunkt des Aktivitätsendes festgestellt werden.

Obwohl Eibl-Eibesfeldt (1953) erwähnt, dass Fellpflege und Putzen vorrangig im Bau stattfinden, wurden diese Komfortbewegungen dennoch oft außerhalb des Baus beobachtet.

Trinken wurde oft beobachtet. Der Trinkvorgang wurde dabei immer wieder unterbrochen, um nach Feinden Ausschau (Aufrichten/Sichern) zu halten. Die Hamster hatten nur „trockenes“ Körnerfutter zur Verfügung (kein wasserreiches Grünfutter, Obst oder Gemüse). Außerdem entstand durch den Kühlvorgang der Klimakammer ein eher trockenes Klima. Dies sind wahrscheinlich die Gründe, warum Trinken überhaupt beobachtet wurde. Im Freiland wird Trinken kaum bis gar nicht beobachtet (Gebhardt 2005). Im Bau herrscht ein sehr feuchtes Klima, weshalb die Tiere kaum Probleme mit dem Wasserhaushalt haben (Fisher & Manery 1967, Arnold et al 1991, Thomas & Geiser 1997). Da Hamster während der Sommermonate Nahrung mit hohem Wassergehalt zu sich nehmen, sind sie nicht auf eine zusätzliche Wasseraufnahme angewiesen (Bekenov 1998).

Im Freiland ist während der aktiven Zeit eine dämmerungsaktive Aktivität festzustellen (Petzsch 1950, Nechay et. al 1977, Niethammer 1982). Um dies auch unter Laborbedingungen zu messen, wurde die Zeit außerhalb des Baus notiert sowie wie oft der Hamster den Bau verlassen hatte (Anzahl der Bouts). Die acht Stunden Filmaufnahmen wurden in drei Tageszeiten eingeteilt: Morgen, Mittag und Abend. Außerdem wurde die Aktivität außerhalb des Baus mit Petrischalen vor dem Eingang getestet. Weder bei der Zeit außerhalb des Baus, noch bei der Anzahl der Bouts konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Tageszeiten festgestellt werden, jedoch war eine hohe individuelle Variation ersichtlich. Bei den Ergebnissen der Petrischalen ist ersichtlich, dass die Tiere in der Nacht öfter (75%) aktiv waren als am Tag (33,1%). Auch Wollnik et al. (1991) fand eine Veränderung des Aktivitätsrhythmus im Labor. Der bimodale Aktivitätsrhythmus verlor sich im Herbst/Winter. Anscheinend gibt es so spät im Jahr keine bevorzugten Zeiträume mehr. Hamster sind in ihrer Aktivität sehr flexibel. Sie können, je nach Jahreszeit, sogar polyphasisch werden. Gründe hierfür sind der Deckungsgrad der Vegetation und die Populationsdichte (Wendt 1989, Wendt 1990, Wollnik et al. 1991). In der Klimakammer war

es jeden Tag nur acht Stunden lang hell. Es gab keine Dämmerung. Dadurch war es entweder hell oder dunkel. Offenbar bevorzugen die Tiere unter solchen Bedingungen eher die Dunkelheit. Da Hamster eher in der Dämmerung aktiv sind, dürfte die kurze Lichtphase also keine Rolle für die Aktivität gespielt haben, da der Großteil des Tages eher im Dunkeln lag und somit Schutz bot.

Abschließend kann gesagt werden, dass juvenile Hamster auch bei ausreichend Vorräten Hibernation, also Wechsel zwischen euthermen und hypothermen Phasen, zeigen. Auch unter konstanten Bedingungen zeigt sich eine hohe individuelle Variation in der Anzahl und Dauer von Torporphasen. Winterschlaf scheint also für Feldhamster eine adaptive Strategie zu sein, um Energie für die kommende Saison zu sparen. Die in dieser Studie verwendeten künstlichen Bauten wurden von allen Tieren gut angenommen, könnten aber in künftigen Experimenten durch eine zusätzliche Kammer noch verbessert werden, da die Tiere im Bau eine separate Kotkammer benötigen. Die indirekte Messung der Bautemperatur lieferte weit weniger exakte Daten als eine Messung der Körpertemperatur der Tiere. Dennoch waren Torporphasen, vor allem wenn sie über einen Tag andauerten, klar zu erkennen.

5. Zusammenfassung

Aufgrund der hohen thermoregulatorischen Kosten bei geringerer Nahrungsverfügbarkeit ist der Winter eine große energetische Herausforderung für endotherme Tiere. Winterschlaf ist eine sehr effiziente Strategie, um den Energiebedarf zu reduzieren und damit die Überlebenswahrscheinlichkeit bis zum Frühjahr zu erhöhen. In der vorliegenden Studie wurden 10 Feldhamster (*Cricetus cricetus*) in einer Klimakammer von Dezember 2009 bis März 2010 überwintert. Den Tieren wurde hochwertiges Futter in großer Menge angeboten, so dass sie ausreichend Vorräte für die Wintersaison zur Verfügung hatten.

Die Frage, die in dieser Arbeit geklärt werden sollte, war, ob Feldhamster in dieser Situation Winterschlaf vermeiden oder ob sie, trotz der hohen Futterverfügbarkeit, die Vorteile des reduzierten Energieverbrauchs, bedingt durch Hypothermie und Hypometabolismus, im Winterschlaf nutzen. Während des Versuchs wurden das Gewicht der Hamster und die Vorräte in monatlichen Intervallen kontrolliert, die Temperaturen im Bau kontinuierlich gemessen und das Verhalten außerhalb des Baus aufgezeichnet. Anhand der Temperaturdaten konnten individuelle Winterschlafmuster (Anzahl und Dauer von Torporphasen, Gesamtdauer des Winterschlafs) ermittelt werden. Bei Versuchsbeginn wurden den Hamster 800g fettreiches Futter als Vorrat zur Verfügung gestellt. Futterverbrauch und Gewichtsveränderungen wurden in monatlichen Intervallen analysiert. Anhand von Videoaufzeichnungen konnte ermittelt werden, welche Verhaltensweisen die Hamster außerhalb des Baus zeigten.

