Sonderdruck: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Wien 1975.

NAHRUNGSWAHL, MIKROBIELLE BESIEDLUNG UND BIOCHEMISCHE LEISTUNGEN DER MIKROORGANISMEN IM RUMINORETICULUM DER GEMSEN

U. DRESCHER-KADEN

Abstract

Concerning the question whether the varying food supply of the alpine regions due to season and habitat as well as the specific feeding pattern of the chamois causes adaptations in the rumen physiology we studied the composition of rumen ingesta, microbial population, the fermentation pattern and the dimension of the digestive system of 145 chamois (from 1966 to 1975) post mortem. Compared to other wildliving ruminants, chamois can be classified as an intermediate feeding type. In summer the chamois can fulfill a variety of biological performances by ingesting plants of high nutritional value, but the supply in winter with available energy is too small as for to equate the energy costs of heat production and locomotion.

Wildlebende Ruminantia können sich wechselnden, mitunter extremen Umweltbedingungen nicht nur in ihrem Verhalten anpassen, sondern vor allem durch adaptive Veränderungen im Vormagenstoffwechsel reagieren.

Im Rahmen der vergleichenden Ökophysiologie war von Interesse, ob sich die Gemse (*Rupicapra rupricapra* Linné 1758) auch durch die Ausbildung des Verdauungssystems unterscheidet, das sie befähigt, die alpine Randzone der Vegetation zu nutzen.

Zur Fragestellung – inwieweit das jahreszeitlich und biotopbedingt wechselnde Äsungsangebot alpiner Lebensräume und das artspezifische Äsungsverhalten der Gemse Veränderungen der Stoffwechselvorgänge im Panseninhalt zur Folge haben – wurden folgende Untersuchungen post mortem am Gamswild durchgeführt.

1) Messungen der funktionell-anatomischen Kapazität und des Füllungsgrades des Verdauungssystems
2) Ermittlung der im natürlichen Habitat aufgenommenen Pflanzengruppen und die chemische Zusammensetzung des Panseninhaltes
3) Bestimmung der Partikelgröße d.h. des Zerkleinerungsgrades der Naturäsung im Panseninhalt.
4) Erfassung der Gesamtzahl und Artenverteilung der Mikroflora und -fauna im Panseninhalt
5) Untersuchung der biochemischen Verdauungsleistung der Endosymbionten im Reticulorumen

Material und Methodik

In den Jahren 1966 bis 1975 erfolgten 22 Mehrtages- und 20 Eintagesexkursionen in 7 verschiedene Untersuchungsgebiete des bayerischen und Österreichischen

Alpenraumes. Das Untersuchungsmaterial umfaßt 145 Gemsen (20 ♂♂ juv.; 47 ♂♂ ad.; 23 ♀♀ juv.; 55 ♀♀ ad.). 103 der Abschüsse fielen in die Sommermonate, 42 in den Winter. Über das Vorgehen der Untersuchungen wurde bereits an anderer Stelle berichtet (BRÜGGEMANN et al. 1967; DRESCHER-KADEN et al. 1973; DRESCHER-KADEN 1975).

Ergebnisse

Der Anteil des gefüllten Intestinaltraktes am Körpergewicht beträgt bei der Gemse ca. 24%. Bezogen auf das metabolische Körpergewicht liegt dieser Anteil um 57%. Das Gewichts-Verhältnis des gefüllten Magen- zum gefüllten Darmtrakt ist bei Gemsen im Sommer mit 2,3:1 enger als im Winter mit 3,3:1. Der Gewichtsanteil des gefüllten wie entleerten Reticulorumen am Magentrakt ist mit 93% bzw. 83%, sein maximales physikalisches Fassungsvermögen mit 26 Litern/100 kg Körpergewicht, sowie der Füllungsrad des Reticulorumen mit 43 kg pro 100 Liter Fassungsvermögen relativ hoch verglichen z.B. mit Rehen. Die Panseninnenauskleidung weist bei Gemsen ungleichmäßige Zottenausbildung und stärker ausgebildete Pansenpfeiler auf. Vergleicht man diese Daten mit denen anderer Wildwiederkäuer wie z.B. Reh,

