

Äsungskapazität des Waldes in Abhängigkeit von Standort und Überschirmung im Vergleich zu Grünlandflächen

W. SCHMIDT

Einleitung

Mitteleuropa ist eine Kulturlandschaft (ELLENBERG 1996). Seit mehreren tausend Jahren hat der Mensch den Wald gerodet, Äcker und Wiesen bewirtschaftet, Dörfer und Städte angelegt. Auch der Wald entspricht an keiner Stelle mehr dem nicht von Menschen unbeeinflussten Urwald: typisch sind vielfach Altersklassenwälder, in denen die Bäume etwa zur Hälfte ihrer biologisch möglichen Lebensdauer geerntet werden. Wenn hier von der Äsungskapazität für die Schalenwildarten Rothirsch, Reh und Wildschwein gesprochen wird, so ist diese Kulturlandschaft gemeint, in der der Wald in Abhängigkeit vom Standort unterschiedlich bewirtschaftet wird. Dieser Wald ist häufig aufgelichtet und zumeist eng verzahnt mit landwirtschaftlichen Flächen. Sie werden zumindest zu bestimmten Zeiten sehr gern vom Schalenwild angenommen - allerdings ohne die speziellen Attraktionen, wie sie Wildäcker oder eine Winterfütterung darstellen.

Dieses Nahrungsangebot für das Schalenwild zu quantifizieren, ist nicht ganz einfach. Zunächst stellt sich die Frage nach der „einheitlichen Währung“, d.h.

in welchen Einheiten soll dieses Angebot gemessen werden. Produktionsökologen arbeiten häufig allein mit der pflanzlichen Biomasse (ausgedrückt in kg oder t Trockensubstanz pro Fläche), die pro Zeiteinheit (meist 1 Jahr) durch die Photosyntheseleistung der grünen Pflanzen neu gebildet wird. Dabei bleibt aber der unterschiedliche Stickstoff-, Eiweiß- oder auch Energiegehalt in den verschiedenen Pflanzenarten und -teilen unberücksichtigt, was aber für die Verwertbarkeit dieser Biomasse durch Pflanzenfresser von großer Bedeutung sein kann (REMMERT 1998, HOLTMEIER 2002).

In den nachfolgenden, häufig vereinfachenden Beispielen soll gezeigt werden, wie groß die Äsungskapazität in mitteleuropäischen Wäldern auf unterschiedlichen Standorten und mit unterschiedlicher Überschirmung insgesamt sein kann. Zum Vergleich werden auch Produktionswerte von Grünlandsflächen herangezogen, die in vielen Landschaftsräumen, insbesondere im Gebirge, eine wichtige Nahrungsgrundlage für viele Schalenwildarten darstellen (SCHÜTZ et al. 2000). Aspekte der Nahrungspräferenz oder -selektion (HOFMANN 1978) bleiben dabei ebenso unberücksichtigt

wie auch die Einteilung nach den mechanischen Eigenschaften der Nahrung für das herbivore Schalenwild (weiche, zähe und harte Futterstoffe sowie Ballaststoffe nach BUBENIK 1959). Das Nahrungsangebot wird immer auf eine Fläche von 100 ha hochgerechnet, da i.d.R. auf diese Fläche bezogen auch Schalenwildichten angegeben werden. Im Vergleich allein von maximalen Sommer- und Winterwerten ohne weitere jahreszeitliche Differenzierung steckt sicher auch manche Vereinfachung, wird aber dem Gesamthema der Tagung ausreichend gerecht. In *Tabelle 1* sind die zahlreichen Literaturangaben zum täglichen Nahrungsbedarf - ausgedrückt in Trockensubstanzmasse, Eiweiß- oder Energiegehalt - zusammengefasst, die ein ausgewachsenes Stück Rot-, Reh- oder Schwarzwild im Mittel zum Leben benötigen.

Multipliziert mit der Zahl der Sommer- bzw. Wintertage ergibt dies die Nahrungsmenge, die das entsprechende Ökosystem mindestens bereitstellen muss, um ein Individuum zu ernähren - immer unter der (rein theoretischen) Voraussetzung, dass andere Konsumenten nicht mehr an der Verwertung der pflanzlichen Biomasse oder Produktion beteiligt sind.

Tabelle 1: Nahrungsbedarf (Trockensubstanz, Eiweiß, Energiegehalt) der drei Schalenwild-Arten Rothirsch, Reh und Wildschwein im Sommer- und Winterhalbjahr (zusammengestellt nach Angaben zahlreicher Autoren in BRIEDERMANN 1990, STUBBE 1997, WAGENKNECHT 2000).

		Sommer (1.5.-15.10. = 165 Tage, S) Winter (16.10.-30.4. = 200 Tage, W)					
		Trockensubstanz (TS) kgTS/d Σ kg TS		verdaul. Eiweiß (Stickstoff, N) g N/d Σ kg N		Energie (Joule) MJ/d Σ MJ	
Rothirsch 100 kg Lebendmasse	Sommer	3,0	495	50	8,25	(56,4)	(9306)
	Winter	2,5	500	24	4,8	(47,0)	(9400)
Reh 20 kg Lebendmasse	Sommer	0,8	132	6	0,99	10,5	1733
	Winter	0,4	80	3,5	0,7	5,0	1000
Wildschwein 50 kg Lebendmasse	Sommer	1,8	297	23	3,8	26,4	4356
	Winter	1,7	340	24	4,8	24,7	4940

Autor: Prof. Dr. Wolfgang SCHMIDT, Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Waldbau, Abteilung I: Waldbau der gemäßigten Zonen und Waldökologie, Büsgenweg 1, D-37077 GÖTTINGEN, email: wschmid1@gwdg.de

Beispiele

Einfluss des Standorts und der Baumart: Wälder in der Optimalphase

Die ersten Beispiele gelten für die in Mitteleuropa von Natur aus vorherrschenden Buchenwälder in der Optimalphase (Hallenwald) und sind Ergebnisse aus Arbeiten des Forschungszentrums Waldökosysteme an der Universität Göttingen (ELLENBERG et al. 1986, EGGERT 1989, SCHMIDT et al. 1989). Untersucht wurden hier u.a. im Göttinger Wald ein arten- und in der Bodenvegetation und Verjüngung auch biomassereicher Kalkbuchenwald (*Hordelymo-Fagetum*) auf einer flachgründigen Rendzina. Im Gegensatz dazu ist der Moderbuchenwald (*Luzulo-Fagetum*) auf basenarmen Buntsandstein im Solling ausgesprochen arten- und biomassarm. In beiden Wäldern wurden im Sommer und Winter die ober- und unterirdischen Pflanzenteile geerntet, getrocknet und gewogen, anschließend der Stickstoff- und Energiegehalt bestimmt.

Abbildung 1 zeigt, dass im Göttinger Wald im Sommer die oberirdische Trockensubstanzmenge der Krautschicht einschließlich der Verjüngung 100-fach höher ist als im Solling. Hierin spiegeln sich die unterschiedlichen Standorts- und Produktionsverhältnisse von Wäldern in Mitteleuropa wider. Sie zeigen die weite Spanne, die bereits im Nahrungsangebot von einfach strukturierten Buchenhallenwäldern möglich ist. Der Moderbuchenwald im Solling ist dabei das Beispiel für die von der Natur aus häufigste Waldgesellschaft in Mitteleuropa, d.h. Wälder mit einem geringen natürlichen Nahrungsangebot herrschen vor (ELLENBERG 1996). Außerdem bestehen starke Unterschiede zwischen dem Nahrungsangebot im Sommer und Winter. Während im Sommer zumindest im Kalkbuchenwald Nahrung im Überfluss zur Verfügung steht, stellt der Winter in diesen naturnahen Wäldern einen Engpass dar: im Kalkbuchenwald könnten sich von der oberirdisch vorhandenen Biomasse immerhin noch 13 Rothirsche oder 79 Rehe pro 100 ha ernähren (Tabelle 2). Im Moderbuchenwald wären es aber nur noch 0.7 Stück Rothirsche oder 4 Rehe pro 100 ha - und dabei müsste