Bis auf ein Tier zeigten alle Hamster Winterschlaf, wobei jedoch große individuelle Unterschiede in der Dauer und Häufigkeit von Torporphasen festgestellt wurden. Die Tiere waren durchschnittlich etwa 40% der Versuchstage im Torpor. Je nach Winterschlafdauer zeigten die Tiere zwischen 2 und 13 Torporbouts, deren Dauer mit der Anzahl von Torporphasen während des Winters anstieg. Vor Winterschlafbeginn konnten die männlichen Hamster mehr Gewicht zulegen als die Weibchen. Dieser Geschlechtsunterschied spiegelte sich auch im Winterschlafmuster wider. Männchen zeigten mehr Torporphasen als Weibchen. Während des Winterschlafs verloren die Tiere an Gewicht, konnten diesen Verlust aber nach Ende der Winterschlafphase nicht nur ausgleichen, sondern sogar ein höheres Gewicht erreichen als zu Versuchsbeginn. Diese Variation war auch im Futterverbrauch ersichtlich. Die Tiere verbrauchten durchschnittlich 1,2 kg Futter während der Überwinterung, das Tier mit der längsten Winterschlafphase kam allerdings mit nur 353g Futter aus, was die energetischen Vorteile verdeutlicht. Je mehr Zeit die Tiere im Winterschlaf verbrachten, desto weniger wurde gefressen. Auch während des Winterschlafs wurde Futter verbraucht, was beweist, dass die Hamster während der euthermen „arousals“ zwischen den Torporphasen Nahrung, wenn auch in geringer Menge, aufnehmen.

Während der euthermen Phasen verließen die Hamster immer wieder ihren Bau, wobei kein tageszeitlicher Aktivitätsrhythmus feststellbar war.

Generell zeigen die Ergebnisse dieser Arbeit, dass obwohl die Hamster genug Futter hatten um den Winter auch ohne Winterschlaf problemlos zu überleben, nahezu alle Tiere Torpor zeigten. Offenbar überwiegen die energetischen Vorteile der Hibernation die möglichen Kosten. Torpor wird vermutlich eingesetzt um während der Überwinterung Energie zu sparen. Die dadurch verfügbare Energie könnte im Frühjahr zusätzlich für Wachstum und Reproduktion verwendet werden.

6. Summary

Due to high thermoregulatory costs, endothermic animals are severely challenged during winter. Food shortage is accompanied by low ambient temperatures. Hibernation is an effective strategy to save energy via the expression of torpor, characterized by hypometabolism and hypothermia. In this study, we investigated if common hamsters (*Cricetus cricetus*) provided with unlimited food hoards avoid torpor under constant ambient temperature. From December 2009 until March 2010 ten juvenile hamsters were kept in a constant condition chamber at 4-6°C. Body mass changes and food hoards were determined in monthly intervals. To monitor individual hibernation patterns (number and duration of torpor bouts, hibernation duration) the temperature in the nest box was recorded using temperature data loggers. Furthermore whenever a hamster left its burrow was registered on a daily basis. Initially, all individuals got 800g seeds containing high fat content for storage. Food consumption and body mass changes were determined before, during and after hibernation. Behavior outside the burrow was investigated using video recordings. All hamsters, except one female hibernated. Hibernation patterns varied highly among individuals. The hamsters showed torpor on about 40% of the experimental days. Depending on the total time in hibernation, the number of torpor bouts varied between 2 and 13. The duration of torpor bouts increased with the period spent in hibernation. Before hibernation onset, male hamsters gained more body mass than females. This sexual dimorphism was also reflected in the hibernation patterns. Males showed more torpor bouts than females. During hibernation, all animals lost mass. After having terminated hibernation, they increased body mass again and were able to not only compensate the loss but even exceeded body mass levels measured at the onset of the study. Food consumption also varied highly among individuals. In average all hamsters consumed 1,2 kg food during hibernation. The individual with the longest hibernation phase however, only consumed 353 g food. This reflects the energetic benefits of torpor expression. The more time a hamster spent hibernating, the fewer food it consumed. During arousals food low amounts of food were consumed, and the hamsters left their hibernacula. No circadian pattern in activity outside the burrow was detectable.

The results of this study revealed that although all hamsters had sufficient food stores to survive the winter period torpor was not avoided. Nearly all hamsters hibernated at least for a short period. Apparently energetic benefits of being in a torpid state outweigh potential costs. As torpor is very efficient for saving energy, an extended hibernation period is assumed to be beneficial for growth and reproduction in the subsequent season.

7. Literaturverzeichnis

- Anderson P.K. (1986): Foraging range in mice and voles: the role of risk. *Canadian Journal of Zoology* 64: 2645-2653
- Armitage K.B., Downhower J.F., Svedsen G.E. (1976): Seasonal changes in weights of marmots. *The American Midland Naturalist* 96: 36-51
- Armitage K.B. (1981): Sociality as a life-history tactic of ground squirrels. *Oecologia* 48: 36-49
- Armitage K.B. (1991): Social and population dynamics of yellowbellied marmots: results from long-term research. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 22: 379-407
- Arnold W., Heldmaier G., Ortmann S., Pohl H., Ruf T., Steinlechner S. (1991): Ambient temperatures in hibernacula and their energetic consequences for alpine marmots (*Marmota marmota*). *Journal of thermal Biology* 16: 223-226
- Arnold W. (1993): Energetics of social hibernation. In: Carey C. et al. (Hrsg.) *Life in the cold. Ecological, physiological and molecular mechanisms*. Westview Press, Boulder: 65-80
- Aschoff J. (1960): Exogenous and endogenous components in circadian rhythms. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 25 (Biological Clocks): 11-28
- Barnes B. M. (1984): Influence of energy stores on activation of reproductive function in male golden-mantled ground squirrels. *The Journal of Comparative Physiology B* 154: 421-425
- Barnes, B. M., Kretzmann M., Licht P., Zucker I. (1986): The influence of hibernation on testes growth and spermatogenesis in the golden-mantled ground squirrel, *Spermophilus lateralis*. *Biology of Reproduction* 35: 1289-1297
- Barnes, B. M., Licht P., Zucker I. (1987): Temperature dependence of in vitro androgen production in testes from hibernating ground squirrels, *Spermophilus lateralis*. *Canadian Journal of Zoology* 65: 3020-3023
- Barnes B.M., Carey H.V. (Eds.) (2004): *Life in the cold: evolution, mechanisms, adaptation, and application*. 12th International Hibernation Symposium, Biological Papers, University of Alaska #27, Institute of Arctic Biology, University of Alaska, Fairbanks
- Bartholomew G. A. (1986): The diversity of temporal heterothermy. In: Heller H.C., Musacchia X. J., Wang L.C.H. (eds) *Living in the cold*. Elsevier, New York: 1-9
- Baumer J., South F.E., Ferren L., Zatzman M.L. (1971): A possible basis for periodic arousals during hibernation: accumulation of ketone bodies. *Life Sciences* 10, 463-471

