

Gehölzfutter – eine neue Quelle für die ökologische Tierernährung

Gerold Rahmann

Institut für ökologischen Landbau der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Trenthorst 32, 23847 Westerau, oel@fal.de

1 Einleitung

Seit der Trennung von Wald und Weide, die Ende des 18ten Jahrhunderts einsetzte, wurden Gehölze in Deutschland immer weniger als eine landwirtschaftliche Ressource betrachtet. Seit dem Zweiten Weltkrieg ist ihre Bedeutung praktisch auf Null gesunken und sie werden landwirtschaftlich nur noch als störend wahrgenommen. In der Konsequenz wurden vielerorts Hecken an Feldrändern und Gehölze auf Freiflächen entfernt. Erst mit dem Bewusstsein um die ökologische Bedeutung der Gehölze z.B. als CO₂-Senke, Habitat für viele Tierarten, Luftreinigung, Wasserhaushalt und den ländlichen Tourismus sind Gehölze wieder ins öffentliche Bewusstsein geraten. Heute sind rund 30% des Bundesgebietes mit Wald bedeckt, dabei sind viele mit Sträuchern und Bäumen bestandene Flächen noch nicht erfasst (Solitäräume, Hecken, Alleen etc.).

Die Bedeutung des Äsens von Gehölzen ist in den Agrarwissenschaften bislang wenig beachtet worden. Ziegen können bis zu 60%, Schafe bis zu 20% und selbst Rinder bis zu rund 10% ihrer Futtergrundlage durch Laub und frische Triebe decken. In freier Wildbahn ist eine Mischbeweidung von Gräsern, Kräutern und Gehölzen typisch für diese Herbivoren. Die Hypothese, das durch Laubfütterung (im Sommer durch Äsen, im Winter durch Laubheu) der Anspruch einer artgerechteren Fütterung als auch der ausgewogene Ernährung und die Gesunderhaltung von domestizierten Herbivoren Rechnung getragen wird, ist bislang nicht belegt (Rahmann, 2000).

Die Rolle von Gehölzen für die Tierernährung wurde wissenschaftlich nur selten behandelt (Rahmann, 2000). Im wichtigsten Standardwerk der Futtermittelkunde, welches überhaupt Laub- und Reisigfutterstoffe erwähnt (Becker & Nehring, 1965), werden Ergebnisse dargestellt, die z.T. weit mehr als 100 Jahre alt sind. Obwohl fast alle Pflanzen ernährungsphysiologisch bewertet sind, steht dieses für viele Gehölze bis heute aus. Dabei ist bekannt, dass Blätter, Rinde, Wurzeln und Früchte von Gehölzen reich an sekundären Pflanzeninhaltsstoffe (SPS) sind, hohe Rohprotein- und Energiewerte aufweisen. Bestimmte SPS sind als gesundheitsstörend oder -fördernd bekannt. Damit wird deutlich, dass eine mit modernen Methoden durchgeführte Bewertung des ernährungsphysiologischen Wertes sinnvoll und geboten ist, nicht allein deswegen, weil für viele Nutztiere Gehölze saisonal eine wichtige Futtergrundlage darstellen (z.B. Vertragsnaturschutz).

2 Feldgehölze – von einem wertvollen Produkt zu einem pflegerischen Problem

Früher wurden einerseits die Gebüsche entfernt, um Acker- oder Grünlandflächen zu schaffen oder die Gehölze wurden durch Nutzung von den Flächen entfernt. Die Gebüschbeseitigung für die Gewinnung von landwirtschaftlicher Nutzfläche erfolgte meistens durch Rodung mittels Beweidung, Brand und/oder Handarbeit. So wurde zum Beispiel im mittleren Schwarzwald „Reutweidewirtschaft“ bis in die fünfziger Jahre betrieben: nach Weidenutzung mit Rindern und Ziegen wurden die aufkommenden Büsche (vor allem Besenginster)

abgehauen, dann folgte das Abziehen der Rasendecke. Die Grassoden wurden nach dem Trocknen zusammen mit dem Reisig verbrannt, die Asche diente als Dünger. Etwa zwei Monate später wurde Roggen oder Hafer eingesät. Nach der Ernte im nächsten Jahr wurde die Fläche wieder 20 bis 30 Jahre als Weide genutzt. Das Brauchholz wurde vor einem Brand entnommen. Die sekundäre Sukzession von Gehölzen wurde durch den hohen Nutzen derselben verhindert („Holzwiesen“ in der Schwäbischen Alp).

- Reisig wurde als Brennmaterial geschnitten. Dieses war gerade für das überall praktizierte Brotbacken das beste Material, besser als Scheitholz, da in kurzer Zeit erwünschte höhere Temperaturen in den Holzbacköfen erreicht wurden.
- Wacholderbüsche dienten als Räuchermaterial für Wurst und Fischkonservierung.
- Äste, Reisig und Stämme wurden für Geräte wie zum Beispiel Weidenkörbe, Stiele oder Reisigbesen verwendet. Auch viele andere Gegenstände wurden aus Gehölzen hergestellt, die hier zu nennen zu umfangreich werden würde.
- Bäume, aber auch Äste wurden beim Hausbau verwendet. Die Stämme lieferten das Skelett im Fachwerkbau oder für den Dachstuhl. Das Reisig wurde als Füll- oder Flechtmaterial für die Gefache verwendet, die anschließend mit Lehm verschmiert als Wände dienten. Auch andere Objekte wurden mit Holz hergestellt, Wege (Holzschwellen), Boote, Schiffe, Zäune, etc..
- Früchte von wild wachsenden Gehölzen wurden für den menschlichen und tierischen Verzehr gesammelt. Menschen nutzen die Früchte von Gebüschern wie Haselnuss, Heckenrose, Wacholder, Holunder, Eberesche, Schwarzdorn etc. und Nutztiere die Baumfrüchte Eicheln, Bucheckern, Kastanien etc. Früchte von wild wachsenden Beerensträuchern (*Rubus*-Arten) wurden und werden auch heute noch gesammelt: Himbeere, Brombeere, Heidelbeere.
- Gehölze wurden in der Glasherstellung und Metallgewinnung verwendet. Um ein Weinglas herzustellen, wurde ein ganzer Buchenbaum benötigt, um die nötige Potasche zu erhalten. Die Metallgewinnung durch das Schmelzen von Erz hatte einen enormen Holzbedarf, der ganze Gebiete entwaldete. Holzkohle wurde hergestellt, um die Städte, aber auch das Handwerk (zum Beispiel den Dorfschmied) mit hochwertigem Brennmaterial zu versorgen.
- Gehölze wurden als Flechtmaterial für Zäune benötigt. Auch lebende Heckenzäune wurden angepflanzt (Knicks, Dreisch), um Tiere von den Äckern fernzuhalten, weniger um sie einzuzäunen.
- Wichtig war das Laub für die Winterfütterung der Nutztiere. Um eine Kuh über den Winter zu versorgen, wurden rund 1.000 kg Laub benötigt. Dieses wurde im Sommer durch Rupfen oder Schneiteln von Bäumen und Sträuchern gewonnen. Auch als Einstreu wurde Laub und Reisig verwendet, dieses wurde im Wald vor allem im Herbst gesammelt. Damit wurde die Mistqualität verbessert, die für den Ackerbau mit der Dreifelderwirtschaft seit Beginn der Neuzeit unentbehrlich wurde.
- Nicht zuletzt haben die Schafe, Ziegen und auch Rinder im Sommer das grüne Laub und die frischen Triebe der Gehölze als Futter gefressen und dabei als Verbissform die sogenannten „Kuhbüsche“ geschaffen.

Diese vielfältige Nutzung der Gehölze zeigt, welche Faktoren dazu beigetragen haben, offene Flächen zu erhalten. Die Beweidung war nicht der alleinige – wenn auch ein wichtiger – Faktor. Immer hat der Mensch Gebüsche auch für seine Zwecke benötigt. Teilweise ist es sogar zu Gehölzknappheiten gekommen, so dass das Vieh vom Verbiss der Gehölze ausgeschlossen wurde, um genügend Material für den menschlichen Bedarf zu gewährleisten. Dieses war nicht nur im Wald für die Naturverjüngung, sondern zeitweise sogar für die Gehölzsukzession auf dem Grünland notwendig.

Mit der Industrialisierung wurden Hölzer und auch Sträucher immer weniger gebraucht. Bereits frühzeitig wurde die Glas- und Metallherstellung auf Steinkohle umgestellt. Heute werden Häuser aus Stein gebaut, Tiere mit Heu gefüttert und mit Stroh eingestreut. Als Heizmaterial werden Steinkohle, Öl, Gas oder Strom verwendet. Brot wird nicht mehr im Holzbackofen gebacken, sondern gekauft. Geräuchert wird nur noch selten, und wilde Früchte spielen praktisch keine Rolle mehr in der Ernährung von Mensch und Tier. Gebrauchsgegenstände werden – aus anderen Materialien hergestellt – industriell gefertigt und von den Nutzern gekauft. Nicht zuletzt werden die frischen Blätter und Triebe von Gebüschern nicht mehr als Sommerfutter benötigt, da die Schaf- und Ziegenbestände erheblich reduziert wurden.

Die verbliebenen Herden werden heute auf Fettweiden ernährt. Damit haben Gebüsche ihre vielfältigen Nutzungen verloren, sie wurden für die Menschen nutzlos und konnten sich auf marginalen Standorten wieder ausbreiten. Diese sekundäre Sukzession als Auswirkung eines agrarstrukturellen und ruralen Wandels bereitet heute bei der Biotoppflege ökologische und finanzielle Probleme. Entbuschungen sind weiterhin nötig, jedoch nicht mehr, um das Gebüsch zu nutzen, sondern um historische Biotope zu erhalten. Damit hat sich der private Nutzen zu einem gesellschaftlichen Nutzen gewandelt. Dorfbewohner und Landnutzer führen diese Tätigkeiten nicht mehr aus, da sie keinen privaten Nutzen mehr davon haben, der Staat als Vertreter des gesellschaftlichen Nutzens muss einspringen, wie es auch für den Straßenbau oder andere Bereiche notwendig ist, wo der gesellschaftliche Nutzen größer ist als der private.