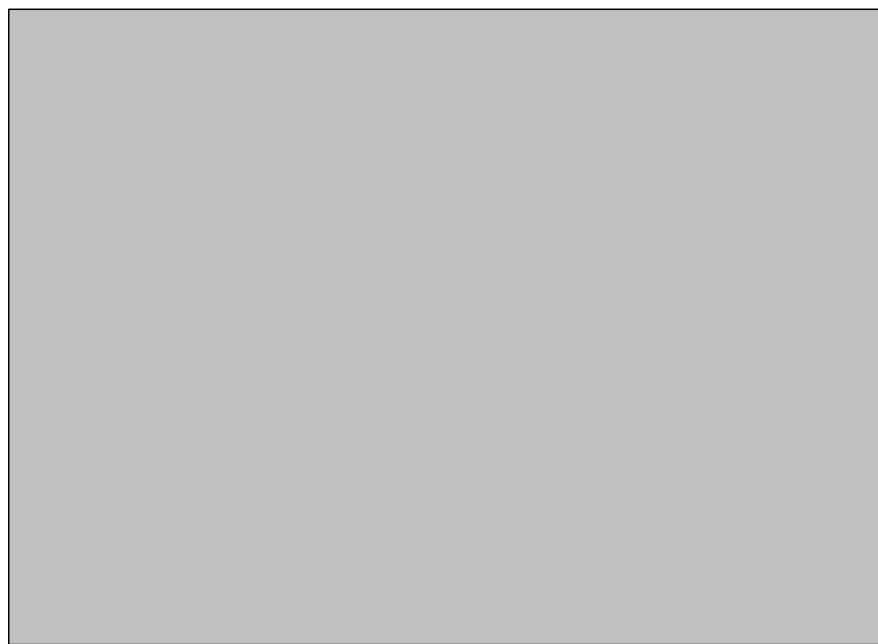


Abbildung 1: Maximale ober- und unterirdische Biomasse (oben) und deren Stickstoff-Vorräte (unten) im Sommer (So) und Winter (Wi) in der Krautschicht (einschließlich Verjüngung) zweier Buchenwälder der Optimalphase. Zusammengefasst nach Daten von ELLENBERG et al. (1986), EGGERT (1989) und SCHMIDT et al. (1989) aus dem Göttinger Wald (Kalkbuchenwald, *Hordelymo-Fagetum*) und dem Solling (Moderbuchenwald, *Luzulo-Fagetum*).

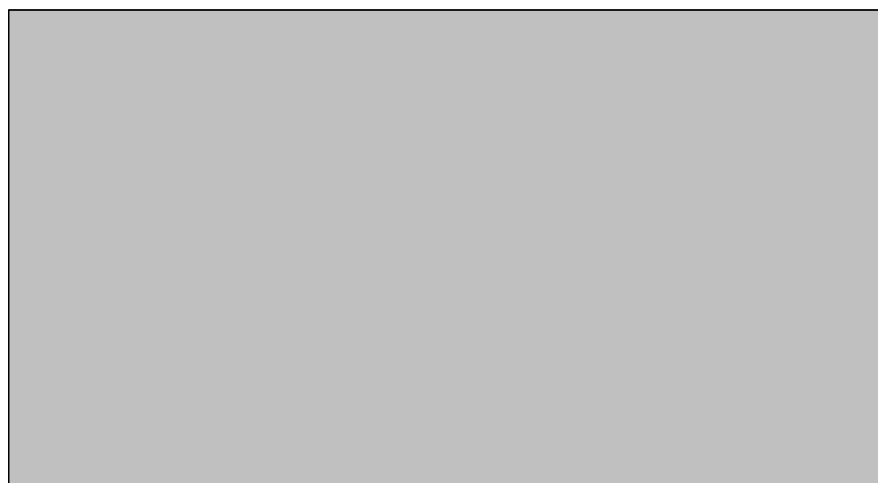


Abbildung 2: Bucheckern in Streufängen des Göttinger Waldes von 1981 bis 2003 (1984 keine Messung). Im Mittel wurden 241 kg Trockensubstanz/ha an vollen Eckern erfasst.

alles durch den Pansen der Großherbivoren gehen, weder für die Maus noch für die Verjüngung bliebe etwas übrig. Das Bild wird auch nicht wesentlich anders, wenn man die Berechnung auf der Basis der Eiweißgehalte anstellt (Abbildung 1, Tabelle 2). Durch den hohen Stickstoffgehalt der Bodenvegetation sowie den geringeren Eiweißbedarf der Schalenwildarten im Winter erhöht sich zwar die maximale Nahrungskapazität, in der Tendenz bleibt aber der Engpass im Winter bestehen. Daraus muss der

Schluss gezogen werden, dass allein auf Grund der Standortsverhältnisse in den Rotwildgebieten auf basenarmen Böden vom natürlichen Nahrungsangebot sich nur begrenzte Möglichkeiten für größere Schalenwildvorkommen bieten. Für Rehwild mit seiner stärkeren Einschränkung im winterlichen Nahrungsbedarf stellt sich die Situation etwas günstiger dar.

Bisher wurde beim Nahrungsangebot nur die von der Bodenvegetation und Verjüngung gebildete Biomasse berücksich-

Tabelle 2: Theoretisch mögliche Nahrungskapazität der Bodenvegetation (Strauch- und Krautschicht) von Buchen- und Fichtenwäldern in der Optimalphase. Grundlage für die Berechnungen im Kalk- und Moderbuchenwald sind die sommer- und winterlichen Biomasse- und Stickstoffvorräte (Abbildung 2), für die Buchen-Fichten-Rein- und Mischbestände im Solling die jährliche oberirdische Nettoprimärproduktion (geschätzt auf Grund von Biomasse-Erhebungen, siehe Abbildung 3) sowie der in Tabelle 1 angegebene Nahrungsbedarf des Schalenwildes.

		Kalkbuchenwald (Göttinger Wald)		Moderbuchenwald (Solling)	
		Sommer	Winter	Sommer	Winter
Kalkbuchenwald: EGGERT 1989, SCHMIDT et al. 1989					
Moderbuchenwald: ELLENBERG et al. 1986					
Rothirsch (n/100 ha)	Trockensubstanz	253	13	2,4	0,7
	Eiweiß	375	35	2,2	1,6
Reh (n/100 ha)	Trockensubstanz	949	79	9	4
	Eiweiß	3127	243	18	11
Wildschwein (n/100 ha)	o: oberirdisch u: unterirdisch	Trockensubstanz	o: 422 u: 521	o: 19 u: 324	o: 4 u: 5
		Eiweiß	o: 815 u: 450	o: 35 u: 726	o: 5 u: 8
				o: 1 u: 3	
				o: 2 u: 4	

WECKESSER 2003	Buchen-Fichten-Rein- und Mischbestände (Solling)					
	Bestände >90 Jahre			Bestände <90 Jahre		
	Buche	Misch	Fichte	Buche	Misch	Fichte
Nettoprimärproduktion (kg TS/ha und Jahr)	32	432	247	17	5	32
Rothirsch (n/100 ha)	3,2	43,4	24,8	1,7	0,5	3,2
Reh (n/100ha)	15	204	117	8	2,4	15
Wildschwein (n/100ha)	5	68	39	2,7	0,8	5

tigt. Eine wichtige Rolle in der Ernährung aller Schalenwildarten spielt aber die Mast, vor allem, wenn Buche und Eiche fruktifizieren. In *Abbildung 2* sind langjährigen Streufangergebnisse aus dem Göttinger Kalkbuchenwald für den Zeitraum von 1981 bis 2003 dargestellt. Auffällig sind die bekannten Schwankungen der Fruktifikation von Jahr zu Jahr (BURSCHEL et al. 1964, RÖHRIG und BARTSCH 1992, ELLENBERG 1996, PAAR et al. 2000). So gab es 1985 überhaupt keine Mast. 1995 fielen fast 1,5 t/ha an vollen Eckern auf den Waldboden, das Ganze energie- und eiweißreich. Im Mittel der Jahre waren es 240 kg volle Eckern/ha. Damit ließen sich

nicht nur im Mittelalter große Schweineherden im Walde mästen, man erkennt hierin auch die große Bedeutung der Mast für das Schalenwild. Bezogen auf die Biomasse ließen sich im Mittel 58 Rothirsche/100 ha, bezogen auf den Energiegehalt 71 Rothirsche/100 ha und bezogen auf den Eiweißgehalt auf Grund des hohen Stickstoffgehaltes der Eckern sogar 241 Rothirsche/100 ha durch den Winter bringen (*Tabelle 3*). Dieser statistische Mittelwert ist aber ökologisch nur begrenzt aussagefähig. Allein auf die Mast im Winter angewiesen zu sein, hätte 1985 für die gesamte Rotwildpopulation der Hungertod bedeutet. 1995 fielen die Eckern dagegen in solchen Mengen

an, ohne dass eine Reh- oder Rotwildpopulation mit einem entsprechenden Anstieg reagieren kann: Jedes Altter wird in der Regel jeweils nur ein Kalb setzen, jede Ricke zwei Kitze - allerdings mit guter Kondition. Allein das Schwarzwild reagiert auf Masten mit der Frischlingszahl flexibler. Für die Buchen- und Eichenmast gilt natürlich auch, dass von ihr außer dem Schalenwild noch viele andere Tierarten leben wollen (vom Siebenschläfer bis zum Bergfinken). Schließlich möchte auch der Förster einen ausreichenden Teil für die Naturverjüngung übrigbehalten.