- Bekenov A. B. (1998): Ecology of common hamster (*Cricetus cricetus* L. 1758) in Kazakhstan. In: Stubbe, M.; Stubbe, A. (Hrsg.): Ökologie und Schutz des Feldhamsters. Wissenschaftliche Beiträge Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg: 81-86
- Bihari Z., Arany I. (2001): Metapopulation structure of the Common Hamster (*Cricetus cricetus*) in agricultural habitats. In: Beiträge zu Ökologie und Schutz des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*). Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde 122: 217-223
- Brown J.H., Bartholome G. A. (1969): Periodicity and energetics of torpor in the kangaroo mouse, *Microdipodops pallidus*. Ecology 50: 705-709
- Buck C.L., Barnes B.M. (1999): Annual cycle of body composition and hibernation in free-living arctic ground squirrels. Journal of Mammalogy 80: 430-442
- Buckley C.A., Schneider J.E. (2003): Food hoarding is increased by food deprivation and decreased by leptin treatment in Syrian hamsters. American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 285: R1021-R1029
- Burton R.S., Reichman O.J. (1999): Does immune challenge affect torpor duration? Functional Ecology 13: 232-237
- Cabanac M., Simon E. (1987): Glossary of terms for thermal physiology. Pflügers Archiv - European Journal of Physiology 410: 567-587
- Canguilhem B., Malan A., Masson Pévet M., Nobelis P., Kirsch R., Pévet P., Le Minor J. (1994): Search for rhythmicity during hibernation in the European hamster. Journal of Comparative Physiology B - Biochemical Systematic and Environmental Physiology 163: 690-698
- Carey C. (1993): Why do hibernators periodically arouse? In: Carey C., Florant G.L., Wunder B.A., and Horwitz B., eds. Life in the Cold: Ecological, Physiological and Molecular Mechanisms. Westview, Boulder, Colo Overview: 24-35
- Carey H.V., Sills N.S., and Gorham D.A. (1999): Stress proteins in mammalian hibernation. American Zoologist 39: 825-835
- Carey H.V., Frank C.L., and Seifert J. (2000): Hibernation induces oxidative stress and activation of NF- κ B in ground squirrel intestine. Journal of Comparative Physiology B 170: 551-559
- Christian J.J. (1978): Neurobehavioral endocrine regulation of small mammal populations. In: Snyder D.P., (ed.) Populations of Small Mammals under Natural Conditions. University of Pittsburgh: 143-158
- Choi I.H., Cho Y., Oh Y.K., Jung N.-P., Shin H.C. (1998): Behavior and muscle performance in heterothermic bats. Physiological and Biochemical Zoology 71: 257-266
- Daan S., Barnes B. M., Strijkstra A. M. (1991): Warming up for sleep? - Ground squirrels sleep during arousals from hibernation. Neuroscience Letters 128: 265-268
- Day D. E., Mintz E. M., Bartness T. J. (1999): Diet self-selection and food hoarding after food deprivation by Siberian hamsters. Physiology & Behavior 68: 187-194

- Day D. E., Bartness T.J. (2003): Fasting-induced increases in food hoarding are dependent on the foraging-effort level. *Physiology & Behavior* 78: 655-668
- Eckert R. (2002): Tierphysiologie. 4. Auflage., Georg Thieme Verlag, Stuttgart
- Eibl-Eibesfeldt I. (1953): Zur Ethologie des Hamsters (*Cricetus cricetus* L.). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 10: 204-254
- Eibl-Eibesfeldt I. (1958): *Cricetus cricetus* (L.), Hamstern I. In: Wolf G. (ed) *Encyclopaedia cinematographica*. Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen
- Eisentraut M. (1928): Über die Baue und den Winterschlaf des Hamsters (*Cricetus cricetus* L.). *Zeitschrift für Säugetierkunde* 3: 172-208
- Franceschini C. (2002): Der Feldhamster (*Cricetus cricetus*) in einer Wiener Wohnanlage. Diplomarbeit Universität Wien, Österreich
- Franceschini C., Millesi E. (2004): Reproductive timing and success in Common hamsters. *Proceedings of the 12th Meeting of the International Hamsterworkgroup*, Strasbourg, France: 63-66
- Franceschini C., Millesi E. (2005): Reproductive timing and successs in Common hamsters. In: Losinger I. (ed.) *The Common hamster, Cricetus cricetus*, L 1758, Hamster biology and ecology, policy and management of hamsters and their biotope. ONCFS, Paris, France: 63-66
- Franceschini C., Siutz C., Palme R., Millesi E. (2007): Seasonal changes in cortisol and progesterone secretion in Common hamsters. *General and Comparative Endocrinology* 152: 14-21
- Franceschini-Zink C., Millesi, E. (2008a): Population development and life expectancy in Common hamsters. In: Millesi, E., Winkler H. and Hengsberger R. (eds.) *The Common Hamster (Cricetus cricetus): Perspectives on an endangered species*. Biosystematics and Ecology Series 25: 45-59
- Franceschini-Zink C., Millesi E. (2008b): Reproductive performance in female Common hamsters. *Zoology* 111: 76-83
- Fisher K.C., Manery J.F. (1967): Water and electrolyte metabolism in heterotherms. In: Fisher K. C., Dawe A. R., Lyman C. P., Schonbaumn E. & South F. E. (eds.) *Mammalian Hibernation*, Vol. III Oliver and Boyd, Edinburgh: 235-279
- Flint W.E. (1966): Die Zwerghamster der paläarktischen Fauna. *Neue Brehm-Bücherei*, Ziemsen Verlag, Wittenberg
- Florant G.L., Hester L., Ameenuddin S., Rintoul D.A. (1993): The effect of a low essential fatty acid diet on hibernation in marmots. *American Journal of Physiology* 264: R747-R753
- Florant G.L. (1998): Lipid metabolism in hibernators: the importance of essential fatty acids. *American Zoologist* 38: 331-340
- Frank C.L. (1992): The influence of dietary fatty acids on hibernation by golden-mantled ground squirrels (*Spermophilus lateralis*) *Physiological Zoology* 65: 906-920

