

Artgerechte Fütterung der Wildtiere - was ist fachlich vertretbar?

Marcus Clauss^{1*}

Laubäser oder Grasäser - es sind vor allem Pflanzenfresser!

Landlebende Säugetiere werden in drei grobe Kategorien von Ernährungstypen eingeteilt: in Faunivore (Fleischfresser, Fischfresser, Insektenfresser), Omnivore (Allesfresser) und Herbivore (Pflanzenfresser). Diese zunächst allein aufgrund der natürlichen Nahrung vorgenommene Klassifikation spiegelt auch anatomische und physiologische Unterschiede zwischen diesen Gruppen wieder: In der Reihenfolge von fauni- über omni- zu herbivor stellen die Ernährungstypen ein Kontinuum dar von einer vorwiegend selbständigen, enzymatischen Verdauung der aufgenommenen Nahrung hin zu einer vorwiegend unselfständigen Verdauung durch symbiotische Bakterien (STEVENS und HUME 1995). Die Notwendigkeit, sich bei der zunehmenden Aufnahme von Pflanzenmaterial immer mehr auf die Hilfe einer Darmflora zu verlassen, schlägt sich anatomisch in von Alles- zu Pflanzenfressern hin deutlich ausgeprägteren „Gärkammern“ nieder, in denen diese Bakterienflora angesiedelt ist; in diesen Gärkammern, welche in der Regel im Magen oder im Dickdarm angesiedelt sind, fermentieren die Bakterien den Nahrungsbrei und produzieren dabei die flüchtigen Fettsäuren (Ameisensäure, Propionsäure, Butter-säure), die vom Pflanzenfresser absorbiert werden und als Energiequelle dienen.

Je nach ihrer natürlichen Äsung werden große Pflanzenfresser in Laub-, Gras- oder Mischäser eingeteilt. Im englischen Sprachgebrauch werden die Begriffe „browser“ und „grazer“ verwendet; im deutschen Sprachraum hat sich zudem der Begriff „Konzentratsselektierer“ für die „Browser“ eingebürgert. Aufgrund des leicht möglichen Missverständnisses, dass „Konzentratsselektierer“ vor allem „Konzentratfutter“ erhalten sollten (was nicht korrekt ist, s.u.), sollte - gerade im Umgang mit nicht geschultem Personal - der Begriff „Konzentratsselektierer“ vermieden werden. Bei der Übersetzung des englischen Begriffs „browse“ besteht die Schwierigkeit, dass der deutsche Ausdruck „Laub“ im wesentlichen die Blätter von Laubbäumen und Sträuchern bezeichnet, während der englische Begriff Blätter, Zweige und gelegentlich Rinde von Laub- und Nadelbäumen sowie Kräuter umfasst. „Laubäser“ bzw. „browser“ sind damit vor allem solche Pflanzenfresser, die kein Gras aufnehmen.

Die Begriffe Grasäser („grazer“) und Laubäser („browser“) sind seit langer Zeit im wissenschaftlichen Sprachgebrauch. Es waren jedoch die Arbeiten von Hofmann (HOFMANN 1973, 1988, 1989), die dazu führten, dass sie in den allgemeinen Sprachgebrauch übergangen. Zusammen mit dem Begriff „Konzentratsselektierer“ („concentrate selector“)

ist der Ausdruck „Browser“ ein Synonym für einen Organismus geworden, der sich selektiv von vergleichsweise hochverdaulichem Material ernährt. Diese unbewusste Vermischung zweier verschiedener Einteilungs-Kategorien, einmal hinsichtlich der botanischen Zusammensetzung der Nahrung - Laub oder Gras -, und einmal hinsichtlich der Selektivität der Nahrungsaufnahme - selektiv oder nicht selektiv -, führt zu der irrigen Ansicht, Laubäser seien prinzipiell „selektiv“ und Grasäser prinzipiell „unselektiv“. Dabei ist verschiedenen Arbeiten zu entnehmen, dass es mehr oder weniger selektive Spezies sowohl unter den Laubäsern als auch unter den Grasäsern gibt (vgl. die entsprechende Einteilung im Standardwerk zu Pflanzenfressern von VAN SOEST 1994). Der Selektivitätsgrad bei der Nahrungswahl nimmt tendenziell mit steigender Körpergröße ab.

Zahlreiche Arbeiten befassen sich mit Unterschieden im Verdauungstrakt von Gras- und Laubäsern. Dahingehend erscheinen viele vermeintlich wichtige Unterschiede zwischen Gräsern und Laubäsung („browse“) noch wenig erforscht (CLAUSS et al. 2008b).

Gras enthält in der Regel weniger Rohprotein als Laubäsung. Doch sollte der hohe Rohproteingehalt in Laubäsung mit einer gewissen Vorsicht betrachtet werden, da ein Teil des gemessenen Stickstoffs entweder aus sekundären Pflanzeninhaltsstoffen stammen oder an solche gebunden vorliegen kann. In der Zootierfütterung wurde oft vermutet, dass Laubäser einen höheren Proteinbedarf haben als Grasäser. Eine Zusammenstellung von experimentell ermittelten Angaben zum Erhaltungsbedarf für Protein bei verschiedenen Wildwiederkäuern (gesammelt in CLAUSS et al. 2003) zeigt jedoch, dass diese Vermutung nicht zutrifft. Dementsprechend wurde zum Beispiel die traditionellerweise hohe Empfehlung zur Proteinversorgung von Giraffen erst kürzlich im Rahmen des Giraffe Nutrition Workshops (2005) nach unten korrigiert (auf 12-14%).

Gras enthält generell mehr Fasermaterial als Laubäsung. Die Faserfraktion in Gras besteht aus mehr Hemizellulose und Zellulose, während in Laubäsung ein höherer Anteil der Faserfraktion lignifiziert vorliegt. Doch auch wenn diese Feststellungen so stimmen, so darf man nicht die Relationen aus den Augen verlieren - Laub enthält weniger Fasern als Gras, so wie ein Porsche langsamer ist als ein Maserati. Aber beides sind Sportwagen, bzw. beide sind pflanzliche Nahrungsmittel, die sich vor allem durch ihren Fasergehalt auszeichnen - in *Abbildung 1* liegt Laub mit 40% Faserbestandteilen immer noch deutlich höher als jedes auf dem Markt erhältliche „Konzentratfutter“.

