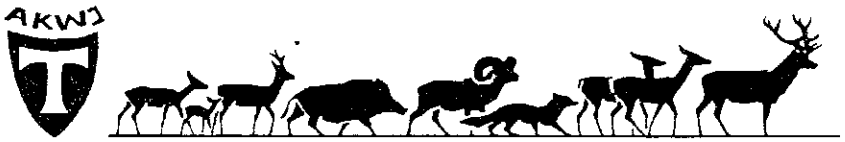


ARBEITSKREIS WILDBIOLOGIE UND JAGDWISSENSCHAFT
AN DER JUSTUS LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN

Heft 13

Schriften des Arbeitskreises für Wildbiologie und Jagdwissenschaft
an der Justus-Liebig-Universität Gießen

Strategien einer Rothirschpopulation (Cervus elaphus Linné, 1758) in der Eifel zur Realisierung ihrer Lebensansprüche

Michael Petrak

Ferdinand Enke Verlag Stuttgart

1984

Herausgeber: Arbeitskreis für Wildbiologie und Jagdwissenschaft
an der Justus-Liebig-Universität Gießen
Adresse: D-6300 Gießen, Frankfurter Straße 98

Schriftleitung: Prof. Dr. R.R. HOFMANN

Arbeit aus dem Zentrum für Neurologie, Neurobiologie

1. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Sprankel
2. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Scherf

Diese Untersuchung wurde im November 1983 vom Fachbereich Biologie der Justus-Liebig-Universität als Dissertation angenommen.

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

PETRAK, Michael: Strategien einer Rothirschpopulation (Cervus elaphus Linnê, 1758) in der Eifel zur Realisierung ihrer Lebensansprüche / Michael Petrak. - Stuttgart: Enke, 1984

(Schriften des Arbeitskreises für Wildbiologie und Jagdwissenschaft an der Justus-Liebig-Universität Gießen, Heft 13)

ISBN: 3-432-94061-0

NE: Universität‹Gießen› / Arbeitskreis Wildbiologie und Jagdwissenschaft: Schriften des Arbeitskreises ...

Schriften des Arbeitskreises für Wildbiologie und Jagdwissenschaft an der Justus-Liebig-Universität Gießen-Lahn: Heft 13)

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Photokopie, Mikrofilm oder unter Verwendung elektronischer Systeme) verarbeitet werden, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 1984 Dr. M. PETRAK, AKWJ
an der Justus-Liebig-Universität

Printed in Germany
Lahmig Druck Gießen · 6300 Gießen-Wieseck · Kiesweg

Für Petra Alexandra

		Seite
5.2.1	Prüfung des Einflusses der Gesamtfläche einer Pflanzengemeinschaft auf ihre relative stoffwechselbedingte Frequentierung (RSF) durch das Rotwild	72
5.2.2	Der Einfluß des Deckungsgrades der Krautschicht auf die relative stoffwechselbedingte Frequentierung (RSF) der Pflanzengemeinschaften durch das Rotwild	73
5.2.3	Die relative stoffwechselbedingte Frequentierung (RSF) der Pflanzengemeinschaften durch das Rotwild als Funktion der relativen Beleuchtungsstärke in den Beständen	75
5.2.4	Vergleich der über direkte und indirekte Beobachtungsmethoden gewonnenen Aussagen zur Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche der untersuchten Rothirschpopulation	77
5.3	Die annuale Dynamik der Nischenbreite der untersuchten Rothirschpopulation unter besonderer Berücksichtigung des stoffwechselbedingten Verhaltens	81
5.3.1	Die Ermittlung von Nischenbreite (NB) und Nischenüberlappung (NU) im Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens	82
5.3.2	Die Abhängigkeit der Nischenbreite vom Nahrungsangebot	92
5.3.3	Die Abhängigkeit der Nischenbreite vom Temperaturverlauf	97
6.0	Diskussion	100
7.0	Zusammenfassung	107
8.0	Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen	111
8.1	Tabellen	111
8.2	Abbildungen	112
9.0	Literaturverzeichnis	115
10.0	Dank	132

1.0 Einleitung

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Analyse der Strategien einer Rothirschpopulation (Cervus elaphus L.,1758) in der Rureifel zur Realisierung ihrer Lebensansprüche auf der Grundlage des "stammesgeschichtlich vorgegebenen Verhaltens, verstanden als Rahmen der Antwortmöglichkeiten auf eine ständig wechselnde, vom Menschen bewußt oder unbewußt manipulierte Umwelt" (SPRANKEL 1982).

Die Arbeit schließt an die Diplomarbeit (vgl. PETRAK 1982 a) an. In dieser wurden auf der Basis indirekter Methoden der Befunderhebung das Nahrungsspektrum der untersuchten Rothirschpopulation sowie der Stellenwert einzelner Phytozönosen als Fixpunkte für die Nahrungsaufnahme einschließlich wichtiger Standortfaktoren ausführlich dargestellt.

Diese Charakterisierung der Umwelt bildet die Voraussetzung zur Klärung der offen gebliebenen Fragen, insbesondere einer quantitativen Erfassung der nahrungsökologischen Nischung des Rothirsches einschließlich relevanter Rahmenbedingungen, die sowohl im Verhalten als auch im Lebensraum begründet sein können.

Verhalten muß stets mehrere Lebensansprüche gleichzeitig gewährleisten. Ein Verständnis der Strategien zur Gewährleistung definierter Umweltansprüche setzt die Berücksichtigung der ökologischen Valenz in der Realisierung der übrigen Lebensansprüche vorraus.

Ein Zugang zur Analyse der Wechselwirkungen zwischen Verhalten und Vegetation liegt im exemplarischen Studium der topologischen Beziehungen zwischen definierten Verhaltenselementen und einer Phytozönose. Die häufig zu findende Einschränkung der Fragestellung auf Aspekte, die sich aus dem stoffwechselbedingten Verhalten ergeben, kann der Coevolution zwischen Herbivoren und Produzenten kaum gerecht werden.

Wesentliche methodologische Grundlagen zur Durchführung der insgesamt 8-jährigen Untersuchung sind neben wichtigen Kenndaten zur Struktur der untersuchten Population bereits erläutert worden (PETRAK 1982 a), so daß an dieser Stelle darauf verzichtet werden kann.

2.0 Entwicklung eines ökosystemeigenen raum-zeitlichen Bezugssystems zur Analyse der Wechselbeziehungen zwischen der Rothirschpopulation und ihrer Umwelt

Die Charakterisierung des Untersuchungsgebietes (PETRAK 1982 a) in der Westeifel zwischen 6°13'30'' und 6°13'45'' ö.L. und 50°28'10'' und 50°31'30'' n.B. (l' Institut Géographique National 1976), die neben den geographischen, klimatischen, geologischen, pedogenetischen und geobotanischen Rahmenbedingungen insbesondere die kulturhistorische Entwicklung und damit die anthropogenen Einflüsse auf das Ökosystem berücksichtigt, schafft die Voraussetzung zur Entwicklung eines ökosystemeigenen raum-zeitlichen Bezugssystem.

Die reale Vegetation liefert das räumliche Bezugssystem für die Analyse der Wechselbeziehungen zwischen der Rothirschpopulation und ihrer Umwelt. Das zeitliche Bezugssystem ist in der Phänologie begründet.

2.1 Entwicklung des ökosystemeigenen zeitlichen Bezugssystems

2.1.1 Charakterisierung des Witterungsverlaufes im Jahr 1981 anhand eigener Daten sowie der Niederschlagsmessungen des Deutschen Wetterdienstes

Unter den im Untersuchungsgebiet gegebenen klimatischen Rahmenbedingungen wird die Vegetationsentwicklung im Jahresverlauf wesentlich durch den Temperaturverlauf bestimmt. Deshalb wurden 1981 eigene Aufzeichnungen zum Temperaturverlauf parallel zu den phänologischen Beobachtungen durchgeführt.

Die Notwendigkeit hierzu folgt aus den erheblichen Abwandlungen, die das Klima bereits auf kurze Distanzen durch das Relief erfährt, so daß es erforderlich wird, phänologische Entwicklung (s. 2.1.2!) und Temperaturverlauf am selben Ort zu erfassen.

Temperaturminima- und -maxima wurden täglich gemessen. Außerdem wurden tägliche Beobachtungen zu Windrichtung (8-teilige Skala), Windstärke (Beaufort), Himmelsbedeckung (10-stufige Skala), Dichte der Wolken (3-stufige Skala), Sonnenbedeckung (5-teilige Skala), Sichtweite (in m, (Nebel!)), Niederschlag und Erdbodenbeschaffenheit (trocken, feucht, naß, hart gefroren und trocken, mit feuchtem oder trockenem Schnee, Schneehöhe, Deckungsgrad der Schneehöhe) in eine entsprechend vorbereitete Tabelle eingetragen. Zur Durchführung der Beobachtungen vgl. SCULTETUS (1969) und STEUBING (1965).

Die Messungen bzw. Beobachtungen konnten an 293 von 365 Tagen (80 %) durchgeführt werden. Die Angaben für März (9 Meßtage), August (14 Meßtage) und September (15 Meßtage) können nur als grober Anhalt dienen.

Aus praktischen Gründen wurde für die Temperaturmessungen ein Ort in Kalterherberg, Westhanglage, 562,5 m NN in Hausnähe gewählt. Das Thermometer wurde vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt. Die Lufttemperaturen sind im Schutzbereich des Hauses sicher um einen geringfügigen Betrag erhöht (vgl. BECKMANN 1982). In Anbetracht der im Untersuchungsgebiet zwischen verschiedenen Orten zur selben Zeit festgestellten Temperaturdifferenzen von bis zu 3°C kann dieser Einfluß der Hausnähe jedoch im Rahmen der Fragestellung vernachlässigt werden.

Das für die Messungen verwendete Minimum-Maximum-Thermometer besteht aus einer hufeisenförmig gebogenen Kapillare, deren Mittelstück mit Quecksilber und deren Enden mit Alkohol gefüllt sind. Beide Schenkel enden in je einem Vorratsgefäß, das auf der "Minimumseite" des Thermometers vollständig mit Alkohol gefüllt und geschlossen ist, während auf der "Maximumseite" ein

Ausgleichsraum vorhanden ist.

Die Extremtemperaturen werden durch zwei vom Alkohol eingeschlossene und an ihren Meßpunkten durch je einen Stabmagneten gehaltene Metallstäbe fixiert.

Für die gewissenhafte Durchführung der Temperaturmessungen und Wetterbeobachtungen vor Ort sei Herrn G. PRÜMMER auch an dieser Stelle ausdrücklich gedankt.

Aus den durchgeführten Beobachtungen ergeben sich folgende Werte zur Charakterisierung des Witterungsverlaufes im Jahr 1981:

Tab. 1: Durchschnittliche monatliche Extremtemperaturen, sowie der Anzahl der Frost-, Eis- und Sommertage in den einzelnen Monaten des Jahres 1981

Monat	T_{min}(°C)	T_{max}(°C)	Summe Frosttage	Summe Eistage	Summe Sommertage
Jan	- 2,8	4,8	25	2	0
Feb	- 3,5	6,6	20	0	0
Mrz	4,6	8,2	4	0	0
Apr	5,0	12,8	3	0	0
Mai	7,1	17,2	3	0	5
Jun	10,6	18,8	0	0	4
Jul	12,6	20,4	0	0	5
Aug	12,5	21,9	0	0	4
Sep	8,1	16,2	0	0	0
Okt	4,7	11,0	1	0	0
Nov	2,4	7,8	5	0	0
Dez	- 3,7	0,8	19	11	0

Datum des letzten Spätfrostes: 4. 5.
Datum des ersten Frühfrostes: 14.10.
Datum der letzten Schneedecke: 5. 3.
Datum der ersten Schneedecke: 8.11.

Zahl der Tage mit Schneedecke: 100
Zahl der Frosttage (Temperaturminimum unter 0°C): 80
Zahl der Eistage (Temperaturmaximum unter 0°C): 13
Zahl der Sommertage (Temperaturmaximum 25°C oder höher): 18

Monatliche Niederschlagshöhe für 1981, Station Kalterherberg, Angaben in mm (DEUTSCHER WETTERDIENST, Mitt. 1982)

Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
220	97	170	40	78	139	98	78	66	229	181	169	1565

Nach eigenen Beobachtungen gibt es im Untersuchungsgebiet keinen sicher frostfreien Monat. Strahlungsfröste können in den Tälern während des ganzen Jahres auftreten. Da die Stationen des Deutschen Wetterdienstes (Rothe Kreuz, Kalterherberg) sowie der eigene Meßort im oberen Hangbereich bzw. auf dem Plateau außerhalb der strahlungsgefährdeten Bereiche liegen, kann dies dort nicht festgestellt werden.

2.1.2 Phänologische Einteilung des Jahres

Die pflanzenphänologische Charakterisierung der Jahreszeiten liefert die Grundlage zu einer an der Vegetationsentwicklung orientierten Einteilung des Jahres. Statt der vier Jahreszeiten im Kalender unterscheidet man 10 phänologische Jahreszeiten, deren Beginn im Gegensatz zur üblichen Einteilung nicht durch ein bestimmtes Datum, sondern durch bestimmte phänologische Kriterien festgelegt wird. Im Unterschied zu meteorologischen Messungen, die stets nur einzelne Faktoren erfassen, deren Auswirkungen auf die Pflanzenentwicklung wie z.B. im Fall der Temperatur (WALTER 1973) nicht linear sind, spiegelt der jeweilige Entwicklungszustand der Pflanzen die Gesamtheit der meteorologischen Faktoren wider. Damit werden gleichzeitig die für den Rothirsch relevanten jahreszeitlichen Änderungen des Nahrungsangebotes in seinem Lebensraum erfaßt.

2.1.2.1 Pflanzenphänologische Charakterisierung des Jahres 1981

Bei den zur Einteilung des Vegetationsjahres in die phänologischen Jahreszeiten ausgewählten phänologischen Phasen wurden die Definitionen des Deutschen Wetterdienstes übernommen (SCHNELLE 1966 u.a.).

Die Auswahl geeigneter Pflanzen stützt sich auf eigene Beobachtungen im Untersuchungsgebiet sowie Angaben in der Literatur: Deutscher Wetterdienst (Deutsches Meteorologisches Jahrbuch Bundesrepublik Deutschland 1980, Pflanzentafeln für den Phänologischen Dienst (1950), I. Phänologischer Meldebogen für Frühling, II. Phänologischer Meldebogen für Sommer und Herbst jeweils einschließlich der zugehörigen Mustermeldebögen, Tagebuch für die phänologischen Beobachtungen (1980), PETRAK (1982b), REICHELT/WILMANNS (1973), SCAMONI (1963), SCHNELLE (1966), SEYFERT (1959), WALTER (1973), WINKLER (1980), WITTERSTEIN (1968, 1978, o.J.) und SCHUMACHER (1977).

Zur praktischen Durchführung der Beobachtungen wurde ein Meldebogen erstellt, in den neben den zu beobachtenden Pflanzenarten und Phänophasen eine Anleitung zur Durchführung der Beobachtungen aufgenommen wurde (vgl. PETRAK 1982b). Um die Vergleichbarkeit der phänologischen Beobachtungen mit den parallel durchgeführten Wetterbeobachtungen zu gewährleisten, beschränkten sich die phänologischen Beobachtungen auf den Bereich, in dem auch die Temperaturmessungen erfolgten.

Insgesamt gelang die Erfassung von 32 (36 %) der 88 ausgewählten Phänophasen. In der folgenden Aufstellung sind die erfaßten Phänophasen chronologisch in der Reihenfolge der durch sie charakterisierten Jahreszeiten angeordnet. Vorab seien die verwendeten Abkürzungen erläutert (n. PETRAK 1982 b):

b = erste Blüten offen, Beginn der Blüte: Die ersten Blüten haben sich vollständig geöffnet, so daß die Staubgefäße Blütenstaub (Pollen) abgeben. Bei Kätzchenblühern kann das Stäuben gut festgestellt werden, indem man mit dem Finger gegen die Kätzchen knipst.

BO = erste Blattoberflächen sichtbar, Blattentfaltung: Die ersten Blätter haben sich vollständig entfaltet (entrollt) und bis zum Blattgrund (bzw. Blattstiel) ganz aus der Knospe herausgeschoben, so daß sie zwar schon ihre endgültige Form haben, aber noch nicht die endgültige Größe zu haben brauchen.

ab = Vollblüte, die Hälfte blüht

f = erste Früchte reif, Fruchtreife: Ein erstes Durchpflücken ist möglich und lohnend.

LV = Laubverfärbung: mehr als 50 % aller Blätter (bereits gefallene eingeschlossen) sind herbstlich verfärbt. (Vergilbungserscheinungen und Dürrlaubbildung als Folgen anhaltender sommerlicher Hitze und Trockenheit sowie Streusalz-und Immissionsschäden gehören nicht hierzu!)

BF = Blattfall: Es ist der erste Tag einzutragen, an dem der Blattfall merklich sichtbar ist. Vereinzelt abfallende Blätter sind nicht als Blattfall zu werten, ebensowenig Laubabwurf bei längerer Dürre, Streusalz- oder Immissionsschäden.

Tab. 2: Registrierte Phänophasen im Jahr 1981

VORFRÜHLING	Huflattich (b)	04.03.
	Schneeglöckchen (b)	15.03.
	Salweide (b)	20.03.
	Narzisse (b)	26.03.
	Hasel (b)	28.03.
	Schwarzerle (b)	07.04.
	Kornelkirsche (b)	10.05.

Fortsetzung Tab. 2

ERSTFRÜHLING	Weißbirke (b)	02.04.
	Buschwindröschen (b)	08.04.
	Löwenzahn (b)	09.04.
	Stachelbeere (b)	09.04.
	Johannisbeere (b)	10.04.
	Lärche (b)	16.04.
	Roßkastanie (b)	01.05.
	Rotbuche (b)	08.05.
	Stieleiche (b)	10.05.
	Kirsche (b)	10.05.
	Fichte (b)	10.05.
	Fichte (M)	10.05.
	Weißbirke (BO)	10.05.
	Esche (BO)	25.05.
VOLLFRÜHLING	Heidelbeere (b)	06.04.
	Flieder (b)	24.04.
	Holunder (b)	10.05.
	Apfel (b)	10.05.
	Rotbuche (W)	16.05.
	Besenginster (b)	20.05.
	Weißdorn (b)	26.05.
	Eberesche (b)	01.06.
FRÜHSOMMER	Heuernte	07.06.
	Erdbeere (f)	06.07.
	Spätkartoffel (b)	10.07.
HOCHSOMMER	Stachelbeere (f)	02.08.
	Himbeere (f)	08.08.
SPÄTSOMMER	Heidekraut (b)	05.08.
	Eberesche (f)	10.08.
	Geschlängelte Schmiele (ab)	10.08.
	Grummeternte	15.08.

Fortsetzung Tab. 2

FRÜHHERBST	Holunder (f)	08.09.
	Schlehe (f)	08.09.
VOLLHERBST	Traubenkirsche (LV)	23.09.
	Rotbuche (f)	30.09.
	Stieleiche (LV)	04.10.
	Rotbuche (LV)	08.10.
	Preiselbeere (b)	10.10.+
SPÄTHERBST	Laubbäume (BF)	10.10.
WINTER		ab 01.11.

Reihenfolge und absolute Eintrittsdaten einzelner Phänophasen weichen für einige Pflanzenarten deutlich von den zu erwartenden Werten ab.

Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Reihenfolge der Phänophasen nicht immer gleich ist (WINKLER 1980). Nur die am weitesten aus der üblichen Reihenfolge fallenden Termine sind in obiger Aufstellung durch ein Kreuz "+" markiert.

2.1.2.2 Einteilung des Jahres in phänologische Jahreszeiten für den Untersuchungszeitraum

Die längerfristige Einteilung des Jahres in phänologische Jahreszeiten dient als ökosystemeigener Zeitmaßstab. Die annuale Dynamik der Vegetation liefert somit ein systemeigenes Bezugssystem für die Analyse der Wechselbeziehungen zwischen Rothirsch und Ökosystem. Bei der Einteilung des Jahres wurde neben den gezielten Beobachtungen des Jahres 1981 die eigenen Aufzeichnungen aus dem achtjährigen Untersuchungszeitraum sowie Literaturangaben (JAHN 1972, SCHWICKERATH 1944, 1966) berücksichtigt.