- French, A.R. (1976): Selection of high temperatures for hibernation by the pocket mouse, *Perognathus longimembris*: ecological advantages and energetic consequences. *Ecology* 57: 185-191
- French A. R. (1982): Intraspecific differences in the pattern of hibernation in the ground squirrel *Spermophilus beldingi*. *Journal of Comparative Physiology* 148: 83-91
- French A. R. (1985): Allometries of the durations of torpid and euthermic intervals during mammalian hibernation: a test of the theory of metabolic control of the timing of changes in body temperature. *Journal of Comparative Physiology, B. Biochemical, Systematic, and Environmental Physiology* 156: 13-19
- French A. R. (1986): Patterns of thermoregulation during hibernation. In: Heller H.C., Musacchia X.J., Wang L.C.H. (eds.) *Living in the cold*. Elsevier, New York: 393-402
- French A. R. (1988): The patterns of mammalian hibernation. *American Scientist* 76: 569-575
- French A. R. (1989): The impact of variations in energy availability on the time spent torpid during the hibernation season. In: Malan A., Canguilhem B. (eds.) *Living in the cold*. II. John Libbey, London, United Kingdom: 129-136
- French A. R. (2000): Interdependency of stored food and changes in body temperature during hibernation of the eastern chipmunk, *Tamias striatus*. *The Journal of Mammalogy* 81: 979-985
- Frerichs K.U., Smith C.B., Brenner M., DeGracia D.J., Krause G.S., Marrone L., Dever T.E., Hallenbeck J.M. (1998): Suppression of protein synthesis in brain during hibernation involves inhibition of protein initiation and elongation. *Proceedings of the Indian National Science Academy USA* 95: 14511-14516
- Galster W.A., Morrison, P. (1972): Cyclic changes in carbohydrate concentrations during hibernation in the arctic ground squirrel. *American Journal of Physiology* 218: 1228-1232
- Gebhardt C. (2005): Verhaltensbiologische Untersuchungen am Feldhamster (*Cricetus cricetus*) im Freiland. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Deutschland
- Geiser F. (1990): Influence of polyunsaturated and saturated dietary lipids on adipose tissue, brain and mitochondrial membrane fatty acid composition of a mammalian hibernator. *Biochimica et Biophysica Acta* 1046: 159-166
- Geiser F. (1991): The effect of unsaturated and saturated dietary lipids on the pattern of daily torpor and the fatty acid composition of tissues and membranes of the deer mouse *Peromyscus maniculatus*. *Journal of Comparative Physiology B* 161: 590-597
- Geiser F. (1993): Dietary lipids and thermal physiology. In: Carey C. et al. (eds) *Life in the cold: ecological, physiological and molecular mechanisms*. Westview Press, Boulder: 141-153

- Geiser F. (2001): Hibernation: Endotherms. In: Wiley J. & Sons, Ltd: Chichester Encyclopedia of Life Sciences, Nature Publishing Group. DOI: 10.1002/9780470015902.a0003215.pub2
- Geiser F. (2004): Metabolic rate and body temperature reduction during hibernation and daily torpor. *Annual Review of Physiology* 66: 239-274
- Geiser F., Heldmaier G. (1995): The impact of dietary fats, photoperiod and season on morphological variables, torpor patterns, and brown adipose tissue fatty acid composition of hamsters, *Phodopus sungorus*. *Journal of Comparative Physiology B* 165: 406-415
- Geiser F., Holloway J.C., Kortner G., Maddocks T.A., Turbill C., Brigham R.M. (2000): Do patterns of torpor differ between free-ranging and captive mammals and birds? In: Heldmaier G. and Klingenspor M. (eds.) *Life in the Cold*. Springer, Berlin: 95-102
- Geiser F, Kenagy G.J. (1987): Polyunsaturated lipid diet lengthens torpor and reduces body temperature in a hibernator. *American Journal of Physiology* 252: R897-R901
- Geiser F., Kenagy G. J. (1988): Torpor duration in relation to temperature and metabolism in hibernating ground squirrels. *Physiological Zoology* 61: 442-449
- Geiser F, Kenagy G.J. (1993): Dietary fats and torpor patterns in hibernating ground squirrels. *Canadian Journal of Zoology* 71: 1182-1186
- Goldman B. D., Darrow J. M., Duncan M. J., Yorgev L. (1986): Photoperiod, reproductive hormones, and winter torpor in three hamster species. In: Heller H. C. et al. (eds.) *Living in the cold: Physiological and biochemical adaptations*. Elsevier, New York: 341-350
- Górecki A. (1977): Energy flow through the Common Hamster population. *Acta Theriologica* 22: 25-66
- Grigg G., Beard L. (2000): Hibernation by echidnas in mild climates: hints about the evolution of endothermy. In: Heldmaier G. and Klingenspor M. (eds.) *Life in the Cold*. Springer, Berlin: 5-19
- Grulich I. (1980): Populationsdichte des Hamsters (*Cricetus cricetus*, Mamm). *Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemicae Brno* 14: 1-44
- Grulich I. (1981): Die Baue des Hamsters (*Cricetus cricetus*, Rodentia, Mammalia). *Folia Zoologica Brno* 30: 99-116
- Grulich I. (1986): The reproduction of *Cricetus cricetus* (Rodentia) in Czechoslovakia. *Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemicae Brno* 20 (5-6): 1-56
- Gubbels R. E. M. B., van Gelder J. J., Lenders A. (1989): Thermotelemetric study on the hibernation of the common hamster, *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758), under natural circumstances. *Bijdragen tot de Dierkunde*. 59: 27-31
- Gubbels E. J., Backbier L. A. M., Gubbels J. E., Gubbels J. S. (1994): De Korenwoël, *Cricetus cricetus*. III. Winterburchten. *Natuurhistorisch Maandblad*. 83: 231-236