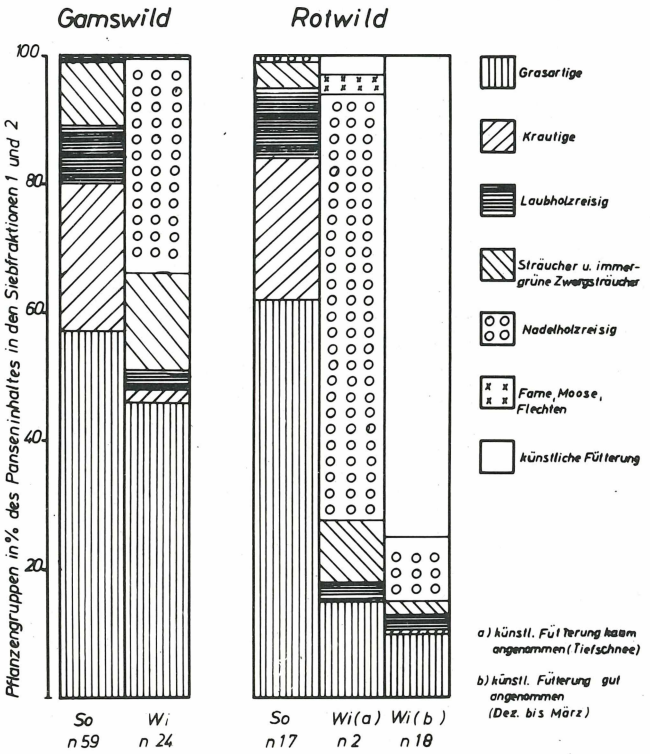

Abb. 1 Pflanzengruppen im Panseninhalt von Gams und Rotwild in den Monaten Juli/August (So) und Dezember (Wi).

Rotwild, Mufflon, Damhirsch, Ren und Weißwedelwild so ist die Gemse aufgrund der Kapazität des Verdauungstraktes, des Füllungsgrades des Ruminoreticulum und der Auskleidung der Pansenwände weder dem Ernährungstyp „Konzentratselektierer" wie das Reh, noch eindeutig dem Typ „Rauhfutterfresser" wie z.B. Mufflon zuzuordnen (DRESCHER-KADEN 1975). Die Daten weisen auf eine Intermediärstellung hin, die zeitweise mehr zu dem einen bzw. zu dem anderen Extrem hin tendiert.

So befähigt das relativ stark ausgebildete Vormagensystem die Gemsen, zumindest in Notzeiten, größere Mengen voluminöseren, schwerer verdaulichen Futters aufzunehmen. Dies kommt möglicherweise in längeren Äsungs- und Ruminationsintervallen, längerer Verweildauer des Futters im Pansen sowie in der Zusammensetzung des Panseninhaltes zum Ausdruck. Wie aus Abb. 1 ersichtlich, bilden trotz hoher individueller Schwankungen die Gräser in den Sommermonaten den Hauptanteil der Nahrung von Gamswild gefolgt von einem relativ hohen Anteil krautiger Pflanzen. Im Panseninhalt der Gemse ist eine höhere Vielfalt an Dicotyledonenarten als bei Rotwild des gleichen Lebensraumes zu beobachten. Die Gruppe der Sträucher und Zwergsträucher ist bei Gemsen, die der Laubhölzer beim Rotwild stärker vertreten. Während der Wintermonate geht der Grasanteil in der Äsung von Gams- und Rotwild generell zurück. Er wird von der Gemse vermehrt durch immergrüne Sträucher und Koniferen, bei Rotwild nur dann durch Nadelholzäsung ersetzt, soweit ihm keine Winterfütterung zur Verfügung stand. Die jahreszeitliche Änderung der Äsungszusammensetzung kommt in der unterschiedlichen Partikelgröße der Ingesta zum Ausdruck. Im Sommer ist der Anteil flächiger Pflanzenteile, die durch ein Sieb von 7,5 mm^2 Maschenweite zurückgehalten werden größer; im Winter die Menge der Partikel, die ein Sieb von 5 mm^2 noch passieren aber von einem Sieb mit 1,5 mm^2 Maschenweite aufgefangen werden. Im Sommer bestehen 36% der Trockensubstanz des Panseninhaltes aus Partikeln über 0,5 mm^2 im Winter hingegen 53%.