In einzelnen Jahren sind Schwankungen in der Phaseneintrittszeit von mehreren Wochen mit einem Maximum der Schwankungsbreite zu Beginn des Vegetationsjahres möglich. Unter Berücksich-

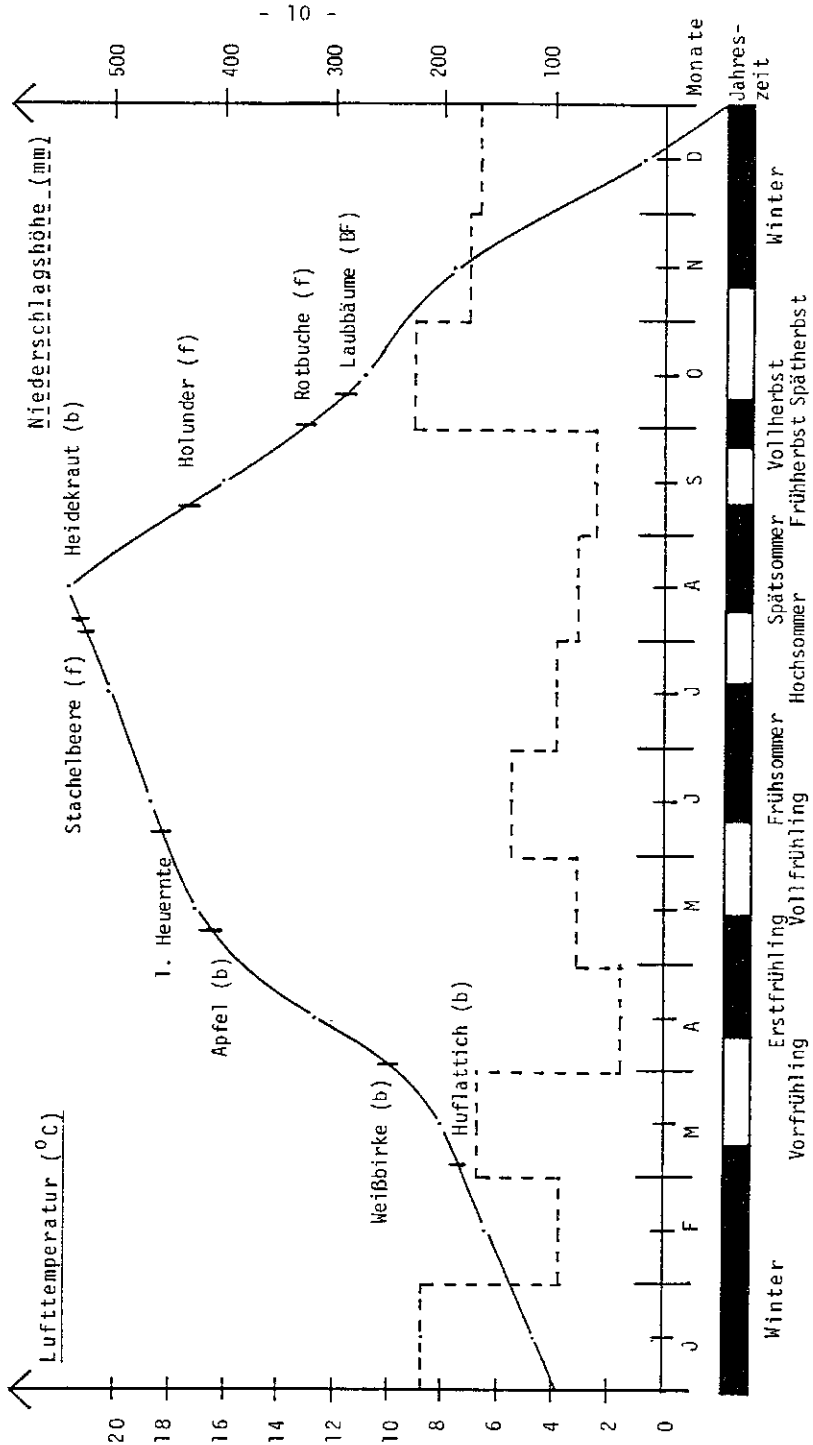


Abb. 1: Mittlere monatliche Temperaturmaxima, monatliche Niederschlagssummen sowie ausgewählte Phänophasen für das Jahr 1981 - Allgemeine Einteilung des Jahres in phänologische Jahreszeiten
(Datennachweis: s. Tab. 1-3, Niederschlagsangaben n. Deutscher Wetterdienst 1982)

tigung der durch das Relief bedingten Spannweite zwischen bestimmten Phaseneintrittszeiten an verschiedenen Orten von bis zu drei Wochen kann dies jedoch für den Untersuchungszeitraum im Rahmen der Fragestellung vernachlässigt werden.

Tab. 3: Einteilung des Jahres in phänologische Jahreszeiten für den Untersuchungszeitraum

Winter:	11.11. - 10.03.
Vorfrühling:	11.03. - 10.04.
Erstfrühling:	11.04. - 14.05.
Vollfrühling:	15.05. - 10.06.
Frühsommer:	11.06. - 20.07.
Hochsommer:	21.07. - 09.08.
Spätsommer:	10.08. - 09.09.
Frühherbst:	10.09. - 25.09.
Vollherbst:	26.09. - 09.10.
Spätherbst:	10.10. - 10.11.

Abschließend seien für das Jahr 1981 die durchschnittlichen monatlichen Extremtemperaturen, die monatlichen Niederschlagshöhen sowie einige Phaseneintrittszeiten gemeinsam mit der längerfristigen Einteilung des Vegetationsjahres in einer Grafik zusammengefaßt (s. Abb. 1).

2.2 Die reale Vegetation als Bezugssystem für die Analyse der Wechselbeziehungen zwischen Rothirsch und Lebensraum

Die Analyse des Untersuchungsgebietes als Lebensraum für den Rothirsch berücksichtigt in erster Linie die Wechselwirkungen, die sich aus dem Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens zu den übrigen Gliedern des Ökosystems ergeben.
Analog dem über die Phänologie gewonnenen systemeigenen zeitlichen Bezugssystem liefert die

reale Vegetation in ihrer vorwiegend anthropogen bedingten Differenziertheit das ökosystemeigene räumliche Bezugssystem für die Analyse der Wechselbeziehungen zwischen dem Rothirsch und seiner Umwelt. Die für das Rotwild bedeutsamen Teillebensräume des Untersuchungsgebietes werden in Anbetracht der großen Bedeutung der Pflanzen für den Rothirsch über pflanzensoziologische Aufnahmen charakterisiert. Dabei wurden die aufgenommenen Pflanzengemeinschaften unter Berücksichtigung der pnV als umfassender Ausdruck des biologischen Standortpotentials und der aktuellen Beeinflussung durch den Menschen repräsentativ ausgewählt.

Die quantitativen Angaben zur ökologischen Charakterisierung der durch Vegetationsaufnahmen belegten Phytozönosen sind in detaillierten Tabellen zusammengestellt, die jeweils unter dem Aspekt des stoffwechselbedingten Verhaltens für den Rothirsch vergleichbare Flächen mit einer zumindest ähnlichen aktuellen Vegetation zusammenfassen (PETRAK 1982 a).

Die als Bezugsgrößen gewählten Pflanzengemeinschaften sind mit den für sie verwendeten Abkürzungen unter Angabe ihrer absoluten und relativen Fläche in bezug auf das gesamte Untersuchungsgebiet und der durchgeführten Vegetationsaufnahmen zusammengestellt.

Tab. 4: Übersicht der als Bezugsgröße gewählten Pflanzengemeinschaften (bzw. Standorte) (vgl. PETRAK 1982a)

Bezeichnung der Pflanzengemeinschaften (bzw. des Standortes)	Abkürzung	Fläche (km²)	Fläche (%)	Durchgeführte Veg.-Aufn. (in: PETRAK 1982 a)
Straßenrandbereiche	SG	0,0175	0,057	Tab. 7, lfd. Nr. 1
Fütterungszonen	FZ	0,0026	0,008	Tab. 8, lfd. Nr. 2, 3
Wildwiesen, Talwiesen, Wiesen und Weiden, Schneisen				
Wildwiesen	WW	0,5000	1,635	Tab. 9, lfd. Nr. 4
Talwiesen	TaW	5,0000	16,346	Tab. 9, lfd. Nr. 5
Wiesen und Weiden	W	1,0000	3,269	
Schneisen	S	0,8400	2,746	Tab. 9, lfd. Nr. 6, 7, 8
Buschformationen	BF	x	x	Tab. 10, lfd. Nr. 9, 10
Fichtenforste				
0-10-jährig	Fi 1	9,4960	31,045	Tab. 11, lfd. Nr. 11, 12, 13, 14
11-20-jährig	Fi 2			Tab. 12, lfd. Nr. 15, 16, 17, 18
21-40-jährig	Fi 3	3,965	12,963	Tab. 13, lfd. Nr. 19, 20, 21, 22, 23
41-60-jährig	Fi 4	4,465	14,597	Tab. 14, lfd. Nr. 24, 25
61-80-jährig	Fi 5	1,276	4,172	Tab. 14, lfd. Nr. 26, 27, 28
81-100-jährig und älter	Fi≥6	1,800	5,885	Tab. 15, lfd. Nr. 29, 30

Fortsetzung Tab. 4

Bezeichnung der Pflanzengemeinschaften (bzw. des Standortes)	Abkürzung	Fläche (km²)	Fläche (%)	Durchgeführte Veg.-Aufn.
Buchenwälder	Bu	1,410	4,610	Tab. 16, lfd. Nr. 31, 32, 33, 34, 35, 36
Lärchenforste	Lä	x	x	Tab. 17, lfd. Nr. 37
Kiefernbestände	Ki	0,0550	0,180	Tab. 18, lfd. Nr. 38
Stieleichen-Birkenwälder	Ei	0,1108	0,362	Tab. 19, lfd. Nr. 39
Bergahorn-Stieleichenwälder	Ba	x	x	Tab. 20, lfd. Nr. 40
Erlen-Birken-Bruchwälder	E-Bi	0,0020	0,007	-
Birkenbruchwälder	Bi	0,648	2,118	
		30,5879	100,000	

Flächen von Pflanzengemeinschaften, in denen während des gesamten Untersuchungszeitraumes keine Direktbeobachtung äsenden Rotwildes gelang, werden aus methodischen Gründen bei der Berechnung der Gesamtfläche nicht berücksichtigt.

3.0 Beziehungen der Flora des Untersuchungsgebietes zum Verhalten des Rothirsches

Voraussetzung für das Verständnis der Stellung des Rothirsches im Ökosystem, die auf einem hochdifferenzierten Verhalten beruht, das über die einzelnen Funktionskreise die wechselseitige Verschränkung mit allen Gliedern der Biozönose und damit die Integration in das Ökosystem gewährleistet, ist die Erfassung der Beziehungen zwischen den Pflanzenarten des Untersuchungsgebietes und dem Verhalten des Rothirsches.

3.1 Zur Bedeutung der verschiedenen Pflanzenarten in den Funktionskreisen des Verhaltens

Die verhaltensbestimmenden Umweltansprüche, d.h. die Ansprüche, die der Rothirsch an seine Umwelt stellen muß, lassen sich unabhängig von der Qualität und Modalität der jeweiligen Umweltansprüche mit TEMBROCK (1980) in Elementaransprüche, spezifische Umweltansprüche, individuelle Umweltansprüche und tradierte Umweltansprüche einteilen.

Die Elementaransprüche sind für den Lebensablauf generell erforderlich. Als heterotrophes Lebewesen muß der Rothirsch schließlich fressen. Darauf beruht unter dem stofflich-energetischen Aspekt seine Funktion als Konsument im Ökosystem.

Die spezifischen Umweltansprüche bei der Nahrungswahl bestimmen als Evolutionsergebnis die artspezifischen Bestandteile der Äsung, d.h. den Weg, über den die elementaren Lebensansprüche realisiert werden.

Die individuellen Umweltansprüche äußern sich z.B. in der Bevorzugung bestimmter Pflanzenarten. Tradierte Umweltansprüche werden wie z.B. im Fall Alttier-Kalb durch einen Lernprozeß von anderen Individuen übernommen.

Auf den spezifischen, den individuellen und den tradierten Umweltansprüchen bei der Nahrungswahl beruht der Einfluß des Rothirsches auf Struktur und Artenzusammensetzung der von ihm beästen Pflanzengemeinschaften.

Aus den Umweltansprüchen des Rothirsches werden die Funktionskreise des Verhaltens abgeleitet. Der Begriff "Funktionskreis" beschreibt den pragmatischen Aspekt des Verhaltens. Mit dem Funktionskreis werden in Orientierung an den Umweltanforderungen Ursachen und Wirkungen des Verhaltens formuliert (TEMBROCK 1980).

Zur möglichst vollständigen Erfassung der Beziehungen zwischen den Pflanzenarten und den verschiedenen Funktionskreisen des Verhaltens werden Direktbeobachtungen des Rotwildes und indirekte Beobachtungstechniken, d.h. das Erfassen der von den Tieren an den Pflanzen hinterlassenen Spuren,kombiniert.

Bißspuren belegen die Funktion einer Pflanzenart als Nahrung. Malbäume (z.B. Picea abies) lassen den Stellenwert einzelner Pflanzenarten für das Komfortverhalten deutlich werden. Die Lage der Wechsel gibt Auskunft über die Bedeutung einzelner Pflanzenarten für die Lokomotion.

Das Fegen zum Entfernen des Geweihbastes im Sommer und das Schlagen als ein von der Reviermarkierung abgeleitetes aggressives Verhalten hinterlassen an den betroffenen Pflanzen deutliche Spuren, die die indirekte Beobachtung erleichtern.

Der Stellenwert der verschiedenen Pflanzenarten in den Funktionskreisen des Verhaltens ist aus der folgenden Tabelle (Tab. 5) ersichtlich. Die Kriterien zur Reihung der Pflanzenarten entsprechen PETRAK 1982a.

Auf eine detaillierte morphologisch-anatomische Differenzierung des Kormus zur Erfassung des Stellenwertes einzelner Pflanzenteile in den berücksichtigten Funktionskreisen des Verhaltens wird verzichtet, da diese für das stoffwechselbedingte Verhalten bereits durchgeführt wurde (PETRAK 1982a) und in den anderen Funktionskreisen nicht in derselben Weise möglich ist.

Für jede Pflanzenart werden ihre Funktionen bzw. Förderung im Rahmen der Umweltansprüche des Rothirsches durch "+" markiert. Konnte eine Bedeutung für bzw. Förderung durch den jeweiligen Funktionskreis des Verhaltens nicht festgestellt werden, wird dies durch ein "-" gekennzeichnet.

Insgesamt kann aufgrund der durchgeführten Beobachtungen die Zuordnung der einzelnen Pflanzenarten zu den im folgenden aufgeführten Funktionskreisen bzw. Verhaltenselementen aus diesen getroffen werden. Daraus gehen gleichzeitig die in den Tabellen verwendeten Abkürzungen hervor. Die Gliederung der Funktionskreise folgt TEMBROCK (1974, 1980, 1982, 1983):

In der Analyse zur Realisierung der Umweltansprüche berücksichtigte Funktionskreise/Elemente des Verhaltens

1. Stoffwechselbedingtes Verhalten (trophische Ansprüche)
   - Na: Funktion als Nahrung (vgl. PETRAK 1982 a)
   - F: Förderung durch Stoffwechselendprodukte
   - R+S (Ruhe und Schlaf): Erfaßt wird nur die Funktion von Pflanzen als Schutz vor Witterungsunbilden. Aspekte der Feindvermeidung bleiben hier unberücksichtigt.
2. Feindvermeidung (protektive Ansprüche)
   - A: Funktion für das Aufsuchen störungsfreier Ruhe- und Äsungsplätze
   - SI: Funktion als Deckung beim Sichern
   - FL: Funktion als Fluchtziel bzw. Bedeutung für die Fluchtstrategie
3. Komfortbewegungen (Körperpflege)
   - KO: Funktion als Malbaum etc.

4. Lokomotion

LOK: Funktion als Deckung, die zur Wahl bestimmter Wechsel führt.

5. Brunftverhalten

O: Bedeutung von Pflanzenarten für die Ortswahl der Brunftrudel

RÖH: Bedeutung für die Ortswahl röhrender Hirsche

6. Geweih

GEW: Zusammengefaßt werden sowohl die Funktion einer Pflanzenart als elastisches Widerlager beim Fegen als auch ihre Funktion als Kampfpartner beim Schlagen.

Unter Funktionen/Pflanze ist die Zahl der Funktionskreise bzw. Verhaltenselemente aus diesen angegeben, in denen der betreffenden Pflanze eine Funktion zukommt bzw. durch die sie gefördert wird. Das teilweise nicht immer konsequente Einhalten des gewählten Einteilungsschemas nach den Funktionskreisen des Verhaltens ist eine Konzession an die schwierigen Beobachtungsbedingungen im Freiland.

Fegen und Schlagen werden trotz ihrer Einbindung in verschiedene Funktionskreise wegen ihrer für die Pflanze vergleichbaren Wirkung unter GEW zusammengefaßt. Das Röhren, das meist im Anschluß an eine Brunfthandlung erfolgt, jedoch auch spontan auftritt (BÖTZLER 1974), ist die auffälligste Verhaltensweise dieses Funktionskreises. An dieser Stelle werden alle Formen des Röhrens unabhängig von ihrer aktuellen Integration in bestimmte Verhaltenssequenzen zusammengefaßt.