¹ Klinik für Zoo-, Heim- und Wildtiere, Vetsuisse Fakultät, Universität Zürich, Winterthurerstraße 260, CH-8057 ZÜRICH

* Ansprechpartner: PD Dr. Marcus CLAUSS, mclauss@vetclinics.uzh.ch

Trotz der dokumentierten Unterschiede im Fasergehalt zwischen den Äsungsarten ist es jedoch manchmal schwierig, in Feldstudien prinzipiell einen entsprechenden Unterschied im Fasergehalt der tatsächlich aufgenommenen Nahrung freilebender Laub- und Grasäser zu demonstrieren (CLAUSS und DIERENFELD 2008). Die Zusammensetzung der natürlichen Äsung ist bei allen Äsungstypen - im Vergleich zur Fütterung von Hauswiederkäuern - im Wesentlichen durch einen hohen Faseranteil geprägt. So fanden DRESCHER-KADEN und SEIFELNASR (1977) bei freilebenden Rehen im Herbst einen Rohfasergehalt (in Trockensubstanz) von 20-24%. In einem Revier war der Rohfasergehalt damit identisch mit dem von Dam- und Muffelwild; in einem anderen Revier war der Rohfasergehalt zwar statistisch signifikant niedriger als beim Mufflon - aber wie immer gilt es, die Proportionen nicht aus den Augen zu verlieren: mit 20% Rohfaser im Panseninhalt lag das Reh als selektiver Laubäser zwar unter dem Mufflon (das hier 34% Rohfaser im Panseninhalt aufwies) - aber trotz dieses Unterschiedes liegt das Reh mit 20% Rohfaser weit über dem, was gemeinhin in üblichen kommerziellen Futtermischungen angeboten wird. Man beachte, dass kein Landwirt ein Futter mit 20% Rohfaser wirklich als „Konzentratfutter“ bezeichnen würde!

DUNCAN et al. (1998) zeigten in einer anderen Untersuchung, dass Rehe einerseits sehr selektiv äsen - die aufgenommene Nahrung enthält deutlich weniger Fasermaterial als die durchschnittlich im Habitat verfügbare Äsung. Aber wieder reicht es nicht, sich zu merken: „sie selektieren auf wenig Faser“ - sondern man muss sich die Größenordnung vor Augen halten: Die Selektivität des Rehwildes führte in der Studie dazu, dass sie - statt den durchschnittlichen 21-24% Lignozellulose in den Pflanzen ihres Habitats - sich eine Diät mit nur ca. 19% Lignozellulose zusammensuchen. Das ist selektiv - aber bedeutet immer noch, wenn man die Angabe in „Lignozellulose“ grob in Rohfaser umrechnet (es handelt sich um verschiedene chemische Bestimmungsverfahren, die nicht direkt verglichen werden können), einen Rohfasergehalt von ca. 17%!

Die wenigen verfügbaren Daten weisen darauf hin, dass Gras und Laubäsung beide vergleichbare, geringe Gehalte an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten wie Zucker und Stärke aufweisen (ROBBINS 1993); dies gilt allerdings nicht für Pektin - ein leicht fermentierbarer Bestandteil der Pflanzenzellwand. Pektin kommt mit Gehalten von 6-12% der Trockensubstanz deutlich mehr in Laubäsung vor als in Gras (ROBBINS 1993). Generell wird Laub rascher von den Bakterien fermentiert als Gras, weil es mehr leichtfermentierbare Substanzen wie Pektin, und weniger langsam fermentierbare Substanzen wie Zellulose enthält. Höher verdaulich ist es deswegen nicht - es wird einfach anders (mit einer anderen Geschwindigkeit) verdaut.

Prinzipielles zur Pflanzenfresser-Fütterung

Bei der Fütterung von Pflanzenfressern sollte stets bedacht werden, dass man vor allem ein System den bakteriellen Fermentation füttert - die Gärkammer -, die nicht aus ih-

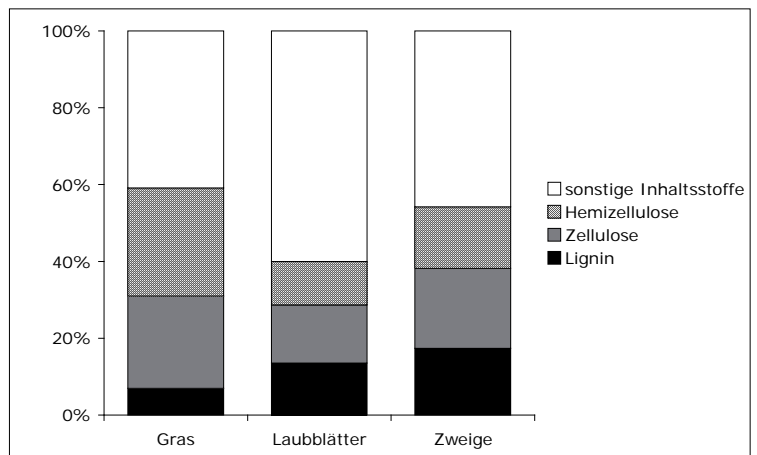


Abbildung 1: Schematischer Vergleich der Zusammensetzung (Trockensubstanz) von Gras, Laubblättern und Zweigen in Fasergehalt und Anteilen der einzelnen Faserfraktionen, nach Daten von RENECKER und HUDSON (1988)

rem Gleichgewicht gebracht werden sollte (CLAUSS et al. 2008a). Dieses Gleichgewicht wird im Wesentlichen durch die Geschwindigkeit der ablaufenden Fermentation bestimmt. Nun wurde im vorigen Abschnitt erwähnt, dass Laubäsung rascher fermentiert als Grasäsung. Auch hier ist wieder Augenmaß für die Relationen angesagt: wenn die Fermentation von Gras mit der Geschwindigkeit eines Güterzuges und die von Laub mit der eines Personenzuges abläuft, so ist letztere zwar schneller, doch sind sich beide untereinander immer noch ähnlicher als die Düsenflugzeug-artige Geschwindigkeit der Fermentation von Brot und Getreide (Stärke) oder Obst (Zucker). Schematisch ist das Entgleisen des Milieus in der Gärkammer (zu rasche Produktion von Fermentationsprodukten im Sinne einer Übersäuerung (Azidose) in Abbildung 2 dargestellt: Fallen zu schnell zu viele Fermentationsprodukte (flüchtige Fettsäuren) an, so wird das Milieu zu sauer. Die Problematik dieses Vorganges wird bei drastischen Fällen - einer akuten Pansenazidose nach plötzlicher Fütterung mit großen Mengen Brot in Wildparks durch Besucher („Montag-Morgen-Krankheit“), nach schlagartiger Aufnahme großer Mengen Getreide von Rehwild an einer Fütterung (Fallwild), oder einer akuten Hufrehe von Pferden, die zu viel Gerste bekommen haben (eine der Folgen einer Blinddarm-Azidose beim Pferd) - offensichtlich. Bei den vermutlich viel häufiger auftretenden „subklinischen“, chronischen Azidosen (durch ständige leicht überhöhte Aufnahme von zu leicht fermentierbarem Futter) ist die klinische Bedeutung schwer abzuschätzen. Dies bedeutet auch, dass bei nicht optimaler Fütterung nicht zwangsläufig ein klinisches Problem zutage treten muss (die Anpassungsfähigkeit von Pflanzenfressern an verschiedene Fütterungsregimes ist enorm). Es kann zum Beispiel auch sein, dass ein hoher Anteil der Population unter dem Krankheitsgeschehen leidet, ohne dass dies aufgrund von Todesfällen erkannt wird; der Schaden ist dann nur bei gründlicher Untersuchung der Pansen nach Abschluss festzustellen (z.B. beschrieben von WOOLF und KRADEL 1977). Aber Tod allein darf nicht das Entscheidungskriterium sein, ob den Tieren eine Krankheit zugemutet wird oder nicht.