Obwohl der Panseninhalt von Gemsen nicht nur Pflanzenmaterial sondern auch die Mikroorganismenfraktion, Fermentationsprodukte und Sekrete des Wiederkäuers umfaßt, spiegelt sich die jahreszeitlich wechselnde Äsungszusammensetzung auch in der Rohnährstoffzusammensetzung des Panseninhaltes wider (Tab. 1) Wie bei Rot- und Rehwild des Voralpenraumes (BRÜGGEMANN et al. 1963; BRÜGGEMANN U. 1967) fanden wir im Panseninhalt der Gemse während der Sommermonate höhere Rohprotein- und geringere Rohfasergehalte; im Winter lagen umge-

Tabelle 1 Die Rohnährstoffzusammensetzung im Panseninhalt der Gemse im Sommer und im Winter

	SOMMER	WINTER
Tierzahl	103	35
	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$
Gehalt der Rohnärstoffe *in % der Trockensubstanz*		
Rohprotein	28,8 ± 3,8	16,0 ± 3,0
Rohfaser	22,3 ± 4,3	35,7 ± 5,4
Rohfett	7,2 ± 1,4	4,9 ± 1,0
Rohasche	11,6 ± 1,3	8,5 ± 0,9
N-freie Extraktstoffe	30,1 ± 3,8	34,9 ± 4,7

kehrte Verhältnisse vor. Auffällig sind auch die im Sommer höheren Calciumkonzentrationen gegenüber den Winterwerten. Verglichen mit dem im gleichen Gebiet lebenden Rotwild nimmt die Gemse bei vielfältigem Äsungsangebot im Sommer meist rohproteinreichere Nahrung auf; bei Äsungsknappheit im Winter ist der dem pflanzlichen Material zuzuordnende N-haltige Anteil bei Gemsen minimal, während Rotwild durch Winterfütterung höhere Werte aufweist.

Nach Beobachtungen an freilebenden Wiederkäuern sowie nach Untersuchungen an Haustieren mit definierter Rationsgestaltung beeinflußt die Nahrungszusammensetzung Zahl und Artenverteilung der Mikroorganismen. Im Gegensatz zur Artenarmut der Ciliaten bei Konzentratselektierern (BRÜGGEMANN et al. 1967; DRESCHER-KADEN 1975) zeigen Gemsen eine artenreiche Mikrofauna, die bei Rauhfutterfressern zu beobachten ist. Vorherrschend sind mit 80-90% die Entodinia, deren Anteil bei Gemsen unter bestimmten extremen Ernährungsbedingungen – z.B. hoher Energiegehalt der Nahrung oder ausgesprochene Mangelnahrung – auf 100% ansteigen kann. Auffällig ist das gegenüber Rauhfutterfressern Fehlen von Iso- und Dasytricha. Die Gesamtzahl der Ciliaten der Gemsen ist – verglichen mit anderen Wildwiederkäuern – relativ hoch, sinkt jedoch bei ungünstigen Ernährungsbedingungen (Tab. 2). Die Zahl der Bakterien im Panseninhalt der Gemse unterliegt jedoch kaum jahreszeitlichen Schwankungen. Hingegen sinkt im Winter die Zahl der „großen Bakterien" wie Selenomonas, was mit als Anzeichen für mindere Futterqualität zu werten ist. Darüberhinaus wurde von BRÜGGEMANN et al. (1967) im Sommer bei Gemsen eine höhere Zahl an kultivierbaren Amylolyten und Proteolyten als im Winter beobachtet, während die Zellulolyten gleichmäßig vertreten waren.