Tab. 5 : Liste der Beobachtungen zur Funktion der Pflanzenarten des Untersuchungsgebietes im Rahmen der Umweltansprüche des Rothirsches

	Na	F	R+S	A	SI	FL	KO	LOK	O	RÖH	GEW	Funktionen/Pflanze
1. Baumschicht (B_1)												
1. Picea abies	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	7
2. Fagus sylvatica	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	6
3. Betula pendula	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	3
4. Sorbus aucuparia	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	3
5. Quercus robur	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	7
6. Acer pseudoplatanus	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	3
7. Larix decidua	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	2
8. Salix spec.	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	3
9. Pinus sylvestris	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	6
2. Baumschicht (B_2)												
1. Fagus sylvatica	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	5
2. Picea abies	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	7
3. Acer pseudoplatanus	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	3
4. Sorbus aucuparia	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	4
5. Betula pendula	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	4
6. Crataegus monogyna	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	2
7. Quercus robur	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	7
8. Salix caprea	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	4
Strauchschicht (Str.)												
1. Picea abies	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	8
2. Fagus sylvatica	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	5
3. Salix caprea	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	4
4. Salix aurita	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	3
5. Salix spec.	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	3
6. Betula pendula	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	4
7. Corylus avellana	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	3
8. Betula spec.	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	3

Fortsetzung Tab. 5

	Na	F	R+S	A	SI	FL	KO	LOK	O	RÜH	GEW	Funktionen / Pflanze
Strauchschicht (Str.) Fortsetzung												
9. Quercus robur	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	4
10. Sorbus aucuparia	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	4
11. Acer pseudoplatanus	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	3
12. Rubus idaeus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13. Crataegus monogyna	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	2
14. Cytisus scoparius	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2
Krautschicht (Kr) - Holzgewächse												
3. Vaccinium myrtillus	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	2
5. Rubus idaeus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
8. Picea abies	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
11. Sorbus aucuparia	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
17. Calluna vulgaris	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1
23. Vaccinium vitis-idaea	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
26. Fagus sylvatica	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
36. Cytisus scoparius	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
39. Salix caprea	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
40. Betula pendula	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
42. Salix aurita	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
64. Rubus fruticosus^{o}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
66. Salix spec.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
70. Fraxinus excelsior	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
72. Erica tetralix	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
77. Crataegus monogyna	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
78. Quercus petraea^{+}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
91. Vaccinium uliginosum^{o}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
98. Betula spec.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
108. Crataegus spec.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
125. Quercus robur	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
126. Acer pseudoplatanus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Krautschicht (Kr) - übrige												
1. Avenella flexuosa	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2. Galium mollugo^{+}	-	(+?)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Fortsetzung Tab. 5

	Na	F	R+S	A	SI	FL	KO	LOK	O	RÜH	GEW	Funktion / Pflanze
Krautschicht (Kr) - übrige (Fortsetzung)												
4. Dryopteris carthusiana^{+}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
6. Agrostis tenuis	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
7. Molinia caerulea^{+}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
9. Potentilla erecta	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
10. Agrostis gigantea^{+}	+	-	-	+	+	(+)	-	(+)	-	-	-	5
12. Juncus effusus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13. Holcus lanatus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
14. Luzula campestris ssp. multiflora	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
15. Stellaria graminea	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
16. Rumex acetosa	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
18. Holcus mollis	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
19. Luzula luzuloides	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
20. Hieracium spec.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
21. Digitalis pupurea	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
22. Galeopsis tetrahit^{+}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
24. Carex leporina	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
25. Dactylis glomerata^{+}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
27. Campanula rotundifolia^{+}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
28. Deschampsia cespitosa^{+}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
29. Polygala vulgaris	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
30. Arrhenaterum elatius	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
31. Ranunculus repens	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
32. Juncus squarrosus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
33. Senecio fuchsii $^{+}$	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2
34. Melampyrum pratense	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
35. Trifolium repens	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
37. Mentha spec.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
38. Poa annua^{+}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
41. Carex pallescens	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
43. Epilobium angustifolium	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2
44. Calamagrostis arundinacea	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	8
45. Sanguisorba officinalis	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Fortsetzung Tab. 5

Krautschicht (Kr) - übrige	Na	F	R+S	A	SI	FL	KO	LOK	O	RÖH	GEW	Funktionen / Pflanze
46. Calamagrostis epigejos	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	8
47. Urtica dioica	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
48. Plantago lanceolata	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
49. Senecio nemorensis+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	2
50. Danthonia decumbens	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
51. Heracleum sphondylium	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
52. Oxalis acetosella	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
53. Agrostis canina+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
54. Cirsium palustre	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2
55. Briza media	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
56. Festuca pratensis	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
57. Vicia cracca+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
58. Dactylis polygama+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
59. Leucanthemum vulgare+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
60. Stellaria media+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
61. Meum athamanticum	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
62. Senecio sylvaticus	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
63. Phleum pratense+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
65. Pteridium aquilinum	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	7
67. Alopecurus pratensis+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
68. Epilobium hirsutum	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
69. Teucrium scorodonia	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
71. Trisetum flavescens+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
73. Veronica officinalis	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
74. Achillea millefolium ssp. millefolium	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
75. Vicia sepium	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
76. Plantago media	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
79. Knautia dipsacifolia	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
80. Filipendula ulmaria	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
81. Plantago major ssp. major	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Fortsetzung Tab. 5

Krautschicht (Kr) - übrige (Fortsetzung)	Na	F	R+S	A	SI	FL	KO	LOK	O	RÖH	GEW	Funktio / Pflanze
82. Polygonum bistorta	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
83. Phalaris arundinacea	+	-	-	+	+	+	-	+	(+)	+	-	7
84. Taraxacum spec.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
85. Compositae	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
86. Valeriana officinalis°	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
87. Hypericum pulchrum	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
88. Ranunculus nemorosus+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
89. Juncus acutiflorus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
90. Galium uliginosum°	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
92. Tussilago farfara	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
93. Pimpinella saxifraga	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
94. Lupinus polyphyllus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
95. Milium effusum	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
96. Trifolium pratense	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
97. Cirsium vulgare	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2
99. Centaurea jacea	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
100. Lathyrus pratensis	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
101. Lolium perenne	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
102. Myosotis spec.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
103. Rumex spec.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
104. Umbelliferae	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
105. Thymus spec.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
106. Avena sativa	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
107. Blechnum spicant	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
109. Veronica chamaedrys°	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
110. Lotus uliginosus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
111. Capsella bursa-pastoris	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
112. Angelica sylvestris	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
113. Lychnis flos-cucculi	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
114. Scutellaria galericulata	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Fortsetzung Tab. 5

Krautschicht (Kr) - übrige (Fortsetzung)	Na	F	R+S	A	SI	FL	KO	LOK	O	RÖH	GEW	Funktionen / Pflanze
115. Globularia elongata	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
116. Vicia villosa	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
117. Achillea ptarmica^{+}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
118. Lotus corniculatus^{o}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
119. Hypericum perforatum	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
120. Senecio paludosus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
121. Silene dioica	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
122. Betonica officinalis	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
123. Senecio spec.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
124. Bellis perennis	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
127. Galium spec.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
128. Galeopsis speciosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
129. Centaurea scabiosa	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
130. Leontodon spec.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
131. Luzula sylvatica ssp. sylvatica	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
132. Stellaria palustris	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
133. Rorippa sylvestris^{+}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
134. Agropyron repens	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
135. Brassica napus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
136. Viola tricolor^{+}	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
137. Epilobium montanum	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
138. Cirsium arvense	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2
139. Matricaria discoidea	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
140. Prunella vulgaris	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
141. Lamium purpureum	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
142. Juncus tenuis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
143. Tanacetum vulgare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

Die Summe der Pflanzenarten, die die Realisierung eines bestimmten Umweltanspruches ermöglicht, liefert ein Maß für die ökologische Valenz der untersuchten Rothirschpopulation in dem betreffenden Funktionskreis.

Entsprechend charakterisiert die Zahl der von einer Pflanzenart gewährleisteten Umweltansprüche den Stellenwert dieser im Gesamtverhalten des Rothirsches.

Zur Erhöhung der Übersicht wird der umfangreiche Datensatz in den 3 folgenden Tabellen (Tab. 6, 7, 8) zusammengefaßt. Die verwendeten Abkürzungen sind bereits erläutert (s.o.). Als neue Meßgröße zur Charakterisierung der relativen funktionsbezogenen Nutzung der einzelnen Schichten durch den Rothirsch wird in Tab. 7 der Quotient aus der Zahl der von einer Schicht realisierten Funktionen (Summe der in einer Schicht von den in ihr vertretenen Arten realisierten Funktionen) zur Zahl der potentiell möglichen Funktionen (Produkt aus der Summe der in einer Schicht vertretenen Arten und der Summe der betrachteten Funktionskreise/Elemente der Funktionskreise des Verhaltens) eingeführt.

Tab. 6: Summen der Pflanzen, die in den einzelnen Schichten die Realisierung der betrachteten Umweltansprüche der Rothirschpopulation ermöglichen

	Na	F	R+S	A	SI	FL	KO	LOK	O	RÖH	GEW
B_1	8	0	3	0	9	9	2	2	4	3	0
B_2	8	0	3	0	7	7	2	4	1	0	4
Str	14	0	3	1	11	11	0	3	1	0	5
Kr-H	22	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Kr-ü	108	6	3	5	7	5	0	5	3	3	5
Summe aller Schichten	160	6	12	6	34	32	5	14	9	6	14

Kr-H: Krautschicht - Holzgewächse

Kr-ü: Krautschicht - übrige Arten

Tab. 7: Summen der in den einzelnen Schichten vertretenen Pflanzenarten und der von diesen realisierten Umweltansprüche der Rothirschpopulation

	Summe der Arten	Summe der realisierten Umweltansprüche	Relative funktionskreisbezogene Nutzung (s. Text)
B_1	9	40	0,40
B_2	8	36	0,41
Str	14	49	0,32
Kr-H	22	23	0,10
Kr-ü	121	150	0,11
Summe aller Schichten	174	298	0,16

Tab. 8: Summen der Pflanzen, die in den einzelnen Schichten eine definierte Zahl von Umweltansprüchen des Rothirsches gewährleisten (Maximum der gewährleisteten Funktionen: 8)

Summe der gewährleisteten Funktionen	0	1	2	3	4	5	6	7	8
B_1	0	0	1	4	0	0	2	2	0
B_2	0	0	1	1	3	1	0	2	0
Str	0	1	2	5	4	1	0	0	1
Kr-H	0	21	1	0	0	0	0	0	0
Kr-ü	8	101	7	0	0	1	0	2	2
Summe aller Schichten	8	123	12	10	7	3	2	6	3

Der als Maß für die relative funktionskreisbezogene Nutzung der einzelnen Schichten eingeführte Quotient aus der Summe der in einer Schicht von den in ihr vertretenen Arten realisierten Funktionen und dem Produkt aus der Artenzahl der Schicht und der Summe der betrachteten Funktionskreise (Tab. 7) macht deutlich, daß die Summe der gewährleisteten Umweltansprüche des Rothirsches durch Pflanzen verschiedener Lebensformen wesentlich durch die Differenzierung des Kormus bestimmt wird. Der in der Regel höheren morphologisch-anatomischen Differenzierung der Grundorgane des Kormus bei den Holzgewächsen entspricht mit Werten zwischen 0,32 und 0,41 eine deutlich höhere relative funktionskreisbezogene Nutzung der durch sie geprägten Schichten durch den Rothirsch, als dies bei der Krautschicht der Fall ist.

Der maximale Wert von 1 für die relative funktionskreisbezogene Nutzung wird jedoch in keiner Schicht erreicht, d.h. in keiner Schicht können durch alle in ihr vertretenen Arten alle Umweltansprüche des Rothirsches gewährleistet werden!

Ein Vergleich der Summen der Pflanzenarten, die in den einzelnen Schichten bzw. insgesamt die Realisierung der Umweltansprüche des Rothirsches ermöglichen, unterstreicht die hohe ökologische Valenz des Rothirsches bei der Nahrungswahl.

Das weite Nahrungsspektrum entspricht dem Stellenwert der Gewährleistung der Nahrungsansprüche im Gesamtverhalten des Rot-

hirsches, wie er bereits im Zeitbedarf für das stoffwechselbedingte Verhalten deutlich wird (vgl. PETRAK 1982 a).

Die Zahl der durch die Stoffwechselprodukte des Rothirsches geförderten Arten ist vergleichsweise gering. Am auffälligsten ist dies beim Wald-Greiskraut (62, Senecio sylvaticus), das häufig direkt auf den Losungshaufen wächst.

Schutz vor Witterungsunbilden sowie die Gewährleistung der protektiven Ansprüche werden häufig durch dieselben Pflanzenarten, wie z.B. die Fichte (Picea abies, Str.1) ermöglicht. Vor allem im Bereich der Mittel- und Oberhänge der tiefeingeschnittenen Bachtäler des Untersuchungsgebietes setzen sich die Individuen am Ende der Aktivitätsperiode zum Wiederkauen und Dösen häufig so unter eine einzeln stehende, jüngere, tiefbeastete Fichte, daß sie den aufrecht gehaltenen Kopf an den Stamm lehnen können. Die Orientierung erfolgt stets so, daß das Rotwild dabei die Talwege, auf denen die meisten Menschen einschließlich der Jäger das Gebiet durchstreifen, im Auge behält.

Der im Vergleich zur Nahrungswahl wesentlich geringeren Artenzahl zur Gewährleistung der Störfreiheit des Verhaltens entspricht eine relativ geringere ökologische Valenz des Rothirsches im Funktionskreis der Feindvermeidung, aus der sich in Verbindung mit einer starken Inanspruchnahme der Landschaft durch den Menschen Konsequenzen bis zur Reduzierung des potentiellen Lebensraumes ergeben.

Im Funktionskreis der Komfortbewegungen wurde eine bisher nicht beschriebene Funktion der Heidelbeere (3, Vaccinium myrtillus) entdeckt. An bestimmten Orten wälzen sich die Rothirsche nach dem Suhlen auf kleinen Heidelbeerflächen. Dabei konnten im Bewegungsablauf keine eindeutigen Unterschiede zum Suhlen im Schlamm oder den ähnlichen Bewegungen beim Sandbaden festgestellt werden. Im Hinblick auf die zeitliche Einordnung und das gewählte Substrat entspricht das Wälzen in den Heidelbeersträuchern am ehesten dem Reiben des Körpers am Malbaum, weshalb die zu diesem Zweck genutzten Heidelbeerflächen "Malflecken" genannt werden. Diese Malflecken mit einer Seitenlänge von etwa 3 m sind scharf gegen die Umgebung abgegrenzt, wie an dem beim Wälzen auf die Kleinsträucher gebrachten Lehm deutlich zu erkennen ist.

Die Funktion von Pflanzenarten bei der Fortbewegung wird in der Lage der Wechsel zu diesen Pflanzen erkennbar. Dabei zeigt sich deutlich, daß die Lokomotion häufig von anderen Lebensansprüchen, wie z.B. dem Nahrungserwerb,motiviert ist. Wechsel durch äsungslose Fichtenbestände verlaufen in bestimmten Talhängen stets so, daß die Marschroute der Rothirsche an eventuell vorhandenen einzeln stehenden Eichen mit ihrem vergleichsweise hohen Nahrungsangebot vorbeiführt.

Die Gewährleistung der protektiven Ansprüche erfordert das Ausnutzen von Deckungen. Wechsel über größere Freiflächen orientieren sich an einzeln stehenden Bäumen oder Baumgruppen (z.B. B_2, 2 Picea abies) oder Deckungsinseln, wie sie z.B. von Reitgras (Calamagrostis) - Herden gebildet werden. Wiesentäler werden an der engsten Stelle durchquert. Die Oberquerung des Baches erfolgt bevorzugt dort, wo ein einzelner Baum (häufig eine Fichte) unmittelbar am Ufer steht.

Die Beziehungen zwischen Vegetation und Rothirsch beschränken sich weder auf einzelne Pflanzenarten noch auf einzelne Funktionskreise des Verhaltens sondern umfassen letzten Endes das Gesamtverhalten in seinen Wechselwirkungen mit der ganzen Lebensgemeinschaft. Dies wird beim Fortpflanzungsverhalten besonders deutlich. Die im Rahmen dieses Funktionskreises aufgeführten Arten prägen vor allem die Struktur der von ihnen bestimmten Pflanzengemeinschaften, wodurch sie zur Gewährleistung der Umweltansprüche des Rothirsches im Rahmen des Brunftverhaltens beitragen. Die Differenzierung bezüglich der Ortswahl der Brunftrudel und derjenigen röhrender Hirsche ist in dem Verhalten der jüngeren Hirsche begründet. Diese halten sich häufig an für größere Brunftrudel ungeeigneten Orten auf, wodurch sie gleichzeitig dem überlegenen Platzhirsch ausweichen.

Der geringen zu diesem Funktionskreise aufgeführten Artenzahl entspricht eine niedrige ökologische Valenz im Funktionskreis des Brunftverhaltens, über die die zur Fortpflanzung erforderliche Synchronisation und Synlokalisation der Population erreicht wird.

Die aus der geringen ökologischen Valenz resultierende Störanfälligkeit des Verhaltens wird bei den Hirschen nur zum Teil durch eine Reduzierung der protektiven Ansprüche in der Brunftzeit kompensiert. Die Anfälligkeit des Brunftverhaltens gegen Störeinflüsse läßt diesen Funktionskreis als geeignete Meßgröße zur Erfassung der anthropogenen Belastungssituation für eine Rothirschpopulation erscheinen (vgl. BÖTZLER 1972). Entscheidend ist für eine Beurteilung nicht allein der Fortpflanzungserfolg sondern vor allem der artgemäße Ablauf des Verhaltens.

Bei einem Vergleich der Zahl der Pflanzen, die in den einzelnen Schichten jeweils eine bestimmte Zahl von Umweltansprüchen gewährleistet (Tab. 8) wird die Abhängigkeit der Nutzungsmöglichkeiten einer Pflanzenart von der Differenzierung des Kormus, die sich bereits bei der integralen Betrachtung der einzelnen Schichten (Tab. 7) zeigte, bestätigt. Alle in den beiden Baumschichten vertretenen Arten gewährleisten 2 oder mehr Funktionen. Die bei der gewählten Einteilung maximal erreichbare Zahl von 11 gewährleisteten Funktionen wird hier jedoch wie in den anderen Schichten von keiner Art erreicht.

In der in der Gewährleistung von Umweltansprüchen ähnlich vielseitigen Strauchschicht erreicht die Fichte (1, Picea abies) die höchste Zahl von insgesamt 8 Funktionen. Aus dieser Charakterisierung einer bestimmten Entwicklungsstufe der Art kann jedoch unter Berücksichtigung der im Rahmen der Entwicklung eines ökosystemeigenen räumlichen Bezugssystems dargestellten Eigenschaften der Fichtenforste (vgl. 2.2) keine positive Funktion großflächig gleichaltriger Fichtenbestände abgeleitet werden. Dieses Beispiel zeigt deutlich, daß eine Analyse zur Integration des Rothirsches in das aktuelle Ökosystem unter Berücksichtigung der Umweltansprüche des Rothirsches sowohl die einzelnen Pflanzenarten des Untersuchungsgebietes als auch die von ihnen gebildeten Pflanzengemeinschaften bzw. das gesamte Ökosystem berücksichtigen muß.

In der Krautschicht überwiegen Pflanzen mit nur 1 Nutzungsmöglichkeit für den Rothirsch. Der Schwerpunkt liegt auf der Funktion der Arten als Nahrung. Innerhalb der Krautschicht nehmen die Gräser eine Sonderrolle ein. Einige Vertreter dieser Familie liegen mit 8 bzw. 7 gewährleisteten Funktionen nicht nur in der Feldschicht sondern auch unter Berücksichtigung aller Schichten in Hinblick auf die Summe der gewährleisteten Funktionen an der Spitze aller Arten und übertreffen damit sogar die Arten der beiden Baumschichten.

Die Meristeme an den Blattbasen ermöglichen den Gräsern selbst bei intensiver Beäsung eine schnelle Regeneration. Die Randmeristeme der Dikotylen bleiben dagegen nicht erhalten.

Darüber hinaus sind das Wachstum der Pflanzen und die Intensität der Beäsung durch das Rotwild bei vielen Gräsern fein aufeinander abgestimmt. Besonders deutlich ist dies bei dem im oberen Litoralbereich und den Talauen der Bäche wachsenden Rohrglanzgras (83, Phalaris arundinacea). Im Vorfrühling, wenn die Primärblätter eine Länge von knapp 10 cm erreicht haben, sind sie noch unter den in etwa 15 cm Höhe von der Strömung umgeknickten Blättern und Halmen des Vorjahres vor allzu starkem Verbiß geschützt. Die Äsungszahl (s. PETRAK 1982 a) beträgt in dieser Phase 2. Mit zunehmendem Wachstum der Blätter steigt sie auf einen Maximalwert von 5 im Vollfrühling an, um danach wieder zu sinken. In dieser Zeit des maximalen Verbisses haben die Blätter bereits eine Länge von 40 cm erreicht, und die Pflanzen können selbst diesen intensiven Verbiß tolerieren.

In ähnlicher Weise sind Wachstum und Beäsung durch das Rotwild beim Pfeifengras (7, Molinia caerulea^{+}) aufeinander abgestimmt. Im Vollfrühling lassen sich die Spitzen der zu dieser Zeit knapp 20 cm langen Primärblätter leicht zwischen gestrecktem Zeige- und Mittelfinger einklemmen und ohne Anstrengung aus den Horsten rupfen. In diesem Zeitraum ragen die Primärblätter

nur etwa 4 cm über die abgestorbenen Halme und Blätter des Vorjahres hinaus. Das Rotwild rupft von diesen Spitzen nur die oberen 2 cm ab, ohne dabei die mit der Gesamtpflanze nur locker verbundenen Primärblätter (Fingerprobe) vollständig auszuzupfen. Regenerationsfähigkeit und Wachstum des Pfeifengrases werden durch diese Art der Beäsung praktisch nicht beeinträchtigt.

Durch den Funktionswechsel (PETRAK 1982 a) im Hoch- bzw. Spätsommer erlangen die oben genannten Gräser über die Gewährleistung der protektiven Ansprüche auch für die anderen Funktionskreise eine entscheidende Bedeutung, die wesentlich aus der Struktur der von ihnen geprägten Steppenlandschaft resultiert.