- Harlow H.J., G.E. Menkens. (1986): A comparison of hibernation in the black-tailed prairie dog, white-tailed prairie dog and Wyoming ground squirrel. *Canadian Journal of Zoology* 64: 793-796
- Hasler J.F. (1975): A review of reproduction and sexual maturation in microtine rodents. *Biologist* 57: 52-86
- Heldmaier G. (1990): Seasonal acclimatization of energy requirements in mammals: functional significance of body weight control, hypothermia, torpor and hibernation. In: Wieser W., Gnaiger E. (eds.) *Energy transformations in cells and organisms*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York: 130-139
- Heldmaier G. (2009): Torpor bei Säugetieren – Leben auf Sparflamme. *Mitteilungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, Zoologie*, 2009: 23-34
- Heldmaier G., Ruf T. (1992): Body temperature and metabolic rate during natural hypothermia in endotherms. *Journal of Comparative Physiology B* 162: 696-706
- Heldmaier G., Steinlechner S. (1981): Seasonal pattern and energetics of short daily torpor in the Djungarian hamster, *Phodopus sungorus*. *Oecologia* 48: 265-270
- Hell P., Herz J. (1969): Príspevok k taxonómii a rozšíreniu chrčka voľného eurázijského (*Cricetus cricetus* L., 1758) na slovenskei, *Biologia Bratislava* 24: 839-851
- Herwig A. (2007): Torpor and timing: Impact of endogenously controlled hypothermia on the circadian system of two hamster species. Dissertation, University of Veterinary Medicine Hannover, Germany
- Hiebert, S.M. (1993): Seasonality of daily torpor in a migratory hummingbird. In: Carey, C., Florant, G.L., Wunder, B.A., Horwitz, B. (eds.) *Life in the Cold: Ecological, Physiological and Molecular Mechanisms*. Westview, Boulder, Colorado: 25-32
- Hitchcock C., Nichols B.W. (1971): *Plant lipid biochemistry*. Academic Press, London New York
- Hoffmann K. (1978): Effects of short photoperiods on puberty, growth and moult in the Djungarian hamster (*Phodopus sungorus*). *Journal of Reproduction & Fertility* 54: 29-35
- Holisová V. (1977): The food of an overcrowded population of the Hamster (*Cricetus cricetus*) in winter – *Folia Zoologica Brno* 26: 15-25
- Hudson J. W. (1978): *Strategies in cold: Natural torpidity and thermogenesis*. Academic Press, New York: 225-265
- Humphries M.M., Thomas D.W., and Kramer D.L. (2001): Torpor and digestion in food-storing hibernators. *Physiological and Biochemical Zoology* 74: 283-292
- Humphries M.M., Thomas D.W., Hall C.L., Speakman J.R., and Kramer D.L. (2002): The energetics of autumn mast hoarding in eastern chipmunks. *Oecologia* 133: 30-37

- Humphries M.M., Thomas D.W., Kramer D.L. (2003a): The role of energy availability in mammalian hibernation: a cost-benefit approach. *Physiological and Biochemical Zoology* 76: 165-179
- Humphries M.M., Thomas D.W., Kramer D.L. (2003b): The role of energy availability in mammalian hibernation: An Experimental Test in Free-Ranging Eastern Chipmunks. *Physiological and Biochemical Zoology* 76: 180-186
- Jacobi A. (1901): Die Bekämpfung der Hamsterplage. Flugblatt Nr.10, Kaiserliches Gesundheitsamt (Biologische Abteilung für Land- und Forstwirtschaft), Berlin
- Jenkins S.H., Peters R.A. (1992): Spatial patterns of food storage by Merriam's kangaroo rats. *Behavioral Ecology* 3: 60-65
- Jüttner P. (1957): Hamsterschäden und Hamsterbekämpfung. *Deutsche Landwirtschaft* 8: 201-202
- Karaseva E.V. (1962): A study of the peculiarities of territory utilization by the hamster in the Altai territory carried out with the use of labelling. *Zoologiceskij zurnal* 41: 275-285
- Kayser C. (1964): Stoffwechsel und Winterschlaf. *Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 9: 158-186
- Kayser C. (1975): Le cycle annuel du métabolisme de base des hibernants. *Revue Suisse de Zoologie* 1: 65-76
- Kayser A. (2002): Populationsökologische Studien zum Feldhamster *Cricetus cricetus* (L. 1758) in Sachsen-Anhalt. Dissertation, Martin Luther-Universität Halle Wittenberg, Deutschland
- Kayser, A. (2003): Survival rates in the Common hamster. *Proceedings of the International Hamsterworkgroup, Tongeren*: 105-108
- Kayser A., Stubbe M. (2003): Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftung auf den Feldhamster *Cricetus cricetus* (L.), einer Leit-und Charakterart der Magdeburger Börde
- Ketzer B. (2012): Nahrungswahl des Europäischen Feldhamsters (*Cricetus cricetus*) in einem urbanen Lebensraum. Diplomarbeit, Universität Wien, Österreich
- Kleiber M. (1932): "Body size and metabolism". *Hilgardia* 6: 315-351
- Kolaeva S.G., Kramarova L.I., Ilyasova E.N., Ilyasov F.E. (1980): The kinetics and metabolism of the cells of hibernating animals during hibernation. *International Review of Cytology* 66: 147-170
- Körtner G., Geiser F. (1998): Ecology of natural hibernation in the marsupial mountain pygmy-possum (*Burramys parvus*), *Oecologia* 113: 170-178
- Kramer F. (1956): Über die Winterbaue des Hamsters (*Cricetus cricetus* L.) auf zwei getrennten Luzerneschlägen. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe* 4: 673-682

- Kuhnen G. (1982): Wird das thermoregulatorische System des Winterschläfers durch Hypercapnie beeinflusst? Telemetrische Messungen an freibeweglichen Tieren. Diplomarbeit, Universität Kiel, Kiel
- Kunz T.H., Wrazen J.A., Burnett C.D. (1998): Changes in body mass and fat reserves in pre-hibernating little brown bats (*Myotis lucifugus*). *Ecoscience* 5: 8-17
- Lebl K., Millesi E. (2008): Yearling male common hamsters and the trade-off between growth and reproduction. In: Millesi E., Winkler H., Hengsberger R. (eds.) *The common hamster (Cricetus cricetus): perspectives on an endangered species. Biosystematics and ecology series 25.* Austrian Academy of Sciences Press, Vienna: 115-126
- Lebl K., Bieber C., Adamík P., Fietz J., Morris P., Pilastro A., Ruf T. (2011): Survival rates in a small hibernator, the edible dormouse: a comparison across Europe. *Ecography* 34: 683-692
- Leicht W.H. (1979): Tiere der offenen Kulturlandschaft. Bd. I/2 Feldhamster, Feldmaus. - Reihe Ethologie einheimischer Säugetiere, Quelle & Meyer, Heidelberg
- Liddler E., Anda R., French R. (1982): Effect of food on reproductive development in male ground squirrels. *The Physiologist* 25: 217
- Lindstedt S.L., Boyce M.S. (1985): Seasonality, fasting endurance, and the body size in mammals. *American Naturalist* 125: 873-878
- Lovegrove B.G. (2000): Daily heterothermy in mammals: coping with unpredictable environments. In: Heldmaier G., Klingenspor M. (eds.) *Life in the cold.* Springer, Berlin: 29-38
- Lyman C. P., Willis J. S., Malan A., Wang L. C. H. (1982): Hibernation and torpor in mammals and birds. Academic Press, New York
- Lyman C. P. (1982): Who is who among the hibernators? In: Lyman C. P. et al. (eds.) *Hibernation and torpor in mammals and birds.* Academic Press, New York: 12-36
- Maniero G.D. (2000): The influence of temperature and season on mitogen-induced proliferation of ground squirrel lymphocytes. In: Heldmaier G. and Klingenspor M., (eds.) *Life in the Cold.* Springer, Berlin: 493-503
- Marjanovic M., Willis J.S. (1992): ATP dependence of Na-K pump of cold-sensitive and cold-tolerant mammalian red blood cells. *Journal of Physiology* 456: 575-590
- Masson-Pévet M., Naimi F., Canguilhem B., Saboureau M., Bonn D., Pévet P. (1994): Are the annual reproductive and body weight rhythms in the male European hamster (*Cricetus cricetus*) dependent upon a photoperiodically entrained circannual clock? *Journal of Pineal Research* 17: 151-163
- Michener G.R. (1984): Age, sex and species differences in the annual cycles of ground-dwelling sciurids: implications for sociality. In: Murie J. O., Michener G. R. (eds.) *The biology of ground-dwelling squirrels.* University of Nebraska Press, Lincoln, USA: 81-107