Tabelle 2 Die Gesamtzahl der Ciliaten und Bakterien im Panseninhalt der Gemse im Sommer und im Winter

Tierzahl	SOMMER 94 $\bar{x} \pm s$	WINTER 26 $\bar{x} \pm s$
Zahl der Ciliaten $\times 10^3$/g Panseninhalt	1452 ± 393	736 ± 287
Zahl der Bakterien $\times 10^{10}$/g Panseninhalt	4,97 ± 2,4	4,07 ± 2,2

Dies kommt auch bei der Vergärung von Kohlenhydrat-Reinsubstraten im Pansensaft von Gemsen zum Ausdruck. Während der Abbau von Zellulose im Winter nur etwas niedriger als im Sommer liegt, ist die Vergärung von Stärke, die als leicht verdaulicher Energieträger der Nahrung gilt – im Winter wesentlich verlangsamt. Die Vergärung von Reinsubstraten gibt zwar ein Bild der spezifischen optimalen Verdauungsleistung der Mikroorganismen im Pansen der einzelnen Gemsen bei definierten Bedingungen, doch ist der Umfang des Futterabbaues – also des komplexen Äsungsmaterials – erst durch die Bestimmung der Fermentationsrate sowie die Ermittlung der Produktionsrate an flüchtigen Fettsäuren und deren molarer Verteilung sowie der Ammoniakproduktionsrate gekennzeichnet (Tab. 3). Hohe Fermentationsraten, Produktionsraten an flüchtigen Fettsäuren (FFS) und Freisetzung von Ammoniumionen (NH_4^+) im Panseninhalt von Gemsen spiegeln im

Sommer die gute Substratversorgung – d.h. größere Mengen an leichtvergärbaren Kohlenhydraten und Proteinen in der Äsung – wider. Im Winter ist bei der Gemse die Aktivität der Mikroorganismen – weniger deren Leistungsfähigkeit – vermindert und deutet auf die schlechte Substratversorgung hin. Für diese Annahme spricht nicht nur die Rohnährstoffzusammensetzung sondern auch das Muster der flüchtigen Fettsäuren im Panseninhalt. (Tab. 3). Die höhere Gesamtkonzentration an FFS sowie das engere Acetat-Propionatverhältnis im Panseninhalt der Gemse im Sommer deutet auf einen starken Abbau leicht vergärbarer Kohlenhydrate hin. Höhere Prozentsätze an Butter- und Valeriansäure – inbesondere an Isofettsäuren – im Verein mit hohem Ammoniakgehalt lassen einen erhöhten Abbau von Proteinen vermuten. Im Winter weisen die geringere Gesamtkonzentration an FFS, der erhöhte Essigsäureanteil und der niedrigere Ammoniakspiegel auf einen verstärkten Rohfaserabbau, sowie schlechter zugängliches und in geringeren Konzentrationen vorliegendes Pflanzenprotein hin.

Tabelle 3 Fermentationsleistungen der Mikroorganismen im Panseninhalt der Gemse im Sommer und im Winter