Bakterien fermentieren alle Kohlenhydrate zu flüchtigen Fettsäuren

- Pflanzenfasern (Zellulose, Hemizellulose) werden langsam fermentiert
 - die Fettsäuren können entsprechend resorbiert werden
 - der pH-Wert in der Gärkammer bleibt stabil
- Zucker/Stärke werden **schnell (teilweise „explosionsartig“)** fermentiert
 - es fallen mehr Fettsäuren an, als resorbiert werden können
 - der pH-Wert in der Gärkammer fällt

Abbildung 2: Unterschiedliche Fermentationsgeschwindigkeiten führen zu unterschiedlichem Milieu in der Gärkammer.

Pflanzenfresser-Fütterung: Abhängig vom Ziel

Verallgemeinert kann man feststellen, dass Pflanzenfresser durch Menschen nahezu immer mit einer Ration gefüttert werden, die einen geringeren Fasergehalt hat als die für die jeweilige Tierart natürliche Äsung - ganz gleich, ob es sich um ein Reitpferd, eine Milchkühe, einen Zoo-Elefanten oder Rotwild im Winter handelt. Die Frage ist: *Wieviel weniger* Faser wird gefüttert? Die Antwort auf diese Frage hängt ganz wesentlich von der Zielsetzung der Fütterung ab. Wenn hohe Leistung gefordert wird (z.B. in der Mast), dann wird man versuchen, kaum über das notwendige Minimum an Faser hinauszugehen. Wenn eine naturnahe Haltung ohne spezielle Leistung angestrebt wird, die auch anderen Menschen ein unverfälschtes („natürliches“) Bild von der jeweiligen Tierart vermitteln soll (wie bei vielen Zootieren), dann wird man versuchen, die Fütterung naturnah, also mit einem hohen Fasergehalt, zu gestalten.

Hausrinder bieten in dieser Hinsicht ein lehrreiches Beispiel. Sowohl Milchkühe als auch Mastrinder erhalten Futtermitteln, die einen deutlich niedrigeren Fasergehalt (und somit höheren Energiegehalt) haben als die natürliche Äsung von Wildrindern wie Büffel, Bison, Wisent, Auerochse. Dennoch gibt es einen wichtigen Unterschied: Mastrinder erhalten eine Ration mit deutlich weniger Faser als Milchkühe - obwohl es sich um die gleiche Tierart handelt. Der Grund ist in der unterschiedlichen Nutzungsdauer zu suchen: Milchkühe müssen deutlich länger „funktionieren“ als Mastrinder, also darf man bei ihnen nicht genauso viel Faser einsparen. Ihr Verdauungssystem muss länger intakt bleiben.

Wenn eine Wildfütterung überhaupt eingesetzt wird, so ist die Zielsetzung meist durch zwei Grenzen abgesteckt: Wildschäden (Verbiss) soll vermieden werden, und akute Todesfälle (Fallwild) aufgrund einer faserarmen Fütterung sollen nicht auftreten. Innerhalb dieser Grenzen liegt oft zusätzlich der Wunsch, eine gute Körperkondition, starke Geweihe, und eine generell hohe Überlebensrate zu ermöglichen (PUTMAN und STAINES 2004).

Wenn das Futter einerseits exakt so zusammengesetzt ist wie die natürliche Äsung, so gibt es für das Wild - von der reinen Verfügbarkeit und Zugänglichkeit abgesehen - wenig Anreiz, das Futter lieber anzunehmen anstelle von Waldäsung. Wenn das Futter andererseits zu faserarm/energiereich ist, so besteht die Gefahr, dass einzelne Tiere davon in so kurzer Zeit so viel aufnehmen, dass sie an einer Pansenazidose verenden.

Es ist nicht Aufgabe dieser Übersicht, alle Vor- und Nachteile einer Wildfütterung, und die Effektivität der Wildfütterung, umfassend darzustellen. Dennoch erscheinen einige Hinweise angebracht.

Verbiss

Das Ziel, Wildschäden (Verbiss) zu vermeiden, hängt nicht nur von der Fütterung ab, sondern auch von anderen Umständen wie z.B. Störung des Wildes, Habitatsigenschaften und Forstbewirtschaftungstyp (REIMOSER und GOSSOW 1996, RAJSKÝ et al. 2008). Selbst im gleichen Revier kann die Annahme von Fütterungen von Jahr zu Jahr unterschiedlich sein, je nach klimatischen Verhältnissen (DOENIER et al. 1997). Generell gilt, dass Verbiss in der Nähe der Fütterung oft zunimmt (zusammengefasst von PUTMAN und STAINES 2004) - Fütterung hat also oft einen ablenkenden oder steuernden Effekt, ist aber selten vollständiger Ersatz. Da anzunehmen ist, dass eine Fütterung den gewünschten Effekt auf die Überlebensrate hat, muss die entsprechende Zunahme der Wilddichte entweder begleitend durch erhöhte Abschüsse kompensiert oder anderweitig eingeplant werden.

Verbiss wird vermutlich besser vermieden, wenn nicht nur ein Raufutter (Wiesenheu), sondern zusätzlich ein Lockfutter wie Silage oder Mischfutter angeboten werden (RAJSKÝ et al. 2008). Verschiedene Autoren vermuten allerdings, dass bei einem zu faserarmen Angebot - z.B., wenn nur Kraftfutter vorgelegt wird - das Wild sich zusätzlich Rohfaser durch Verbiss beschafft (zusammengefasst von PUTMAN und STAINES 2004); eine reine Kraftfutterfütterung - die aufgrund der Azidosegefahr ohnehin abzulehnen ist - kann also unter Umständen auch hinsichtlich Verbissvermeidung kontraproduktiv sein.