- Michener G. R. (1992): Sexual differences in over-winter torpor patterns of Richardson's ground squirrels in natural hibernacula. *Oecologia* 89: 397-406
- Michener G.R. (1998): Sexual difference in reproductive effort of Richardson's ground squirrels. *Journal of Mammalogy* 79: 1-19
- Millesi E., Huber S., Everts L.G., Dittami J.P. (1999): Sex and age differences in mass, morphology, and annual cycle in European ground squirrels, *Spermophilus citellus*. *Journal of Mammalogy* 80: 218-231
- Millesi E., Huber S., Walzl M., Dittami J.P. (2000): Follicular development and hibernation in European ground squirrels. In: Heldmaier G. and Klingenspor M. (eds.) *Life in the Cold*. Springer, Berlin: 285-292
- Millesi E., Prossinger H., Dittami J.P., Fieder M. (2001) Hibernation effects on memory in European ground squirrels (*Spermophilus citellus*). *Journal of Biological Rhythms* 16: 264-271
- Monecke S. (2004): Saisonale Rhythmen und ihre Synchronisation beim Europäischen Feldhamster (*Cricetus cricetus*). Dissertation, Universität Stuttgart, Deutschland
- Morrison P.R. (1960): Some interrelations between weight and hibernation function. In: Lyman, C.P., Dawe, A.R. (eds.) *Mammalian Hibernation*. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology 24, Harvard College, Cambridge, Massachusetts: 75-91
- Mrosovsky N. (1971): *Hibernation and the hypothalamus*. Appleton, Century, and Crofts, New York
- Mrosovsky N. (1976): Lipid programmes and life strategies of hibernators. *American Zoologist* 16: 685-697
- Mrosovsky N., Faust I.M. (1985): Cycles of body fat in hibernators. *International Journal of Obesity* 9: 93-108
- Munro D., Thomas D.W. (2004): The role of polyunsaturated fatty acids in the expression of torpor by mammals: a review. *Zoology* 107: 29-48
- Munro D., Thomas D.W., Humphries M.M. (2005): Torpor patterns of hibernating eastern chipmunks *Tamias striatus* vary in response to the size and fatty acid composition of food hoards. *Journal of Animal Ecology* 74: 692-700
- Nechay G., Hamar M., Grulich I. (1977): The common hamster (*Cricetus cricetus* [L.]); a review. European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO): Bulletin (Oxford) 7: 255-276
- Nechay G. (2000): Status of Hamsters: *Cricetus cricetus*, *Cricetus migratorius*, *Mesocricetus Newtoni* and other hamster species in Europe. Nature and Environment Series, No.106, Council of Europe
- Nedergaard J., Cannon B. (1990): Mammalian hibernation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences* B 326: 669-686

- Neuhaus P., Pelletier, N. (2001): Mortality in relation to season, age, sex, and reproduction in Columbian ground squirrels (*Spermophilus columbianus*). Canadian Journal of Zoology 79: 465-470
- Nicol S.C., Andersen N.A. (2000): Patterns of hibernation of echidnas in Tasmania. In: Heldmaier G. and Klingenspor M. (eds.) Life in the Cold. Springer, Berlin: 21-28
- Niethammer J. (1982): *Cricetus cricetus* (Linnaeus, 1758) - Hamster (Feldhamster). In: Niethammer J. (eds.) Handbuch der Säugetiere Europas. Vol. 2/1 Rodentia, Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden: 7-28
- Otsu R., Kimura T. (1993): Effects of food availability and ambient temperature on hibernation in the Japanese dormouse, *Glirulus japonicus*. Journal of Ethology 11: 37-42
- Pengelley E.T. (1968): Interrelationships of circannian rhythms in the ground squirrel, *Citellus lateralis*. Comparative Biochemistry and Physiology 24: 915-929
- Petzsch H. (1949): Über anomale Weißscheckung bei der Hausmaus (*Mus musculus*) und beim Hamster (*Cricetus cricetus*). Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde und Vorgeschichte und aus dem Naturwissenschaftlichen Arbeitskreis 2: 1-8
- Petzsch H. (1950): Der Hamster. - Neue Brehm-Bücherei. Leipzig, Wittenberg
- Pohl H. (1979): Temporal structure of hibernation behavior of the Turkish hamster, *Mesocricetus brandti*, under controlled laboratory conditions. Acta Universitatis Carolinae - Biologica. 1979: 177-180
- Pohl H. (1996): Circadian and circannual rhythmicity of hibernation in the Turkish hamster, *Mesocricetus brandti*. In: Geiser F. et al. (eds.) Adaptations to the cold: Tenth international hibernation symposium. University of New England Press, Armidale: 87-94
- Popov V.I., Bocharova L.S., Bragin A.G. (1992): Repeated changes of dendritic morphology in the hippocampus of ground squirrels in the course of hibernation. Neuroscience 48: 45-51
- Prendergast B.J., Freeman D.A., Zucker I., and Nelson R.J. (2002): Periodic arousal from hibernation is necessary for initiation of immune response in ground squirrels. American Journal of Physiology 282: R1054-R1062
- Ransome R. (1990): The Natural History of Hibernating Bats. Christopher Helm, London
- Reichman O.J. Brown J.H. (1979): The use of torpor by *Perognathus amplus* in relation to resource distribution. Journal of Mammalogy 60: 550-555
- Ruf T., Arnold W. (2008): Effects of polyunsaturated fatty acids on hibernation and torpor: a review and hypothesis. American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology 294: R1044-R1052
- Ruzic A. (1976): Some peculiarities in the hibernation of the hamster (*Cricetus cricetus* L.) and their importance for the control of the pest. Plant Protection (Zastita Bilja), Belgrad 3-4: 397-417