Bei der Rolle der Mast als Schalenwild-Nahrung darf auch nicht vergessen werden, dass fruktifizierende Altbestände aus Buche und Eiche in unseren Wirtschaftswäldern nur eine begrenzte Fläche einnehmen. In Niedersachsen entfallen 17 % der Waldfläche auf die Buche, 9 % auf die Eiche. Im Nadelwald, der fast 70 % der Waldfläche in Deutschland und über 80 % der Waldfläche in Österreich stellt, finden sich keine Mastbäume. Selbst wenn in vielen Waldbaukonzepten heute die Laubholzvermehrung betont und auch praktiziert wird, so wird es noch lange Zeit dauern, bis sich hier eine deutliche Verbesserung im Nahrungsangebot des Schalenwildes ergibt. Allerdings sind die Nadelwäldern in ih-

Tabelle 3: Buchenmast als Winternahrung im Göttinger Wald 1981 - 2003. Mittlere, minimale und maximale Nahrungskapazität der vollen Eckern für Rothirsch, Reh und Wildschwein. Zugrundegelegt wurde der in Tabelle 1 angegebene Nahrungsbedarf (Trockensubstanz, Eiweiß, Energie) für das Winterhalbjahr (200 Tage).

		Mittel	Minimum (1985)	Maximum (1995)
Rothirsch (n/100 ha)	Trockensubstanz	58	0	291
	Eiweiß (N)	241	0	1212
	Energiegehalt	71	0	357
Reh (n/100 ha)	Trockensubstanz	362	0	1818
	Eiweiß (N)	1651	0	8309
	Energiegehalt	670	0	3356
Wildschwein (n/100 ha)	Trockensubstanz	85	0	428
	Eiweiß (N)	241	0	1212
	Energiegehalt	135	0	679

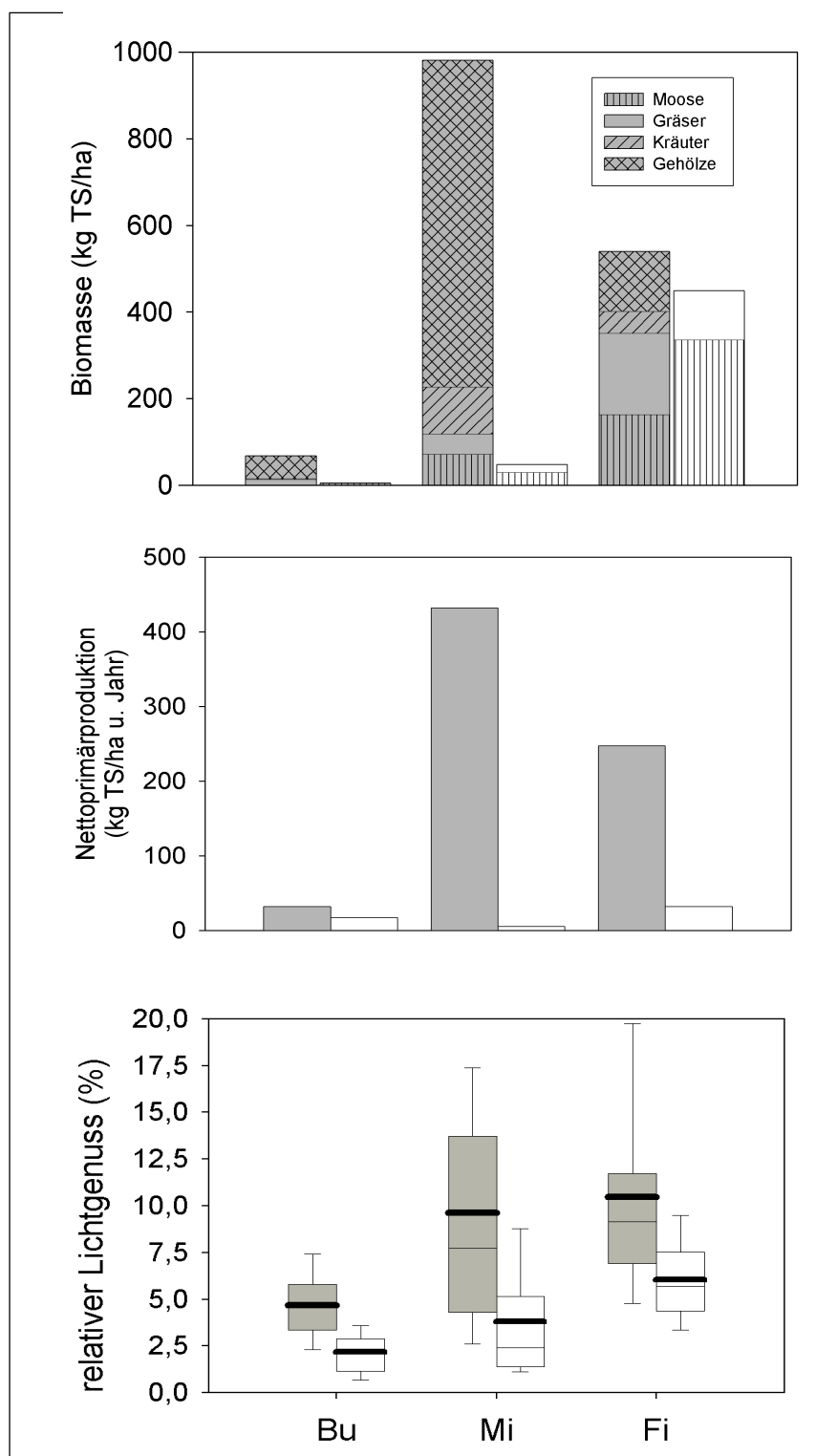


Abbildung 3: Maximale sommerliche oberirdische Biomasse der Moos-, Kraut- und Strauchschicht, Schätzwerte der oberirdischen Nettoprimärproduktion (Strauch- und Krautschicht) sowie relativer Lichtgenuss von Buchen(Bu)- und Fichten(Fi)-Rein- und Mischbeständen (Mi) im Solling. Die linken (grauen) Säulen kennzeichnen ältere (>90 Jahre), die rechten (weißen) Säulen jüngere (<90 Jahre) Bestände. Zusammengestellt nach Daten von WECKESSER (2003).

rem Nahrungsangebot für das Schalenwild nicht durchwegs jene trostlosen, dunklen, arten- und biomassearmen Wälder, wie man landläufig meint. Im

Rahmen des BMBF-Projektes „Zukunftsorientierte Waldwirtschaft“ untersuchte WECKESSER (2003) u.a. die Biomasse- und Stickstoffvorräte der

Bodenvegetation in Buchen- und Fichtenrein- und Mischbeständen im Solling (Abbildung 3). In den über 90-jährigen Mischbeständen finden sich die höchsten oberirdischen Vorräte in der Kraut- und Strauchschicht, bedingt vor allem durch einen hohen Anteil an Naturverjüngung aus Buche und Fichte, aber auch an krautiger Vegetation. Aber auch in den naturfernen Fichtenreinbeständen ist das erreichbare Äsungsangebot deutlich höher als in den naturnahen Buchenreinbeständen, wobei dieses Angebot zu einem hohen Anteil aus der beim Rotwild hochgeschätzten Draht-Schmiele (*Deschampsia flexuosa*) besteht. Sie kann auch im Winter bei nicht zu hohen Schneelagen freigeschlagen werden.

In den jüngeren Beständen ist dieser Trend in der Biomasseverteilung ebenfalls vorhanden, allerdings auf deutlich niedrigerem Niveau. WECKESSER (2003) hat nicht nur die Biomasse der Bodenvegetation im Jahresverlauf, sondern auch die oberirdische Nettoprimärproduktion bestimmt, d.h. die Menge, die tatsächlich im Laufe eines Jahres oberirdisch neu gebildet wird und durch das Schalenwild nachhaltig genutzt werden kann. Sie macht in allen Beständen etwa die Hälfte der maximalen Biomassevorräte aus und würde es erlauben, dass sich davon in den Buchenbeständen 3 Rothirsche, 15 Rehe oder 5 Wildschweine, in den Mischbeständen dagegen 43 Rothirsche, 204 Rehe oder 68 Wildschweine sowie in den Fichtenreinbeständen 25 Rothirsche, 117 Rehe oder 39 Wildschweine ernähren könnten. Die Unterschiede in der Produktivität entsprechen im übrigen auch der Verteilung in der Artendiversität (WECKESSER 2003) und sind vor allem auf die variierenden Überschirmungs- bzw. Lichtverhältnisse zurückzuführen (Abbildung 3, Tabelle 2).