Tierzahl	SOMMER 80 $\bar{x} \pm s$	WINTER 20 $\bar{x} \pm s$
Zellulolytische Aktivität (Abbau mg Zellulose-Reinsubstrat pro Liter Pansensaft/Stunde)	881 ± 225	723 ± 197
Amylolytische Aktivität (Abbau mg Stärke-Reinsubstrat pro Liter Pansensaft/Stunde)	1626 ± 363	863 ± 280
NH_4^+-Produktionsrate (Freisetzung von mg N pro Liter Pansensaft/Stunde)	60 ± 22	14 ± 10
Fermentationsrate (Freisetzung von ml Gas NTP. pro g Trockensubstanz/Stunde)	22,2 ± 9,4	9,5 ± 3,2
FFS-Produktionsrate (Produktion von mMol FFS pro kg Panseninhalt/Stunde)	44,8 ± 26,9	23,3 ± 16,2
Konzentration an FFS (mMol FFS/kg Panseninhalt)	144 ± 33	98 ± 26
Molare Verteilung der FFS (in % der Gesamtmenge)		
C–2	66,7 ± 3,7	70,5 ± 4,7
C–3	18,0 ± 2,2	17,8 ± 2,6
i + n C–4	12,4 ± 1,9	9,3 ± 1,3
i + n C–5	2,7 ± 0,7	2,4 ± 1,6
C–2/C–3 Verhältnis	3,7 ± 1	4,1 ± 1

Abschließende Betrachtung

Zunächst wäre zu fragen, wann die Gemse welche Leistungen zu erbringen hat und somit ein Optimum an Äsungsangebot benötigt. In die frühen Sommermonate fällt bei Jungtieren die Wachtumsphase, bei adulten Tieren die Endphase der Gravidität, die Laktation, der Haarwechsel, das Gehörnwachstum und die Auffüllung der in Winternotzeiten verbrauchten Fettdepots neben der allgemeinen Bewegungsarbeit. Diese Leistungen erfordern vordringlich ein optimales N-angebot und Versorgung mit leichtverdaulichen Nährstoffen, was in der Regel durch das vielseitige Äsungsangebot gewährleistet ist. Zwar braucht die Gemse die maximale Kapazität des Verdauungstraktes nicht voll auszunutzen. Es muß jedoch eine Mikroflora und -fauna herausgebildet werden, die – ähnlich wie bei Konzentratselektierern – dieses Angebot trotz rascherer Passage auch ausreichend fermentiert. Die harten Winterbedingungen des Hochgebirges stellen hohe Anforderungen an den Wärmehaushalt und die Bewegungsleistung also an den Energiestoffwechsel. Die relativ schlechte Nährstoffversorgung im Winter bedingt verlangsamte Fermentationstätigkeit im Panseninhalt. Bei Aufnahme gröberen, schwerer vergärbaren Materials und entsprechender Passagerate erfolgt zwar eine stärkere Ausnutzung der Vormagenkapazität und Umstellung der Mikropopulation im Vormagen auf den Rauhfutterfressertypus. Trotzdem scheint die Gemse weitgehend auf die Verwertung der Körperreserven angewiesen zu sein, da bei einer Produktionsrate von umgerechnet 2,9 Mol FFS/ gesamter Panseninhalt/ 24 Stunden bei adulten Tieren mit umgerechnet 60 Kcal/ $G^{3/4}$/Tag zwar etwa 85% des Erhaltungsbedarfes erfüllt sind, doch für die erheblichen Aufwendungen zur Wärmeproduktion (vergl. SILVER et al. 1971) und Horizontal – und Vertikalbewegung (vergl. CLAPPERTON 1964, WHITE et al. 1974) Reserven benötigt werden.

summary

Concerning the question whether the varying food supply of the alpine regions due to season and habitat as well as the specific feeding pattern of the chamois causes adaptations in the rumen physiology, following studies of 145 chamois (from 1966 to 1975) post mortem were involved: 1) Studies about the functional-anatomical capacity and filling grade of the digestive system; 2) Oberservations about the selected plant groups in the natural habitat and the chemical composition of the rumen content; 3) Measurements of the particle size of the ingesta in the rumen 4) Evaluation of the whole numbers and species distribution of the microflora and microfauna; 5) Investigation of the fermentation capacity of the endosymbionts in the rumen. Compared to other wildliving ruminants, chamois can be classified as an intermediate feeding type with a relative large and complex reticulorumen, which the animal depends on – above all in winter – to ingest voluminous, slowly digestible plant material. While in summer 36% of the dry matter rumen ingesta will be retained by sieves of 0,5 mm^2 mesh size, in winter this fraction goes up to 53%. In summer grasses and browse are the major components of intake which were displaced in winter mainly by coniferous material. The plant material in summer with a high content of crude protein and easily fermentable carbohydrates, containing little physical structure is rapidly attacked by the microorganisms giving rise to a