Kondition der Population und von Einzeltieren; Geweih

Futterverfügbarkeit und -qualität kann ein Einflussfaktor dafür sein, ob ein Tier sein volles genetisches Potenzial ausschöpfen kann. Verschiedene Versuche haben gezeigt, dass eine qualitativ hochwertige Wildfütterung zu einer Verbesserung der Geweihqualität bei Hirschen im Revier führen kann (BARTOSKEWITZ et al. 2003, PUTMAN und STAINES 2004). Allerdings gibt es auch mindestens ebenso zahlreiche Berichte, dass eine zusätzliche Fütterung keine Veränderung der Geweihqualität im Revier erbrachte (SMITH 1998, GROOT BRUINDERINK et al. 2000, BARTOSKEWITZ et al. 2003, PUTMAN und STAINES 2004). Ob eine Fütterung hier etwas erreichen kann, hängt davon ab, ob in dem Habitat die natürliche Nahrungssituation limitierend wirkt oder nicht. Dort, wo die Tiere durch das Habitat schon ausreichend versorgt werden, kann man meistens auch durch zusätzliche Maßnahmen nichts mehr herausholen. Da unter anderem auch das Stresshormon Kortisol die Geweihentwicklung beeinflusst (BUBENIK und BUBENIK 1990), muss man auch andere Umweltfaktoren in Betracht ziehen, die die Tiere unter Stress setzen können

(z.B. GRABOWSKI und CLAUSS 2006). Die Populationsdichte selbst kann hier auch mitwirken (FREVERT 1977, VANPÉ et al. 2007).

Im Zusammenhang mit der Geweientwicklung seien noch einige Gedanken angeführt. In kontrollierten Studien in Gefangenschaft kann leicht ein Einfluss der Fütterung auf die Geweihbildung demonstriert werden. Ein Tier, das mehr Nahrung aufnimmt als ein Vergleichstier, wird mit hoher Wahrscheinlichkeit ein stärkeres Geweih ausbilden (z.B. FENNESSY und SUTTIE 1985). Im Freiland wird dieser Effekt nur dann eintreten, wenn das Tier aus dem Habitat selbst nicht vergleichbare Mengen an Nährstoffen aufnehmen kann. Wenn man Literatur zur Fütterung betrachtet, so muss man stets überlegen, ob in dem beschriebenen Versuch eine richtige Kontrollgruppe mitgeführt wurde. Klassische Versuche, wie die zusätzliche Fütterung mit Sesam an suboptimal versorgte Tiere - mit resultierender besserer Geweihstärke (VOGT 1936, DRUMMOND et al. 1941) - müssen vorsichtig interpretiert werden: solche Versuche sagen nur, dass eine Optimierung der Fütterung die Geweihqualität beeinflusst. Ob aber Sesam wirklich ein „Geheimrezept“ darstellt, könnte nur untersucht werden, wenn die suboptimale Ausgangsfütterung in verschiedenen Gruppen mit gleichen Mengen unterschiedlicher Ergänzungsfuttermittel aufgewertet würde (wie Getreide, Mais, Sesam, Soja) - und dann wirklich bei Sesam die höchsten Ergebnisse erzielt würden.

Fütterung hat dabei allerdings nicht nur kurzfristig den Effekt, dass das genetische Potenzial „ausgeschöpft“ wird - sie verändert auch das genetische Potenzial selbst. Wenn - wie es ja oft sogar ein definiertes Ziel, oder wenn nicht Ziel dann sicher ein Nebeneffekt von Wildfütterung ist - die Überlebensrate im Winter durch die Fütterung erhöht ist, dann heißt das insbesondere, dass auch solche Tiere, die eigentlich ausgesiekt worden wären, überleben; diese kommen später zur Reproduktion und können somit ihr genetisches Material in die Population einfließen lassen. Dies ist eine logische Überlegung - die auch durch Daten erhärtet werden kann: Bei Rotwild konnte gezielt gezeigt werden, dass Wildfütterung die natürliche Selektion verringert (SCHMIDT und HOI 2002). „Ausschöpfen“ des genetischen Potenzials ist ein kurzfristiger Effekt; die Veränderung des Genpools der Population ein längerfristiger. Dies könnte bei zeitlich begrenztem Engagement (kurzfristige Jagdpachten) ein Grund sein, dass lieber der vermeintliche Vorteil der Fütterung gesucht wird.

Sind Laubäser wie Rehe besonders anfällig für Pansenazidose?

Ohne dass quantitative Untersuchungen vorliegen, so erscheint es oft, dass Rehe im Vergleich häufiger von Todesfällen aufgrund von Pansenazidose betroffen sind als Rotwild. Fallwild dieser Art wird in der Nähe der Fütterung gefunden - oft mit einem vollständig mit Konzentratfutter gefülltem Pansen. Sollte ein „Konzentratselektierer“ nicht gerade mit Konzentratfutter gut umgehen können?

Auch eine von Prof. Hofmann initiierte Doktorarbeit ergab vergleichbare Ergebnisse - die von MARHOLDT (1991) an Zoo-Wiederkäuern. Ein Teil der Ergebnisse ist in *Tabelle 1*

Tabelle 1: Vorkommen von Veränderungen der Pansen-schleimhaut im Sinne einer Azidose bei Zoo-Wiederkäuern unterschiedlichen Äsungstyps (MARHOLDT 1991).

Äsungstyp	n	Anteil azidotischer Veränderungen der Pansen-schleimhaut (%)
Grasäser	13	23
Mischäser	30	27
Laubäser	24	83

zusammengefasst. Es ist auffällig, dass vor allem die Tiergruppe der Laubäser, die oft als „Konzentratselektierer“ bezeichnet wurde, an Pansenazidose zu leiden schien - eine Krankheit, die durch zu viel „Konzentratfutter“ ausgelöst wird. HOFMANN und NYGREN (1992) ergänzten diese Beobachtungen um den Befund, dass bei allen von ihnen untersuchten Elchen (ebenfalls oft als „Konzentratselektierer“ bezeichnet) aus Zoohaltung Anzeichen von chronischer Pansenazidose zu finden waren.

Allein um die Gabe von zu viel Konzentratfutter an diese Tiergruppe zu vermeiden, sollte auch der Name „Konzentratselektierer“ gemieden werden. Rehe äsen zweifellos sehr selektiv - selektiver als Rotwild. Aber was sie selektieren hat nichts mit „Konzentrat“ im herkömmlichen Sinne zu tun.