So ist der mittlere relative Lichtgenuss in den über 90-jährigen Buchen-Fichten-Mischbeständen mit 10 % zwar gleich hoch wie in den untersuchten Fichten-Altbeständen, doch bestehen deutliche Unterschiede zu den Buchen-Altbeständen (mittlerer Lichtgenuss rund 5 %). In den unter 90-jährigen Beständen herrschen insgesamt deutlich ungünstigere Strahlungsbedingungen als in den Altbeständen und sorgen für ein sehr be-

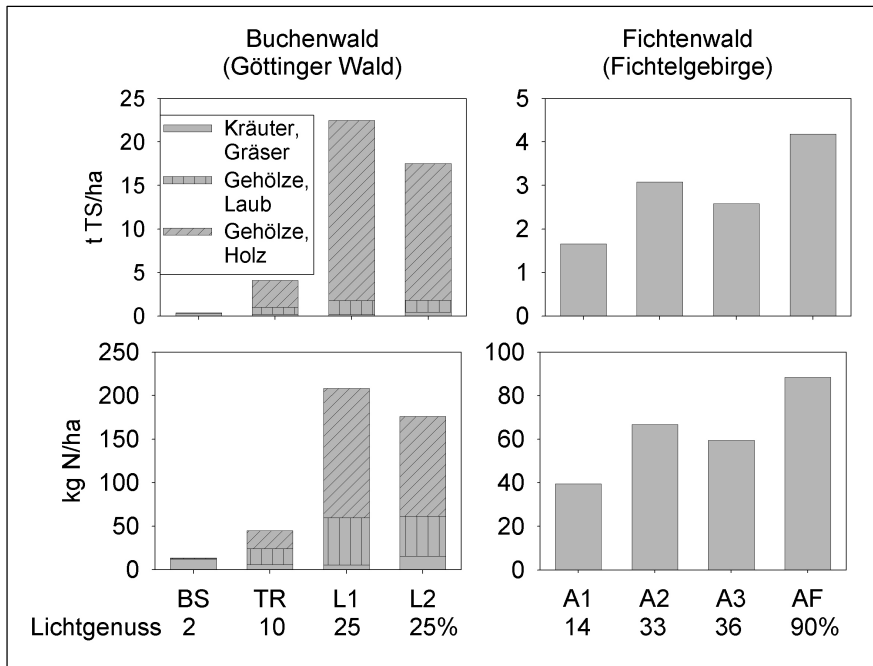


Abbildung 4: Biomasse und Stickstoffvorrat (sommerliches Maximum, nur oberirdisch) der Kraut- und Strauchschicht in Lochhieben eines Buchenwaldes im Göttinger Wald (SCHMIDT 2002a) und von Fichtenalthölzern und -aufforstungen im Fichtelgebirge (KOPPISCH 1994) mit Angaben zum Lichtgenuss (photosynthetisch aktive (PAR-)Strahlung oberhalb der Strauch- bzw. Krautschicht in % der Freilandstrahlung während der Belaubung bzw. des Sommers). Abkürzungen: BS - Bestand, TR - Trauf, L1, L2 - Lücke; A1-A3 - Altholz, AF - Aufforstung.

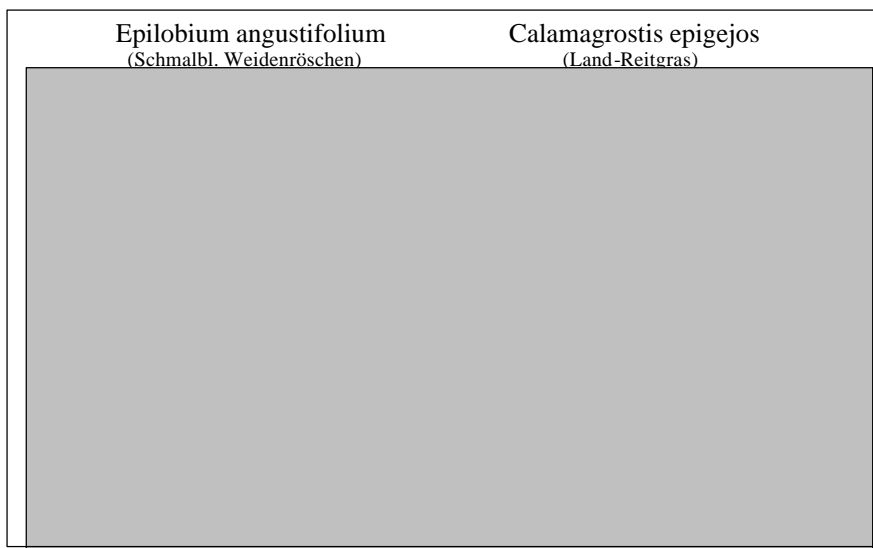


Abbildung 5: Maximale ober- und unterirdische Biomasse (oben) und deren Stickstoff-Vorräte (unten) im Sommer (So) und Winter (Wi) in *Epilobium angustifolium*- und *Calamagrostis epigejos*-Kahlschlagbeständen des südniedersächsischen Berglandes. Zusammengestellt nach Daten von WERNER (1983). Der oberirdische Streuanteil ist an der Spitze der Säulen durch eine graue Schattierung gekennzeichnet.

grenztes Äsungsangebot. Insbesondere in jungen Buchenbeständen erreicht häufig weniger als 1 % der Freilandhelligkeit den Waldboden. Unter diesen Bedingungen entwickeln sich selbst extrem

schattentolerante Gefäßpflanzen und Moose nicht. Hier herrscht häufig das bekannte „*Fagetum nudum*“ (ELLENBERG 1996), in dem sich das Rotwild nur an der Rinde der Buche vergreifen

kann, wenn ihm zumindest tagsüber keine andere Nahrungsquelle zur Verfügung steht.

Einfluss der Überschirmung: Verjüngungsflächen in Wäldern

Der Vergleich zwischen Buchen- und Fichten-Rein- und Mischbeständen zeigte bereits den großen Einfluss der Überschirmung bzw. des Lichtes für das Äsungsangebot in Wäldern. Dieser Einfluss wird noch deutlicher, wenn man nicht nur Hallenwälder in der Optimalphase, sondern auch Verjüngungsflächen betrachtet. In den Femellücken eines naturnah bewirtschafteten Laubholzwaldes, besonders aber auf den großen Kahlschlägen oder Windwurfflächen der Nadelholz-Altersklassen-Wirtschaft ist das Nahrungsangebot für das Schalenwild deutlich höher als in den geschlossenen Altholzbeständen. Dies zeigen Stoffproduktions- und Stickstoffhaushaltsuntersuchungen von Lochhieben im Göttinger Kalkbuchenwald (SCHMIDT 2002a), von unterschiedlich aufgelichteten Hochlagen-Fichtenwäldern im Fichtelgebirge (KOPPISCH 1994) und Kahlschlägen aus Südniedersachsen (WERNER 1983).

So spiegelt sich in den Biomasse- und Stickstoffvorräten von Naturverjüngung und Bodenvegetation in experimentell angelegten Lochhieben im Göttinger Wald (SCHMIDT 1997, 2002a, LAMBERTZ und SCHMIDT 1999) hauptsächlich der Lichtgradient zwischen Bestand, Trauf und Lücke (auf zwei unterschiedlich tiefgründigen Muschelkalkböden) der vergangenen zehn Jahren wider (Abbildung 4). Auf den gezäunten, d.h. wildfreien Flächen besteht zehn Jahre nach dem Eingriff der Hauptunterschied zwischen der Vegetation in den Lücken und dem geschlossenen Bestand in der raschen Regeneration der Naturverjüngung in den Lücken, während sich die Bodenvegetation entlang des Gradienten vom Bestand zu den Lücken hin kaum veränderte. Geht man von einer vollständigen Nutzung des jährlichen oberirdischen Gehölzzuwachses und der Bodenvegetation durch das Schalenwild aus, so errechnete sich für die Lücke eine sommerliche Äsungskapazität auf der

Tabelle 4: Theoretisch mögliche Nahrungskapazität der Bodenvegetation (Strauch- und Krautschicht) von unterschiedlich überschirmten Wäldern. Grundlage sind die maximalen oberirdischen Biomasse- und Stickstoffvorräte (Abbildung 4, bei der Gehölzen der Naturverjüngung im Buchenwald wurde der Wert auf den jährlichen Zuwachs umgerechnet) sowie der in Tabelle 1 angegebene sommerliche Nahrungsbedarf des Schalenwildes. Der Lichtgenuss gibt die photosynthetisch aktive (PAR-)Strahlung oberhalb der Strauch- bzw. Krautschicht in % der Freilandstrahlung während der Belaubung bzw. des Sommers an.