3.2 Quantifizierung der Beliebtheit von Nahrungspflanzen

Aus der Realisierung der Stoffwechselansprüche des Rothirsches folgt seine funktionelle Integration als Konsument in das Ökosystem. Die Bedeutung des Rothirsches im untersuchten Waldökosystems geht weit über seinen aus den primären Umweltansprüchen bei der Nahrungswahl folgenden minimalen Anteil am Energiefluß und Stoffkreislauf des Systems hinaus. Diese werden hier wesentlich durch Produzenten und Reduzenten bestimmt. In den spezifischen sowie den individuellen und tradierten Ansprüchen des Rothirsches bei der Nahrungswahl ist sein Einfluß auf Struktur und Artenzusammensetzung der von ihm beästen Pflanzengemeinschaften begründet.

Die Nahrungspräferenzen der untersuchten Rothirschpopulation schlagen sich in der unterschiedlichen Beäsung der einzelnen Pflanzenarten nieder, die für die aufgenommenen Pflanzengemeinschaften (s. Tab. 4) über die Äsungszahl (PETRAK 1982 a) quantitativ charakterisiert wurde. Wichtige Faktoren, die die Intensität, mit der eine bestimmte Pflanzenart beäst wird, bestimmen, sind die Beliebtheit der betreffenden Pflanze, ihr

phänologischer Zustand zum Zeitpunkt der Beäsung, ihre Erreichbarkeit für die Rothirsche (wichtig im Winter bei Schnee), das Artenspektrum der Pflanzengemeinschaft, die angrenzenden Pflanzengemeinschaften, die Jahreszeit und das davon abhängige Gesamtnahrungsangebot des Lebensraumes für den Rothirsch sowie die Tageszeit und der Einfluß des Menschen, der über die forstliche Bewirtschaftung auf das Artengefüge einwirkt und über Jagd und Erholung das Raum-Zeit-System des Rotwildes beeinflußt.

Als Beliebtheitsmaß (BM) zur Charakterisierung der relativen Beäsungsintensität einer Art im gesamten Untersuchungsgebiet wird der Quotient aus der Summe der Äsungszahlen auf allen Probeflächen (SAS) zur Summe der Artmächtigkeiten auf allen Probeflächen (SAM) definiert (vgl. PETRAK 1982 a):

$$BM = \frac{SAS}{SAM}$$

Die Stetigkeit, mit der eine Art verbissen wird, d.h. der prozentuale Anteil der Vegetationsaufnahmen, in denen eine Pflanze als verbissen registriert wird, in Bezug zur Gesamtzahl der Aufnahmen, in denen die Art vorkommt, geht also nicht direkt in die Berechnung ein.

Während das auf diese Weise bestimmte BM bei den krautigen Arten nur für den Zeitraum der Vegetationsaufnahmen gilt, charakterisiert das Beliebtheitsmaß die relative Beäsungsintensität der Holzgewächse während des ganzen Jahres, da bei diesen aufgrund ihres arttypischen Sproßverzweigungssystems mit der Äsungszahl praktisch der gesamte im Verlauf eines Jahres erzielte Verbiß erfaßt wird.

Nach Definition kann BM Werte zwischen 0 und 5 annehmen. "0"

heißt, daß die Art im gesamten Untersuchungsgebiet überhaupt nicht geäst wird, "1" zeigt an, daß die Summe der Äsungszahlen der Summe der Artmächtigkeitszahlen entspricht, der Grad der Annahme also dem Vorkommen der Pflanze entspricht. Bei größeren Zahlenwerten wird eine Art stärker verbissen, als ihrem Vorkommen entspricht.

Da jeweils die Summe der Äsungszahlen zur Summe der Artmächtigkeitszahlen in Beziehung gesetzt wird, kann BM kein Maß für die insgesamt entnommene Menge einer Pflanzenart liefern. Gleichen BM-Werten können unterschiedliche Entnahmemengen entsprechen. Eine Art, die auf 5 Probeflächen jeweils mit der Artmächtigkeit 1 vorkommt und jeweils mit der Äsungszahl 1 verbissen wird, erhält genauso den BM-Wert 1 wie die andere Art, die nur auf einer Probefläche vorkommt und für Artmächtigkeit und Äsungszahl jeweils den Wert 5 erhält, obwohl im letzten Fall die entnommene Menge deutlich höher liegt.

Die Summen der Datenpaare, auf deren Basis die BM-Werte für die einzelnen Pflanzenarten berechnet wurden, schwanken entsprechend der Stetigkeit der Arten innerhalb der Vegetationsaufnahmen. Die mit sinkender Zahl der Daten zunehmende Unsicherheit bei der Beurteilung einzelner Pflanzen konnte in vielen Fällen durch Vergleiche mit den in den Grundlagenprotokollen festgehaltenen Beobachtungen ausgeglichen werden. Nur wo dies nicht möglich war, die Angaben also als nicht gesichert zu bewerten sind, werden die entsprechenden BM-Werte in der folgenden Tabelle in Klammern "()" aufgeführt. Ein "+" Zeichen innerhalb der Klammer bedeutet, daß der erhaltene BM-Wert zu niedrig ausgefallen ist und höher liegen müßte.

In der Tabelle sind die Pflanzenarten nach denselben Kriterien wie in Tab. 5 aus Zugehörigkeit zu einer bestimmten Schicht und bzw. oder Lebensform, sowie der auf alle Probeflächen bezogenen Häufigkeit und Artmächtigkeit geordnet.

Angegeben sind jeweils:

- SPR = Summe Probeflächen: Zahl der Probeflächen, auf denen die jeweilige Art gefunden wurde
- SPRor = Summe Probeflächen ohne r: Zahl der Probeflächen, auf denen eine Art vorkommt ohne Berücksichtigung der Aufnahmen, in denen sie mit der Artmächtigkeit "r" vertreten ist.
- SAM: Summe der Artmächtigkeitszahlen einer Art auf allen Probeflächen. Die Artmächtigkeit "+" wird für die Berechnung von BM als 1 gewertet. Artmächtigkeitszahlen "r" bleiben unberücksichtigt.
- SAS: Summe der Äsungszahlen der Art auf allen Probeflächen. Aufnahmen, in denen die Art mit der Artmächtigkeit "r" vertreten ist, werden nicht berücksichtigt.
- $BM = \frac{SAS}{SAM}$

Tab. 9: Liste der Beobachtungen zur relativen Beäsungsintensität der Pflanzenarten des Untersuchungsgebietes durch das Rotwild (zur Datensicherung vgl. PETRAK 1982 a)

	SPR	SPRor	SAM	SAS	BM
1. Baumschicht (B_1)					
1. Picea abies	18	18	65	18	0,3
2. Fagus sylvatica	9	9	28	4	0,1
3. Betula pendula	5	4	5	5	1,0
4. Sorbus aucuparia	4	4	4	4	1,0
5. Quercus robur	3	3	6	3	0,5
6. Acer pseudoplatanus	2	2	5	2	0,4
7. Larix decidua	1	1	4	0	0,0
8. Salix spec.	1	1	3	2	0,7
9. Pinus sylvestris	1	1	2	4	2,0
2. Baumschicht (B_2)					
1. Fagus sylvatica	3	3	5	5	1,0
2. Picea abies	4	4	4	18	4,5

Fortsetzung Tab. 9

	SPR	SPRor	SAM	SAS	BM
2. Baumschicht (B_2)(Fortsetzung)					
3. Acer pseudoplatanus	2	2	3	1	0,3
4. Sorbus aucuparia	2	2	3	2	0,7
5. Betula pendula	2	2	3	4	1,3
6. Crataegus monogyna	2	1	1	1	1,0
7. Quercus robur	1	1	3	1	0,3
8. Salix caprea	1	1	1	3	3,0
Strauchschicht (Str)					
1. Picea abies	7	7	10	29	2,9
2. Fagus sylvatica	4	4	7	17	2,4
3. Salix caprea	3	3	7	12	1,7
4. Salix aurita	2	2	3	9	3,0
5. Salix spec.	2	2	4	4	1,0
6. Betula pendula	2	2	3	4	1,3
7. Corylus avellana	2	2	3	5	1,7
8. Betula spec.	1	1	3	4	1,3
9. Quercus robur	1	1	2	4	2,0
10. Sorbus aucuparia	1	1	2	2	(1,0+)
11. Acer pseudoplatanus	1	1	1	3	3,0
12. Rubus idaeus	1	1	1	5	5,0
13. Crataegus monogyna	-	-	-	-	-
14. Cytisus scoparius	-	-	-	-	-
Krautschicht (Kr) - Holzgewächse					
3. Vaccinium myrtillus	21	21	49	88	1,8
5. Rubus idaeus	19	19	35	78	2,2
8. Picea abies	15	15	26	42	1,6
11. Sorbus aucuparia	12	12	14	52	3,7
17. Calluna vulgaris	8	8	15	31	2,1
23. Vaccinium vitis-idaea	6	6	11	19	1,7
26. Fagus sylvatica	6	6	9	26	2,9
36. Cytisus scoparius	4	4	6	4	0,7
39. Salix caprea	4	4	6	19	3,2

Fortsetzung Tab. 9

	SPR	SPRor	SAM	SAS	BM
Krautschicht (Kr) - Holzgewächse (Fortsetzung)					
40. Betula pendula	3	3	5	9	1,8
42. Salix aurita	4	4	4	19	4,8
64. Rubus fruticosus°	2	2	4	3	0,8
66. Salix spec.	2	2	4	4	1,0
70. Fraxinus excelsior	2	2	3	8	2,7
72. Erica tetralix	2	2	2	1	0,5
77. Crataegus monogyna	2	1	1	5	5,0
78. Quercus petraea+	2	2	2	6	3,0
91. Vaccinium uliginosum	1	1	2	1	0,5
98. Betula spec.	1	1	1	0	0,0
108. Crataegus spec.	1	1	1	2	2,0
125. Querus robur	1	1	1	5	5,0
126. Acer pseudoplatanus	1	1	1	1	1,0
Krautschicht (Kr) - übrige					
1. Avenella flexuosa	26	26	80	113	1,4
2. Galium mollugo+	23	23	54	0	0,0
4. Dryopteris carthusiana+	20	17	25	12	0,5
6. Agrostis tenuis	17	17	59	34	0,6
7. Molinia caerulea+	16	16	33	6	0,2
9. Potentilla erecta	14	14	24	5	0,2
10. Agrostis gigantea+	12	12	21	21	1,0
12. Juncus effusus	11	11	18	4	0,2
13. Holcus lanatus	10	10	14	24	1,7
14. Luzula campestris ssp. multiflora	10	10	12	14	1,2
15. Stellaria graminea	8	8	12	1	0,1
16. Rumex acetosa	9	9	9	12	1,3
18. Holcus mollis	8	8	13	18	1,4
19. Luzula luzuloides	8	8	12	11	0,9
20. Hieracium spec.	7	7	9	2	0,2
21. Digitalis purpurea	8	8	8	4	0,5
22. Galeopsis tetrahit+	6	7	8	4	0,5

Fortsetzung Tab. 9

	SPR	SPRor	SAM	SAS	BM
Krautschicht (Kr) - übrige (Fortsetzung)					
24. Carex leporina	6	6	9	14	1,6
25. Dactylis glomerata+	6	6	8	1	0,1
27. Campanula rotundifolia	5	6	7	3	0,4
28. Deschampsia cespitosa+	6	6	9	7	0,8
29. Polygala vulgaris	6	6	6	0	0,0
30. Arrhenaterum elatius	5	5	10	6	0,6
31. Ranunculus repens	5	5	9	1	0,1
32. Jancus squarrosus	5	5	8	0	0,0
33. Senecio fuchsii+	4	4	7	2	0,3
34. Melmapyrum pratense	4	4	5	4	0,8
35. Trifolium repens	4	4	7	5	0,7
37. Mentha spec.	3	3	6	10	1,7
38. Poa annua+	4	4	6	0	(0,0+)
41. Carex pallescens	4	3	4	10	2,5
43. Epilobium angustifolium	3	3	4	4	1,0
44. Calamagrostis arundinacea	4	4	4	0	0,0
45. Sanguisorba officinalis	4	2	2	1	0,5
46. Calamagrostis epigejos	3	3	6	4	0,7
47. Urtica dioica	3	3	6	0	0,0
48. Plantago lanceolata	3	3	6	0	(0,0+)
49. Senecio nemorensis+	3	3	5	3	0,6
50. Danthonia decumbens	3	3	5	10	2,0
51. Heracleum sphondylium	3	2	4	0	0,0
52. Oxalis acetosella	3	3	4	0	(0,0+)
53. Agrostis canina+	3	3	4	1	0,3
54. Cirsium palustre	3	3	4	1	0,3
55. Briza media	3	3	4	0	(0,0+)
56. Festuca pratensis	3	3	4	0	(0,0+)
57. Vicia cracca+	3	3	3	1	0,3
58. Dactylis polygama+	3	3	3	3	1,0
59. Leucanthemum vulgare+	3	2	2	0	(0,0?)
60. Stellaria media+	2	2	10	0	0,0

Fortsetzung Tab. 9

	SPR	SPRor	SAM	SAS	BM
Krautschicht (Kr) - übrige (Fortsetzung)					
61. Meum athamanticum	2	2	5	10	2,0
62. Senecio sylvaticus	2	2	5	0	0,0
63. Phleum pratense+	2	2	4	0	(0,0+)
65. Pteridium aquilinum	2	2	4	0	0,0
67. Alopecurus pratensis+	2	1	3	0	(0,0+)
68. Epilobium hirsutum	2	2	3	4	1,3
69. Teucrium scorodonia	2	2	3	3	1,0
71. Trisetum flavescens+	2	2	3	3	1,0
73. Veronica officinalis	2	2	2	1	0,5
74. Achillea millefolium ssp. millefolium	1	1	1	0	(0,0+)
75. Vicia sepium	2	1	1	0	(0,0+)
76. Plantago media	1	1	1	0	(0,0+)
79. Knautia dipsacifolia	1	1	1	0	(0,0+)
80. Filipendula ulmaria	1	1	5	0	(0,0?)
81. Plantago major ssp. major	1	1	3	0	(0,0?)
82. Polygonum bistorta	1	1	3	0	(0,0?)
83. Phalaris arundinacea	1	1	3	0	(0,0?)
84. Taraxacum spec.	1	1	2	0	0,0
85. Compositae	1	1	2	0	0,0
86. Valeriana officinalis°	1	1	2	0	(0,0?)
87. Hypericum pulchrum	1	1	2	0	(0,0?)
88. Ranunculus nemorosus+	1	1	2	1	0,5
89. Juncus acutiflorus	1	1	2	0	0,0
90. Galium uliginosum	1	1	2	0	0,0
92. Tussilago farfara	1	1	2	0	0,0
93. Pimpinella saxifraga	1	1	2	0	0,0
94. Lupinus polyphyllus	1	1	2	0	0,0
95. Milium effusum	1	1	2	3	1,5
96. Trifolium pratense	1	1	1	4	4,0
97. Cirsium vulgare	1	1	1	0	0,0
99. Centaurea jacea	2	2	2	0	(0,0+)

Fortsetzung Tab. 9

	SPR	SPRor	SAM	SAS	BM
Krautschicht (Kr) - übrige (Fortsetzung)					
100. Lathyrus pratensis	1	1	1	0	(0,0+)
101. Lolium perenne	1	1	1	0	(0,0+)
102. Myosotis spec.	1	1	1	0	(0,0+)
103. Rumex spec.	1	1	1	0	(0,0+)
104. Umbelliferae	1	1	1	0	0,0
105. Thymus spec.	1	1	1	0	(0,0?)
106. Avena sativa	1	1	1	0	0,0
107. Blechnum spicant	1	1	1	0	(0,0?)
109. Veronica chamaedrys^{o}	1	1	1	0	(0,0+)
110. Lotus uliginosus	1	1	1	0	(0,0+)
111. Capsella bursa-pastoris	1	1	1	0	(0,0+)
112. Angelica sylvestris	1	1	1	0	(0,0+)
113. Lychnis flos-cucculi	1	1	1	0	(0,0+)
114. Scutellaria galericulata	1	1	1	0	(0,0+)
115. Globularia elongata	1	1	1	0	(0,0+)
116. Vicia villosa	1	1	1	1	1,0
117. Achillea ptarmica^{+}	1	1	1	1	1,0
118. Lotus corniculatus^{o}	1	1	1	0	(0,0+)
119. Hypericum perforatum	1	1	1	0	(0,0?)
120. Senecio paludosus	1	1	1	0	(0,0?)
121. Silene dioica	1	1	1	0	(0,0?)
122. Betonica officinalis	1	1	1	0	(0,0?)
123. Senecio spec.	1	1	1	0	(0,0?)
124. Bellis perennis	1	1	1	0	(0,0+)
127. Galium spec.	1	1	1	0	0,0
128. Galeopsis speciosa	1	1	1	0	(0,0?)
129. Centaurea scabiosa	1	1	1	1	1,0
130. Leontodon spec.	1	1	1	0	(0,0?)
131. Luzula sylvatica ssp. sylvatica	1	1	1	0	(0,0?)
132. Stellaria palustris	1	0	0	0	(0,0+)
133. Rorippa sylvestris^{+}	1	0	0	0	(0,0+)
134. Agropyron repens	1	0	0	0	0,0

Fortsetzung Tab. 9

	SPR	SPRor	SAM	SAS	BM
Krautschicht (Kr) - übrige (Fortsetzung)					
135. Brassica napus	1	0	0	0	(0,0+)
136. Viola tricolor^{+}	1	0	0	0	(0,0+)
137. Epilobium montanum	-	-	-	-	-
138. Cirsium arvense	-	-	-	-	-
139. Matricaria discoidea	-	-	-	-	-
140. Prunella vulgaris	-	-	-	-	-
141. Lamium purpureum	-	-	-	-	-
142. Juncus tenuis	-	-	-	-	-
143. Tanacetum vulgare	-	-	-	-	-

Zur Überprüfung der Abhängigkeit der relativen Beäsungsintensität der Pflanzenarten von ihrer Stetigkeit werden die Korrelationen zwischen der jeweiligen Zahl der Probeflächen, auf denen eine Art vorkommt (Aufnahmen, in denen die Art mit der Artmächtigkeit "r" vertreten ist, bleiben unberücksichtigt) als Maß für die Stetigkeit und den jeweiligen BM-Werten ermittelt. Für die Berechnungen werden die einzelnen Pflanzenarten zu Gruppen zusammengefaßt, deren Merkmal jeweils die Zugehörigkeit zu einer Schicht und bzw. oder derselben Lebensform ist. Als weiteres Kriterium dient die Zahl der Probeflächen, auf denen die bei der Berechung jeweils berücksichtigten Arten mindestens vorkommen müssen. Die Festsetzung dieser "Mindeststetigkeiten" orientiert sich an den in den einzelnen Gruppen insgesamt vorhandenen Arten. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