Die Frage ist, wie kommt es bei den Laubäsern zu einem Ungleichgewicht zwischen Rau- und Konzentratfutteraufnahme? Vieles spricht dafür, dass Laubäser mit Grasheu nicht besonders gut umgehen können, weil weder Zähne noch Verdauungstrakt optimal an diese Äsung angepasst sind (CLAUSS et al. 2003, HUMMEL et al. 2008). Kurz gesagt lautet die Hypothese: Gras ist ein Problem für Laubäser, und wenn man ihnen Grasheu und Konzentratfutter anbietet, fressen sie hauptsächlich das Konzentrat und nur zu wenig von dem Raufutter.

Man beachte: Die Tatsache, dass diese Tierarten **bestimmte** Raufutter nicht gut aufnehmen, bedeutet nicht, dass sie nicht an faserreiche Nahrung angepasst sind. Es bedeutet lediglich nur, dass sie **manche** Raufutterquellen ungern nutzen. Diese mit faserarmem, „konzentratreichen“ Futter zu ersetzen, ist nicht sinnvoll. Stattdessen sollten lieber Rau- und Grünfutterquellen genutzt werden, die von den Tieren akzeptiert werden.

Die Forderung, dass Laubäser sehr wohl faserhaltige Nahrung benötigen, wird auch durch einen anderen Hinweis belegt: den Trend bei kommerziell erhältlichem, pelletierten Mischfutter für Zoo-Wiederkäuer zweier (trotz gleichem Markennamen) unterschiedlicher Hersteller (*Tabelle 2*). Obwohl man traditionell davon ausgeht, dass Laubäsung eher faserärmer ist als Grasäsung, enthält nämlich speziell für Laubäser pelletiertes Mischfutter einen höheren Anteil an Faser als für Pflanzenfresser generell konzipierte Mischfutter (diese weisen niedrigere Gehalte auf, sollen dafür auch in der Regel restriktiv gefüttert werden). Für den extremen Laubäser Elch konzipiertes Futter fällt sogar durch einen ganz besonders hohen Fasergehalt auf. Die Erfahrung, dass Laubäser angebotenes Raufutter eher in geringerem Umfang aufnehmen und damit zur (chronischen) Pansenazidose neigen, schlägt sich in kompensatorisch erhöhten Fasergehalten im pelletierten Mischfutter nieder! Da

Tabelle 2: Deklarierte Gehalte an Rohfaser (Rfa) und Neutraler Detergentienfaser (NDF, beides umgerechnet auf % Trockensubstanz) einiger kommerziell erhältlicher, pelletierter Mischfutter für Zoo-Herbivoren. Man beachte, dass die unterschiedlichen Gehalte keine Unterschiede im „Faserbedarf“ der Zielgruppen reflektieren, sondern dass die steigenden Fasergehalte den steigenden Widerwillen der Zieltierart widerspiegeln, Gras- oder selbst Luzerneheu als Faserquelle aufzunehmen.

Handelsname	Rfa (% TS)	NDF (% TS)
Herbivore 16-ADF1	16.7	32.2
Herbivore 25-ADF ¹	25.6	43.4
Browser breeder ¹	27.8	43.6
Browser maintenance ¹	31.1	48.1
Moose maintenance ¹	35.6	54.8
Grazer ²	11.2	-
Browser breeder ²	18.6	-
Browser maintenance ²	21.4	-
Moose ²	24.0	-

¹ Mazuri® (PMI, St. Louis, USA)

² Mazuri™ (SDS, Essex, UK)

man beachte, dass die beiden Firmen nicht identisch sind!

entsprechende Publikationen fehlen, ist hier von einer auf Erfahrung beruhenden Futterformulierung auszugehen.

Die Erkenntnis, das Heu als Raufutter von Laubäsern ungern aufgenommen wird, ist auch an dem in den letzten Jahren steigenden Interesse von zoologischen Gärten an Verfahren zur Konservierung von Laub, insbesondere der Herstellung von Laubsilage (HATT und CLAUSS 2006), zu erkennen. Es ist angeraten, dass man für die jeweiligen Tierarten Rau- und Grünfutterquellen nutzt, die von den Tieren gut akzeptiert werden. Hierzu zählt selbstredend Laub (ungiftig) (HUMMEL et al. 2003), so viel wie möglich; Laub kann sogar zoeigen kultiviert werden (SCHLEGEL et al. 2006). Luzerneheu guter Qualität ist leider in Mitteleuropa schwer zu bekommen, ist aber der Grundstein der meisten Laubäser-Rationen (LINTZENICH und WARD 1997). Je schwieriger die konstante Versorgung mit einem Raufutter ist, desto wichtiger ist es, den Fasergehalt im Mischfutter hoch zu halten.

Wildfütterung ist immer Gruppenfütterung

Zusätzlich zu dem Problem, Rehen geeignetes Raufutter zu bieten, das sie gerne aufnehmen, dürfte auch als sozialer Aspekt der Unterschied zwischen einzeln und in Gruppen lebenden Tieren zu der vermeintlich höheren Anfälligkeit für Pansenazidose aufgrund einer überhöhten Kraftfutter-Aufnahme beitragen. Es ist wahrscheinlicher, dass Rehe einzeln an eine Fütterung kommen und sich an dem dargebotenen Konzentratfutter „überfressen“ - bei einer größeren Gruppe von Tieren, die zeitgleich an die Fütterung kommt, ist dies zwar auch möglich, aber aufgrund der höheren Konkurrenz etwas weniger wahrscheinlich.

Das Verhalten an der Wildfütterung spiegelt die Hierarchie im Rudel wieder (z.B. SCHMIDT und HOI 1999). Die räumliche Anordnung des Futters ist hier entscheidend, damit alle Tiere gleichermaßen zum Futter kommen. Das Futter sollte großräumig verteilt sein, und es sollten immer

mehr „Fressplätze“ als gefütterte Tiere vorhanden sein. Ganz wichtig ist hierbei, dass Raufutter und - was auch immer dazu gereicht wird (s.u.) nicht getrennt angeboten wird (hier ein einziger Trog mit dem gesamten Mischfutter, drumherum einzelne Haufen Heu), sondern soweit möglich gemeinsam (viele Tröge für Mischfutter, an jedem Trog auch Heu).

Die Tatsache, dass an einer Fütterung viele Tiere zusammenkommen birgt das Risiko einer höheren Übertragungsrates von ansteckenden Krankheiten (MILLER et al. 2003, PUTMAN und STAINES 2004).