SCHMIDT 2002a		Lochhiebe im Buchenwald (Göttinger Wald)			
		Bestand	Trauf	Lücke 1	Lücke 2
Lichtgenuss (%)		2	10	25	25
Rothirsch (n/100 ha)	Trockensubstanz	68	261	778	682
	Eiweiß	158	315	903	880
Reh (n/100 ha)	Trockensubstanz	256	980	2919	2558
	Eiweiß	1313	2626	7525	7333
Wildschwein (n/100 ha)	Trockensubstanz	114	436	1297	1137
	Eiweiß	342	684	1960	1910

KOPPISCH 1994		Fichtenalthölzer und Aufforstung (Fichtelgebirge)			
		Altholz 1	Altholz 2	Altholz 3	Aufforstung
Lichtgenuss (%)		14	33	36	90
Rothirsch (n/100 ha)	Trockensubstanz	335	622	576	844
	Eiweiß	480	810	721	1073
Reh (n/100 ha)	Trockensubstanz	1258	2332	2159	3167
	Eiweiß	4000	6747	6010	8939
Wildschwein (n/100 ha)	Trockensubstanz	559	1036	960	1407
	Eiweiß	1042	1758	1566	2329

WERNER 1983		<i>Epilobium angustifolium</i> -Kahlschlag		<i>Calamagrostis epigejos</i> -Kahlschlag	
		Sommer	Winter	Sommer	Winter
Lichtgenuss (%)		100	100	100	100
Rothirsch(n/100 ha)	Trockensubstanz	1095	0	1780	660
	Eiweiß	675	0	825	617
Reh (n/100 ha)	Trockensubstanz	4106	0	6674	4125
	Eiweiß	5626	0	6869	4229
Wildschwein (n/100 ha)	Trockensubstanz	o: 1825 u: 1451	o: 0 u: 653	o: 2966 u: 2785	o: 971 u: 1203
	o: oberirdisch u: unterirdisch	Eiweiß	o: 1466 u: 595	o: 0 u: 531	o: 1789 u: 1763

Basis der Trockensubstanz für 682-778 Rothirsche, 2558-2919 Rehe oder 1137-1297 Wildschweine, im Trauf für 261 Rothirsche, 980 Rehe oder 436 Wildschweine und im Bestand nur für 68 Rothirsche, 256 Rehe oder 114 Wildschweine (Tabelle 4). Auf Grund des hohen Eiweißgehalts der Bodenvegetation und der Blätter der Naturverjüngung erhöht sich das Äsungsangebot noch weiter, wenn man den Stickstoffbedarf der Tiere zugrunde legt. Dieses Beispiel zeigt, wie stark bereits geringe waldbauliche Eingriffe im Wirtschaftswald das Äsungsangebot für das Schalenwild verbessert. Da Teile der Naturverjüngung auch im Winter geäst werden können, wirken sich Änderungen in der Überschirmung mit Förderung der Naturverjüngung für den Nahrungsengpass im

Winter stärker aus als wenn es allein zu einer stärkeren Vergrasung und Verkrautung im Sommer kommt - allerdings auch mit den entsprechenden negativen waldbaulichen Folgen des winterlichen Wildverbisses der Gehölze.

Die von KOPPISCH (1994) untersuchten Fichtenstandorte liegen in einer Höhe zwischen 800 und 1000 m N.N. im Fichtelgebirge (NO-Bayern) und sind wie viele der Hochlagenfichtenwälder der zentraleuropäischen Mittelgebirge stark von den anthropogen bedingten Waldschäden betroffen. Drei der vier Untersuchungsflächen sind vom Wolligen Reitgras (*Calamagrostis villosa*) flächendeckend beherrschte Fichtenaltholzbestände mit unterschiedlich aufgelichtetem Kronendach (Abbildung 4). Daneben wurde eine Aufforstungsfläche

mit einem bis zu zwei Meter hohem Fichtenjungwuchs untersucht, unter dem *C. villosa*, *Deschampsia flexuosa* und *Vaccinium myrtillus* die Bodenvegetation prägen. Sowohl in ihrer Biomasse als auch in der daraus abzuleitenden Netto-primärproduktion zeichnen sich die *C. villosa*-reichen Fichtenwälder durch außerordentlich hohe Werte aus. Mit zunehmendem Lichtgenuss steigt die oberirdische Biomasse von 1,5 t TS/ha im Altbestand bis auf 4,2 t TS/ha in der Aufforstungsfläche an. KOPPISCH (1994) leitet aus ihren Biomassedaten eine jährliche oberirdische Nettoprimärproduktion der *C. villosa*-Herden von bis zu 4,8 t TS/ha ab, von der sich rein rechnerisch bereits im Altholz bis zu 622 Rothirsche, 2332 Rehe oder 1036 Wildschweine im Sommer ernähren könnten (Tabelle 4).

Dies zeigt im Vergleich zu den Buchenbeständen und -aufflichtungen das erheblich höhere Äsungsangebot, welches sich durch das höhere Lichtangebot in Fichtenwäldern entwickeln kann, insbesondere durch die üppige Entfaltung von Gräsern wie *C. villosa* und *D. flexuosa*. Tatsächlich wird in diesen Hochlagenfichtenwäldern in der Vegetationsperiode *C. villosa* sehr intensiv vom Rotwild verbissen (KESSLING 1994), nicht zuletzt deshalb, weil es relativ hohe Stickstoffkonzentrationen aufweist. Im Winter sind dagegen die Grasdecken auf Grund der hohen Schneelagen dem Rotwild nicht zugänglich. Es verlässt in der Regel die Hochlagen mit einsetzendem Winter und sucht die schneeärmeren Tallagen auf.

Noch höher als in den Aufflichtungsflächen der Fichtenwälder sind die Biomasse- und Stoffproduktionswerte, die WERNER (1983) u.a. für zwei Kahlschlag-Gesellschaften ohne jede Überschirmung bestimmte. Das Schmalblättrige Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) und das Land-Reitgras (*Calamagrostis epigejos*) zeichnen sich durch eine hohe oberirdische Produktion in der Vegetationsperiode aus (Abbildung 5). Maximal 5.4 t/ha (*E. angustifolium*) bzw. 8.8 t/ha (*C. epigejos*) stehen an grünen Pflanzenteilen als Nahrung zur Verfügung, was rein rechnerisch ausreicht, um über 1.000 Rothirsche/100 ha im Sommer zu ernähren (Tabelle 4).

Tatsächlich wird *E. angustifolium* vom Reh- und Rotwild mit Vorliebe beäst, wie sich aus jedem Vergleich gezäunter und ungezäunter Kahlschlagflächen leicht erkennen lässt (SCHMIDT 1991). Im Winter bleibt von *E. angustifolium* oberirdisch nur die trockene Streu übrig, die wenig attraktiv für das Schalenwild ist. Unterirdisch besitzt *E. angustifolium* ein stark verzweigtes Rhizomsystem, welches im Winter große Eiweißmengen enthält. Das Schwarzwild bricht bevorzugt nach diesen nahrhaften Wurzelstöcken, solange der Boden nicht gefroren ist. *C. epigejos* bietet auch im Winter oberirdisch noch grüne, lebende Pflanzenteile, die von der Masse und dem Eiweißgehalt ausreichend wären, um mehr als 600 Rothirsche/100 ha zu ernähren (Tabelle 4). Auf Grund des hohen Kieselsäuregehalts sind die Blät-

ter und Halme bereits im Sommer so hart, dass *C. epigejos* nur bei extrem hohen Wilddichten stark beäst wird, vor allem als junge Schösslinge während der Austriebsphase im Frühjahr. Dementsprechend findet sich *C. epigejos* außerhalb gezäunter Flächen häufig stärker vertreten als innerhalb wilddichter Zäune, wo sich dann konkurrenzkräftigere Arten wie z.B. *E. angustifolium* oder Him- und Brombeere (*Rubus idaeus*, *R. fruticosus*) durchsetzen (SCHMIDT 1991).

Äsungskapazität von Grünlandflächen

Wiesen, Weiden und Äcker in der offenen Kulturlandschaft bieten ähnlich wie der Wald mit seinen Verjüngungsflächen einen starken Gegensatz im sommer- und winterlichen Nahrungsangebot. Grünlandflächen werden in ihrer Produktivität und Äsungsqualität neben den naturgegebenen Standortfaktoren stark von der Düngung und von der Mahd- bzw. Beweidungsintensität bestimmt (ELLENBERG 1996, DIERSCHKE und BRIEMLE 2002). In Abbildung 6 sind die oberirdischen Biomassen und Stickstoffvorräte einer ungedüngten und gedüngten Wiese im Solling (ELLEN-

BERG et al. 1986) dargestellt. Abbildung 7 zeigt die langjährigen Trockensubstanzerträge und Stickstoffvorräte des Mähgutes in einem Dauerflächenversuch, bei dem sich seit 1969 durch ein- bis achtmaliges Mähen pro Jahr mit und ohne Düngung sehr unterschiedliche Grünlandgesellschaften auf einer ehemaligen Ackerfläche entwickelt haben (SCHMIDT 1981, 1993, 1998).