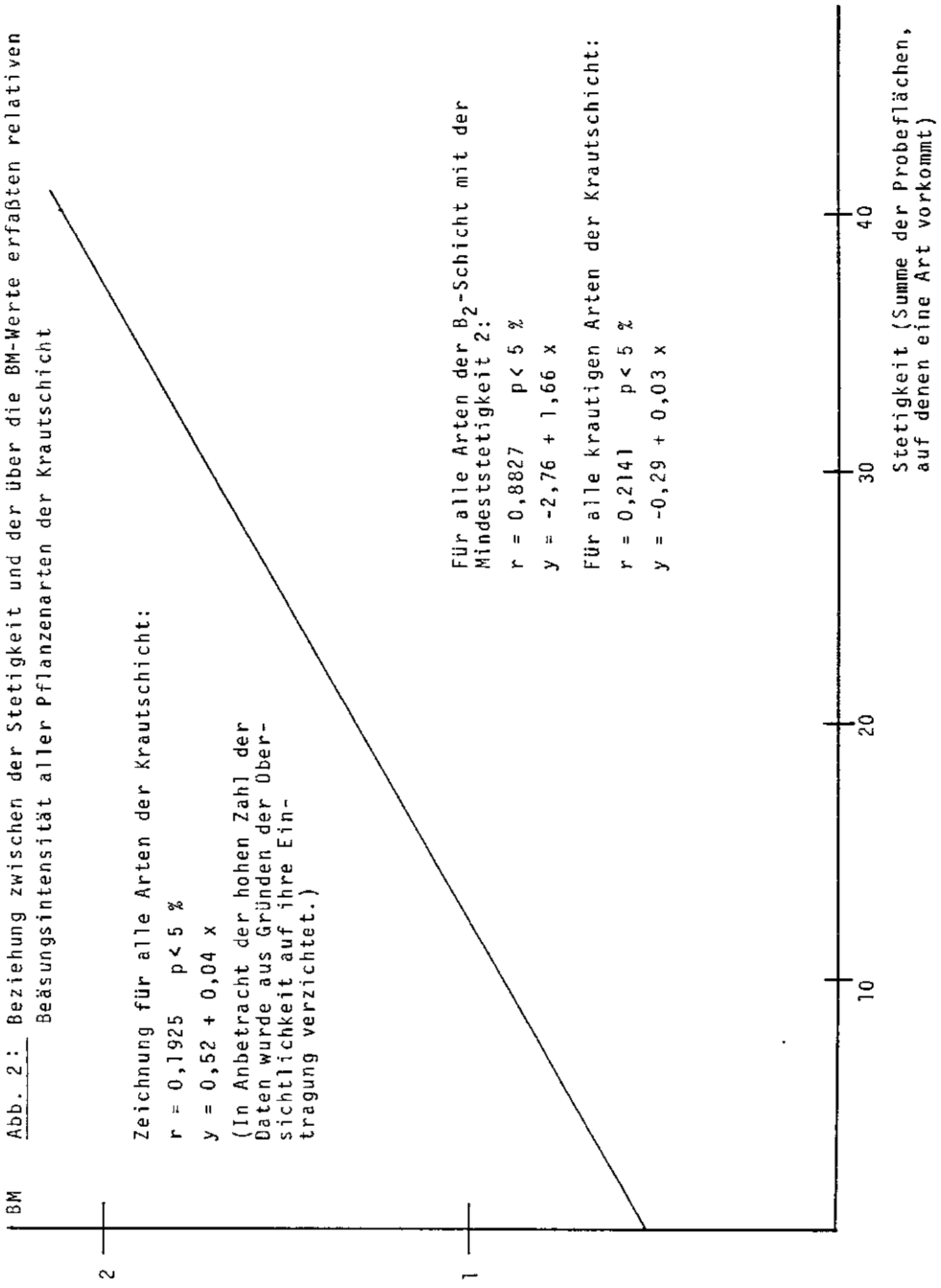
Tab. 10: Ermittelte Korrelationskoeffizienten zur Überprüfung des Zusammenhanges zwischen Stetigkeit und Beliebtheitsmaß (BM) der Pflanzenarten des Untersuchungsgebietes

Mindeststetigkeit	2	3	4	5	8	10	alle
1. Baumschicht (B_1)	-	0,6089	0,7212	-	-	-	0,3437
2. Baumschicht (B_2)	0,8827	-	-	-	-	-	0,5151
Strauchschicht (Str)	0,5738	-	-	-	-	-	0,0947
Krautschicht (Kr)	-	-	-	0,1272	-	0,1123	0,1925
Krautschicht (Kr) Holzgewächse	-	0,1766	-	-	0,3566	-	0,0250
Krautschicht (Kr) übrige	-	-	-	0,0883	-	0,1700	0,2316

Die berechneten Korrelationskoeffizienten sind jeweils nur in eine Spalte eingetragen. Nicht durchgeführte Rechnungen sind durch einen Strich "-" markiert. Signifikante Korrelationen zwischen der Stetigkeit und dem Beliebheitsmaß der Arten bestehen für die Arten der B_2-Schicht, die in mindestens 2 Vegetationsaufnahmen vertreten sind,sowie allenkrautigen Arten und sämtlichen Arten der Krautschicht (s. Abb. 2). Nach den angegebenen Signifikanzschwellen (SACHS 1979) beträgt die Irrtumswahrscheinlichkeit jeweils 5 %.

Die zwischen Stetigkeit und Beliebtheitsmaß der in der Krautschicht vertretenen Arten gefundenen Korrelationen unterstreichen die entscheidende Bedeutung der Krautschicht für die Nahrungswahl der Rothirsche. Der Weg, über den die untersuchte Rothirschpopulation ihre elementaren Lebensansprüche bei der Nahrungswahl realisiert, berücksichtigt in hohem Maße das vorhandene Ressourcenspektrum. Dies unterstreicht die hohe ökologische Valenz des Rothirsches im Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens, darf aber nicht als fehlende Selektivität bei der Nahrungswahl interpretiert werden! Soweit sich die Nahrungswahl am Angebot orientiert, kann das Beliebtheitsmaß nicht einfach als Maß für die Schmackhaftigkeit der Futterpflanzen gedeutet werden. Der Nährstoffgehalt läßt

Abb. 2: Beziehung zwischen der Stetigkeit und der über die BM-Werte erfaßten relativen Beäsungsintensität aller Pflanzenarten der Krautschicht



sich aus dem Beliebtheitsmaß nicht ableiten. Er kann nur durch entsprechende Analysen bestimmt werden.

Abschließend sind für die einzelnen Schichten jeweils die 5 Arten mit den höchsten relativen Beäsungsintensitäten nach dem Kriterium fallender BM-Werte aufgeführt. Bei gleichen BM-Werten wird die Reihenfolge durch die in den Grundlagenprotokollen festgehaltenen Informationen bestimmt:

1. Baumschicht (B_1)	2. Baumschicht (B_2)
9. Pinus sylvestris	2. Picea abies
4. Sorbus aucuparia	8. Salix caprea
3. Betula pendula	5. Betula pendula
8. Salix spec.	1. Fagus sylvatica
5. Quercus robur	4. Sorbus aucuparia

Strauchschicht (Str)	Krautschicht (Kr) - Holzgewächse
12. Rubus idaeus	125. Quercus robur
4. Salix aurita	77. Crataegus monogyna
10. Sorbus aucuparia	42. Salix aurita
11. Acer pseudoplatanus	11. Sorbus aucuparia
1. Picea abies	26. Fagus sylvatica

Krautschicht (Kr) - übrige

96. Trifolium pratense
41. Carex pallescens
61. Meum athamanticum
50. Danthonia decumbens
37. Mentha spec.

Die genannten Arten der B_1-Schicht liefern dem Rothirsch Wurzeln, Äste, Blätter, Knospen, neue Triebe sowie Samen und Früchte als Nahrung. Dabei ist das Angebot der einzelnen Arten unterschiedlich. Während bei der Stiel-Eiche (5, Quercus robur) das Interesse der Hirsche hauptsächlich den neuen Trieben und natürlich auch den Früchten gilt, resultiert der hohe Stellenwert der Wald-Kiefer (9, Pinus sylvestris) wesentlich aus der Beliebtheit der Rinde. Die Zweige der unter der Schneelast

regelmäßig abbrechenden Wipfeltriebe werden restlos geschält. Die Stämme sind dagegen durch die als tertiäres Abschlußgewebe gebildete Schuppenborke vor dem Schälen geschützt. Die Vorliebe des Rotwildes für die Kiefernrinde zeigt sich sowohl darin, daß die Zweige im Unterschied z.B. zu Fichtenzweigen wesentlich gründlicher, d.h. fast vollständig geschält werden als auch in den zum Erreichen der Kiefernwipfel zurückgelegten Wegen. Selbst in einer Entfernung von nur 20 m zu vielbefahrenen Straßen zusammengebrochene Kiefern werden von den Rothirschen auch bei hoher Schneelage aufgesucht. Bei abgebrochenen Fichten ist dies unter vergleichbaren Bedingungen nur der Fall, wenn sie mindestens 100 m von der Straße entfernt sind.

Das Angebot der B_2-Schicht entspricht wesentlich demjenigen der 1. Baumschicht.

Der Strauchschicht und den Holzpflanzen der Krautschicht kommt eine wesentliche Funktion als Winteräsung zu. Die hohe relative Beäsungsintensität der Fichte beruht wesentlich auf ihrer Funktion als Nahrung im Winter, wenn andere Nahrungspflanzen nicht erreichbar sind, sowie dem intensiven Abäsen der Maitriebe bei fehlendem Angebot geeigneter Frühjahrsäsung. Beide Nahrungsengpässe, die zu der intensiven Beäsung der Fichte führen, werden wesentlich durch den hohen Flächenanteil gleichaltriger Fichtenbestände bestimmt.

Für die krautigen Arten kann die gegebene Reihung in Anbetracht der nur für den Zeitraum der Vegetationsaufnahmen gültigen BM-Werte nur eine Momentaufnahme sein. In Anbetracht der häufig pauschalen Einstufung der Sauergräser als Nichtäsungspflanzen (z.B. v. RAESFELD 1974) wird ausdrücklich auf das hohe Beliebtheitsmaß der Bleichen Segge (41, Carex pallescens) aus der Familie der Cyperaceae verwiesen, das wesentlich durch das intensive Abäsen der ährigen Blütenstände bestimmt wird. Die pauschale Beurteilung höherer systematischer Einheiten im Hinblick auf ihre Funktion als Rotwildnahrung kann die sorgfältige Beobachtung im Detail nicht ersetzen.

4.0 Analyse der Wechselbeziehungen zwischen Verhalten und Vegetation am Beispiel einer Wildwiese

Am Beispiel einer Wildwiese (s. Abb. 3) werden die Wechselbeziehungen zwischen einer Pflanzengemeinschaft, definierten anthropogenen Einflüssen auf die Phytozönose und dem Verhalten des Rothirsches untersucht. Die Funktionen der einzelnen Verhaltenselemente des Rothirsches als Ökofaktoren für die Pflanzengemeinschaft werden wesentlich durch eine am Rand der Wiese stehende Winterfütterung (Heuraufe und Rübenmiete sowie Kraftfuttertröge) bestimmt. Je nach Jahreszeit, Schneelage, Versorgungsgrad der Fütterung und phänologischem Entwicklungszustand der Wildwiese ist die Fütterung aus der Sicht der Wildwiese als spezifische motivierende Randbedingung (vgl. TEMBROCK 1980) für die topologische Organisation des Verhaltens und die davon ausgehenden Einflüsse auf die Pflanzengemeinschaft von entscheidender Bedeutung. Die häufige Wiederholung bestimmter Verhaltenssequenzen verstärkt deren Funktion als Standortfaktoren für die Phytozönose und erleichtert so auch die Analyse. Die Wahl der Probefläche wurde wesentlich durch die Möglichkeit jahres- und tageszeitlich unabhängiger intensiver Beobachtung als entscheidender Voraussetzung zum detaillierten Studium der Wechselbeziehungen zwischen dem Rothirsch und der Pflanzengemeinschaft mitbestimmt.

Die anthropogenen Einflüsse auf die Wildwiese werden wesentlich durch das Ziel bestimmt, auf einer möglichst geringen Holzbodenfläche ein Maximum an qualitativ vollwertiger Äsung zu erzeugen. Im Unterschied zur überwiegenden Zahl der forstlich genutzten Flächen des Untersuchungsgebietes ist das Wirtschaftsziel nicht eine möglichst perfekte Monokultur sondern ein Mischbestand, eine Polykultur.

Die Wildwiese wurde jährlich mit Thomasmehl gedüngt und gemäht. Der 1981 ausnahmsweise späte Mähtermin Mitte August führte dazu, daß sie zur Zeit der Vegetationsaufnahmen vorübergehend nicht angenommen wurde, weshalb die Äsungszahl für die gesamte Fläche 0 beträgt. Neben den genannten Bewirtschaftungs-

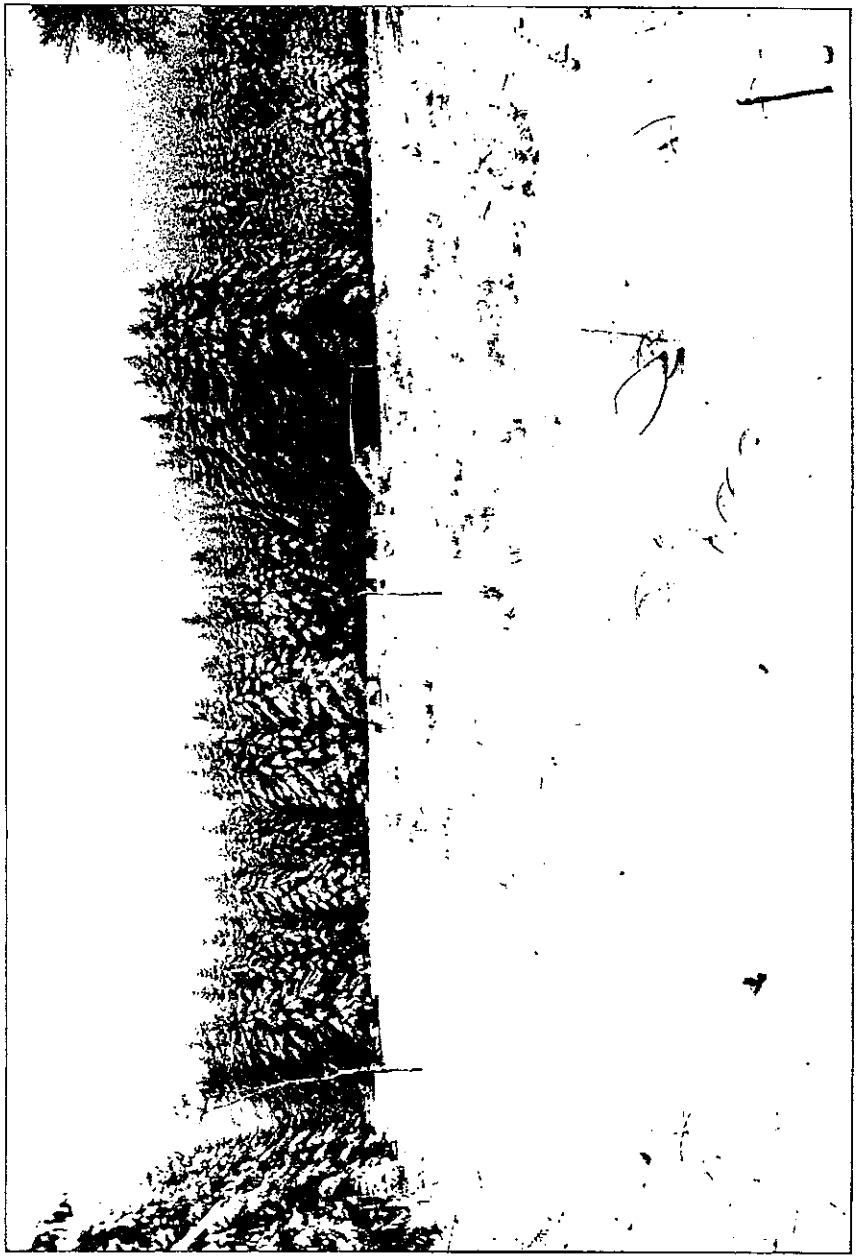


Abb. 3: Wildwiese - Obersicht. Die Aufnahmeroute verläuft zwischen den beiden Markierungen am Bildrand von der 6 m breiten Trograufe an der einzeln stehenden Kiefer und Fichte vorbei bis in den angrenzenden Fichtenbestand.

maßnahmen muß die jährliche Branntkalkdesinfektion im unmittelbaren Bereich der Fütterung erwähnt werden.

Die Funktionen der Verhaltensformen des Rotwildes als ökologische Faktoren auf die Pflanzengemeinschaft folgen aus den als determinierende Zielfunktionen des Verhaltens wirksamen Umweltansprüchen. Die Realisierung der Umweltansprüche über die Funktionskreise führt zu spezifischen Rahmenbedingungen für die Phytozönose, deren Grundzüge in Anlehnung an die Funktionskreise des Verhaltens besprochen werden.

Die aus der Lokomotion folgenden Auswirkungen auf die Vegetation lassen sich mit dem Schlagwort "Tritt" charakterisieren, womit gleichzeitig ein ganzer Komplex von Faktoren für die Pflanzen erfaßt wird (vgl. ELLENBERG 1982, WILMANNS 1978). Bei einem Lebendgewicht von 85 kg und einer Gesamtfläche der vier Trittsiegel von ca. 100 cm^2 beträgt der Druck, den ein ruhig stehendes Alttier (adultes weibliches Tier) auf den Boden bringt, etwa 0,85 kp/cm^2. Dies entspricht etwa der vierfachen Druckbelastung, die von einem ruhig stehenden Menschen (Masse: 100 kg, Schuhsohlenfläche: 500 cm^2) ausgeht. Die Einflüsse, die die Differenzierungen von Schalensohle bzw. Schuhsohle auf die Druckverteilung haben, sind in der Überschlagsrechnung nicht berücksichtigt worden. Der gegebene Wert soll nur als Anhalt zur Charakterisierung der Größenordnung dienen. Die aktuelle Druckbelastung wird außer durch die Bewegungsform des Tieres vor allem durch seine Fähigkeit bestimmt, die Schalen vor dem Aufsetzen auf den Boden in Abhängigkeit von der Tragfähigkeit des Substrates aktiv zu spreizen (WÖLFEL 1981).

Der direkte Einfluß des Trittes führt über eine insbesondere von den Schalenrändern ausgehende mechanische Schädigung von Sproß und Wurzel zu Wachstumsänderungen der betroffenen Pflanzen, die zu einer Änderung des Deckungsgrades führen können.

Die indirekten Einflüsse auf die Pflanzengemeinschaften resultieren aus der mit der Verdichtung des Bodens einhergehenden Reduzierung des für die Durchlüftung entscheidenden Volumens der Grobporen sowie des Porenvolumens insgesamt. Mit der daraus

folgenden verringerten Durchlüftung, sinkender Sauerstoffdiffusion und abnehmender Regenkapazität wird die Durchwurzelung flacher. Die Reaktionen der Pflanzen auf diese Faktoren unter dem in der Gemeinschaft herrschenden Konkurrenzdruck wirken sich über Wachstumsänderungen auf den Deckungsgrad aus. Eine Abnahme des Deckungsgrades führt zu einer höheren relativen Beleuchtungsstärke an der Bodenoberfläche, die sich auf die Bedingungen für die Keimung auswirkt. Insgesamt führt die Reaktion der Pflanzen auf die Trittbelastung zu einer Verschiebung des Artengefüges.

Die Funktionen des stoffwechselbedingten Verhaltens als Standortfaktoren für die Phytozönose resultieren neben der Nährstoffzufuhr über die Exkremente sowie einer im Vergleich zur Lokomotion geringeren Druckbelastung durch das Liegen und Sitzen während der Ruhephasen im wesentlichen aus den spezifischen Umweltansprüchen bei der Nahrungswahl, die über eine selektive Beäsung die Artenkombination in spezifischer Weise beeinflussen.

Die Mahd schränkt im Fall der untersuchten Wildwiese die möglichen Konsequenzen der Selektivität des Rotwildes auf die Artenkombination der Phytozönose wie z.B. eine Zunahme von Äsungsunkräutern (KLÖTZLI 1965) bei gleichzeitiger Abnahme beliebter Äsungspflanzen ein.

Die Standortfaktoren, die sich aus der Realisierung der protektiven Ansprüche, der Körperpflege sowie dem Sozialverhalten für die Pflanzengemeinschaften ergeben, entsprechen weitgehend denjenigen, die für die Lokomotion bereits beschrieben wurden. In den genannten Funktionskreisen liefern Änderungen in den Bewegungsabläufen die entscheidenden Faktoren für die Vegetation.

Auf eine ökologische Charakterisierung der übrigen Funktionskreise wird verzichtet, da ihnen im Rahmen der Fragestellung keine Wirkung als Standortfaktoren für die untersuchten Pflanzengemeinschaft zukommt.

Die als Untersuchungsfläche gewählte Wildwiese (s. Abb. 3) in NWW-Exposition auf einer Hochfläche (582 m NN) im Höfener

Wald mit einer Fläche von 40 x 50 m wurde entlang der beobachteten (24-stündige Daueransitze zu allen Jahreszeiten) Hauptanwechselrichtung des Rotwildes im Winter an die Fütterung unter Einbeziehung des als Ruhezone dienenden angrenzenden Fichtenbestandes in 9 Zonen eingeteilt.