3 Der Ernährungsbedarf von herbivoren Nutztieren

Die Nutztiere müssen mit allen wichtigen Nährstoffen ausreichend versorgt sein, um gesund und leistungsfähig zu sein. Hierbei spielen die Makronährstoffe sowie die Mengen- und Spurenelemente eine Rolle. Des Weiteren sind die sekundären Pflanzeninhaltsstoffe und Vitamine bedeutsam für die Gesundheit der Tiere, Giftstoffe können die Tiere krank machen.

Im folgenden sollen zum einen die Makronährstoffe wie Wasser, Energie, Eiweiß, Asche, Zucker, Fette, Stickstoff-freie-Extraktstoffe (NfE; insbesondere Kohlenhydrate) betrachtet werden. Sie sind die wichtigsten Parameter für die Bewertung von Tierfutter und bestimmen die Leistung der Tiere. Zum anderen wird auf die Mengen- und Spurenelemente eingegangen, da hier ein besonderes Potenzial des Gehölzfutters gesehen wird. Auf Vitamine, sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe wird nicht weiter eingegangen, da hierfür die Informationen fehlen.

Für das Oberthema Gehölzfutter werden die herbivoren Nutztiere wie Pferde, Rinder, Ziegen und Schafe herangezogen, da für sie entsprechende Informationen vorliegen, sie eine Rolle in der Beweidung von Flächen spielen, wo Gehölze stehen und sie mit Pflanzennahrung ausgewogen ernährt werden können. Die angenommenen Leistungsniveaus der Tiere orientieren sich an den Bedingungen extensiver Haltung. So werden keine Höchstleistungen sondern niedrige bis mittlere Milch oder Tageszunahmen der Tiere angenommen. Dieses entspricht dem Anspruch und dem Potenzial der extensiven Nutzung von Flächen im Rahmen der Biotoppflege (Rahmann, 1996) bzw. dem Leistungsvermögen der Tiere im System und gemäß den Richtlinien des Ökolandbaus (Rahmann, 2004).

Artgemäßes, ausreichendes und qualitativ hochwertiges Futter sowie tiergerechte Fütterung sind für die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit der Tiere elementar. Jede Tierart hat besondere Futterbedürfnisse und -präferenzen, eine bestimmte Art der Futteraufnahme, eine spezifische Fähigkeit der Verwertbarkeit des angebotenen Futters sowie eine bestimmte Verdauungsstrategie.

3.1 Verdauungssystem und Futteraufnahmen

Das Verdauungssystem ist eines der wichtigsten Unterscheidungsmerkmale der verschiedenen Nutztiergruppen. Unterschieden wird in

- Wiederkäuer (mehrmäbig: z. B. Rind, Schaf, Ziege) und
- Monogastrier (einmäbig: z. B. Geflügel, Schwein, Pferd, - Mensch -).

Wiederkäuer (Rinder, Schafe, Ziegen) haben am Unterkiefer Zähne und im Oberkiefer eine Kauplatte. Durch gutes Zerkauen (40 - 60 Kauschläge pro Bissen) speicheln sie die Nahrung sehr gut ein, bevor sie hinuntergeschluckt wird. Deswegen dauert die Nahrungsaufnahme sehr lange. Wiederkäuer haben drei Vormägen (Pansen, Netz- und Blättermagen), in denen Bakterien die für einmägige Tiere bzw. Menschen unverdauliche Rohfaser (Cellulose etc.) aufschließen. Allein der Pansen einer Kuh hat ein Volumen von 150 Liter und macht rund 25 - 30 % der gesamten Tiermasse aus. Durch die Bakterien in den Vormägen werden die Futterbestandteile in wertvolle Nährstoffe umgewandelt, zum Beispiel in essentielle Aminosäuren. Wiederkäuer würgen nach einer Vorverdauung den Nahrungsbrei wieder hoch, kauen ihn noch einmal durch und schlucken ihn dann wieder ab – das sogenannte Wiederkäuen. Erst nach der bakteriellen Vorverdauung kommt das Futter in den eigentlichen Magen, den sogenannten Labmagen. Es wird dort durch Säuren und Enzyme verdaut und erst dann als Nährstoff vom Tierkörper aufgenommen.

Equiden (Einhufer: z. B. Pferd, Esel) haben eine besondere Verdauungsstrategie. So können sie die für einmägige Tiere eigentlich nicht nutzbaren rohfaserreichen Futtermittel verdauen. Die bakterielle Verdauung geschieht in einem sehr großen Blinddarm, der ähnliche Funktionen wie die Vormägen der Wiederkäuer erfüllt. Im ebenfalls sehr großen Dickdarm werden dann die im Magen aufgeschlossenen Nahrungsmittel und die durch die Bakterien synthetisierten Stoffe aufgenommen. Man nennt die Equiden deswegen auch Dickdarmverdauer. Da der bakterielle Aufschluss nicht bereits vor, sondern erst nach dem Magen im Blinddarm stattfindet, blockieren cellulosereiche Futtermittel wie überständiges Gras oder Laub nicht den Magen-Darm-Trakt. So können leicht verdauliche Futtermittel sofort verdaut werden, ohne zuvor mit großen Energieverlusten bakterielle umgewandelt zu werden. Damit sind Equiden sowohl gute Raufutterverwerter als auch Kraftfutternutzer. Ähnliches gilt für Kaninchen die jedoch keine Dickdarmverdauung aufweisen, sondern ihren ausgeschiedenen Kot wieder aufnehmen und noch einmal verdauen. Dieser erste Kot ist grünlich und nicht dunkel wie der doppelt verdaute Kot, der nicht wieder aufgenommen wird.

3.2 Futteraufnahme

Es gibt unterschiedliche ernährungsorientierte Klassifikationen der Nutztierarten. Häufig gebraucht wird eine Einteilung nach:

- Futterpräferenz: Raufutterselektierer (z. B. Rind), Konzentratsselektierer (z. B. Schaf, Schwein, Ziege, Geflügel)
- Futteraufnahme: äsen (Gehölzfutter: z. B. Ziegen), weiden (Gras-/Krautfutter: z. B. Rinder), picken (Körner: z. B. Hühner), wühlen (Wurzelfutter: z. B. Schweine)

- Futterart: Herbivore (Pflanzenfresser: z. B. Rind, Schaf, Ziege, Pferd, Kaninchen, Gänse, Enten), Omnivore (Mischfresser: z. B. Schwein, Hühner, Puten, - Mensch -), Karnivore (Fleischfresser: z. B. Hund, Katze)

Nicht alle potenziellen Futtermittel werden gefressen. Jede Tierart, -rasse und sogar einzelnes Tier hat ihre besonderen Futterpräferenzen, nach der sie auch selektiert. Einige Pflanzen werden nicht gefressen, obwohl sie ernährungsphysiologisch wertvoll sind. So meiden Pflanzenfresser gehaltvolle Brennnesseln auf der Weide, da die Nesseln auch für sie unangenehm sind (aktiver Frassschutz). Als Heu oder Silage werden sie jedoch gerne aufgenommen, da die Nesseln dann ausgetrocknet sind und nicht mehr brennen. Auch passive Abwehrmaßnahmen der Pflanzen (z. B. Dornen) verhindern den Fraß.

Die Futteraufnahmemöglichkeit ist bei den Nutztierarten unterschiedlich. So können Hühner sehr gezielt Körner und Insekten durch picken aufnehmen. Ziegen und Schafe können mit ihrer gespaltenen Oberlippe Dornen bewehrte Gehölze beäsen, Rinder und Pferde können dies hingegen nicht. Ziegen, Schafe und Pferde können ihr Futter abbeißen und damit auch nahe dem Boden wachsende Pflanzen bzw. -teile fressen. Rinder können dies wiederum nicht, da sie die Pflanzen mit der Zunge umfassen müssen und diese dann abrufen. Auch der Futteraufnahmehorizont der Tiere ist unterschiedlich. Schweine wühlen im Boden und kommen damit an Pflanzenteile (v. a. Wurzeln), die andere Tiere nicht finden. Ziegen können gut klettern und sich dabei auch gerne auf die Hinterbeine stellen. Sie kommen damit an Pflanzenteile (Blätter, Früchte), die für Schafe nicht erreichbar sind. Ente und Gänse können schwimmen und damit auch Futter im Wasser suchen. Hühnervögel können auf Bäume flattern und dort Beeren, Blätter und Insekten erreichen.

3.3 Was braucht das Tier an Nährstoffen

Der Energie- und Proteinbedarf sowie alle weiteren lebenswichtigen Nährstoffe eines Tieres müssen mit dem aufgenommenen Futter gedeckt werden bzw. daraus synthetisiert werden können. Bei der Nährstoffdichte von Pflanzen kommt es auch auf die Qualität und Proportionen der einzelnen Stoffe an. Die einen Futtermittel haben mehr von dem einen, die anderen mehr von den anderen. Eine ausgewogene Ernährung setzt sich deswegen aus verschiedenen Nahrungsmitteln zusammen. Die maximale tägliche Futteraufnahmekapazität ist durch das Magen-Darm-Volumen begrenzt. Dies erfordert deswegen einen Mindestgehalt an Energie und Protein pro Futtereinheit. Qualitativ ungenügendes Futter kann nicht durch quantitativ größere Rationen ausgeglichen werden.