- Ruzic A. (1978): Distribution and abundance of the common hamster (*Cricetus cricetus* Linnaeus, 1758, Rodentia, Mammalia) in Federal Republic of Yugoslavia, *Biosystematika* 4: 203-208
- Saboureau M., Vignault M. P., Ducamp J.J. (1991): L'hibernation chez le Hérisson (*Erinaceus europaeus* L.) dans son environnement naturel: étude par biotélémétrie des variations de la température corporelle. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Serie III - Sciences de la Vie - Life Sciences* 313: 93-100
- Saboureau M., Masson-Pévet M., Canguilhem B., Pévet P. (1999): Circannual reproductive rhythm in the European hamster (*Cricetus cricetus*): Demonstration of the existence of an annual phase of sensitivity to short photoperiod. *Journal of Pineal Research* 26: 9-16
- Saint Girons M.C., Mourik W.R. Van, Bree P.J.H. Van (1968): La croissance pondérale et le cycle annuel du hamster, *Cricetus cricetus canescens* Nehring 1899, en captive. *Mammalia* 32: 577-602
- Schmelzer E., Millesi E. (2008): Surface activity patterns in a population of European hamsters (*Cricetus cricetus*) in an urban environment. In: Nechay G. (ed.) *The Common Hamster in Europe, Ecology, management, genetics, conservation, reintroduction. Proceedings Meeting of the International Hamster Workgroup*: 19-22
- Schmidt B. (1992): Telemetrische Erfassung von Körpertemperatur und Gesamtaktivität beim Europäischen Feldhamster (*Cricetus cricetus*) unter natürlichen Umweltbedingungen. Diplomarbeit, Universität Konstanz, Deutschland
- Schmidt-Nielsen K. (1994): *Animal physiology: Adaptation and environment*. 4. Auflage Cambridge University Press, Cambridge
- Seluga K. (1996): Untersuchungen zur Bestandssituation und Ökologie des Feldhamsters, *Cricetus cricetus* L., 1758, in den östlichen Bundesländern Deutschlands. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Deutschland
- Siutz C., Millesi E. (2012): Effects of birth date and natal dispersal on faecal glucocorticoid concentrations in juvenile Common hamsters. *General and Comparative Endocrinology* 178: 323-329
- Siutz C., Pluch M., Ruf T., Millesi E. (2012): Sex differences in foraging behaviour, body fat, and hibernation patterns of free-ranging Common hamsters. In: Ruf T., Bieber C., Arnold W., Millesi E. (eds.) *Living in a seasonal world: thermoregulatory and metabolic adaptations*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany: 155-165
- Strumwasser F. (1959): Factors in the pattern, timing and predictability of hibernation in the squirrel, *Citellus beecheyi*. *American Journal of Physiology* 196: 8-14
- Strijkstra A.M. (1999): Periodic euthermia during hibernation in the European ground squirrel: Causes and Consequences. Dissertation, Universität Groningen, Niederlande
- Sulzer F.G. (1774): Versuch einer Naturgeschichte des Hamsters. Verlag Naturkunde, Hannover, Berlin-Zehlendorf

- Surdacki S. (1964): Über die Nahrung des Hamsters, *Cricetus cricetus* Linnaeus, 1758. Acta Theriologica 9: 384-386
- Tauscher B. (2006): Reproduktionsrate und ontogenetische Aspekte des Europäischen Feldhamsters (*Cricetus cricetus*), Diplomarbeit, Universität Wien, Österreich
- Thomas D.W., Cloutier D. (1992): Evaporative water loss by hibernating little brown bats, *Myotis lucifugus*. Physiological Zoology 65: 443-456
- Thomas D.W., Geiser F. (1997): Periodic arousals in hibernating mammals: is evaporative water loss involved? Functional Ecology 11: 585-591
- Torke K. G., Twente J. W. (1977): Behavior of *Spermophilus lateralis* between periods of hibernation. Journal of Mammalogy 58: 385-390
- Trachsel L., Edgar D.M., Heller H.C. (1991): Are ground squirrels sleep deprived during hibernation? American Journal of Physiology 260: R1123-R1129
- Tschernutter I. (2007): Entwicklungsprozesse bei juvenilen Feldhamstern. Diplomarbeit, Universität Wien, Österreich
- Twente J. W., Twente J. A. (1965): Regulation of hibernation periods by temperature. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 54: 1058-1061
- Van Breukelen F., Martin S.L. (2002): Reversible depression of transcription during hibernation. Journal of Comparative Physiology B 172: 355-361
- Vander Wall S.B. (1990): Food hoarding in animals. Chicago: University of Chicago Press, Chicago and London
- Wang L. C. H. (1978): Energetic and field aspects of mammalian torpor: The Richardson's ground squirrel. In: Wang L. C. H., Hudson J. W. (eds.) Strategies in cold: Natural torpidity and thermogenesis. Academic Press, New York: 67-108
- Wang L. C. H. (1979): Time patterns and metabolic rates of natural torpor in the Richardson's ground squirrel. Canadian Journal of Zoology 57: 149-155
- Waßmer T. (1997): Die zeitliche Organisation des Winterschlafs beim Europäischen Feldhamster (*Cricetus cricetus* L.). Veröffentlichte Doktorarbeit, Fakultät für Biologie, Universität Konstanz. (The temporal organisation of hibernation in the European hamster (*Cricetus cricetus* L.)), Herbert Utz Verlag Wissenschaft, München
- Waßmer, T. (2002): Influence of housing conditions on the hibernation patterns of European Hamsters (*Cricetus cricetus*). Submitted to and rejected by the Journal of Mammalogy
- Waßmer, T. (2004): Body temperature and above-ground patterns during hibernation in European hamsters (*Cricetus cricetus* L.). Journal of Zoology, London 262: 281-288
- Waßmer T., Wollnik F. (1995): Werden Winterschlafschübe beim Europäischen Feldhamster (*Cricetus cricetus*) durch das circadiane System gesteuert? (Are hibernation bouts controlled by the circadian system?). Verhandlungen der deutschen Zoologischen Gesellschaft 88: 77-79