Wahl des Futterregimes

Im Idealfall würde für jedwede Tierart eine Fütterung eingesetzt, die den Tieren keine Selektion der faserärmeren Bestandteile ermöglicht, insgesamt einen Fasergehalt hat, der einer Pansenazidose vorbeugt (18% Rohfaser), und die außerdem einen ausreichenden Anteil an Strukturfutter enthält - denn auch wenn die chemisch gemessene „Rohfaser“ adäquat ist, so muss auch ausreichend Strukturfutter aufgenommen werden, damit das Wiederkauen ausreichend aktiviert wird (und die Tiere sich die Struktur nicht aus dem Wald besorgen). Eine solche ideale Futtermischung wäre entweder ein reines Raufutter (ein hochwertiges Heu), oder ein Futter, das der „Total Mixed Ratio (TMR)“ aus der Rinderfütterung vergleichbar ist, mit Anteilen von Mischfutter (Pellets) oder Einzelfuttermitteln (Trockenschnitzel) sowie einem Anteil grob gehäckseltes Heu- bzw. Silageanteil. Ein solches Futter ist einerseits für das Wild noch attraktiv, kann ausreichende Konzentrationen von Rohfaser und von strukturierter Faser enthalten, und verhindert ein selektives Kraftfutter-Fressen, wodurch einer Azidose vorgebeugt wird.

Eine solche Futtermischung ist in der Herstellung aufwändig und teuer; die Frage ist: wie weit kann man von dieser Idealvorstellung verantwortungsvoll abweichen?

Bei Wiederkäuern, die üblicherweise weniger heikel der Aufnahme von traditionellem Raufutter sind wie Grasheu oder Silage (z.B. Rotwild), ist das Anbieten von Einzelkomponenten vermutlich weniger problematisch. Hier muss vor allem durch die Art des Anbietens vermieden werden, dass bestimmte Tiere bestimmte Futtermittel monopolisieren können (s.o.). Rotwild kann seinen Energiebedarf im Winter rechnerisch aus Heu oder Silagen von normalem Futterwert decken (KAMPHUES et al. 2004). Entsprechend werden in der Hegeliteratur auch reine Raufutter-Rationen für die Winterfütterung als eine Möglichkeit angegeben (DEUTZ et al. 2009). Je nach Zielsetzung (z.B. wenn Verbiss kein wesentliches Problem darstellt) ist dies durchaus adäquat und kommt der natürlichen Anpassung des Wildes am nächsten.

Bei Wiederkäuern, die ein traditionelles Raufutter wie Grasheu nicht zuverlässig aufnehmen (wie das Rehwild), ist das Anbieten von Einzelkomponenten (Kraftfutter und Heu) wie oben geschildert problematisch. Eine Mischration mit eingemischter Struktur ist hier die Variante, der man aus Sicherheitsüberlegungen für das Wild heraus den Vorzug

geben müsste. Ein typisches Beispiel wäre eine Mischung aus siliertem Apfeltrester und gehäckseltem Luzerneheu.

Apfeltrester kann nach eigenen Untersuchungen einen recht hohen Rohfasergehalt bis zu 20% aufweisen und ist dennoch für Rehe ausgesprochen schmackhaft. Durch den Silierprozess werden ein Teil der darin enthaltenen Zucker bereits vergoren, was als positiv zu bewerten ist. Luzerneheu oder ein kräuterreiches Wiesenheu ist für Rehe besser geeignet als ein normales Grasheu - die Tiere können sich dann für sie verwertbare Anteile herausuchen. Wichtig ist, dass man sich darüber im Klaren ist, dass die Tiere das Heu in der Regel nicht komplett verzehren werden. „Nachschlag erst wenn aufgeessen ist“ - so darf bei der Raufuttergabe an Laubäser nicht gehandelt werden.

Bei der Fütterung von siliertem Material gilt zu beachten, dass eine Silage als Frischfutter nur so lange hygienisch einwandfrei ist, wenn sie in kurzer Zeit (<2 Tage) nach dem Verbringen an die Luft (also dem Anbieten an der Fütterung) verzehrt wird. Wenn zum Beispiel nicht täglich oder wenigstens alle zwei Tage gefüttert werden kann, dann sollten Silagen nicht eingesetzt werden.

Maisstärke (folgendes gilt nicht für Mais-Ganzpflanzensilage) ist übrigens für Wiederkäuer oft nicht so gut im Pansen verdaulich, insbesondere wenn in ganzer Form gefüttert. Es kann vorkommen, dass Maisstärke deshalb in größeren Mengen im Dickdarm anflutet, hier dann zu Fehlgärungen führt und für verschiedene Erkrankungen verantwortlich ist bzw. die Tiere aufgrund der Störung der Bakterienflora im Dickdarm anfälliger macht (DROCHNER und MEYER 1991). In der Fütterung von Elchen wurde die Reduktion des Anteils an Stärke, insbesondere an Maisstärke, im Futter – im Austausch mit pektinhaltigen Substanzen - als ein wichtiger Schritt betrachtet (SHOCHAT et al. 1997, CLAUSS 2000). Die Verfütterung von Körnermais muss immer als besonders riskant betrachtet werden.

Trockenschnitzel enthalten vor allem Pektin - eine Substanz, die wie oben erwähnt auch in Laubäsung vorkommt. Pektin fermentiert zwar rascher als Zellulose und gilt daher in der Wiederkäuerfütterung als Energieträger, verursacht jedoch im Gegensatz zu Getreidestärke keine Pansenazidose. Trockenschnitzel (nicht melassiert - Melasse = Zucker - Azidosegefahr) sind daher für eine wiederkäuergerechte Fütterung besser geeignet als Getreide. Einerseits können sie lose eingesetzt werden. Bei Tieren, die eine Druckzunahme im Magen nicht kompensieren können (Pferde - können nicht erbrechen), müssen Trockenschnitzel eingeweicht gefüttert werden. Wiederkäuer, die regelmäßig Futter aus ihrem Vormagen regurgitieren, können hingegen Trockenschnitzel auch nicht eingeweicht verabreicht bekommen. Obwohl die positive Wirkung von Trockenschnitzeln schon sehr lange bekannt ist, zeichnet sich in der Zootierfütterung in den letzten Jahren aus den genannten Gründen der Trend ab, vermehrt Trockenschnitzel statt Getreide einzusetzen, und insbesondere bei der Zusammensetzung von Mischfutter (Pellets) darauf zu achten, dass ein Großteil des Getreides durch Trockenschnitzel ersetzt wird (HUMMEL et al. 2006). Ein einfaches Rezept für ein Pelletfutter nach BERNDT et al. (2004) lautet wie folgt:

	% der Mischung
Unmelassierte Trockenschnitzel	23
Luzernegrünmehl	23
Sojaextraktionsschrot	23
Sonnenblumenschalen	12.5
Weizen/Hafer	8.0
Melasse	2.5
Zellulosepulver	2.5
Leinsamen	2.0
Vitamin/Mineralvormischung	2.2
Natriumbikarbonat	1.0
Kupfer	wird insgesamt in einer Menge von 22 mg/kg Trockenmasse beigelegt

Der Rohfasergehalt dieser Mischung liegt bei ca. 22%; außerdem wirkt Natriumbikarbonat als Puffer für den pH im Pansen. Unserer Erfahrung nach wird solch ein Futter gut aufgenommen; bei Akzeptanzproblemen könnte der Anteil Sonnenblumenschalen reduziert und durch Trockenschnitzel und Getreide zu gleichen Anteilen ausgeglichen werden. Solch ein Futter muss auch nicht eingemischt werden in etwas anderes (z.B. die Apfeltrester-Luzerne-Mischung) - denn eine Pansenazidose ist auch bei alleiniger Aufnahme eines Futters mit solch einem Rohfasergehalt nicht zu erwarten. Selbstverständlich kann ein solches Futter auch sehr gut bei Rotwild eingesetzt werden.

Allerdings kann der „Strukturbedarf“ auch mit so einem rohfaserreichen Futter allein nicht gedeckt werden.

Da bei Hirschen Kupfermangel öfters beschrieben wurde, sollte man keine Mineralvormischungen für Schafe verwenden; es sind auch besondere mineralisierte Lecksteine für Wild im Handel, die einen erhöhten Kupfergehalt aufweisen und auf keinen Fall an Schafe gegeben werden dürfen.

Abschließend soll zur Futterwahl noch einmal gesagt werden, dass ein Abweichen von einer „Idealfütterung“ um so gefährlicher ist, je weniger man damit rechnen kann, dass die Tiere ein ungeeignetes Futter (wie Brot, frisches Obst, Getreide, Mais) mit einem geeigneten Futter (Raufutter) ergänzen. So wäre bei Rotwild der vorsichtige Einsatz von Getreide in Kombination mit Heu zwar nicht ideal, aber vertretbar. Der Einsatz von Brot, Getreide oder Mais bei der Rehütterung ist im Vergleich gefährlicher und daher abzulehnen.

Ein (nur ein wenig) hinkender Vergleich

Ich möchte diesen Beitrag mit einem etwas gekünstelten, aber hoffentlich eingängigen Vergleich beenden. Rehe selektieren gegen einen hohen Fasergehalt. Welche Konsequenz ist daraus zu ziehen? Nehmen wir einmal an, ich wäre ein Whiskey-Trinker und Sie, lieber Leser, trinken lieber Bier. Ich beobachte Sie mehrfach an der Hausbar und sehe - Sie ignorieren meine Whiskey-Sammlung und greifen stattdessen zum Pils. Ich analysiere messerscharf - Sie selektieren gegen einen hohen Alkoholgehalt. Sie sollten sich also freuen, wenn ich bei Ihrem nächsten Besuch die Bar ganz geschlossen lasse und Ihnen anbiete, was Sie als Anti-Alkohol-Selektierer so gerne trinken: Pfefferminztee.

Dies ist die Logik, nach der ich einem Reh Maiskörner oder getrocknetes Brot gebe, nur weil es „gegen Faser selektiert“.