3.3.1 Fütterung von Rindern

In der Tagesration von Rinder sollte, bezogen auf die Trockensubstanz, mindestens 20 % Rohfaser enthalten. Deswegen sind z.B. im Ökolandbau mindestens 60 % Raufutter in der Tagesration vorgeschrieben. Für eine hohe Milchleistung muss das Futter eine hohe Energiedichte und ausreichend am Dünndarm verfügbares Protein aufweisen. So ist Kraftfutter auch für Rinder ein hochwertiges Futter, obwohl die Kuh dieses eigentlich nicht benötigt. Damit die Pansenbakterien ausreichend Stickstoff für die Eiweißsynthese haben, muss die Futterration eine positive Stickstoffbilanz aufweisen. Dieser als Ruminale Stickstoffbilanz (RNB) bezeichnete Parameter sollte bei + 20 g pro kg TS liegen.

Trockenstehende Kühe sollen energie- und kalziumarm gefüttert werden. Voluminöses Futter hält den Magen-Darm-Trakt geräumig, damit nach der Geburt eine große Futteraufnahme möglich ist. Vier kg Heu und 27 kg Grassilage sind für eine 500 kg wiegende Kuh ausreichend. Die Futtermenge liegt in der 6. bis 4. Woche vor der Geburt bei 13 kg Trockensubstanz mit 25,7 % TS Rohfaser- und 13,7 % Rohproteingehalt und 5,4 MJ NEL.

Drei Wochen bis zur Geburt werden 14 kg Grassilage, 14 kg Maissilage, 1 kg Leinkuchen und 2 kg Milchleistungsfutter gefüttert. Die Kühe nehmen dann täglich 12 kg Trockensubstanz mit 19,5 % i. d. T. Rohprotein, 15,8 % i. d. T. Rohfaser und 6,5 kg MJ NEL auf (Tabelle 1).

Tabelle 1: Rationsbeispiele für laktierende Kühe in kg pro Tag

Milch, kg/Tag	Grünlandstandort		Ackerstandort	
	15	30	20	35
Heu, mittel, kg 86 % TS	2	2		
Grassilage, gut, 39 % TS	32	29	23,8	21
Maissilage, Teigreife, 30 % TS			18	17,5
Leistungsfutter (18/4)		8,0		7,0
Leinkuchen			2,0	2,0
Mineralfutter	0,1	0,1	0,1	0,1
Trockenmasse, kg	14,3	20,2	16,7	21,6
Trockenmasse aus Raufutter, kg	14,2	13,1	14,8	13,2
Rohfaser, % in TS	24,5	18,2	20,7	16,3
RNB, g	2	50	- 36	45
Milch aus NEL, kg	15,0	31,0	17,4	35,2
Milch aus nXP, kg	16,5	29,7	18,0	34,0

Quelle: Rahmann, 2004

Bei der extensiven Rindfleischproduktion bzw. der Aufzucht von Färsen wird weitestgehend mit Raufutter gefüttert. Nur die letzten 3 Monate vor dem Schlachten wird vereinzelt eine Endmast mit hohen Tageszunahmen und intramuskulärer Fettbildung (IMF) durchgeführt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Täglicher Nährstoffbedarf von Aufzuchtrindern und Mastbullen unterschiedlicher Gewichtsabschnitte und Tageszunahmen

Lebendgewicht, kg	200	200	300	400	400	600
Tageszunahmen, kg	0,7	1,0	0,6	0,6	1,0	1,0
ME, MJ	42,0	53,0	53,6	67,3	73,8	96,8
Rohprotein, g	525	755	610	765	900	1005
strukturwirksame Rohfaser, g	1000	700	1500	2000	1600	2100

Quelle: SLfL, 2000, in Rahmann, 2004

3.3.2 Fütterung von Schafen und Ziegen

Die Fütterung von Schafen und Ziegen erfolgt auf der Weide. Sie stellen die gleichen Ansprüche an die Futterqualität wie Rinder. Da Schafe und vor allem Ziegen gerne Blätter, frische Triebe und auch Rinde von Gehölzen fressen, sollte diese ein Teil der Futtergrundlage darstellen, damit eine artgemäße und die Gesundheit fördernde Ernährung erfolgen kann. In der extensiven Lammfleischproduktion reicht in der Regel Raufutter für die Ernährung aus. Nur zur Lammzeit und in den ersten Wochen nach der Geburt werden 0,5 - 1 kg gequetschtes Getreide gefüttert. Die Endmast von Lämmern mit einem hohen Kraftfutteranteil ist möglich, aber selten ökonomisch (Tabelle 3).

Tabelle 3: Nähr- und Mineralstoffbedarf von Schafen

Hochtragende und säugende Mutterschafe (60 kg Lebendgewicht):	Lämmer mit 300 g Tageszunahme:
--	-----------------------------------

	Erhaltung	Deckzeit	Niedertragend	Hochtragend	Zwillinge	20 kg LG	30 kg LG	40 kg LG,
Trockensubstanz, kg	1,2	1,5	1,5	1,5	2,0	1,0	1,3	1,5
Verdauliches Rohprotein, g	66	110	80	145	370	140	180	220
Umsetzb. Energie, MJ ME	9,3	14,5	10,6	15,3	30,1	11,4	14,7	17,8
Ca, g	7,5	10,0	8,5	15,0	20,0	12	12	13
P, g	5,5	7,0	6,0	7,5	10,0	4,5	4,5	5,5
Na, g	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5	1,5	1,5	1,5
Tagesrationen für:	<u>Mutterschafe:</u>			<u>Lämmer:</u>				
	Güst	Niedertragend	Hochtragend	Einling	Zwillinge	20 kg LG	30 kg LG	40 kg LG
Weidegras, frisch, 14 % TS	6,0						6,0	
Heu, gute Qualität, 88 % TS		1,0	1,5	1,8	1,5	0,6		1,5
Grassilage, 30 % TS			1,5					1,0
Kraftfutter, 20 % RP				0,6	1,3	0,4		0,5
Gehaltfuterrüben, 12 % TS		2,5						
MJ ME	13,9	12,9	17,1	22,8	28,6	12,6	13,9	18,0

Quelle: nach Korn, 2001, in Rahmann, 2004

3.3.3 Fütterung von Pferden

Pferde als Dickdarmverdauung können sowohl mit Raufutter als auch mit Kraftfutter gefüttert werden. Ponys und wenig beanspruchte Pferde können ausschließlich mit Raufutter ausreichend versorgt werden. Bei Leistungsanspruch brauche aber alle Pferde Kraftfutter (Hafer etc.). Einige Pferde bzw. Rassen sind auch empfindlich gegen zu proteinreiche Raufuttermittel. Dieses kann z.B. Rehe auslösen. Überständige Heu bzw. Weide ist für Pferde ein angemessenes Futter, wenn sie nur wenig leisten müssen (Freizeitpferde). Pferde brauchen für ihre Verdauung viel Bewegung, ansonsten können Koliken entstehen. Bei Trächtigkeit bzw. in Laktation müssen Stuten aller Haltungssysteme gut versorgt werden. Stuten nehmen bei Weidegang bis zu 60 kg Frischgras auf.

Tabelle 4: Beispiele für die Pferdefütterung (Erhaltungsbedarf, 550 kg Lebendgewicht) in kg Futtermittel je Tag

	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4	Ration 5
Wiesenheu	4	3,5	4		9
Leguminosenheu				4,5	
Grassilage (30% TS)	15				
Maissilage (26 % TS)		15			
Massenrüben				20	
Kraftfutter			3,5		

Quelle: Kirchgessner, 1982

3.4 Der Bedarf an Mengen- und Spurenelemente für herbivore Nutztiere

Zu den Mengenelementen werden Calcium, Phosphor, Magnesium, Natrium, Kalium, Chlor und Schwefel gezählt. Mangelsituationen bei Nutztieren kommen besonders bei Calcium, Phosphor, Magnesium und Natrium vor. Für Kalium, Chlor und Schwefel liegen keine diesbezüglichen Informationen vor.

Calcium, Phosphor und Magnesium haben zum Teil ähnliche Aufgaben im Stoffwechsel, vor allem für den Knochenaufbau, für die Zähne und für die Eischale. Sie werden als Kristalle zwischen den Kollagenfasern eingelagert. Alle Mengenelemente haben auch physiologische Funktionen. Calcium und Magnesium dienen als Aktivator für verschiedene Enzyme. Sie sind auch für die Muskelkontraktion und die Nervenregbarkeit wichtig. Phosphor kommt im Tierkörper nur als Orthophosphorsäure vor und dient z.B. beim Aufbau der Nucleinsäuren, Phosphoproteide und viele Enzyme und damit bedeutsam für viele Lebensprozesse. Ebenfalls spielt Phosphor für die Energieübertragung und -speicherung eine wichtige Rolle und Phosphate dienen in Blut und Zellflüssigkeiten als Anionen zum Ladungsausgleich. Im Gegensatz zu Calcium, Phosphor und Magnesium haben Natrium, Kalium und Chlor vor allem physiologische Funktionen. Sie werden vor allem zur Aufrechterhaltung des osmotischen Drucks der Körperflüssigkeiten und im Säure-Basen-Haushalt benötigt. In dieser Funktion sind sie eng mit dem Wasserhaushalt verknüpft. Chlor ist auch an der Salzsäurebildung im Magen bedeutsam.