- Waßmer T., Wollnik F. (1997): Timing of torpor bouts during hibernation in European hamster (*Cricetus cricetus* L.). Journal of Comparative Physiology B, Biochemical, Systemic and Environmental Physiology 167: 270-279
- Weber B. (1956): Hamster klettern auf Sonnenblumen. Säugetierkundliche Mitteilungen 4: 131
- Weber B. (1977): Kletternde Hamster, *Cricetus cricetus* (L.). Der Zoologische Garten 2: 153-154
- Weidling A. (1996): Zur Ökologie des Feldhamsters (*Cricetus cricetus*) L.; 1758 im Nordharzvorland. Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Deutschland
- Weinhold U. (1998): Zur Verbreitung und Biologie des Feldhamsters (*Cricetus cricetus* L. 1758) in Baden-Württemberg – unter besonderer Berücksichtigung der räumlichen Organisation auf intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen im Raum Mannheim-Heidelberg. Dissertation, Universität Heidelberg, Deutschland
- Weinhold U., Kayser A. (2006): Der Feldhamster: *Cricetus cricetus*. 1. Auflage. Die neue Brehm-Bücherei, Bd. 625, Westarp Wissenschaften – Verlagsgesellschaft mbH, Hohenwarsleben, Deutschland
- Weinhold U. (2008): Draft European action plan for the conservation of the common hamster (*Cricetus cricetus* L., 1758). Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats, 28th Meeting of the Standing Committee, Strasbourg: 1-36
- Wendt W. (1989): Zum Aktivitätsverhalten des Feldhamsters, *Cricetus cricetus* L., im Freigehege. Säugetierkundliche Informationen 13: 3-12
- Wendt W. (1990): Zum Aktivitätsverhalten des Feldhamsters, *Cricetus cricetus* L., in rechteckförmigen Licht-Dunkel-Regimen. Säugetierkundliche Informationen 14: 155-167
- Wendt W. (1991): Der Winterschlaf des Feldhamsters *Cricetus cricetus* (L., 1758) - energetische Grundlagen und Auswirkungen auf die Populationsdynamik. Wissenschaftliche Beiträge der Univesität Halle/S.: Populationsökologie von Kleinsäugerarten, 1990/34: 67-78
- Wendt W. (1995): Telemetrische Körpertemperaturmessungen an wachen und winterschlafenden Feldhamstern (*Cricetus cricetus* L. 1758). – Säugetierkundliche Informationen 4: 33-43
- Willis J.S. (1982): The mystery of the periodic arousal. In: Lyman C.P., Willis J.S., Malan A., and Wang L.C.H. (eds.) Hibernation and Torpor in Mammals and Birds. Academic Press, New York: 92-103
- Willis C.K.R., Turbill C., Geiser F. (2005): Torpor and thermal energetics in a tiny Australian vespertilionid, the little forest bat (*Vespadelus vulturnus*). Journal of Comparative Physiology B 175: 479-486

- Wollnik F., Breit A., Reinke D. (1991): Seasonal change in the temporal organization of wheel-running activity of the European hamster *Cricetus cricetus*. *Naturwissenschaften* 78: 419-422
- Wollnik F., Schmidt B. (1995): Seasonal and daily rhythms of body temperature in the European hamster (*Cricetus cricetus*) under semi-natural conditions. *Journal of Comparative Physiology B - Biochemical Systematic and Environmental Physiology* 165: 171-182
- Wood A.D., Bartness T.J. (1996): Caloric density affects food hoarding and intake by Siberian hamsters. *Physiology & Behavior* 59: 897-903
- Wünnenberg W. (1990): *Physiologie des Winterschlafs*. Parey, Hamburg
- Young P.J. (1990): Hibernating patterns of free-ranging Columbian ground squirrels. *Oecologia* 83: 504-511
- Ziomek J., Zgrabczyńska E., Poradzisz A. (2009): The behaviour of the common hamster (*Cricetus cricetus*) under zoo conditions. *Verhalten des Feldhamsters (Cricetus cricetus) unter Zoobedingungen*. *Der Zoologische Garten* 78: 221-231

8. Curriculum vitae

- **Persönliche Daten**

- ❖ Name: **Mikovits Michaela**
- ❖ Email: Michaela.Mikovits@gmx.at
- ❖ Geburtsdatum: 02.07.1985
- ❖ Geburtsort: Wien
- ❖ Staatsangehörigkeit: Österreich

- **Schul Ausbildung**

- ❖ 1991 -1995 Volksschule Kindermannngasse
- ❖ 1995 - 2003 Realgymnasium, GRG15, auf der Schmelz

- **Hochschulausbildung**

- ❖ 2003- 2007 Diplomstudium Biologie (1. Abschnitt), Wien
- ❖ Seit 2007 Diplomstudium Zoologie (2.Abschnitt), Schwerpunkt Verhaltensbiologie, Wien
- ❖ Oktober 2009 bis Oktober 2013 Diplomarbeit bei Ao. Univ. Prof. Dr. Eva Millesi am Department für Verhaltensbiologie
- ❖ Seit Oktober 2012: Universitätslehrgang für tiergestützte Therapie und tiergestützte Fördermaßnahmen

- **Zusatzqualifikationen**

- ❖ Seit November 2011: Ausbildung zur Tiertrainerin beim Verein „Tiere als Therapie“

- **Posterbeiträge**

- ❖ Oktober 2010, Tagung: 17th Meeting of the International Hamster Workgroup, Szent István Universität, Gödöllő, Ungarn, Postertitel: "Food hoards and hibernation patterns in Common hamsters under constant conditions"

- **Berufserfahrung**

- ❖ 2009 - April 2012: „Egaplan - Unternehmensplanung & Management Consulting Gesellschaft m.b.H
- ❖ Seit April 2012: „Tiere als Therapie - Wissenschafts- und Ausbildungszentrum (TAT-WAZ)“. Jänner 2013 Wechsel zu: „Verein Tiere als Therapie - TAT“

Wien, Oktober 2013