Die an der Heuraufe (Trograufe) beginnende Zoneneinteilung orientierte sich dabei an den in den einzelnen Bereichen auf dem Weg zur Fütterung charakteristischen Verhaltensabläufen des Rotwildes. Als wichtige Fixpunkte für das Rotwild wurden eine auf der Wiese stehende einzelne Kiefer sowie eine ebenfalls einzeln stehende Fichte in die Aufnahmeroute einbezogen.

In den 9 pflanzensoziologischen Aufnahmen (zur Methodik s. PETRAK 1982 a), die einen Bereich von je einem Meter beiderseits des über den Boden gespannten Maßbandes erfaßten, konnte die Äsungszahl nicht berücksichtigt werden (s.o.!). Weitere Einzelheiten zu Wildwiese und Aufnahmeroute sind den Abbildungen zu entnehmen (s. Abb. 3 - 8).

Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt. Für die Arten sind jeweils Artmächtigkeit und Soziabilität angegeben. Nicht numerierte Pflanzenarten wurden nur hier gefunden und sind deshalb bei der Zusammenstellung der Flora des Untersuchungsgebietes (s. PETRAK 1982 a) nicht berücksichtigt worden.

Tab. 11: Detailstudie Wildwiese

Zone	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bereich der Zone (m)	1,2	6,0	15,0	22,0	41,0	56,0	58,0	60,5	100,0
Kr-Deckungsgrad in %	50	80	100	70	100	90	90	40	10
Artenzahl	5	13	20	14	17	16	8	3	2
Artenliste									
Krautschicht									
(1) Avenella flexuosa	-	-	-	-	-	-	3.2	2.2	1.2
(2) Galium mollugo+	-	-	-	-	-	-	2.2	3.2	-

Fortsetzung Tab. 11

Zone	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Krautschicht (Fortsetzung)									
(3) Vaccinium myrtillus	-	-	-	-	-	-	3.2	-	2.1
(6) Agrostis tenuis	-	2.2	3.2	1.2	1.1	2.2	4.1	-	-
(9) Potentilla erecta	-	-	2.1	-	1.1	2.1	3.2	-	-
(15) Stellaria graminea	-	-	3.3	-	2.3	2.1	-	-	-
(16) Rumex acetosa	-	-	3.1	1.1	4.1	1.1	-	-	-
(25) Dactylis glomerata+	-	1.1	3.1	1.1	4.1	1.1	-	-	-
(28) Deschampsia cespitosa+	-	-	-	-	-	-	3.2	-	-
(31) Ranunculus repens	1.2	2.2	2.1	1.2	2.1	1.1	-	-	-
(35) Trifolium repens	-	2.1	2.1	-	2.1	3.2	-	-	-
(38) Poa annua+	+.1	2.1	1.1	1.1	1.1	2.1	1.1	-	-
(48) Plantago lanceolata	-	2.1	3.2	1.1	4.1	3.2	-	-	-
(56) Festuca pratensis	-	-	2.1	1.1	3.1	1.2	-	-	-
(60) Stellaria media+	3.3	1.2	-	3.3	-	-	-	-	-
(62) Senecio sylvaticus	-	-	-	-	-	-	-	3.2	-
(71) Trisetum flavescens+	-	-	-	+.1	1.1	1.1	-	-	-
(74) Achillea millefolium ssp. millefolium	-	1.1	1.1	-	1.1	1.1	-	-	-
(76) Plantago media	-	3.1	2.1	2.1	2.1	1.2	-	-	-
(84) Taraxacum spec.	-	-	3.3	-	2.1	2.1	-	-	-
(97) Cirsium vulgare	3.2	3.2	2.2	4.4	2.2	-	-	-	-
(101) Lolium perenne	-	-	1.1	1.1	1.1	1.1	-	-	-

Fortsetzung Tab. 11

Zone	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Krautschicht (Fortsetzung)									
(111) Capsella bursa-pastoris	-	1.1	2.1	-	1.1	-	-	-	-
(124) Bellis perennis	-	-	r.1	-	-	1.1	-	-	-
Ausfallgetreide (v.a. Hordeum spec.)	2.2	1.2	-	-	-	-	-	-	-
Crepis biennis	-	-	+.1	+.1	-	-	-	-	-
Crepis capillaris	-	-	+.1	+.1	-	-	-	-	-
Matricaria chamimilla	-	1.1	1.1	-	-	-	-	-	-
Veronica spec.	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-
Faktorenzahl qualitativ									
Mittlere Lichtzahl	6,8	7,0	7,1	7,0	7,1	7,1	6,3	7,0	5,5
Mittlere Feuchtezahl	5,5	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	6,0	5,0	x
Mittlere Reaktionszahl	7,0	5,8	5,2	5,8	5,0	5,0	2,3	2,5	2,0
Mittlere Stickstoffzahl	8,0	5,8	5,2	5,6	5,4	5,2	3,7	5,5	3,0
Faktorenzahl quantitativ									
Mittlere Lichtzahl	6,9	7.4	7.0	7.1	7,3	7,0	6,2	7,1	5,3
Mittlere Feuchtezahl	5,0	5,1	5,1	4,9	5,2	5,1	6,2	5,0	x
Mittlere Reaktionszahl	7,0	4,9	4,8	6,4	5,4	4,4	2,4	2,6	2,0
Mittlere Stickstoffzahl	8,0	5,8	5,1	6,1	5,5	5,2	3,1	6,0	3,0

Zone 6 entspricht der in Vegetationsaufnahme Nr. 4 als typische Wildwiese vorgestellten Pflanzengemeinschaft, Zone 9 dem in Aufnahme 24 vorgestellten 41-60-jährigen Fichtenbestand und Zone 8 dessen Randzone (PETRAK 1982 a).

Die in der Mehrzahl der Fälle gute Übereinstimmung von qualitativen und quantitativen Faktorenzahlen dokumentiert ein hohes Maß an Anpassung der jeweiligen Pflanzengemeinschaft an die

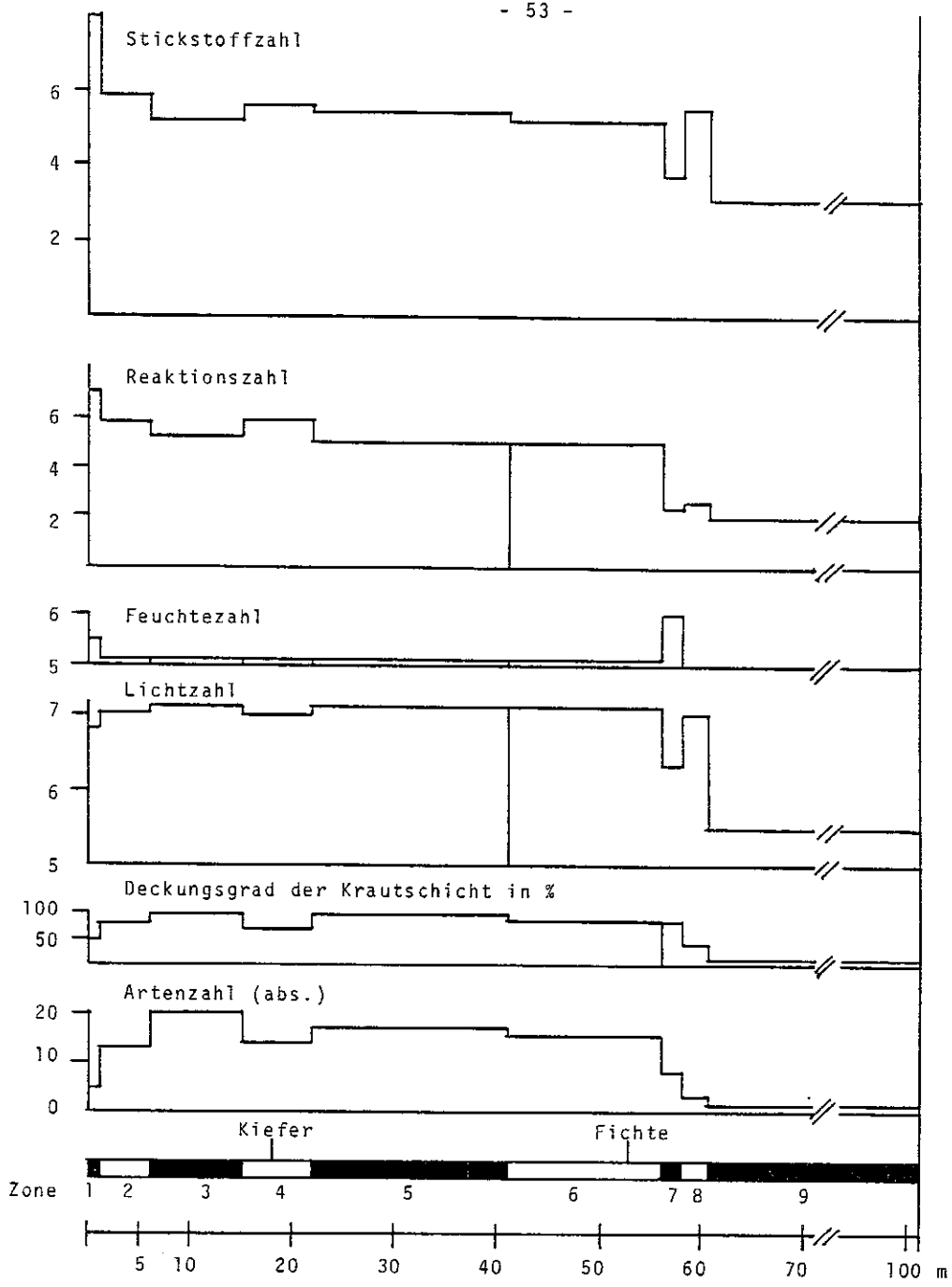


Abb. 4: Mittlere qualitative Faktorenzahlen (n. ELLENBERG 1979) in den einzelnen Zonen der Wildwiese (Erläuterungen s. Text!)

durch das Verhalten des Rotwildes geprägten ökologischen Bedingungen. Die vergleichsweise große Differenz zwischen den Reaktionszahlen in Zone 2 von fast einer Einheit resultiert aus der hohen Artmächtigkeit von (76) Plantago media mit dem Zeigerwert 8 und dem indifferenten Verhalten der meisten übrigen Arten gegenüber der Bodenreaktion. Vor der Interpretation der Wechselwirkungen zwischen den Pflanzengemeinschaften in den einzelnen Zonen und dem Verhalten des Rotwildes werden die gewählten Parameter in einer Grafik zusammengefaßt (Abb. 4).

Zone 1 umfaßt den Bereich der Fütterung (s. Abb. 5). Die für die Pflanzen entscheidenden Standortfaktoren resultieren überwiegend aus dem stoffwechselbedingten Verhalten und dem Sozialverhalten. Die von der Stoffabgabe ausgehende Nährstoffzufuhr zeigt sich in hohen Stickstoff- und Reaktionszahlen. Die sowohl während als auch nach Ende der Fütterungsperiode beobachtete Nutzung des überdachten Platzes vor der Raufe als Ruheplatz führt zur Anhäufung von Losung. Die Reaktionszahl wird wesentlich durch die jährliche Branntkalkdesinfektion bestimmt. Die nicht signifikant erniedrigte Lichtzahl kann als Ausdruck der Beschattung durch das Raufendach gedeutet werden. Das Artenspektrum wird in diesem Bereich wesentlich durch mit dem Heu eingeschleppte Arten (v.a. 97 Cirsium vulgare) bestimmt. Die aus dem Kraftfuttertrog gefallene und gekeimte Gerste zeigt, daß die selektive Beäsung die Artenzusammensetzung nicht allein beeinflußt.

Die wesentlichen Standortfaktoren für die Pflanzen resultieren aus der Lokomotion und dem Sozialverhalten und werden durch die damit einhergehende Trittbelastung geprägt. Das ruhige Heranziehen an die Fütterung und auch das Ruhen unter dem Raufendach verdichten den Boden weniger als die mit den häufigen Auseinandersetzungen an der Fütterung und dem folgenden schnellen Antraben oder Wegspringen der unterlegenen Individuen verbundene Trittbelastung.

Zone 2 umfaßt den unmittelbaren Wartebereich zur Raufe, in dem die schwächeren Tiere vor dieser warten und dabei gelegentlich von den in diesen Bereich ausgelegten Rüben (spezifische, moti-

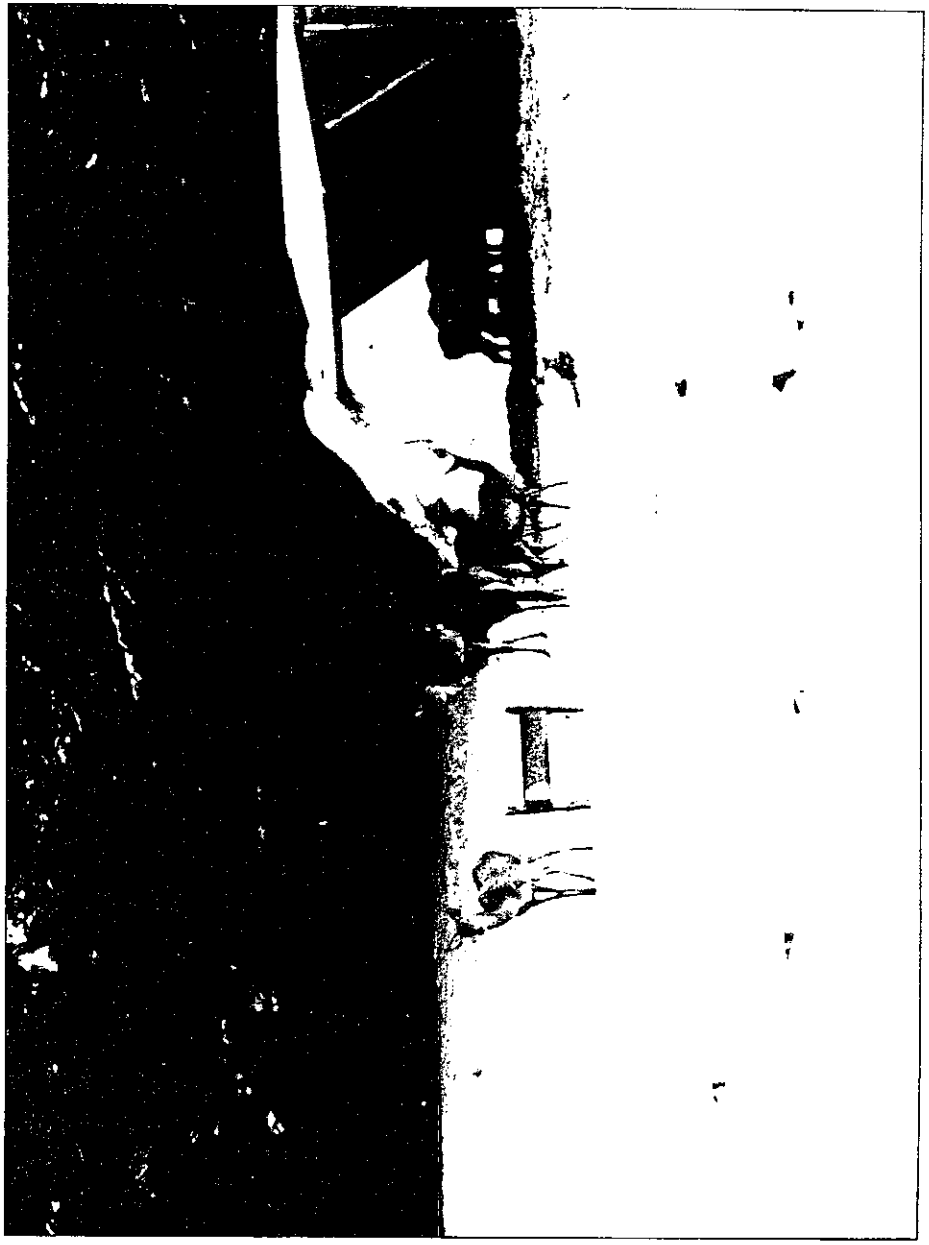


Abb. 5: Rotwild an der Trograufe (Zone 1). Die Individuen davor stehen im unmittelbaren Wartebereich zur Raufe (Zone 2). Die Frequentierung des einzeln stehenden Troges ist gering.

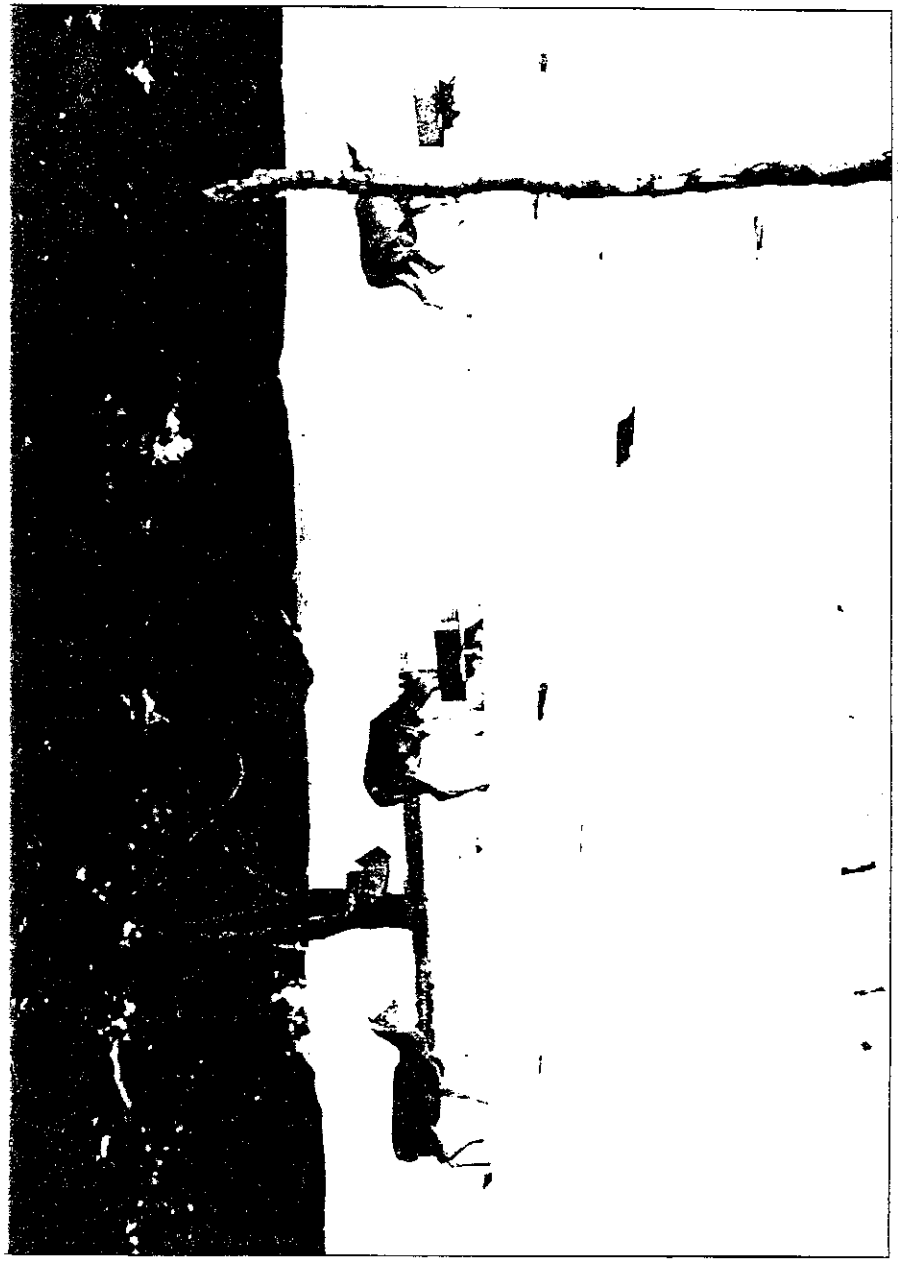


Abb. 6: Alttier und Kalb befinden sich in Zone 4, der Schmalspießer hat auf dem Weg zur Heuraufe bereits Zone 3 erreicht. Nach der Entleerung des Troges unter der Kiefer werden auch die einzeln stehenden Tröge angenommen. Die Rothirsche äsen nur kurz aus ihnen.

vierende Randbedingung) fressen. In dieser Zone sind Auseinandersetzungen, die vom Drohen mit dem Geweih und heftigem Scheinkampf bei den Hirschen bis zum Schalenkampf weiblicher Stücke reichen und häufig mit der Flucht des Unterlegenen enden, am häufigsten. Die damit verbundene Trittbelastung spiegelt sich auch im Deckungsgrad der Krautschicht wider. Dabei muß berücksichtigt werden, daß sich in diesem Bereich die Trittbelastung auf eine entsprechend der gestiegenen Distanz zur Raufe größer gewordene Fläche verteilt. Dadurch werden ihre Auswirkungen gemildert. Hohe Nährstoffzufuhr und die Randwirkungen der Branntkalkdesinfektion werden in noch hohen Stickstoff- und Reaktionszahlen deutlich.