Tabelle 5: Tagesbedarf an Mengenelementen für verschiedene herbivore Tierarten (g/Tag)

Tierart	Leistung	Ca	P	Mg	Na	K	Cl
Milchkuh (HF) (GfE, 2001)	trocken	34	33	16	10	100	22
	10 kg Milch (FCM)	50	32	18	14	125	32
	20 kg Milch (FCM)	82	51	25	21	164	50
	30 kg Milch (FCM)	115	71	32	28	203	67
Mastrinder (GfE, 2001)	150 kg LM, 800 g LMZ	30	14	5	4	33	6
	350 kg LM, 800 g LMZ	37	19	8	6	56	10
	500 kg LM, 800 g LMZ	42	22	11	8	85	15
Milchziegen (GfE, 2003)	Güst bis 4. Mo. tragend	3,1	2,1	1,3	0,6	4,0	0,7
	5. Monat tragend	7,0	4,5	2,0	0,9	5,6	1,4
	1 kg Milch/Tag	4,3	3,1	2,2	0,9	7,1	2,2
	3 kg Milch/Tag	9,5	6,6	4,4	2,1	14,2	5,5
	5 kg Milch/Tag	14,6	10,0	6,5	3,2	20,9	8,7
Ziegenlämmer (GfE, 2003)	10 kg LM, 100 g LMZ	2,2	1,3	0,6	0,3	1,7	0,3
	20 kg LM, 150 g LMZ	3,6	2,2	1,1	0,5	3,1	0,6
	30 kg LM, 200 g LMZ	5,1	3,2	1,7	0,7	4,6	1,0
Pferde (GfE, 1994)	600 kg LM, Erhaltung	30	18	12	12	30	48
	..., tragend 9.-11. Mo.	45	30	13	14	32	49
	..., laktierend, 3. Monat	61	46	15	16	42	54
	Fohlen, 7.-12. Mo.	32	21	7	7	17	26

¹ FCM = Fett korrigierte Milch

² LM = Lebendmasse, LMZ = tägliche Zunahme an Lebendmasse

Ca = Calcium, P = Phosphor, Mg = Magnesium, Na = Natrium, K = Kalium, Cl = Chlor

Tabelle 6: Tagesbedarf an Mengenelementen für verschiedene herbivore Tierarten (in g pro kg Futter in Trockensubstanz)

Tierart	Leistung	Ca	P	Mg	Na	K	Cl
Milchkuh (HF) (GfE, 2001)	10 kg Milch, 12,5 kg IT	4,1	2,6	1,5	1,2	10	2,6
	20 kg Milch, 16,0 kg IT	5,3	3,3	1,6	1,4	10	3,2
	30 kg Milch, 20,0 kg IT	5,8	3,6	1,6	1,4	10	3,4
Aufzuchtrinder (GfE, 2001)	LM 150, 3,5 kg IT, 800 g LMZ	8,6	4,0	1,4	1,1	9,4	1,7
	LM 350, 7,0 kg IT, 800 g LMZ	5,3	2,7	1,2	0,9	9,0	1,6

	LM 500, 9,4 kg IT, 800 g LMZ	4,5	2,3	1,2	0,9	9,0	1,6
Milchziegen (GfE, 2003)	Güst, -4. Mo. tragend, 1,2 kg IT	2,6	1,9	1,1	0,5	3,3	0,6
	5. Mo. tragend, 1,6 kg IT	4,4	2,3	1,2	0,6	3,5	0,9
	1 kg Milch/Tag, 1,6 kg IT	2,7	2,0	1,4	0,6	4,4	1,4
	3 kg Milch/Tag, 2,6 kg IT	3,6	2,5	1,7	0,8	5,5	2,1
	5 kg Milch/Tag, 3,5 kg IT	4,2	2,9	1,9	0,9	6,0	2,5
Ziegenlämmer (GfE, 2003)	10 kg LM, 0,45 kg IT, 100 g LMZ	4,9	2,9	1,3	0,7	3,8	0,7
	20 kg LM, 0,86 kg IT, 150 g LMZ	4,2	2,6	1,3	0,6	3,5	0,7
	30 kg LM, 1,31 kg IT, 200 g LMZ	3,9	2,4	1,3	0,5	3,5	0,7

Mo. = Monat, Milch = Fett korrigierte Milch, IT = Futteraufnahme in kg pro Tag und Tier in Trockensubstanz, LM = Lebendmasse, LMZ = tägliche Zunahme an Lebendmasse, Ca = Calcium, P = Phosphor, Mg = Magnesium, Na = Natrium, K = Kalium, Cl = Chlor

Bei den Spurenelementen sind die essentiellen Stoffe bedeutsam. Dieses sind Eisen, Kobalt, Kupfer, Mangan, Molybdän, Selen und Zink. Sie müssen mit dem Futter aufgenommen werden (GfE, 1995). Die Mindestmengen dürfen nicht unterschritten werden, damit keine Leistungs- und Gesundheitsstörungen auftreten. Deswegen wird bei den Spurenelementen mehr als die Mindestversorgung angestrebt. Dieses wird als Optimalversorgung bezeichnet (Kirchgessner, 1992). Die GfE (1995) gibt folgende Erklärung für den Bedarf an Spurenelementen:

- **Eisen** (Fe) ist Bestandteil von Hämoglobin, Myoglobin und verschiedenen Enzymen. Die üblichen Futtermittel der Herbivoren enthalten in der Regel genügend Eisen. Zusätzliche Eisenversorgung ist in der Regel nicht notwendig. Nur bei Ferkeln kann es zu Defiziten in der Eisenversorgung kommen.
- **Jod** (J) wird für die Synthese der Schilddrüsenhormone benötigt. Eine doppelt hohe Jodversorgung ist bei goitrogen-haltigen Futtermitteln (Glucosinolate, cancerogene Glykoside) von über 20% der Ration erforderlich.
- **Kobalt** (Co) ist für die mikrobielle Synthese von Vitamin B12 im Vormagen der Wiederkäuer erforderlich. Subklinischer Mangel beeinträchtigt das Immunsystem. Die Kobaltgehalte in betriebseigenen Futtermitteln können in bestimmten Regionen nicht ausreichend sein. Dieses gilt vor allem bei raufutterorientierten Rationen.
- **Kupfer** (Cu) ist als Bestandteil von vielen Enzymen für viele biologische Funktionen bedeutsam. Die Leber ist in der Lage, erhebliche Kupfermengen zu speichern. So können auch längerfristige Mangelsituationen überbrückt werden.
- **Mangan** (Mn) ist für die Skelettentwicklung wichtig. Höhere Mangan-Gaben sind für Muttertiere wichtig, da sie die Fruchtbarkeit erhöhen.
- **Molybdän** (Mo) ist ein essentieller Bestandteil einiger Enzyme. Mangelsituationen in der Wiederkäuerhaltung sind nicht bekannt. Die betriebsüblichen Futtermittel liefern in der Regel ausreichende Mengen. Hohe Gehalte von Molybdän können die Verwertung von Kupfer erheblich beeinträchtigen, weswegen dann die Kupferversorgung gesteigert werden muss.
- **Selen** (Se) ist ein funktioneller Bestandteil der selenabhängigen Glutathionperoxidase und damit ein wichtiger Schutzfaktor für die Körperzellen. Häufig zeigen sich Selenmangelercheinungen in Verbindung mit unzureichender Vitamin-E-Versorgung. In extensiven Weidesystemen und bestimmten Gebieten wie Norddeutschland kann Selen als Mangel auftreten.
- **Zink** ist Bestandteil und Aktivator zahlreicher Enzyme. Mangel beeinträchtigt die Immunabwehr, Gewichtsentwicklung und Futterverwertung. Einige Mineralstoffe (Calcium, Kupfer, Eisen, Aluminium) können bei stark erhöhten Gaben die Zinkabsorption reduzieren.

Tabelle 7: Versorgung von herbivoren Nutztieren mit Spurenelementen (in mg pro kg Futter in Trockensubstanz, Mindestwerte)

Tierart	Leistung	Fe	Cu	Zn	Mn	Co	Se	J
Milchkuh (GfE, 2001)	Milch, trocken	50	10	40	40	0,20	0,15	0,25
Färsen (GfE, 2001)	Aufzucht	50	10	50	50	0,20	0,20	0,50
Mastrinder (GfE, 1995)	175 kg LM	50	8	40	40	0,10	0,10	0,25
Ziegen (GfE, 2003)	50 kg LM	40	10	50	60	0,15	0,10	0,30
Pferde (GfE, 1994)	Zuchtstuten	80	10	50	40	0,05	0,15	0,10
	Reitpferde	80	8	50	40	0,05	0,15	0,10
	Fohlen	60	7	50	40	0,05	0,15	0,10

Fe = Eisen, Cu = Kupfer, Zn = Zink, Mn = Mangan, Co = Kobalt, Se = Selen, J = Jod

¹ FCM = Fett korrigierte Milch

² LM = Lebendmasse, LMZ = tägliche Zunahme an Lebendmasse

4 Laubfutter

Jede Tierart und -rasse und sogar die einzelnen Individuen haben unterschiedliche Präferenzen für bestimmte Futterpflanzen. Je nach Art werden Gräser, Kräuter oder ausschließlich Blätter und Triebe von Gehölzen bevorzugt. Nach diesen Präferenzen können die Weidetiere in Graser, fakultative Buschbeweider oder reine Buschbeweider eingeteilt werden. Durch bestimmte Enzyme sind besonders Ziegen in der Lage, Laub zu verwerten. Sie können bis zu 60 % ihres Futterbedarfs in Form von Blättern, frischen Trieben und Rinde aufnehmen. Dabei kann sie als Gehölzschädling betrachtet werden, was früher zum Verbot der Waldweide in Deutschland geführt hat (Rahmann, 2000) und in der Sahelzone als ein Faktor für die Degradationen durch Entbuschungen angesehen wird (Rahmann, 1994). Bei Schafen sind 20%, bei Rindern und bei Pferden 10% als Faustzahl für die oberste Grenze an Gehölzfutter anzusehen. Dabei ist die Gesamtration wichtig. In futterknappen Jahre wurde früher Rindern teilweise mit Laubfutter durch den Winter gebracht.