Literatur

- BARTOSKEWITZ ML, HEWITT DG, PITTS JS, BRYANT FC, 2003: Supplemental feed use by free-ranging white-tailed deer in southern Texas. *Wildlife Society Bulletin* 31:1218-1228.
- BERNDT C, KLARENBEEK A, HEIJCKMAN T, HUMMEL J, CLAUSS M, 2004: The formulation of a beet pulp-Based pelleted food for captive wild ruminants and preliminary experiences. *Proceedings of the European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians* 5:371-372.
- BUBENIK GA, BUBENIK AB, 1990: *Horns, pronghorns, and antlers*. Springer, Berlin.
- CLAUSS M, 2000: *Fütterungspraxis in der Haltung von Elchen*. Dissertation LMU München. Schöningh Verlag, Münster.
- CLAUSS M, KIENZLE E, HATT JM, 2003: Feeding practice in captive wild ruminants: peculiarities in the nutrition of browsers/concentrate selectors and intermediate feeders. A review. In: Fidgett A, Clauss M, Ganslosser U, Hatt JM, Nijboer J (eds) *Zoo animal nutrition*, vol 2. Filander, Fuerth, Germany, 27-52.
- CLAUSS M, HATT JM, HUMMEL J, 2008a: Fütterung großer Pflanzenfresser. Tagungsbericht der Arbeitstagung der Zootierärzte im deutschsprachigen Raum 26:61-74.
- CLAUSS M, DIERENFELD ES, 2008: The nutrition of browsers. In: Fowler ME, Miller RE (eds) *Zoo and wild animal medicine Current therapy* 6. Saunders Elsevier, St. Louis, 444-454.
- CLAUSS M, KAISER T, HUMMEL J, 2008b: The morphophysiological adaptations of browsing and grazing mammals. In: Gordon IJ, Prins HHT (eds) *The ecology of browsing and grazing*. Springer, Heidelberg, 47-88.
- DEUTZA, GASTEINER J, BUCHGRABER K, VÖLK F, 2009: *Fütterung von Reh- und Rotwild*. Stocker, Graz.
- DOENIER PB, DELGUIDICE GD, RIGGS MR, 1997: Effects of winter supplemental feeding on browse consumption by white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin* 25:235-243.
- DRESCHER-KADEN U, SEIFELNASR EA, 1977: Untersuchungen am Verdauungstrakt von Reh, Damhirsch und Mufflon. II. Rohnährstoffe im Panseninhalt. *Zeitschrift für Jagdwissenschaften* 23:6-11.
- DROCHNER W, MEYER H, 1991: Verdauung organischer Substanzen im Dickdarm verschiedener Haustierarten. In: Kirchgeßner M (ed) *Digestive physiology of the hindgut*. Paul Parey, Hamburg Berlin, 18-40.
- DRUMMOND JC, GREENWOOD AW, RIDGWAY RR, WILLIAMS PC, 1941: Sesame cake and antler growth. *Nature* 147:26-27.
- DUNCAN P, TIXIER H, HOFMANN RR, LECHNER-DOLL M, 1998: Feeding strategies and the physiology of digestion in roe deer. In: Andersen R, Duncan P, Linell JDC (eds) *The European roe deer: the biology of success*. Scandinavian University Press, Oslo, 91-116.
- FENNESSY PF, SUTTIE JM, 1985: Antler growth: nutritional and endocrine factors. In: Fennessy PF, Drew KR (eds) *Biology of Deer Production*. The Royal Society of New Zealand, Bulletin 22, Wellington, NZ, 239-250.
- FREVERT W, 1977: *Rominten*. BLV Verlagsgesellschaft, München.
- GRABOWSKI T, CLAUSS M, 2006: Environmental stress and antler development in captive roe deer (*Capreolus capreolus*) - four case reports. *Proceedings of the European Association of Zoo and Wildlife Veterinarians* 6:247.
- GROOT BRUINDERINK GWTA, LAMMERTSMA DR, HAZEBROEK E, 2000: Effects of cessation of supplemental feeding on mineral status of red deer *Cervus elaphus* and wild boar *Sus scrofa* in the Netherlands. *Acta Theriologica* 45:71-85.
- HATT JM, CLAUSS M, 2006: Browse silage in zoo animal nutrition - feeding enrichment of browsers during winter. In: Fidgett A et al. (eds) *Zoo animal nutrition Vol III*. Filander Verlag, Fürth, Germany, 201-204.
- HOFMANN RR, 1973: *The ruminant stomach*. East African Literature Bureau, Nairobi.
- HOFMANN RR, 1988: Morphophysiological evolutionary adaptations of the ruminant digestive system. In: Dobson A, Dobson MJ (eds) *Aspects of digestive physiology in ruminants*. Cornell University Press, Ithaca, NY, 1-20.
- HOFMANN RR, 1989: Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78:443-457.
- HOFMANN RR, NYGREN K, 1992: Ruminant mucosa as indicator of nutritional status in wild and captive moose. *Alces Suppl* 1:77-83.
- HUMMEL J, HÖRHAGER A, NAWROCKI D, 2003: Wählerische Laubfresser - angemessene Ernährung von Giraffen und Okapis im Zoo. *Zeitschrift des Kölner Zoo* 46:67-80.
- HUMMEL J, NOGGE G, CLAUSS M, NORGAARD C, JOHANSON K, NIJBOER J, PFEFFER E, 2006: Energetic nutrition of the okapi in captivity: fermentation characteristics of feedstuffs. *Zoo Biology* 25:251-266.
- HUMMEL J, FRITZ J, KIENZLE E, MEDICI EP, LANG S, ZIMMERMANN W, STREICH WJ, CLAUSS M, 2008: Differences in fecal particle size between free-ranging and captive individuals of two browser species. *Zoo Biology* 27:70-77.
- KAMPHUES J, COENEN M, KIENZLE E, PALLAUF J, SIMON O, ZENTEK J, 2004: *Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung*, 10. Aufl. M. & H. Shaper, Alfeld-Hannover.
- LINTZENICH BA, WARD AM, 1997: Hay and pellet ratios: considerations in feeding ungulates. *Nutrition Advisory Group Handbook Fact Sheet* 006.
- MARHOLDT F, 1991: *Fütterungsbedingte, morphologische Veränderungen der Vormagenschleimhaut von 67 Zoo-Wiederkäuern im Vergleich mit wildlebenden Wiederkäuern*. In, vol. Dissertation. Justus-Liebig-Universität Giessen, Giessen
- MILLER RA, KANEENE JB, FITZGERALD SD, SCHMITT SM, 2003: Evaluation of the influence of supplemental feeding of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) on the prevalence of bovine tuberculosis in the Michigan wild deer population. *Journal of Wildlife Diseases* 39:84-95.
- PROCEEDINGS GNW, 2005: Lincoln Park Zoo, May 25-26 2005.
- PUTMAN RJ, STAINES BW, 2004: Supplementary feeding of wild red deer *Cervus elaphus* in Europe and North America: justifications, feeding practice and effectiveness. *Mammal Review* 34:285-306.
- RAJSKÝ M, VODŇANSKÝ M, HELL P, SLAMEČKA J, KROPIL R, RAJSKÝ D, 2008: Influence supplementary feeding on bark browsing by red deer (*Cervus elaphus*) under experimental conditions. *European Journal of Wildlife Research* 54:701-708.
- REIMOSER F, GOSSOW H, 1996: Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system. *Forest Ecology and Management* 88:107-119.
- RENECKER LA, HUDSON RJ, 1988: Seasonal quality of forages used by moose in the aspen-dominated boreal forest, Central Alberta. *Holarctic Ecology* 11:111-118.
- ROBBINS CT, 1993: *Wildlife feeding and nutrition*. Academic Press, San Diego.
- SCHLEGEL ML, RENJIFO A, VALDES EV, 2006: Nutrient content of Carolina willow (*Salix caroliniana*) browse components fed to exotic

- herbivores. In: Fidgett A et al. (eds) Zoo animal nutrition Vol III. Filander Verlag, Fürth, Germany, 213-224.
- SCHMIDT KT, HOI H, 1999: Feeding tactics of low-ranking red deer stags at supplementary feeding sites. *Ethology* 105:349-360.
- SCHMIDT KT, HOI H, 2002: Supplemental feeding reduces natural selection in juvenile red deer. *Ecography* 25:265-272.
- SHOCHAT E, ROBBINS CT, PARISH SM, YOUNG PB, STEPHENSON TR, TAMAYO A, 1997: Nutritional investigations and management of captive moose. *Zoo Biology* 16:479-494.
- SMITH BL, 1998: Antler size and winter mortality of elk: effects of environment, birth year, and parasites. *Journal of Mammalogy* 79:1038-1044.
- STEVENS CE, HUME ID, 1995: Comparative physiology of the vertebrate digestive system. Cambridge University Press, New York.
- VAN SOEST PJ, 1994: Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- VANPÉ C, GAILLARD JM, KJELLANDER P, MYSTERUD A, MAGNIEN P, DELORME D, VAN LAERE G, KLEIN F, LIBERG O, HEWISON AJM, 2007: Antler size provides an honest signal of male phenotypic quality in roe deer. *American Naturalist* 169:481-493.
- VOGT F, 1936: Neue Wege der Hege. Neumann-Neudamm, Vienna, Austria.
- WOOLF A, KRADEL D, 1977: Occurrence of rumenitis in a supplementary fed white-tailed deer herd. *Journal of Wildlife Diseases* 13:281-285.