Zone 3 charakterisiert den Bereich, in dem sich die von der Fütterung ausgehenden Einflüsse (97, Cirsium vulgare) und die in der Bewirtschaftung der Wildwiese begründeten Faktoren überschneiden. Mit relativ abnehmender Konzentration des Rotwildes sinkt die damit verbundene Nährstoffzufuhr, was sich deutlich an der Abnahme der Stickstoffzahl zeigt. Von der Branntkalkdesinfektion wird dieser Bereich nicht erfaßt. Artenzahl und Dekkungsgrad erreichen in dieser Zone ein Maximum, die in der schneefreien Periode zu den bevorzugt beästen Teilflächen gehört. Die Trittbelastung geht in diesem Bereich nur von der Lokomotion aus. Soziale Auseinandersetzungen und damit einhergehenden Belastungen für Pflanzen und Boden sind vergleichsweise selten und verlieren damit ihren dominierenden Einfluß auf die Pflanzengemeinschaft.

Zone 4 umfaßt den Bereich um die einzeln stehende Kiefer, unter der ein Kraftfuttertrog steht (s. Abb. 6). In abgeschwächter Form ergeben sich dieselben Einflüsse auf die Vegetation wie in den Zonen 1 und 2. Angestiegene Stickstoff- und Reaktionszahlen dokumentieren die hohe Nährstoffzufuhr durch Stoffwechselendprodukte und Branntkalkdesinfektion für die Pflanzengemeinschaft. Die mit dem Heu eingeschleppten Disteln (97 Cirsium vulgare) erreichen einen Deckungsgrad von über

50 %. Arten mit geringeren Beliebtheitsmaßen überwiegen deutlich. Die im Vergleich zur Raufe geringere Frequentierung des Troges und die damit verbundene relativ geringere Zahl sozialer Auseinandersetzungen führen zu niedrigeren Trittbelastungen, so daß Artenzahl und Deckungsgrad zwar abnehmen, jedoch nicht so stark wie unmittelbar an der Raufe.

Die Zonen 5 und 6 entsprechen dem als "typische Wildwiese" anzusprechenden Bereich. Die Stickstoffzahl fällt zum Waldrand ab, was geringerer Beäsungsintensität und damit niedrigerer Verweildauer bei der Nahrungsaufnahme in Zone 6 entspricht. Geringfügig, nicht signifikant sinkende Artenzahl und eine Abnahme des Deckungsgrades um 10 % deuten auf eine erhöhte Belastung durch die Lokomotion im Bereich der einzelnen Fichte, welche wesentlich aus der Realisierung der protektiven Ansprüche folgt. Auf dem Weg vom Einstand zur Fütterung oder in die bei der Nahrungsaufnahme häufiger frequentierte Zone 5 dient die tiefbeastete Fichte als Deckung beim Zwischenhalt (s. Abb. 7). Dies führt zu einer Konzentrierung des Rotwildes in diesem Bereich. Dazu kommt eine erhöhte Trittbelastung durch die bei auftretenden Störungen ausgelöste Flucht in den Einstand, die oft mit scharfem Antraben bzw. Angaloppieren verbunden ist.

Zone 7 (s. Abb. 8) zeigt über ein verändertes Artenspektrum und drastisch gesunkene Stickstoff- und Reaktionszahlen die Grenze der Bewirtschaftung der im Bereich des Typischen Hainsimsen Buchenwaldes angelegten Wildwiese an. Der starke Anstieg der Feuchtezahl und die sinkende Lichtzahl spiegeln gleichermaßen die Wirkung des angrenzenden Fichtenbestandes als "Regenfänger" und die von ihm ausgehende Beschattung wieder.

Der Traufbereich des Fichtenbestandes ist bei hoher Schneelage und Sonne ein beliebter Ruheplatz. Die trotz der Rotwildkonzentration in diesem Bereich gleichbleibende Bodenbedeckung zeigt deutlich, daß die aus dem "Tritt" resultierenden Belastungen für Pflanze und Boden wesentlich durch die den jeweiligen Verhaltensformen zugrunde liegenden Motivationen be-

Abb. 7: Die tiefbeastete Fichte in Zone 6 dient als Deckung beim Zwischenhalt auf dem Weg zur Fütterung. Das Leittier hat sich aus der Deckung herausgewagt.

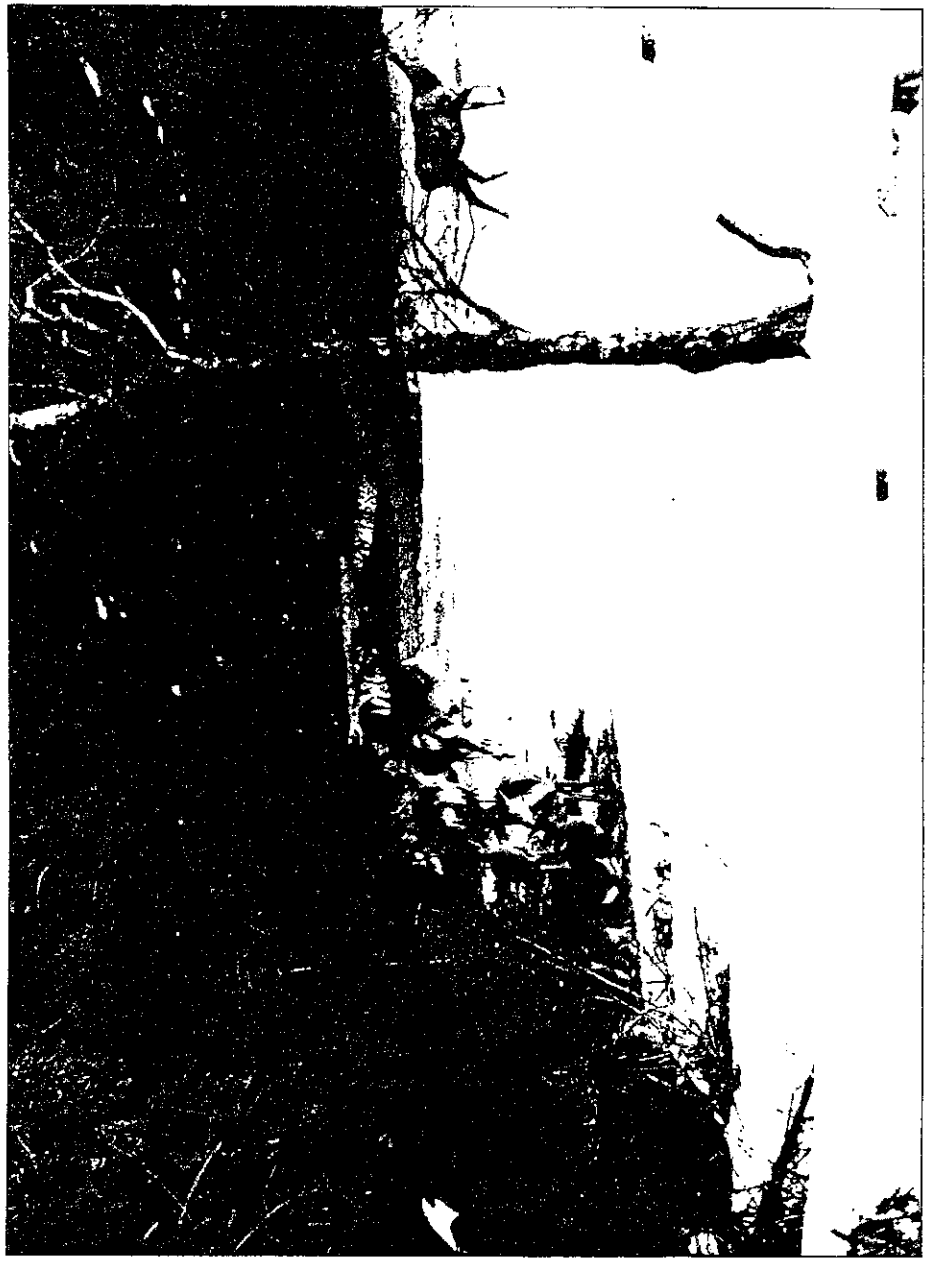


Abb. 8: Beim Sonnenbaden in Zone 7. Die Skispur (kein Wechsel) markiert etwa die Grenze zwischen den Zonen 6 und 7. Der Schmalspießer hat bereits Zone 6 erreicht.

stimmt werden. Ruhen und Wiederkauen sind auch für die Pflanzen mit einer wesentlich geringeren Belastung verbunden als soziale Auseinandersetzungen.

Zone 8 umfaßt den bei ungünstiger Witterung und stärkerer Beunruhigung vor dem Auswechseln auf die Wildwiese als Wartebereich genutzten Bereich im Waldrand. Diese Zone ist der wichtigste Fixpunkt zum Ruhen und Wiederkauen. Die Nährstoffzufuhr zeigt sich deutlich an einer starken Zunahme der Stickstoffzahlen und einer etwas geringeren der Reaktionszahlen. Abnahme von Artenzahl und Deckungsgrad reflektieren im wesentlichen die Abnahme der relativen Beleuchtungsstärke. (1) Avenella flexuosa wird intensiv beäst.

Zone 9 charakterisiert den angrenzenden Fichtenbestand, der bei hoher Schneelage dem Aktionsraum des Rotwildes entspricht. Die Funktion des Fichtenbestandes als Refugium zeigt sich auch in der intensiven Beäsung von (1) Avenella flexuosa und (3) Vaccinium myrtillus, die beide die Äsungszahl 4 erhalten. Entsprechend der niedrigen relativen Beleuchtungsstärke erreichen Bodenbedeckung und Artenzahl ein Minimum. Eine relativ schlechte Nährstoffversorgung zeigt sich in geringen Stickstoff- und Reaktionszahlen.

Während Artenzahl und Deckungsgrad in erster Linie die Auswirkungen der Lokomotion auf die Pflanzengemeinschaften in Abhängigkeit von den den Bewegungsformen zugrunde liegenden Motivationen widerspiegeln, reflektieren Stickstoff- und Reaktionszahlen hauptsächlich die Funktion der Stoffabgabe als Standortfaktoren für die Pflanzen und lassen so eher auf die relative Zahl und Aufenthaltsdauer des Rotwildes in bestimmten Zonen schließen. Diese wird besonders deutlich bei einem Vergleich der Werte für den unmittelbaren Bereich der Fütterung (Zone 1) und den wichtigsten Fixpunkten zum Ruhen und Wiederkauen (Zone 8) mit denjenigen der jeweils angrenzenden Zone. Feuchte- und Lichtzahlen lassen keinen Zusammenhang zum Verhalten des Rotwildes erkennen.

Die hohe Frequenz der in den einzelnen Zonen dominierenden Verhaltensabläufe verstärkt deren Funktion als Standortfaktoren für die Vegetation in einem solchen Ausmaß, daß die topologische Organisation des Rothirschverhaltens zu einer kleinflächig wechselnden Standortdifferenzierung führt, die ihren Ausdruck in der Phytozönose findet.

In Anbetracht seiner im Vergleich zum Rotwild geringen Anzahl kann der Einfluß des Rehwildes auf die Pflanzengemeinschaft im Rahmen der untersuchten Fragestellung vernachlässigt werden.

Das beschriebene ökologische Verhalten der Pflanzengemeinschaften gegenüber den im Verhalten der Rothirsche begründeten Standortfaktoren darf nicht als absolut angesehen werden, es existiert in dieser Form nur innerhalb der untersuchten Phytozönose. Aus der exemplarisch analysierten Koinzidenz zwischen Pflanzengemeinschaften und Verhalten darf nicht ohne weiteres in jedem Fall ein direkter Kausalzusammenhang postuliert werden. Die Zusammenhänge können durchaus indirekt sein. Dies schließt jedoch nicht aus, daß die grundsätzlichen funktionellen Zusammenhänge zwischen der Topologie des Verhaltens einer Tierart und der Vegetation auch in anderen Ökosystemen existieren (vgl. HEDIGER 1967).

5.0 Analysen zur Realisierung der spezifischen Umweltansprüche bei der Nahrungswahl

Die im folgenden definierten Meßgrößen zur Analyse der Dynamik in der Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche basieren auf den beobachteten, nach außen projizierten Ansprüchen der untersuchten Rothirschpopulationen an ihre Umwelt bei der Nahrungswahl, wie sie in der raum-zeitlichen Verteilung der Individuen bei der Nahrungsaufnahme sichtbar werden.

Als ökosystemeigenes vierdimensionales Bezugssystem zur Analyse der Gewährleistung der stoffwechselbedingten Ansprüche der Rothirschpopulation dienen das über die Phänologie gewonnene, systemeigene zeitliche Bezugssystem (s. 2.1) sowie das räumliche Bezugssystem, das in der realen Vegetation in ihrer vorwiegend anthropogen bedingten Differenziertheit begründet ist (s. 2.2). Aus der Komplexität des vorgegebenen Beziehungsgefüges, die die experimentelle Variation und das isolierte Studium jedes einzelnen biologisch wirksamen Faktors kaum zuläßt, folgt die Notwendigkeit zuverlässiger Kriterien für die in die Auswertung einbezogenen Daten, um so ein möglichst hohes Maß an Vergleichbarkeit hinsichtlich der in der Analyse berücksichtigten Faktoren zu erreichen. Daraus resultiert im vorliegenden Fall eine Reduzierung der insgesamt zur Nahrungswahl durchgeführten Beobachtungen um 60 %, so daß in die Auswertung insgesamt 1952 Beobachtungshäufigkeiten eingehen.

Berücksichtigt werden nur diejenigen Rothirsche, die eindeutig bei der Nahrungsaufnahme beobachtet wurden. Individuen, die mich beim Passieren einer Querschneise ansicherten und denen man allenfalls unterstellen könnte, daß sie vorher geäst haben, sind z.B. bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Da die Lokomotion überwiegend vom Nahrungserwerb motiviert ist, was sich häufig bereits in dem gelegentlichen Äsen während des Ziehens äußert und andererseits die Nahrungsaufnahme in der Regel mit Fortbewegung verbunden ist, kommt der sorgfältigen Differenzierung der entsprechenden Beobachtungen in Hinblick auf die Zuordnung zu einem der beiden Funktionskreise eine entscheidende Bedeutung zu.

Die Geschwindigkeit der Fortbewegung ist als Unterscheidungskriterium unbrauchbar, da sie bei der Nahrungsaufnahme wesentlich durch das Angebot der bevorzugt geästen Pflanzen in einer Pflanzengemeinschaft bestimmt wird.

Während auf größeren Flächen bereits die Rudelformation (Parallelformation bzw. Variationen derselben: Stoffwechselbedingtes Verhalten, Einerreihe: Lokomotion) (vgl. BÖTZLER 1972) bzw. bei Einzelindividuen die Art der Fortbewegung wesentliche Entscheidungskriterien liefern, wurde auf kleineren Äsungsflächen wie z.B. Schneisen vor allem auch die Zugrichtung berücksichtigt. Senkrechtes Oberqueren von Schneisen wurde auch bei 1-3-maligem Abrupfen von Pflanzen als Lokomotion gewertet. Dagegen liegt eindeutig Nahrungsaufnahme vor, wenn die Hirsche äsend in Richtung der Schneise ziehen oder diese immer wieder im Zickzackkurs äsend überqueren.

Sämtliche in der Auswertung berücksichtigten Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle (Tab. 12) entsprechend ihrer raum-zeitlichen Verteilung im Rahmen des vorgestellten ökosystemeigenen Bezugssystems zusammengefaßt.

Die ungleichmäßige Verteilung der Beobachtungen resultiert überwiegend aus den dem eigenen Verhalten im Gelände zugrunde liegenden Motivationen. Die Motivationslage des Beobachters ist für die Gewinnung der Beobachtungsdaten von entscheidender Bedeutung, soweit sie über sein Verhalten wie z.B. die Wahl der Fortbewegung (Fahrrad, schnelles Gehen, ruhiges Pirschen, Ansitz, Ski, Schneereifen) sowohl die eigenen Wahrnehmungsmöglichkeiten als auch die Erkennbarkeit durch das Rotwild bestimmt.

Aus der vergleichsweise zügigen Fortbewegung zu Beginn der Vegetationsperiode im Rahmen phänologischer Kartierungen und gezielter Standorterkundungen zur Nahrungswahl folgt eine vergleichsweise hohe Zahl von Beobachtungssituationen, in denen mich die Rothirsche zuerst bemerkten. Da diese Beobachtungen den aufgeführten Anforderungen an die in die Auswertung einbezogenen Daten nicht genügen, resultiert die vergleichsweise niedrige Zahl

der Beobachtungshäufigkeit in diesen Jahreszeiten letztlich auch aus der eigenen Fortbewegung. Mögliche Einflüsse aus der Verteilung der Beobachtungshäufigkeiten auf die Ergebnisse werden in den jeweiligen Analysen berücksichtigt.

Tab. 12: Raum-zeitliche Verteilung der bei der Nahrungsaufnahme beobachteten Rothirsche. Angegeben sind jeweils Beobachtungshäufigkeiten (Summen beobachteter Individuen). Zu den verwendeten Abkürzungen s. Tab. 3 (2.1.2.2) und 4 (2.2)

Pflanzengemeinschaft / Zeitraum	SG	FZ	WW	TaW	W	S	Fi1	Fi2	Fi3	Fi4	Fi5	Fi6	Bu	Ki	Ei	E-Bi	Bi	Beobachtungshäufigkeit / Jahreszeit
Winter	0	97	103	71	73	21	5	40	5	76	0	15	35	0	5	12	7	565
Vorfrühling	0	5	29	0	6	15	17	0	2	2	6	1	1	0	0	0	0	84
Erstfrühling	0	0	3	47	0	20	18	9	0	0	0	7	2	0	0	0	0	106
Vollfrühling	0	0	0	9	3	47	49	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
Frühling	0	5	32	56	9	82	84	16	2	2	6	8	3	0	0	0	0	305
Frühsommer	0	0	0	3	0	3	22	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
Hochsommer	0	0	0	0	2	16	0	14	0	0	0	0	2	1	0	0	0	35
Spätsommer	0	0	2	52	11	68	27	75	5	4	5	3	0	0	0	0	0	252
Sommer	0	0	2	55	13	87	49	112	5	4	5	3	2	1	0	0	0	338
Frühherbst	0	0	3	30	38	94	33	87	2	3	4	13	2	0	0	0	1	310
Vollherbst	5	0	8	41	26	113	46	94	0	1	3	11	5	0	0	0	0	353
Spätherbst	0	0	0	11	16	23	11	12	7	0	0	0	0	0	0	0	1	81
Herbst	5	0	11	82	80	230	90	193	9	4	7	24	7	0	0	0	2	744
Individuen / Pflanzengemeinschaft	5	102	148	264	175	420	228	361	21	86	18	50	47	1	5	12	9	1952

5.1 Vergleich von beobachteter und theoretischer raum-zeitlicher Verteilung der äsenden Rothirsche

Mit Hilfe eines Anpassungstestes, des verteilungsfreien Chi-Quadrat-Testes wird geprüft, ob die Verteilung des äsenden Rotwildes auf die einzelnen Pflanzengemeinschaften zu den verschiedenen Jahreszeiten bzw. während des ganzen Jahres mit der theoretischen übereinstimmt; d.h. es wird geprüft, ob für die raum-zeitliche Verteilung der bei der Nahrungsaufnahme beobachteten Rothirsche eine Gleichverteilung im Rahmen des Zufalls angenommen werden muß,oder ob echte Unterschiede in der Nutzung einzelner Pflanzengemeinschaften vorliegen.