Bei Gehölzfutter werden unterschiedliche Pflanzenteile aufgenommen: Blätter, frische Triebe, Rinde, Wurzeln und Früchte können als Futter dienen. Holzige Teile stellen dagegen kein Futter dar. Blätter, frische Triebe und Rinden werden vor allem von Herbivoren (Rindern, Schafen, Ziegen, Pferde) gefressen, während die omnivoren Schweine ab und zu Wurzeln und Früchte und Vögel nur die Früchte bevorzugen. Dabei spielt die Erreichbarkeit (Kletterfähigkeit der Tiere, Höhe etc.), die Schmackhaftigkeit (Zucker, Protein, Energiegehalt) und Verträglichkeit (Giftstoffe, Bitterstoffe, etc.), die Abwehrmechanismen (Dornen, Nesseln etc.) und die Verfügbarkeit (relativ und absolut) eine Rolle (Rahmann, 2004).

Als Gehölzfutter kommt vor allem junges Laub, was im Frühjahr bzw. Frühsommer gesammelt wurde bzw. geäst wird, in Betracht. Je älter Laub ist, um so mehr sekundäre Pflanzenstoffe und unverdauliche Inhaltsstoffe werden aufgebaut und der Futterwert nimmt entsprechend ab. Herbstlaub und Reisig sind eher minderwertiges Futter. Laubwälder und Hecken sind sehr ertragreich. Früher wurde pro Hektar normaler Buchenwald mit bis zu drei Tonnen Trockensubstanz an Laubfutter gerechnet (Becker & Nehring, 1965). Es gab früher in Europa und heute noch in vielen Teilen der Erde Futterlaub-Systeme: Schneitelgehölze (Machatschek, 2002) wie Erlen, Buchen wurden in Nordeuropa genutzt, Eicheln an Schweine verfüttert (z.B. Iberien), Akaziensträucher für Schaf- und Ziegenherden geschlagen (Maydell, 1986). Strauch- und Baum-Leguminosen haben in subtropischen und tropischen Ländern eine wichtige Bedeutung in der Tierernährung (z.B. *Leucaena leucocephala*, verschiedene Varietäten). In den entwickelten Ländern spielt Laubfutter nur noch in den extensiven Systemen (z.B. Naturschutz eine Rolle, Rahmann, 1994). Durch Gehölzbeweidung wurden teilweise ganz besondere Landschaften und Biotoptypen geschaffen: Halbtrockenrasen (z.B.

Wacholderheiden) durch Hüteschafhaltung, Hutewälder, Futterhecken etc.. Bestimmte Produkte wurden erst durch Gehölzfutter ein Prädikat (z.B. Spanischer Schinken aus der Eichelmast).

Es gibt auch innerhalb einer Art bzw. Rasse individuelle Unterschiede im Rahmen ihrer Futterpflanzenwahl (wie bei den Menschen auch). Die Selektion ist vom Futterangebot abhängig und orientiert sich an der groben Futterpflanzenpräferenz ihrer Art (Rahmann, 2000). Wiederkäuer nehmen gerne Laub und andere Teile von Gehölzen zu sich. Dabei werden nicht alle Gehölze gleich bevorzugt und einige sogar ganz gemieden. Schafe gehen z.B. nicht an Wacholdersträucher, während Ziegen sie gerne verbeißen, diese dagegen die Traubenkirsche nicht mögen. Pferde mögen Birke nicht gerne. Weiden äsen alle Herbivoren gerne, wobei bekannt ist, dass z.B. die Rinde der Salweide Salizylsäure enthält, was z.B. in der Arzneimittelherstellung Verwendung findet. Weitere Inhaltsstoffe scheinen ebenfalls attraktiv bzw. abschreckend für die Beäsung zu sein. Ob Futter beliebt ist oder nicht, ist nicht immer relevant. So können Rinder dornenbewehrte Sträucher nicht beäsen, da sie keine gespaltene Oberlippe aufweisen und einzelne Blätter nicht selektieren können. Schafe kommen nicht an Laub heran, das über 1,5 Meter über den Erdboden wächst, während die Ziege diesen Futterhorizont durch fakultative Bipedie (auf zwei Hinterbeinen stehend) aber auch Klettern erreicht.

4.1 Nährstoffgehalte

In Futtermitteln sind unterschiedliche Nährstoffgehalte für die Ernährung der Nutztiere vorhanden (Tabelle 8). Gute Futtermittel haben eine hohe Nährstoffdichte, sind gut verdaulich und in ausreichenden Mengen vorhanden. Besonders nahrhaft sind Samen und Knollen, weniger die gras- und krautige Vegetation. Belastbare Daten z.B. für Gehalte an Mineralstoffe, Spurenelemente oder Verdaulichkeiten für Gehölzfutter sind bislang aber nicht verfügbar gewesen. Deswegen wurden eigene Analysen von Laub durchgeführt. Im Juli 2002 wurden Blätter im Juli 2002 an den Knicks der Liegenschaft Trenthorst in Ostholstein gesammelt.

Blätter von Gehölzen haben vergleichbare Nährstoffgehalte wie diese üblichen Futterarten. Dabei sind einige Laubarten besonders reichhaltig an Rohproteinen, andere an Stickstoff-freien-Extraktionsstoffen. Die Rohfasergehalte sind eher niedrig, was jedoch vom Vegetationsstadium abhängt. Besonders Rohprotein reich sind die Blätter der Robinie, die einzige Baumleguminose in Nord-West-Europa, aber auch die Blätter vom Faulbaum und der Hängebirke. Sehr rohfasereich sind die Nadelgehölze: Fichten- und Kiefernadeln haben einen Gehalt von über 30%. Besonders rohfasearm sind die Blätter vom Schwarzen Holunder, Roter Hartriegel und die Eberesche, die alle Werte von weniger als 10% der Trockensubstanz aufweisen. Besonders reich an Stickstoff-freien-Extraktionsstoffen sind Blätter von Heckenrose, Weißdorn, Haselnuss, die Werte von über 60% in der TS erreichen. Blätter zum Sammelzeitpunkt Juli hatten alle wesentlich höhere Trockensubstanzgehalte als übliche frische Grundfuttermittel.

Tabelle 8: Nährstoffgehalte von üblichen Futtermitteln und ausgewähltes Laubfutter (in % der Trockensubstanz TS bzw. Frischmasse FM)

	TS (in % FM)	Roh- asche	Roh- protein	Roh- faser	Roh- fett	NfE
Kartoffel, Knolle	22	6,6%	9,0%	2,8%	0,4%	81,2%
Mais i.d. Teigreife	27	5,2%	9,1%	21,4%	2,6%	61,7%
Luzerne ¹	21	11,0%	18,7%	28,7%	2,8%	38,8%
Weide (extensiv) ¹	22	7,7%	11,3%	27,4%	3,1%	50,5%

Weide (intensiv) ¹	22	9,9%	19,0%	26,5%	4,1%	40,5%
Klee gras ¹	20	9,0%	18,6%	27,0%	3,1%	42,2%
Wiese (grasreich) ¹	21	9,0%	15,0%	27,0%	3,0%	47,0%
Rot-Buche ²	23	11,2%	18,0%	17,0%	4,5%	49,3%
Gemeine Esche ²	32	8,0%	14,3%	15,4%	4,7%	57,5%
Hainbuche ²	35	6,9%	17,3%	17,8%	4,4%	53,6%
Schlehe ²	32	9,0%	16,6%	12,2%	5,2%	57,0%
Haselnuss ²	34	6,7%	14,7%	15,5%	2,9%	60,2%
Spitzahorn ²	32	7,5%	13,3%	19,6%	4,1%	55,5%
Feldahorn ²	38	5,5%	16,7%	17,5%	4,2%	56,1%
Stieleiche ²	37	4,2%	18,2%	21,6%	4,0%	52,0%
Schwarzer Holunder ²	22	9,0%	18,5%	9,9%	6,7%	55,8%
Weißdorn (1-griff.) ²	37	6,8%	13,4%	11,2%	3,4%	65,1%
Roter Hartriegel ²	29	12,9%	15,4%	8,7%	4,6%	58,4%
Sommerlinde ²	35	7,0%	16,2%	15,9%	4,6%	56,4%
Schwarzpappel ²	31	9,2%	14,0%	17,3%	3,6%	55,9%
Roskastanie ²	24	7,9%	18,5%	22,9%	3,9%	46,8%
Robinie ²	31	6,1%	27,0%	15,7%	4,8%	46,4%
Salweide ²	36	5,1%	15,0%	18,3%	5,3%	56,3%
Hängebirke ²	33	6,0%	20,8%	13,4%	10,9%	49,0%
Bruchweide ²	28	8,4%	19,6%	19,0%	4,6%	48,4%
Eberesche ²	53	8,9%	13,2%	9,9%	7,5%	60,4%
Faulbaum ²	37	6,6%	23,2%	14,8%	6,1%	49,3%
Heckenrose ²	40	6,7%	12,1%	11,9%	3,2%	66,1%
Gemeiner Schneeball ²	43	9,4%	17,6%	19,4%	6,5%	47,1%
Fichte ²	35	4,4%	8,9%	32,4%	2,9%	51,4%
Schwarzkiefer ²	39	2,0%	7,0%	37,4%	3,8%	49,8%

¹ Frischfutter, Beginn bis Mitte der Blüte, 1. Schnitt

² Juli-Laub, gesammelt im Jahr 2002 in Norddeutschland an Knicks

Die ermittelten Daten stimmen nicht mit den wenigen Daten aus der Literatur überein (Tabelle 9). Die verschiedenen Quellen, die Becker & Nehring (1965) angeben, stammen aus den Anfängen der Futtermittelanalyse um die Jahrhundertwende bzw. aus der Kriegszeit der 40iger Jahre des letzten Jahrhunderts. Dabei wurden in der Regel die Methoden der Probenahme als auch die klimatischen und standörtlichen Bedingungen nicht angegeben. Es zeigt sich, dass die pauschale Bewertung der Ergebnisse nicht auf alle Herkünfte von Laub übertragen werden können. Die Abweichungen sind zum Teil marginal und zum Teil erheblich. So weichen die Werte für Stickstoff-freie-Extraktionsstoffe (in der Regel Kohlenhydrate) um über 20 % voneinander ab.