high amount of short chain volatile acids (about 50 mMol vfa/kg rumen ingesta/hour) compared to winter forage (about 25 mMol vfa/kg rumen ingesta/hour). In summer the chamois can fulfill a variety of biological performances by use of the variety of plants but the supply in winter with available energy is too small as for to equate the energy costs of heat production and locomotion. In this season the animals depend on the fat deposits accumulated in summer.

LITERATUR

BRÜGGEMANN, J., GIESECKE, D., und KÄRST, K. (1963): Untersuchungen am Panseninhalt von Reh- und Rotwild. Transact. I.U.G.B. Bournemouth S. 139–144.

BRÜGGEMANN, J., GIESECKE, D., und WALSER-KÄRST, K., (1968): Methods for studying microbial digestion in ruminants post mortem with special reference to wild species *J. Wildl. Mgmt.* 32: 198–207.

BRÜGGEMANN, J., GIESECKE, D., WALSER-KÄRST, K. (1967): Mikroorganismen und Fermentationsprodukte im Pansen der Gemse Rupicapra, rupicapra, rupicapra). *Finnish Game Research* 30: 313–315.

BRÜGGEMANN, U. (1967): Untersuchungen über den Stickstoff-Stoffwechsel im Panseninhalt von Rotwild und Rehwild. Diss. rer. nat. München 1967.

CLAPPERTON, J.L. (1964): The energy metabolism of sheep walking on the level and on gradients. *Brit. J. Nutr.*: 18: 47–55.

DRESCHER-KADEN, U., GIESECKE, D., & WALSER-KÄRST, K. (1973): Verfahren zur Untersuchung mikrobieller Leistungen im Panseninhalt wildlebender Wiederkäuer post mortem. Transact. I.U.G.B. Stockholm S. 525–532.

DRESCHER-KADEN, U. (1975): Vergleichende Untersuchungen post mortem über Verdauungsvorgänge im Vormagen von Gemse und Rothirsch in ihrem natürlichen Habitat. Habilitationsschrift (in Vorbereitung).

DRESCHER-KADEN, U. (1975): Vergleichende Untersuchungen über die Kapazität des Verdauungssystems von Wildwiederkäuern mit unterschiedlichem Ernährungsmuster Vortrag anläßlich der Tagung für Säugetierkunde Sept. 1975, Innsbruck.

DRESCHER-KADEN, U. (1975): Untersuchungen über die Nahrungswahl und mikrobielle Besiedlung des Panseninhaltes verschiedener wildlebender Ruminantia Transact. I.U.G.B. Lissabon (im Druck).

SILVER, H., HOLTER, J.B., COLOVOS, N.F., & HAYES, H.H.: (1971): Effect of falling temperature on heat production in fasting whitetailed deer. *J. Wildl. Mgmt.* 35: 37–46.

WHITE, R.G., & YOUSEF, M.K. (1974): Energy cost of locomotion in reindeer. AEC. Contract AT (45-1)-2229; Progress Report 1974: 38–40.

Anschrift des Verfassers:

Dr. UTE DRESCHER-KADEN, Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie im Fachbereich Tiermedizin der Universität München, 8 München.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 5_1976

Autor(en)/Author(s): Drescher-Kaden Ute

Artikel/Article: Nahrungswahl, mikrobielle Besiedlung und biochemische Leistungen der Mikroorganismen im Ruminoreticulum der Gemsen 69-75