Grünland bietet danach ein höheres Nahrungsangebot für Rothirsch und Reh, besonders im Winter, wenn man einmal von dem unbeliebten *C. epigejos*-Herden absieht (Tabelle 4, 5). Einmal gemähte Flächen liegen dabei in der oberirdischen Stoffproduktion deutlich unter mehrfach gemähten Wiesen. Starke Schwankungen im Heuertrag von Jahr zu Jahr infolge unterschiedlicher Witterungsverhältnisse sind für Grünlandflächen typisch (SCHIEFER 1984, SCHMIDT 1981, 1985, 1993, DIERSCHKE und BRIEMLE 2002). So hemmt beispielsweise die Aufeinanderfolge von mehreren trockenen Sommern die Stoffproduktion auf vier- und achtmal gemähten stärker als auf nur zweimal gemähten Wiesen. Eine Düngung auf landwirtschaftlichen Flächen steigert mengenmäßig vor allem das

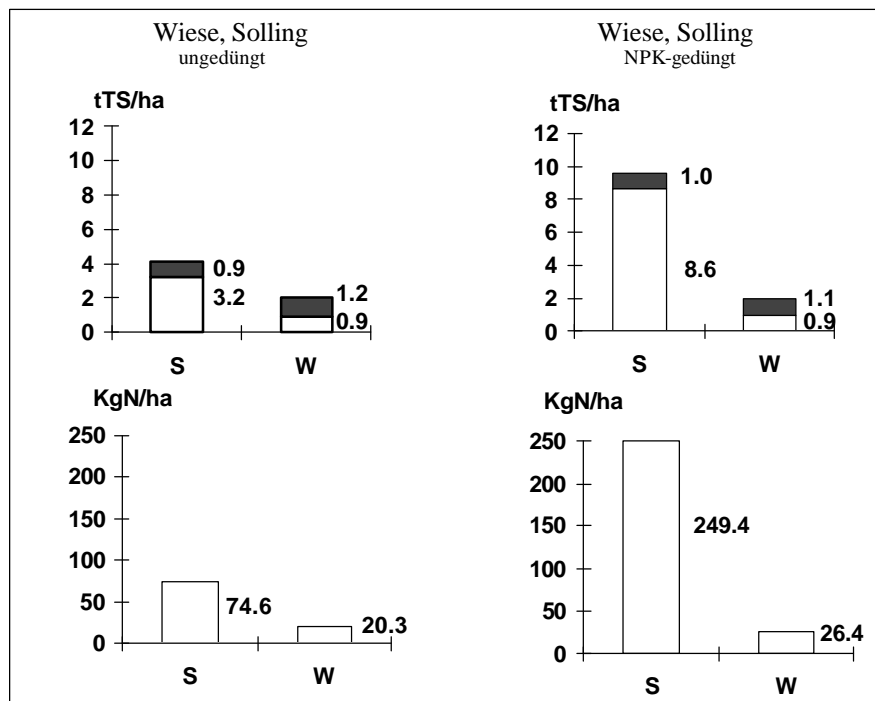


Abbildung 6: Maximale oberirdische Biomasse (oben) und deren Stickstoffvorräte (unten) im Sommer (S) und Winter (W) in einer ungedüngten und einer mit NPK-gedüngten Wiese im Solling. Der oberirdische Streuanteil an der Spitze der Säulen ist durch eine dunkle Schattierung gekennzeichnet. Nach Daten von ELLENBERG et al. (1986).

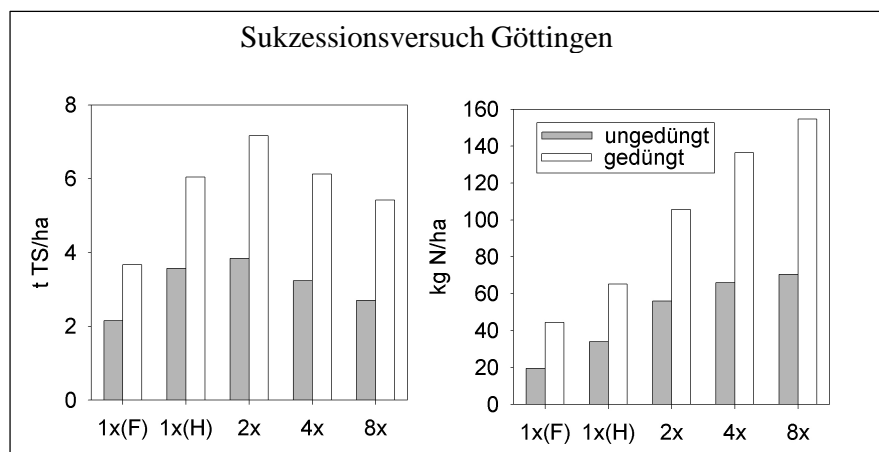


Abbildung 7: Durchschnittliche Heuerträge und Stickstoffentzüge mit dem Mähgut im Sukzessionsversuch Göttingen (SCHMIDT 1981, 1993, 1998) im Zeitraum 1972-2003. -: ungedüngt, +: NPK-Ersatzdüngung, F: Frühjahr, H: Herbst, 1x: einmaliger Schnitt, 2x: zweimaliger Schnitt...8x: achtmaliger Schnitt in der Vegetationsperiode.

Nahrungsangebot im Sommer, weniger im Winter. Gleichzeitig erhöht sich durch die Stickstoffdüngung der Eiweißgehalt, was in Verbindung mit den geringeren Eiweißbedarf der Schalenwildarten eine deutlich erhöhte winterliche Nahrungskapazität bedeutet. Im Gegensatz zur Trockensubstanzproduktion steigt der Stickstoffentzug von zwei- zu achtmaliger Mahd

durchgehend an. Ursache für den Anstieg ist der unterschiedliche physiologische Reifezustand des Mähguts. Mit zunehmender Schnitzzahl pro Vegetationsperiode ist der Anteil junger, austreibender Pflanzen, bei denen die Stickstoffaufnahme intensiver erfolgt als die Trockensubstanzbildung, höher (WERNER 1983). Dementsprechend steigt mit der

Mahdintensität auch der mittlere Stickstoffgehalt des Mähguts. Besonders auf ungedüngten, mehrfach gemähten Wiesen trägt hierzu in so genannten Kleejahren auch die Massenentfaltung von proteinhaltigen Leguminosen bei (SCHMIDT 1981, 1985, 1993, SCHIEFER 1984, DIERSCHKE und BRIEMLE 2002).

Wenngleich der Landwirt die Steigerung des Heuertrags und des Eiweißgehalts mit Hilfe der Düngung und der Mahdhäufigkeit positiv sieht, so sind die Auswirkungen für die Lebensgemeinschaft häufig negativ. Besonders durch die Eutrophierung nehmen konkurrenzstarke Allerweltsarten zu.

Die „Verbrennesselung“ von Wiesen und Weiden mit einem Verlust an Arten ist vielfältig dokumentiert (SCHMIDT 1993, 1999, DIERSCHKE und BRIEMLE 2002). Hohe Düngung und Mahdintensivierung, wie wir sie heute vor allem in der Silage-Grünlandbewirtschaftung feststellen müssen, führt zwar zu einer Steigerung der Heuerträge und Eiweißkonzentrationen, bedeuten aber qualitativ durch den Verlust gerade vie-

Tabelle 5: Theoretisch mögliche Nahrungskapazität des Aufwuchses von Grünlandflächen in Abhängigkeit von Düngung und Mahdintensität. Grundlage sind die oberirdischen Biomasse- und Stickstoffvorräte (Wiese, Solling, Abbildung 6) bzw. sommerlichen Heuerträge und Stickstoffentzüge (Sukzessionsversuch, Göttingen (Abbildung 7) sowie der in Tabelle 1 angegebene Nahrungsbedarf des Schalenwildes.

ELLENBERG et al. 1986		Wiese, ungedüngt (Solling)		Wiese, NPK-gedüngt (Solling)	
		Sommer	Winter	Sommer	Winter
Rothirsch (n/100 ha)	Trockensubstanz	646	174	1737	182
	Eiweiß	904	423	3023	550
Reh (n/100 ha)	Trockensubstanz	2424	1088	6515	1138
	Eiweiß	7531	2900	25192	3770
Wildschwein (n/100 ha)	Trockensubstanz	1077	255	2896	268
	Eiweiß	1962	423	6563	550

Sukzessionsversuch Göttingen Mittel 1972-2003						
(-: ungedüngt, +: NPK-Düngung, F: Frühjahr, H: Herbst)						
Mahdtermin, -häufigkeit		1x (F)	1x (H)	2x	4x	8x
Rothirsch (n/100 ha)	Trockensubstanz	-: 434	-: 721	-: 776	-: 655	-: 545
		+: 741	+: 1222	+: 1448	+: 1238	+: 1095
	Eiweiß	-: 236	-: 412	-: 680	-: 800	-: 855
		+: 538	+: 790	+: 1281	+: 1653	+: 1875
Reh (n/100 ha)	Trockensubstanz	-: 1629	-: 2705	-: 2909	-: 2455	-: 2045
		+: 2780	+: 4583	+: 5432	+: 4644	+: 4106
	Eiweiß	-: 1970	-: 3434	-: 5667	-: 6667	-: 7121
		+: 4485	+: 6586	+: 10677	+: 13778	+: 15626
Wildschwein (n/100 ha)	Trockensubstanz	-: 724	-: 1202	-: 1293	-: 1091	-: 909
		+: 1236	+: 2037	+: 2414	+: 2064	+: 1825
	Eiweiß	-: 513	-: 895	-: 1476	-: 1737	-: 1855
		+: 1168	+: 1716	+: 2782	+: 3589	+: 4071

ler vom Schalenwild (und vom Naturschutz) sehr geschätzter Arten auch eine Minderung im Nahrungsangebot.