Tabelle 9: Abweichungen der ermittelten Daten (doppelte Analyse) von Werten aus der Literatur nach Becker & Nehring (1965) für die Rohnährstoffe von Laub

	Organische				
	Substanz	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	NfE
Rot-Buche	-1,1%	-1,1%	2,0%	-7,7%	1,0%
Gemeine Esche	5,2%	-5,8%	0,8%	0,0%	8,7%
Hainbuche	-2,6%	3,6%	1,7%	-0,9%	-6,7%
Schwarz-Erle	-0,5%	-2,0%	3,6%	3,4%	-3,8%
Haselnuss	0,0%	-1,0%	-0,6%	4,1%	-1,6%

Stiel-Eiche	-0,7%	16,4%	0,4%	-4,3%	4,1%
Schwarzer Holunder	5,4%	-13,9%	1,9%	-6,8%	21,6%
Sommerlinde	2,0%	-7,5%	1,6%	-3,9%	10,6%
Fichte	-2,2%	1,6%	-4,3%	2,2%	-0,8%
Schwarz-Pappel	3,6%	-1,2%	-1,0%	4,6%	-1,5%
Roß-Kastanie	1,8%	1,8%	1,6%	6,0%	-8,3%
Robinie	1,4%	-2,2%	2,3%	0,1%	1,9%
Flatter-Ulme	2,1%	0,1%	1,8%	-3,3%	-0,6%
Hänge-Birke	0,0%	6,6%	1,0%	-14,4%	7,0%
Zitter-Pappel	2,2%	-3,2%	2,0%	-5,2%	5,2%
Eberesche	-1,1%	-2,8%	3,2%	-7,1%	33,5%
Gemeiner Schneeball	0,8%	10,8%	1,3%	4,7%	-17,8%
Schwarz-Kiefer	-2,5%	-3,6%	-5,5%	-3,4%	13,3%

Quelle: eigene Analysen und Daten aus Becker & Nehring (1965)

Die in den Futtermitteln verfügbaren Nährstoffe sind nicht alle für das Tier verwertbar. Ein Teil wird unverdaut wieder ausgeschieden. Aus diesem Grund sind Informationen über die Verdaulichkeit der Nährstoffe wichtig für die Tierernährung. Gute Futtermittel haben hohe Verdaulichkeiten der Nährstoffe (Tabelle 10). Für Laub kann nur auf die Daten zurückgegriffen werden, die von Becker & Nehring (1965) zitiert werden. Nach den dort angegebenen Daten zeigt sich, dass die Verdaulichkeit der Rohproteine von Laub als zufriedenstellend angesehen werden kann. Es gibt jedoch große Unterschiede. So sind Buchenblätter nur schwer verdaulich (38% für Rohprotein), sehr gut jedoch die Blätter vom Schwarzen Holunder und auch der Eiche. Die Daten sind jedoch mit Vorsicht zu betrachten. Eindeutig ist die Verdaulichkeit der Stickstoff-freien-Extraktionsstoffe als sehr niedrig anzusehen, auch wenn in Becker & Nehring (1965) nur auf Lignin eingegangen wurde. In dieser Quelle sind nur wenige Gehölze betrachtet worden. Besonders bedeutsam war jeweils die Buche.

Tabelle 10: Verdaulichkeit der Nährstoffgehalte von üblichen Futtermitteln (in % der Bruttomengen der Nährstoffe)

	Organische Substanz	Roh- protein	Roh- faser	Roh- fett	NfE
Kartoffel, Knolle	83	53	46	50	90
Mais i.d. Teigreife	70	52	61	70	76
Luzerne ¹	68	78	55	45	75
Weide (extensiv) ¹	67	58	66	56	69
Weide (intensiv) ¹	69	73	66	56	69
Klee gras ¹	68	70	66	56	69
Wiese (grasreich) ¹	67	65	66	56	69
					Lignin
Rot-Buche	k.A.	38	k.A.	k.A.	27
Gemeine Esche	k.A.	63	k.A.	k.A.	15
Hainbuche	k.A.	49	k.A.	k.A.	16
Schwarz-Erle	k.A.	51	k.A.	k.A.	15
Stiel-Eiche	k.A.	62	k.A.	k.A.	20
Schwarzer Holunder	k.A.	82	k.A.	k.A.	15
Sommerlinde	k.A.	66	k.A.	k.A.	20
Flatter-Ulme	k.A.	65	k.A.	k.A.	10
Hänge-Birke	k.A.	42	k.A.	k.A.	41
Zitter-Pappel	k.A.	65	k.A.	k.A.	21

Eberesche	k.A.	61	k.A.	k.A.	k.A.
-----------	------	----	------	------	------

Quelle: für übliche Futtermittel DLG (1991), für Laub Becker & Nehring (1965)

4.2 Mengen- und Spurenelemente in Laubfutter

Der Bedarf der Tiere muss mit dem Futter gedeckt werden. Dieses kann entweder durch die übliche Ration oder in Form von Mineralfutter gewährleistet werden. Nur in Ausnahmen werden Mengen- und Spurenelemente in anderer Form verabreicht. Dieses können z.B. Infusionen (z.B. Calcium nach Milchfieber) oder Injektionen bei klinischen Mangelerscheinungen sein (z.B. Eisen bei Ferkel). Gehölze werden z.B. im Ökolandbau als eine Quelle für Mengen- und Spurenelemente angesehen. Es konnte festgestellt werden, dass in den Blättern einiger Gehölzarten (Rotbuche, Schwarzer Holunder, Silberweide, Roter Hartriegel, Wolliger Schneeball) sehr hohe Werte an Kalzium vorhanden sind, die weit über die Werte üblicher Futtermittel hinausgehen (Tabelle 11).

Tabelle 11: Mengenelemente in ausgewählten Futtermitteln (g pro kg Futter)

	Kalzium	Magnesium	Natrium	Kalium
Futtererbse (Grünfutter fisch)	16,2	3,2	0,36	k.A.
Kartoffeln (Knolle)	0,4	1,4	0,55	k.A.
Rotklee (in der Blüte)	15,3	3,6	0,41	k.A.
Hafer (Grünfutter, frisch)	4,4	1,7	1,00	k.A.
Rot-Buche	22,5	1,4	0,14	21,4
Gemeine Esche	13,9	1,7	0,36	29,5
Hainbuche	17,2	1,8	0,25	12,9
Schwarzerle	11,8	1,1	0,42	8,3
Himbeere	11,8	2,7	0,14	43,1
Schlehe	10,1	1,6	0,63	49,0
Haselnuss	19,5	2,5	0,62	22,2
Stieleiche	7,2	0,9	0,09	13,8
Feldahorn	9,6	0,9	0,27	23,0
Schwarzer Holunder	23,5	3,1	0,16	23,8
Eingriffeliger Weißdorn	16,0	2,0	0,58	34,4
Salweide	8,9	0,7	0,17	17,0
Bruchweide	11,7	0,7	0,09	25,6
Grauweide	9,5	1,8	0,11	25,3
Silberweide	29,1	3,1	0,10	21,1
Roter Hartriegel	30,4	2,0	0,21	21,0
Sommerlinde	13,9	1,2	0,09	25,6
Brombeere	9,2	1,7	0,11	34,9
Schwarzpappel	26,7	1,0	0,09	41,2
Roskastanie	12,9	0,5	0,07	38,9
Feldulme	22,7	1,2	0,10	22,7
Hängebirke	14,9	1,2	0,18	5,4
Eberesche	18,3	2,1	0,27	21,4
Wolliger Schneeball	35,6	2,4	0,12	16,1
Gemeiner Schneeball	20,6	1,4	0,05	36,7
Faulbaum	9,6	1,4	0,19	32,1
Heckenrose	19,0	3,8	0,20	53,3
Sanddorn	9,5	0,7	0,27	23,4
Fichte	9,5	0,9	0,10	27,4

Schwarzkiefer 4,8 1,3 0,09 9,4

Quelle: für übliche Futtermittel DLG (1991), für Laub eigene Analysen: Sammlung im Juli 2002 von Knicks in Norddeutschland

Spurenelemente sind in allen Futtermitteln vorhanden. Die analytischen Werte sind jedoch mit Vorsicht zu verwenden, da sie nach Standort, Jahreszeit, Pflanzenteil und Ort des Pflanzenteils am Gehölz sehr unterschiedlich. Die standardisierte Sammlung der Blätter an den Knicks der Liegenschaft Trenthorst zeigt für einige Gehölze sehr interessante Werte.

Tabelle 12: Spurenelemente in ausgewählten Futtermitteln (mg pro kg Futter)

	Fe	Mn	Cu	Zn	Co	Se
Futtererbse (Grünfutter fisch)	k.A.	25	9,0	28	0,18	k.A.
Kartoffeln (Knolle)	k.A.	7	5,4	24	0,09	k.A.
Rotklee (in der Blüte)	k.A.	40	10,9	44	0,13	k.A.
Hafer (Grünfutter, frisch)	k.A.	98	9,2	51	0,08	k.A.
Rot-Buche	299	92	24	36	< 0,25	0,064
Gemeine Esche	91	24	10	14	< 0,25	0,051
Hainbuche	172	2371	18	36	0,334	0,065
Schwarzerle	118	150	20	37	< 0,25	0,061
Himbeere	160	256	19	43	< 0,25	0,075
Schlehe	100	70	19	19	< 0,25	< 0,02
Haselnuss	162	541	18	31	0,725	0,043
Stieleiche	118	182	7	19	< 0,25	0,036
Feldahorn	91	329	17	32	< 0,25	0,031
Schwarzer Holunder	102	26	12	31	< 0,25	0,022
Eingriffeliger Weißdorn	99	44	7	19	< 0,25	< 0,02
Salweide	117	170	6	128	< 0,25	< 0,02
Roter Hartriegel	109	29	8	18	< 0,25	0,027
Sommerlinde	139	418	8	19	< 0,25	< 0,02
Brombeere	129	783	16	28	< 0,25	< 0,02
Fichte	68	62	8	64	< 0,25	0,040
Schwarzpappel	103	44	9	105	< 0,25	0,026
Roskastanie	140	58	16	15	< 0,25	< 0,02
Feldulme	119	43	13	42	< 0,25	< 0,02
Hängebirke	94	83	10	181	< 0,25	0,028
Bruchweide	77	340	10	202	< 0,25	0,083
Eberesche	118	59	19	29	< 0,25	0,030
Grauweide	108	485	6	151	< 0,25	0,073
Wolliger Schneeball	104	85	12	22	< 0,25	0,032
Faulbaum	83	131	7	27	< 0,25	0,098
Hecken-Rose	81	27	9	24	< 0,25	0,041
Silberweide	140	84	9	409	< 0,25	0,129
Sanddorn	93	69	12	28	< 0,25	0,043
Gemeiner Schneeball	152	26	11	47	< 0,25	0,028
Schwarz-Kiefer	77	16	5	15	< 0,25	< 0,02

Fe = Eisen, Cu = Kupfer, Zn = Zink, Mn = Mangan, Co = Kobalt, Se = Selen, J = Jod

Quelle: für übliche Futtermittel DLG (1991), für Laub eigene Analysen: Sammlung im Juli 2002 von Knicks in Norddeutschland

Es gibt keine Studien über die Verwertbarkeit von Mengen- und Spurenelementen aus Gehölzfutter. Selbst von üblichen Futtermitteln sind diese meistens nicht bekannt und werden

häufig geschätzt. Für die spätere Bewertung der Verfügbarkeit von Mengennährstoffe aus Laubfutter werden die gleichen Werte wie in Tabelle 13 angenommen, die für übliche Rationen betriebseigenes Futter angenommen werden.

Ebenso wie die Hauptnährstoffe können auch die Mengen- und Spurenelemente im Futter in der Regel nicht vollständig vom Tierkörper aufgenommen werden (Tabelle 13). Der Nettobedarf muss auf den erforderlichen Bruttogehalt in den Futtermitteln umgerechnet werden. So müsste das Futter einer laktierenden Kuh (10 kg FCM) - bei einem täglichen Bedarf von 50 g Calcium und einer Verwertbarkeit von 50% - 100 g Calcium in der Tagesration vorhanden sein.

Tabelle 13: Gesamtverwertbarkeit von Mengenelementen für verschiedene herbivore Tierarten (in % der Bruttoinhaltsmenge in der Trockensubstanz im Futter)

Tierart	Ca	P	Mg	Na	K	Cl	Quelle
Milchkuh (20 kg FCM)	50	70	20	95	95	95	GfE, 2001
Mastrind	50	70	20	80	k.A.	k.A.	GfE, 1995
laktierende Ziegen	65	80	20	95	95	95	GfE, 2003
Ziegenlämmer	90	90	70	95	95	95	GfE, 2003

FCM = Fett korrigierte Milchmenge pro Tag

Im der Tabelle 14 wurde die hypothetische Menge errechnet, die erforderlich wäre, mit Blättern bestimmter Gehölze die Versorgung bestimmter Tierarten mit Mengen- bzw. Spurenelemente zu decken. Dabei wurden die Analysenwerte aus der Sammlung Juli 2002 in Norddeutschland verwendet. Für die Verfügbarkeit wurde 50% angenommen. Sie hängt aber ab von der Laubart, dem Vegetationsstadium und auch von der Fähigkeit der Tierart, diese zu verwerten. Es zeigt sich, dass bereits geringe Mengen an Laub ausreichen, die Versorgung von Rindern, Ziegen und Pferden mit Kalzium, Magnesium, Kalium und Natrium zu versorgen. Dabei ist die Gehölzart entscheidend. So reichen 554 g TS der Blätter des Schwarzen Holunder aus, um den täglichen Magnesiumbedarf einer Kuh mit geringer Leistung zu decken. Es wären aber sechs mal mehr Blätter der Rosskastanie erforderlich (3,2 kg).

Tabelle 14: Tagesmenge an Laubfutter, um den Mindestbedarf verschiedener Nutztierarten mit Mengenelementen zu decken (in kg Trockensubstanz der Blätter)

Tierart	Laubart	Rind	Ziege	Pferd	
		g/Tag TS	g/Tag TS	g/Tag TS	
Kalzium	1.-beste	Wolliger Schneeball	190	17	197
	2.-beste	Roter Hartriegel	224	20	168
	3.-beste	Silberweide	234	21	206
	schlechteste	Stieleiche	848	86	836
Magnesium	1.-beste	Schwarzer Holunder	554	45	416
	2.-beste	Silberweide	676	55	507
	3.-beste	Himbeere	680	55	511
	schlechteste	Roßkastanie	3196	260	2397
Natrium	1.-beste	Haselnuss	20	1,2	25
	2.-beste	Schwarzerle	24	1,5	29
	3.-beste	Schlehe	26	1,5	31
	schlechteste	Gemeiner Schneeball	222	13,0	222
Kalium	1.-beste	Schlehe	784	31	235
	2.-beste	Gemeiner Schneeball	839	34	252

3.-beste	Himbeere	851	34	255
schlechteste	Stieleiche	3663	146	1099

Es wurden 50% Verfügbarkeit angenommen. Eventuell gibt es unterschiedliche Verfügbarkeiten je nach Laub- bzw. Tierart. Für die Bewertung des Leistungsniveaus der Tierarten siehe Tabelle 7, es wurden nur Laubholzarten berücksichtigt. Mit den Mengenangaben ist nicht gesagt, dass diese Mengen von den Tieren aufgenommen werden bzw. ob andere Inhaltsstoffe eventuelle Probleme bereiten.

Die Hypothese, dass in Laubfutter wertvolle Spurenelemente vorhanden sind, die bei ausreichende Verfütterung eine weitere Mineralstoffversorgung der Tiere erübrigt, kann anhand der empfohlenen Werte für Tierfutter und den Gehalten in Blättern bewertet werden. So zeigt sich, dass alle Laubfutterarten höhere Eisenwerte haben, als empfohlen wird. Die Blätter der Rotbuche sogar über 5 mal mehr. Bei Kupfer, Zink und Mangan gibt es Laubarten, die zu wenig und Laubarten, die sehr viel aufweisen. So ist in Blättern der Heimbuche 60 (!) mal mehr Mangan vorhanden, als erforderlich wäre. Die Kobaltversorgung wäre nach den vorliegenden Werten mit Haselnuss und Hainbuche gedeckt. Dagegen sind die Selenwerte eher ungenügend und können nicht als ausreichend für eine Versorgung der Tiere angesehen werden (Tabelle 15). Diese Werte sind aber mit Vorsicht zu betrachten, da sie sehr stark schwanken können, wie Erfahrungen aus der Tierernährung mit üblichen Raufuttermitteln zeigen.

Tabelle 15: Prozent der empfohlenen Mindestmengen an Spurenelementen in Futtermittel in Laubfutter (hier beispielhaft für Futter für Milchkühe ermittelt)

	Fe	Cu	Zn	Mn	Co	Se
Schwarzer Holunder	203%	118%	62%	64%		11%
Heckenrose	163%	90%	49%	69%		21%
Weißdorn (1-gr.)	199%	72%	39%	110%		
Schwarzpappel	205%	90%	209%	110%		13%
Roter Hartriegel	217%	85%	37%	73%		14%
Hängebirke	187%	97%	362%	208%		14%
Gemeiner Schneeball	303%	108%	93%	65%		14%
Schlehe	200%	191%	38%	175%		
Faulbaum	165%	74%	54%	326%		49%
Gemeine Esche	182%	105%	28%	59%		26%
Eberesche	237%	194%	58%	148%		15%
Wolliger Schneeball	207%	119%	43%	213%		16%
Fichte	135%	77%	129%	156%		20%
Silberweide	280%	95%	818%	210%		65%
Flatterulme	238%	130%	84%	108%		
Schwarzkiefer	154%	45%	30%	40%		
Salweide	234%	61%	255%	426%		
Sanddorn	187%	118%	56%	172%		21%
Feldahorn	183%	170%	64%	823%		15%
Bruchweide	153%	101%	404%	851%		41%
Himbeere	321%	192%	85%	641%		37%
Brombeere	258%	161%	56%	1958%		
Grauweide	216%	61%	302%	1212%		37%
Haselnuss	325%	184%	63%	1353%	363%	22%
Schwarzerle	236%	204%	95%	376%		31%

Sommerlinde	279%	85%	39%	1045%		
Rotbuche	599%	235%	73%	230%		32%
Rosskastanie	280%	161%	30%	145%		
Hainbuche	345%	183%	71%	5927%	167%	32%
Stieleiche	236%	72%	39%	455%		18%

Für die Bewertung des Mindestmengen an Spurenelemente in Futtermittel siehe Tabelle 7

Betrachten wird alle Mengen- und Spurenelemente in den Blättern der verschiedenen Laubarten, so zeigt sich, dass in einigen Blättern sehr viel von einem Element und in anderen mehr vom anderen Element vorhanden ist. Es bietet sich an, ein ranking der einzelnen Laubarten nach Mengen- und Spurenelementgehalt aufzustellen (Tabelle 16). Damit kann ersehen werden, dass die Blätter einiger Gehölzarten wesentlich wertvoller für die Mineralstoffversorgung der Tiere sind als andere. Mit dieser Kenntnis können mehr an die Bedürfnisse der Nutztiere ausgerichtete Futterhecken bzw. Laubfütterungsstrategien entworfen werden. Interessant ist, dass unter den 10 bestplatzierten Gehölzen sieben die eher niedrige und leicht für Tiere zugänglichen Hecken- bzw. Knickgehölze vertreten sind. Die Esche und die Hängebirke gelten ebenfalls als gutes Tierfutter, wogegen die Schwarzpappel in dieser Gruppe überrascht. Weiterhin ist interessant, dass die Sommerlinde, die Rotbuche, die Rosskastanie, die Hainbuche und die Stieleiche die letzten Plätze besetzen. Dieses kumulierte ranking ist jedoch nur bedingt für weitere Aussagen geeignet.