Zusammenfassung und Ausblick

Das Nahrungsangebot für die Schalenwildarten ist in naturnahen, geschlossenen Laubwäldern der Optimalphase (Hallenwälder) deutlich niedriger als in naturfernen Nadelforsten, auf Verjüngungsflächen oder Wiesen. Dies bedeutet, dass in der Kulturlandschaft auch ohne Fütterung mehr Schalenwild leben kann als in einer vom Menschen kaum oder wenig beeinflussten Naturlandschaft. Eine wichtige Voraussetzung ist allerdings, dass dieses Nahrungsangebot der Kulturlandschaft erreichbar ist, d.h. ohne Störungen oder Ausschluss (Gatter) dem Wild zur Verfügung steht.

Ein Beispiel für das höhere Angebot an Nahrung im Wirtschaftswald im Vergleich zum Urwald sind die Rotwild-Untersuchungen von KOSSAK (o.J.) im zentralen Teil des Bialowieza-Waldes in Ost-Polen. Durch Wildbeobachtungen und -zählungen konnte dort gezeigt werden, dass die Populationsdichte im nicht mehr bewirtschafteten Nationalpark (Urwald) deutlich niedriger lag als im benachbarten Wirtschaftswald. Besonders hoch war die Rotwildichte in der Übergangszone zwischen Urwald und Wirtschaftswald. Hier hielt sich das Rotwild tagsüber in der ruhigeren Urwaldzone auf, um dann nachts in die Wirtschaftswälder zu ziehen, da hier das Nahrungsangebot deutlich höher war als im Urwald. In allen drei Bereichen fand keine Bejagung statt.

In allen Beispielen unterscheidet sich das Nahrungsangebot deutlich zwischen dem Sommer- und Winterhalbjahr. Trotz ernährungsphysiologischer Anpassungen bildet das Nahrungsangebot im Winterhalbjahr den Engpass im Jahresverlauf. Jede Erweiterung des Engpasses im Winter - etwa durch eine Winterfütterung - wirkt sich daher entscheidend im Einfluss des Schalenwildes auf die Vegetation aus.

In der Naturlandschaft Mitteleuropas mit einer Dominanz von Buchenwäldern (ELLENBERG 1996) ist das Nahrungsangebot mit den Mastjahren der Buche starken jährlichen Schwankungen ausge-

setzt. Soweit die Schwankungen nicht durch Wanderungen in nahrungsreiche Gebiete (z.B. den Auen oder in Gebiete mit einer Mast) ausgeglichen werden können, führt dies bei den Schalenwildpopulationen zu starken Schwankungen mit hoher Mortalität. Diese Populationsdynamik ist ein Kennzeichen vieler naturnaher Ökosysteme (REMMERT 1998). In der Kulturlandschaft sind diese Schwankungen im Winter stark nivelliert, indem sich z.B. auf Wiesen ein etwa gleichmäßig hohes Angebot findet. Eine Fütterung würde diese Nivellierung weiter verstärken.

In der schlaglichtartigen Vorstellung und Zusammenfassung der Ergebnisse müssen viele Fragen offen bleiben: Nicht ausreichend berücksichtigt wurden z.B. die Erreichbarkeit des Nahrungsangebots oder die unterschiedliche Präferenz der verschiedenen Pflanzenarten im Winter (z.B. Esche und Tanne vor Buche und Fichte). Darauf soll nicht näher eingegangen werden, sondern vielmehr beispielhaft auf einige Veränderungen hingewiesen werden, die die Wälder und deren Vegetation in den letzten Jahrzehnten betroffen haben und sicher auch nicht ohne Auswirkung auf das Nahrungsangebot für das Schalenwild geblieben sind:

- Die erhöhten Stickstoffeinträge aus der Atmosphäre haben nicht nur die Produktivität vieler zuvor produktionschwacher Ökosysteme (z.B. Heiden, Magerrasen) angeregt (BOBBINK et al. 1998, SCHMIDT 1999), sondern sind auch dafür verantwortlich, dass z.B. sich Arten wie die Brombeere (*Rubus fruticosus*) ausbreiten (SCHREINER 2000). Mit ihren überwinterrdgrünen Blättern bildet *R. fruticosus* eine wichtige Winternahrung für Rehe und Hirsch. Auch die Häufung von Mastjahren bei der Buche wird z.T. auf die verbesserte Nährstoffversorgung durch die atmosphärischen Stickstoffeinträge zurückgeführt (PAAR et al. 2000).
- Die Kompensationskalkungen, die zum Ausgleich der Bodenversauerung seit mehr als einem Jahrzehnt flächendeckend in vielen Bundesländern erfolgen, führen zu einer deutlichen Produktionssteigerung in der sommerlichen Bodenvegetation. Positiv rea-

gieren u.a. die *Epilobium*-Arten. Gleichzeitig ist aber auch der Rückgang wichtiger Winteräsungspflanzen wie *Vaccinium myrtillus* und *Deschampsia flexuosa* zu beobachten (SCHMIDT 1992, 2002b).

- Durch den Waldwegebau entstehen nicht nur Störungslinien mit Zerschneidungseffekten, sondern es verändert sich auch durch ein erhöhtes Licht- und Nährstoffangebot die Vegetation. Diese Veränderungen - erkennbar an einem üppigen Angebot von Kräutern und Gehölzen entlang der Waldwege - sind bis zu 15 m in den geschlossenen Bestand nachweisbar (GLOWIENKA 1994, MROTZEK et al. 2000). Bei Wegedichten, die in Niedersachsen 1970 bei 19 m/ha, 1996 schon bei 32 m/ha lagen (GESKE 2001), kommen beträchtliche Flächen zusammen, wo sich im Wald durch den Wegebau das Nahrungsangebot deutlich verbessert haben dürfte. Hinzu kommt vielfach ein dichtes Feinerschließungsnetz aus Mulchgassen, die wie ein Wildacker oder ein Wildwiese wirken (EBRECHT und SCHMIDT 2001).
- Jede waldbauliche Maßnahme hat auch Auswirkungen auf das Nahrungsangebot des Schalenwildes (SCHULZE 1998). So hat sich mit dem Übergang vom Kahlschlag-, Nieder- oder Mittelwald-Betrieb zur Hoch- oder Dauerwald-Wirtschaft das Äsungsangebot in vielen Teilen verschlechtert. Umgekehrt bedeutet die Schaffung von Mischbeständen, die großflächige Entwicklung der Naturverjüngung ohne Zaun und die Verlängerung der Verjüngungszeiträume meist eine Verbesserung.
- Während in den Wäldern heute allgemein ein höheres Nahrungsangebot bei gleichzeitig verbesserten Deckungsbedingungen gegeben ist, sind die Veränderungen in der Agrarlandschaft in den letzten Jahrzehnten durchweg negativer zu werten. Durch die Intensivierung der Landwirtschaft, insbesondere durch den Einsatz von Düngern und Pestiziden sowie die Vernichtung von extensiv genutzten Kleinstrukturen (Hecken, Raine), ist viel Arten- und Strukturvielfalt verloren gegangen. Im Grünland herrschen heute

mehrschürige, artenarme Hochleistungswiesen vor. Die einschürigen, artenreichen Dauerwiesen haben dagegen stark abgenommen, in Österreich z.B. zwischen 1937 und 1995 von 300.000 ha auf 56.400 ha, d.h. um über 80 % (BOHNER et al. 2003). Rehe bleiben heute lieber im Wald als im Feld, zumal wenn dort durch ein vielbefahrenes Wegenetz auch das Sicherheitsbedürfnis nicht mehr befriedigt werden kann.

Schaut man in die Literatur, so findet man allein zu diesen Veränderungen in der Lebensraumqualität des Schalenwildes kaum quantitative Angaben zum entsprechend veränderten Nahrungsangebot. Erst langsam setzt sich die Erkenntnis durch, dass man mehr über diese Zusammenhänge wissen sollte als über die richtige Zusammensetzung dessen, was man im Winter in die Futtertröge von Hirschen und Rehen füllen könnte (ELLENBERG jun. 1988, 1996). Es lohnt sich, hier die Forschung für die Praxis zu intensivieren!