Tabelle 16: Die wertvollsten Laubarten für die Mineralstoffversorgung von Nutztieren (nach Bruttoinhaltsstoffen in den Blättern, ranking von 30 Gehölzarten)

	Ca	Mg	Na	K	Zn	Fe	Cu	Mn	Se	Co	Summe
Schwarzer Holunder	5	1	24	8	16	12	17	3	1		87
Heckenrose	10	4	16	5	21	4	11	5	11		87
Weißdorn (1-gr.)	13	12	4	15	25	10	4	9			92
Schwarzpappel	4	25	26	11	6	13	10	8	2		105
Roter Hartriegel	2	10	21	20	27	16	9	6	3		114
Hängebirke	14	14	15	27	3	9	13	15	4		114
Gemeiner Schneeball	8	15	30	2	9	26	16	4	5		115
Schlehe	21	13	3	1	26	11	26	14			115
Faulbaum	22	8	12	4	20	5	6	19	21		117
Gemeine Esche	16	18	5	12	30	6	15	2	14		118
Eberesche	11	11	13	6	17	20	28	11	6		123
Wolliger Schneeball	1	5	29	9	22	14	19	17	8		124
Fichte	25	30	10	24	7	1	7	12	10		126
Silberweide	3	2	23	23	1	24	12	16	22		126
Flatterulme	6	16	28	17	11	21	20	7			126
Schwarzkiefer	30	29	9	30	29	3	1	1			132
Salweide	28	27	11	22	5	17	2	21			133
Sanddorn	24	22	8	13	19	8	18	13	12		137
Feldahorn	23	24	6	18	14	7	23	24	7		146
Bruchweide	20	26	22	16	2	2	14	25	20		147
Himbeere	19	3	17	3	10	27	27	23	19		148
Brombeere	27	7	18	7	18	22	21	29			149
Grauweide	26	17	19	21	4	15	3	27	18		150

Haselnuss	9	6	1	26	15	28	25	28	13	2	153
Schwarzerle	18	20	2	25	8	19	29	20	15		156
Sommerlinde	15	21	27	14	23	23	8	26			157
Rotbuche	7	19	14	19	12	30	30	18	16		165
Rosskastanie	17	28	25	10	28	25	22	10			165
Hainbuche	12	9	7	28	13	29	24	30	17	1	170
Stieleiche	29	23	20	29	24	18	5	22	9		179

Das Laub wurde im Juli 2002 in Knicks auf der Liegenschaft Trenthorst in Norddeutschland gesammelt.

5 Diskussion und Zusammenfassung

Laub wird von vielen Tiere als Nahrungsmittel aufgenommen. Sie finden es auf den Weiden oder an den Rändern. Es gibt nur sehr alte und unvollständige Informationen über den Futterwert von Gehölzen. In einer Studie wurden die Nährstoffe und die Mengen- und Spurenelemente von 50 verschiedenen Gehölzen festgestellt. Die Blätter wurden im Juli 2002 an den Knicks der Liegenschaft Trenthorst in Norddeutschland gesammelt. Dabei konnte ermittelt werden, dass die Rohproteingehalte sehr hoch sind und auch sonst die Rohnährstoffe nicht sonderlich von den Werten von sonstigen Raufuttermittel abweichen. Aus der Literatur konnten keine Informationen über die Verdaulichkeit bzw. Verwertbarkeit der Nährstoffe bzw. Nährelemente gefunden werden, die eine valide Einschätzung von Gehölzen zulassen.

Die Analysen der Mengen- und Spurenelemente zeigen sehr unterschiedliche Werte für die verschiedenen Laubarten. Für Eisen, Kupfer, Magnesium und Zink sind teilweise wesentlich höhere Werte als für Futtermittel für Pflanzenfresser empfohlen gefunden worden. Eine ausreichende Versorgung bestimmter Mengen- und Spurenelemente mit bestimmten Laubfuttermitteln scheint möglich. Leider werden aber nicht alle hypothetischen Erwartungen erfüllt. So sind die Kobalt- und Selenwerte eher als niedrig und nicht ausreichend anzusehen. Weitere Versuche sind notwendig, um Gehölze qualifiziert als Tierfutter einschätzen zu können. Vor allem Verdauungsversuche und Gesundheitswirkungen sollten verstärkt betrachtet werden.

6 Literatur

- Becker, M. & K. Nehring, (1965): Handbuch der Futtermittel. Zweiter Band, Verlag Paul Parey, Hamburg/Berlin
- DLG (1991): DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. DLG-Verlag Frankfurt am Main
- Gerken, B. und C. Meyer (Hrsg.): Vom Waldinnensaum zur Hecke – Geschichte, Situation und Perspektiven eines Natur-Lebensraum-Gefüges. Natur- und Kulturlandschaft, Heft 2, Höxter
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1994): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Pferden. DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1995): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere Nr. 6. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2003): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Ziegen. DLG-Verlag, DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- Kirchgessner, M. (1982): Tierernährung. 5. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

- Machatschek, M. (2002): Laubgeschichten. Gebrauchswissen einer alten Baumwirtschaft, Speise und Futterlaubkultur. Böhlau Verlag, Wien/Köln/Weimar
- Maydell, H. J. von, (1986): Trees and shrubs of the Sahel. Their characteristics and uses. Schriftenreihe der GTZ No. 196, Eschborn
- Merchant, M. (1993): The potential for control of the soft rush (*Juncus effusus*) in grass pasture by grazing goats. Grass and Forage Science, Volume 48, 395-409.
- Mill, E. H. (1987): Untersuchungen zur weidewirtschaftlichen Extensivnutzung der mediterranen Strauchvegetation im sub-humiden Nordwest-Tunesien durch Race-Local-Ziegen und deren Kreuzung mit Burenziegen unter besonderer Berücksichtigung der Besatzstärke. Diss. Justus von Liebig Universität Gießen, Gießen
- Norton, B. W./J. M. Cavaye/J. W. Hales (1990): Grazing management studies with Australian cashmere goats. Cobalt supplementation and intestinal parasite burdens in sheep and goats in south-eastern Queensland. Australian Journal of Agriculture, 30, 789-796
- Papachristou, T. G./A. Nastis (1993): Nutritive value of diet selected by goats grazing on kermes oak shrub lands with different shrub and herbage cover in Northern Greece. Small Ruminant Research, 12, 35-44
- Papachristou, T. G./A. Nastis (1994): Changes in chemical composition and in vitro digestibility of oesophageal fistula and hand plucked forage samples due to drying method and stage of maturity. Animal Feed Science and Technology, 46, 87-95
- Rahmann, G. (1994): Ökonomisches Handeln von Nomaden. Wissenschaftsverlag Vauk, Kiel
- Rahmann, G. (1996): Praktische Anleitungen für eine Biotoppflege mit Nutztieren. Schriftenreihe Angewandter Naturschutz, Band 14, Lich
- Rahmann, G. (1998): Pferde in der Biotopbeweidung - Möglichkeiten und Grenzen bei der Pflege von Pfeifengraswiesen mit Island Ponys. Tagungsband „Natur- und Kulturlandschaft. Zur Geschichte, zu Modellen und Perspektiven der europäischen Landschaftsentwicklung“. 21. - 22. April 1998 in Neuhaus, Solling, 362-376
- Rahmann, G. (1998f): Consumer expectations and behaviour in lamb and beef consumption in Germany: problems and opportunities for environmentally-friendly animal husbandry systems. Proceedings of the 2. International Conference of the LSIRD network (EU FAIR1 CT95-0114), 3. - 5. Dezember 1998 in Dublin, Irland
- Rahmann, G. (1999): Comparison of goat grazing, manual cleaning and the combination of both in aspects of floristic composition and the costs on heavy shrub-infested grassland. Proceedings of the EGF-Conference, 27th to 29th May 1999 in Thessaloniki, Greece, 113-120
- Rahmann, G. (1999): Vergleich der Pflegeleistung und des Aufwandes einer Entbuschung durch manuelle Reinigung, Ziegenbeweidung oder deren Kombination auf stark verbuschtem Magerrasen. Berichte über Landwirtschaft, 2/99, Münster-Hiltrup, 214-221
- Rahmann, G. (2000): Biotoppflege als neue Funktion und Leistung der Tierhaltung. Agraria 28, Dr. Kovac-Verlag, Hamburg
- Rahmann, G. (2004): Ökologische Tierhaltung. Ulmer-Verlag, Stuttgart
- Rahmann, G. /A. Waterhouse/F. Newcombe/ /R. Albert/V. Abbadessa/G. Brunori/M. Trabalza-Marinucci/I. Ispikoudis/Z. Koukoura/M.-C. LeOuffré/J. Lasseur (1999): Impacts of Animal Production Systems on Landscapes in Hilly Less Favoured Areas

of Europe. In: Turner, S. D./D. Alford (Eds.): Agriculture and the Environment - challenges and conflicts for the new Millenium. ADAS, Wolverampton, 210-217

Rahmann, G./G. E. J. Fisher (1997): Extensification - Benefits and disadvantages to grassland biodiversity. In: 'Grassland Science in Europe Vol. 2 - Management for Grassland Biodiversity.' Proceedings of the International Occasional Symposium of the European Grassland Federation. Warsaw/Poland, 20-23 May, 1997, 115-126