Literatur

- BOBBINK, R., M. HORNING und J.G.M. ROELOFS, 1998: The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. *J. Ecol.* 86: 717-738.
- BOHNER, A., F. GRIMS, M. SOBOTIK und L. ZECHNER, 2003: Die Trespen-Halbtrockenrasen (*Mesobrometum erecti* Koch 1926) im mittleren Steirischen Ennstal (Steiermark, Österreich) - Ökologie, Soziologie und Naturschutz. *Tuexenia* 23: 199-225.
- BRIEDERMANN, L., 1990: Schwarzwild. 2. Aufl. Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- BUBENIK, A.B., 1959: Grundlagen der Wildernährung. Berlin, Deutscher Bauernverlag.
- BURSCHEL, P., J. HUSS und R. KALBHENN, 1964: Die natürliche Verjüngung der Buche. *Schr. Forstl. Fak. Univ. Göttingen* 34: 186 S.
- DIERSCHKE, H. und G. BRIEMLE, 2002: Kulturgrasland: Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Stuttgart, Ulmer.
- EBRECHT, L. und W. SCHMIDT, 2001: Rückegassen in Wäldern - Gewinn oder Verlust an Diversität? *Verh. Ges. Ökol.* 31: 108.
- EGGERT, A., 1989: Zur saisonalen Kohlenstoff- und Stickstoffdynamik der Krautschichtvegetation eines submontanen Kalkbuchenwaldes. *Verh. Ges. Ökol.* 17: 167-176.
- ELLENBERG, H., 1996: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. Stuttgart, Ulmer.
- ELLENBERG, H., R. MAYER und J. SCHAUERMANN, J. (Hrsg.), 1986: Ökosystemforschung - Ergebnisse des Sollingprojektes 1966-1986. Stuttgart, Ulmer.
- ELLENBERG, H. jun., 1988: Eutrophierung - Veränderungen der Waldvegetation - Folgen für den Rehwild-Wildverbiss und dessen Rückwirkungen auf die Vegetation. *Schweiz. Z. Forstw.* 139: 261-282.
- ELLENBERG, H. jun., 1996: Zur Erfassung und Bewertung von Wildverbiss in Wäldern unter sich ändernden Rahmenbedingungen. *UBA-Texte* 72/96: 84-93.
- GESKE, H., 2001: Walderschließung in der Niedersächsischen Landesforstverwaltung. *Forst u. Holz* 56: 686-690.
- GLOWIENKA, M., 1994: Waldwege im Harz und ihre Standortfaktoren. *Dipl. Arb. Univ. Göttingen, FB Biologie*.
- HOFMANN, R., R., 1978: Die Stellung der europäischen Wildwiederkäuer im System der Äsungstypen. *Wildbiologische Informationen für den Jäger. Arbeitskr. Wildbiol. u. Jagdwiss. a. d. Justus-Liebig-Universität Gießen*: 9-18.
- HOLTMEIER, F.-K., 2002: Tiere in der Landschaft: Einfluss und ökologische Bedeutung. 2. Aufl. Stuttgart, Ulmer.
- KESSLING, A., 1994: Vegetationsaufnahmen und Wildverbiss auf ausgewählten Flächen im Nationalpark Hochharz (Sachsen-Anhalt). *Dipl.-Arb. FH Hildesheim/Holzminde/Göttingen*.
- KOPPISCH, D., 1994: Nährstoffhaushalt und Populationsdynamik von *Calamagrostis villosa* (CHAIX.) J.F. GMEL., einer Rhizompflanze des Unterwuchses von Fichtenwäldern. *Bayreuther For. Ökol.* 12: 187 S.
- KOSSAK, S., o.J.: The mobility and habitat use by red deer at the boundary of commercial forest and national park of Bialowieza Forest. *Manuskript*. 8 S.
- LAMBERTZ, B. und W. SCHMIDT, 1999: Auflichtungen in Buchen- und Buchenmischbeständen auf Muschelkalk und Buntsandstein - Untersuchungen zur Verjüngungs- und Vegetationsstruktur. *Verh. Ges. Ökol.* 29: 91-88.
- MROTZEK, R., H. PFIRRMANN und U. BARGE, 2000: Einfluss von Wegebaumaterial und Licht auf die Vegetation von Waldwegen und im angrenzenden Bestand - dargestellt an Wegen im Niedersächsischen Forstamt Bramwald. *Forstarchiv* 71: 234-244.
- PAAR, U., A. KIRCHHOFF, J. WESTPHAL und J. EICHHORN, 2000: Fruktifikation der Buche in Hessen. *AFZ-Der Wald* 55: 1362-1363.
- REMMERT, H., 1998: Spezielle Ökologie. Terrestrische Ökosysteme. Berlin, Heidelberg, New York, Springer.
- RÖHRIG, E., BARTSCH, N., 1992: Waldbau auf ökologischer Grundlage, begr. v. A. DENGELER. 6. Aufl., Bd. 1: Der Wald als Vegetationsform und seine Bedeutung für den Menschen. Hamburg/Berlin, Parey.
- SCHIEFER, J., 1984: Möglichkeiten der Aushagerung von nährstoffreichen Grünlandflächen. *Veröff. Naturschutz Landschaftspfl. Bad.-Württ.* 57/58: 33-62.
- SCHMIDT, W., 1981: Ungestörte und gelenkte Sukzession auf Brachäckern. *Scripta Geobot.* 15: 199 S.
- SCHMIDT, W., 1985: Mahd ohne Düngung - Vegetationskundliche und ökologische Ergebnisse aus Dauerflächenuntersuchungen zur Pflege von Brachflächen. *Münst. Geogr. Arb.* 20: 81-99.
- SCHMIDT, W., 1991: Die Veränderung der Krautschicht in Wäldern und ihre Eignung als pflanzlicher Bioindikator. *Schriftenr. Vegetationskde.* 21: 77-96.
- SCHMIDT, W., 1992: Der Einfluss von Kalkungsmaßnahmen auf die Waldbodenvegetation. *Z. Ökol. u. Natursch.* 1: 79-88.
- SCHMIDT, W., 1993: Sukzession und Sukzessionslenkung auf Brachäckern - Neue Ergebnisse aus einem Dauerflächenversuch. *Scripta Geobot.* 20: 65-104.
- SCHMIDT, W., 1997: Zur Vegetationsdynamik von Lochhieben in einem Kalkbuchenwald. *Forstwiss. Centralbl.* 116: 207-217.
- SCHMIDT, W., 1998: Langfristige Sukzession auf brachliegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen - Naturschutz durch Nichtstun? *Naturschutz u. Landschaftsplanung* 30: 254-258.
- SCHMIDT, W., 1999: Bioindikation und Monitoring von Pflanzengesellschaften - Konzepte, Ergebnisse, Anwendungen, dargestellt an Beispielen aus Wäldern. *Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges.* 11: 133-155.
- SCHMIDT, W., 2002a: Stickstoffkreislauf in Schlagläcken eines Kalkbuchenwaldes. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.* 173: 67-76.
- SCHMIDT, W., 2002b: Einfluss der Bodenschuttkalkungen auf die Waldvegetation. *Forstarchiv* 73: 43-54.
- SCHMIDT, W., T. HARTMANN, G. KOTHEHEINRICH und R. SCHULTZ, 1989: Jahresrhythmus und Produktion der Krautschicht in einem Kalkbuchenwald. *Verh. Ges. Ökol.* 17: 145-157.
- SCHREINER, M., 2000: Vorkommen und Ausbreitung von Brombeeren sowie ihre Bedeutung für die Naturverjüngung von Tannen-Fichtenwäldern - dargestellt am Beispiel der Region „Oberer Neckar“. *Diss. Forstwiss. Fak. Univ. Freiburg*.
- SCHÜTZ, M., B.O. KRÜSI und P.J. EDWARDS, (Eds.), 2000: Succession research in the Swiss National Park. *Nationalpark-Forschung in der Schweiz* 89: 255 S.
- SCHULZE, K., 1998: Wechselwirkungen zwischen Waldbauform, Bejagungsstrategie und der Dynamik von Rehwildbeständen. *Ber. Forschungsz. Waldökosysteme Reihe A, Bd. 150*: 265 S.
- STUBBE, C., 1997: Rehwild. Biologie, Ökologie, Bewirtschaftung. 4. Aufl. Berlin, Parey.
- WAGENKNECHT, E., 2000: Rotwild. 5. Aufl. Suderburg, Nimrod-Verlag.
- WECKESSER, M., 2003: Die Bodenvegetation von Buchen-Fichten-Mischbeständen im Solling - Struktur, Diversität und Stoffhaushalt. *Göttingen, Cuvillier Verlag*.
- WERNER, W., 1983: Untersuchungen zum Stickstoffhaushalt einiger Pflanzenbestände. *Scripta Geobot.* 16: 95 S.