Der Algorithmus zur Bestimmung des als Prüfgröße verwendeten Chi-Quadrat lautet:

$$x^2 = \frac{(B-E)^2}{E}$$

Darin bedeuten: B = Beobachtungswert, d.h. festgestellte Beobachtungshäufigkeit für eine Pflanzengemeinschaft

E = Erwartungswert

Als Erwartungswert gilt bei unterstellter völliger Gleichverteilung der Durchschnittswert aus der Gesamtzahl der bei der Nahrungsaufnahme in einem definierten Zeitraum beobachteten Individuen pro Gesamtfläche multipliziert mit der Fläche der jeweiligen Pflanzengemeinschaft.

Für die Berechnung werden Fi 1 (0-10-jährige Bestände) und Fi 2 (11-20-jährige Bestände) entsprechend der forstlichen Klasseneinteilung zusammengefaßt, da aufgrund der differenzierten Besitzverhältnisse im Untersuchungsgebiet (s. PETRAK 1982 a) eine exakte Aufteilung der für die Klasse I (0-20 Jahre) angegebenen Fläche auf die beiden Altersstufen Fi 1 und Fi 2 nicht möglich ist.

Bei 15 Freiheitsgraden betragen die x^2-Signifikanzschwellen für Irrtumswahrscheinlichkeiten von 5 %, 1 % und 0,01 % (SACHS 1979):

$$x^2_{15;0,05} = 25,00$$
$$x^2_{15;0,01} = 30,58$$
$$x^2_{15;0,001} = 37,70$$

Auf der Basis der in Tab. 12 angegebenen Daten werden für die angegebenen Zeiträume (s.a. 2.1.2.2) die folgenden Chi^2-Werte ermittelt:

Winter:	192879,71
Vorfrühling:	3149,48
Erstfrühling:	194,84
Vollfrühling:	670,13
Frühling:	1718,04
Frühsommer:	83,13
Hochsommer:	283,16
Spätsommer:	636,53
Sommer:	798,92
Frühherbst:	1052,45
Vollherbst:	1373,79
Spätherbst:	292,56
Herbst:	2603,96
Jahr:	56862,86

Sämtliche berechneten Chi^2-Werte sind wesentlich größer als die angegebenen Tabellenwerte, d.h. die Verteilung der bei der Nahrungsaufnahme beobachteten Rothirsche auf die einzelnen Pflanzengemeinschaften ist zu allen Jahreszeiten einschließlich des ganzen Jahres signifikant (Signifikanzniveau 0,01 %!) von einer Gleichverteilung im Rahmen des Zufalls unterschieden.

Dies bedeutet unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die raumzeitliche Verteilung der Individuen bei der Nahrungsaufnahme die Ansprüche der untersuchten Rothirschpopulation an ihre Umwelt bei der Nahrungswahl reflektiert, daß die Rothirsche die Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche nicht dem Zufall überlassen.

Dieses Ergebnis war zu erwarten. Eine auf Zufall beruhende Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche würde weder der hohen Organisation des Verhaltens der Spezies "als organismische(r) Steuerung und Regelung von Umweltbeziehungen auf der Grundlage eines Informationswechsels unter Einbau und Nutzung von Erfahrung" (TEMBROCK 1980) noch der in der funktionellen Anatomie des Verdauungssystems (HOFMANN etc. 1976) begründeten ökologischen Valenz bei der Nahrungswahl entsprechen.

5.2 Bestimmende Faktoren für den Stellenwert ausgewählter Pflanzengemeinschaften im Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens

Anhand der über die Vegetationsaufnahmen gewonnenen ökologischen Charakterisierung der einzelnen Pflanzengemeinschaften werden die Einflüsse von Gesamtfläche, Deckungsgrad der Krautschicht und der als Maß für die relative Beleuchtungsstärke in den Beständen gewählten quantitativen, flächenbezogenen Lichtzahl (L^+) (PETRAK 1982a) auf die Frequentierung der Pflanzengemeinschaften durch das Rotwild bestimmt.

Die Gegenüberstellung der über die Direktbeobachtung der äsenden Rothirsche ermittelten Frequentierung einzelner Pflanzengemeinschaften und der für diese aus den Vegetationsaufnahmen ermittelten quantitativen, flächenbezogenen Äsungszahl ($Ä^+$) (PETRAK 1982a) erlaubt einen Vergleich der über die beiden Methoden gewonnenen Aussagen.

Entsprechend dem über die Phänologie gewonnenen ökosystemeigenen zeitlichen Bezugssystem und dem in der realen Vegetation begründeten systemeigenen räumlichen Bezugssystem wird zur Charakterisierung der relativen stoffwechselbedingten Frequentierung einer Pflanzengemeinschaft (RSF) durch den Rothirsch als ausschließlich im beobachteten Verhalten der Rothirsche begründete Meßgröße der Prozentanteil der beobachteten äsenden Rothirsche bezogen auf den Erwartungswert eingeführt:

$$RSF = \frac{B}{E} \times 100$$

Darin bedeuten: B = Beobachtungswert
E = Erwartungswert

Beide Begriffe sind bereits erläutert (s. 5.1).

Der entscheidende Vorteil dieser Meßgröße liegt darin, daß in die Auswertung nur die den beschriebenen Kriterien (s. 5.0) genügenden Beobachtungen zur Nahrungsaufnahme berücksichtigt werden und die in ihren Auswirkungen auf die Datenerhebung kaum exakt zu erfassende Motivationslage des Beobachters nicht in die Definition eingeht, wie dies bei in der Wildbiologie häufig zu findenden Angaben wie z.B. Ansichten/Stunde (="Beobachtungseffizienz") der Fall ist. Die Summe der unter bestimmten Bedingungen pro Zeiteinheit gesehenen Rothirsche wird weniger durch das Verhalten der Rothirsche als durch die Absichten des Beobachters und seine danach gewählte Strategie im Gelände bestimmt.

Darin begründete Auswertungen reflektieren somit eher die über sein Verhalten in das System projizierte Motivationslage des Beobachters als das Verhalten der Rothirsche.

In der Analyse der Zusammenhänge zwischen Flächengröße, Deckungsgrad der Krautschicht, quantitativer, flächenbezogener Lichtzahl (L^+), quantitativer, flächenbezogener Äsungszahl ($Ä^+$) und der RSF werden nur diejenigen Pflanzengemeinschaften berücksichtigt, deren Gesamtfläche im Untersuchungsgebiet mindestens 1 km^2, d.h. mindestens 3,3 % der berücksichtigten Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes beträgt. Für Pflanzengemeinschaften geringerer Flächengröße läßt sich nicht sicher ausschließen, daß die beobachtete RSF wesentlich durch das eigene Verhalten bestimmt wird, da kleinere Flächen entweder wegen der Größe des Gesamtgebietes kaum regelmäßig aufgesucht wurden wie z.B. Lärchenforste oder aber ständig kontrolliert wurden wie z.B. Schneisen. Daraus resultieren erhebliche Unterschiede in den Beobachtungswahrscheinlichkeiten.

Entsprechend dem in den Vegetationsaufnahmen berücksichtigten Zeitraum vom Frühsommer bis in den Spätsommer (vgl. PETRAK 1982 a) werden die über die Vegetationsaufnahme gewonnenen ökologischen

Parameter der einzelnen Pflanzengemeinschaft mit der RSF durch das Rotwild für den Sommer verglichen. Eine Prüfung der Zusammenhänge für das ganze Jahr erlaubt die Eingrenzung des Zeitraumes, in dem sich die raum-zeitliche Verteilung der Rothirsche bei der Nahrungsaufnahme in den im Sommer durchgeführten Vegetationsaufnahmen widerspiegelt.

Die in die Analyse eingehenden Meßgrößen sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt. Dazu sind die Werte für die RSF auf der Basis der in Tabelle 12 (5.0) angegebenen Daten ermittelt worden. Die Charakterisierung der Pflanzengemeinschaften erfolgt auf der Grundlage der in Tab. 4 (2.2) angegebenen Vegetationsaufnahmen. Als Deckungsgrad, quantitative, flächenbezogene Lichtzahl (L^+) und quantitative, flächenbezogene Äsungszahl ($Ä^+$) sind in der Regel die Mittelwerte aus den einzelnen Vegetationsaufnahmen angegeben. Lediglich Probeflächen, die zur Zeit der Vegetationsaufnahmen vom Rotwild wegen außerhalb der Pflanzengemeinschaft liegender Ursachen nicht angenommen wurden (z.B. Aufn. 11 und 12) (PETRAK 1982 a) wurden bei der Berechnung von $Ä^+$ nicht berücksichtigt. Die quantitative, flächenbezogene Lichtzahl (L^+) und analog die quantitative, flächenbezogene Äsungszahl ($Ä^+$) sind definiert als Produkt aus mittleren, quantitativen Faktorenzahlen und relativem Deckungsgrad der Krautschicht (PETRAK 1982a).

Tab. 13: Wertetabelle zur Ermittlung der Beziehungen zwischen den über Vegetationsaufnahmen gewonnenen ökologischen Kenndaten ausgewählter Pflanzengemeinschaften und ihrer relativen stoffwechselbedingten Frequentierung (RSF) durch den Rothirsch. (Abkürzungen s. Tab. 3 und 4)

Pflanzengemeinschaft bzw. Standort	Fläche km^2	Kr-Deckungsgrad	L^+	$Ä^+$	R S F Winter	R S F Frühling	R S F Sommer	R S F Herbst	R S F J
W	1,000	1,00	7,2	2,4	394,59	90,00	117,12	329,22	2
TaW	5,000	1,00	7,2	2,4	76,76	112,00	99,10	67,49	
Fi 1+2	9,496	0,94	6,4	2,0	25,61	105,26	152,75	122,62	
Fi 3	3,965	0,35	0,9	0,2	6,81	5,04	11,36	9,35	
Fi 4	4,465	0,25	1,6	0,6	92,01	4,47	8,06	3,96	
Fi 5	1,276	0,27	1,6	0,8	0,00	46,88	35,21	22,58	
Fi 6	1,590	0,65	4,0	1,5	51,02	6,29	5,68	75,13	
Bu	1,410	0,44	2,5	1,0	134,10	21,28	12,74	20,41	

5.2.1 Prüfung des Einflusses der Gesamtfläche einer Pflanzengemeimschaft auf ihre relative stoffwechselbedingte Frequentierung (RSF) durch das Rotwild

Zur Prüfung des Zusammenhanges werden anhand der in Tab. 13 angegebenen Werte für die angegebenen Zeiträume folgende Korrelationskoeffizienten bestimmt:

r_{Winter} : 0,3941

$r_{Frühling}$: 0,4329

r_{Sommer} : 0,5541

r_{Herbst} : 0,1058

r_{Jahr} : 0,0993

Für den vorliegenden Stichprobenumfang von 8 Wertepaaren betragen die angegebenen Signifikanzschwellen für den Korrelationskoeffizienten bei 5 %, 1 % und 0,1 % Irrtumswahrscheinlichkeit (SACHS 1979):

$r_{6;0,05}$: 0,7067 $r_{6;0,01}$: 0,8343 $r_{6;0,001}$: 0,9249

Weder für das ganze Jahr noch für eine der angegebenen Jahreszeiten liegt eine signifikante Bevorzugung einzelner Pflanzengemeinschaften in Abhängigkeit von ihrer Gesamtfläche vor.

In Verbindung mit Kap. 5.1 wird deutlich, daß die raum-zeitliche Verteilung der Individuen bei der Nahrungswahl nicht die im Ökosystem vorgegebenen Rahmenbedingungen einfach reflektiert sondern letztlich die über die Raumorientierung in die Umwelt projizierte und mit dieser abgestimmte innere Raumordnung (TEMBROCK 1980) der Rothirschpopulation im Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens spiegelt.

Eine bloße Reflexion der Umwelt in der raum-zeitlichen Verteilung der äsenden Rothirsche könnte in Anbetracht des hohen Anteils 20-40-jähriger, äsungsarmer bis äsungsfreier Fichtenbestände kaum die Realisierung der stoffwechselbedingten Umweltansprüche der Rothirsche gewährleisten.

5.2.2 Der Einfluß des Deckungsgrades der Krautschicht auf die relative stoffwechselbedingte Frequentierung (RSF) der Pflanzengemeinschaften durch das Rotwild

Die für die einzelnen Jahreszeiten einschließlich des ganzen Jahres anhand der gegebenen Wertepaare bestimmten Korrelationskoeffizienten lauten:

r_{Winter} : 0,4564

$r_{Frühling}$: 0,8388

r_{Sommer} : 0,8438

r_{Herbst} : 0,7305

r_{Jahr} : 0,7125

Der Vergleich mit den angegebenen Literaturwerten (s.o) zeigt, daß für die gesamte Vegetationsperiode vom Frühling bis in den Herbst einschließlich gesicherte Korrelationen zwischen dem Deckungsgrad der Krautschicht und der RSF durch das Rotwild bestehen (s. Abb. 9). Für den Winter ist in Anbetracht der hohen Zahl der Tage mit Schneedecke (s.a. 2.1), die die Zugänglichkeit der Krautschicht für die Rothirsche wesentlich einschränkt, ein derartiger Zusammenhang nicht zu erwarten.

In der Vegetationsperiode steigt mit steigendem Deckungsgrad der Krautschicht die RSF der jeweiligen Pflanzengemeinschaften durch das Rotwild an.

Aus der Sicht der Rothirsche bedeutet dies eine Optimierung des Energie- und Stoffwechsels. Auf vergleichsweise kleinen Flächen mit hohem Nahrungsangebot können die stoffwechselbedingten Ansprüche mit einem Minimum an Energieeinsatz (Lokomotion!) realisiert werden.

Gleichzeitig wird durch die Abnahme der RSF der Pflanzengemeinschaften bei sinkendem Deckungsgrad der Krautschicht eine Übernutzung derselben vermieden.

Diese wechselseitige Optimierung zwischen Rothirschpopulation

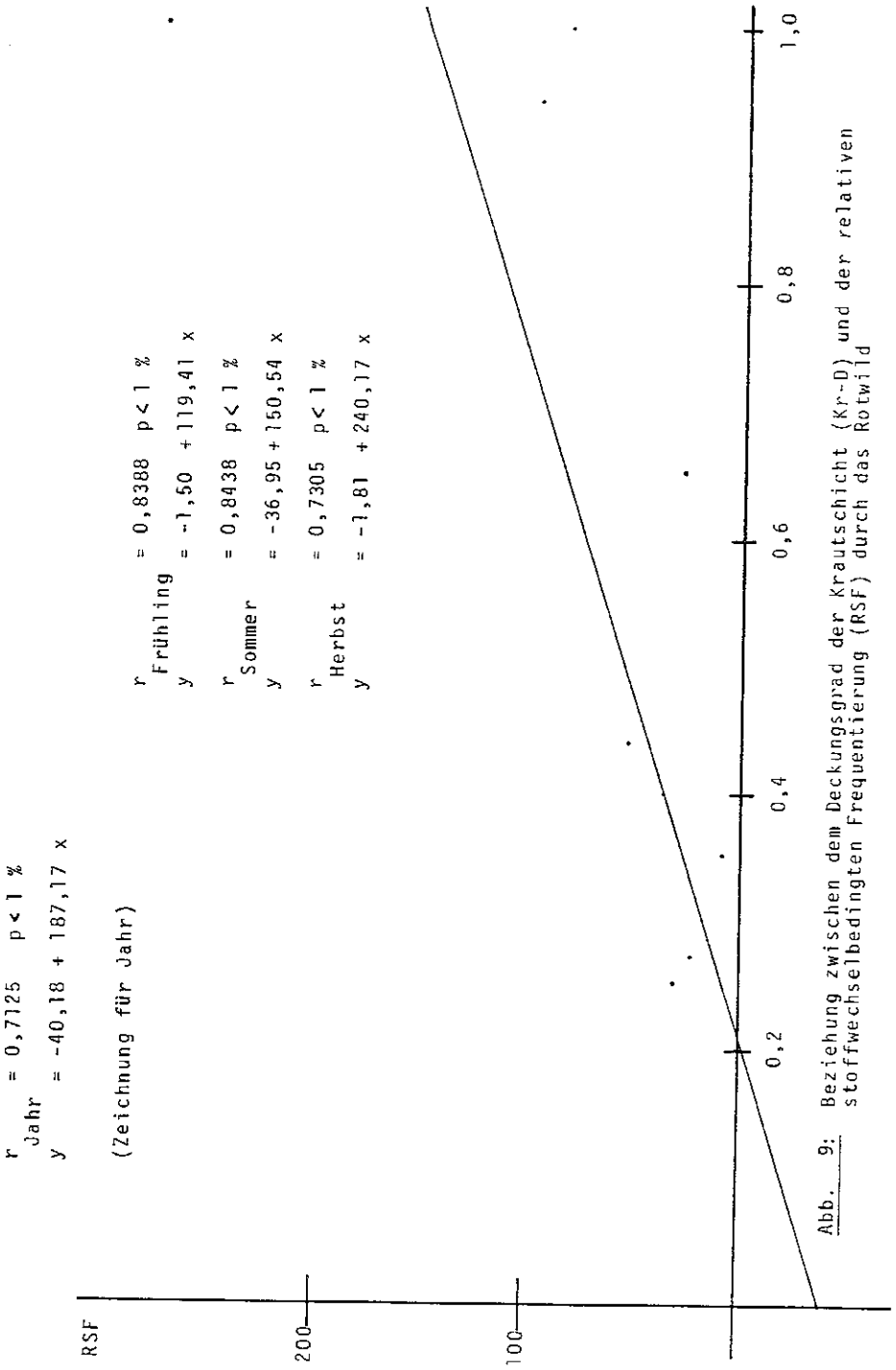


Abb. 9: Beziehung zwischen dem Deckungsgrad der Krautschicht (Kr-D) und der relativen stoffwechselbedingten Frequentierung (RSF) durch das Rotwild

und Ökosystem kann durch anthropogene Störgrößen empfindlich gestört werden. Dies ist z.B. der Fall, wenn die Tiere durch Beunruhigungen in äsungsarme Fichtenbestände gezwungen werden.

5.2.3 Die relative stoffwechselbedingte Frequentierung (RSF) der Pflanzengemeinschaften durch das Rotwild als Funktion der relativen Beleuchtungsstärke in den Beständen

Am Beispiel der quantitativen, flächenbezogenen Lichtzahl (L^+) wird die Abhängigkeit der RSF der Pflanzengemeinschaften durch das Rotwild von einem ökologischen Faktor geprüft.

Aus den Wertepaaren ergeben sich folgende Korrelationskoeffizienten:

r_{Winter} : 0,4961
$r_{Frühling}$: 0,8691
r_{Sommer} : 0,8544
r_{Herbst} : 0,7401
r_{Jahr} : 0,7404

Für den Winter ist aus den bereits genannten Gründen kein Zusammenhang zwischen der anhand der Krautschicht ermittelten quantitativen, flächenbezogenen Lichtzahl (L^+) und der RSF durch die Rothirsche zu erwarten.

In den anderen Jahreszeiten sowie für das ganze Jahr bestehen signifikante Korrelationen zwischen der relativen Beleuchtungsstärke in den Beständen und der RSF der Pflanzengemeinschaften (s. Abb. 10).

Dieses Ergebnis entspricht grundsätzlich dem am Beispiel der Fichtenforste analysierten Zusammenhang zwischen der quantitativen, flächenbezogenen Lichtzahl (L^+) und der analog bestimmten quantitativen, flächenbezogenen Äsungszahl ($Ä^+$) (PETRAK 1982a).

Die Abhängigkeit der RSF von der quantitativen, flächenbezogenen Lichtzahl (L^+) resultiert aus der Bedeutung der relativen Beleuchtungsstärke in den Beständen für die Entfaltung der Kraut-

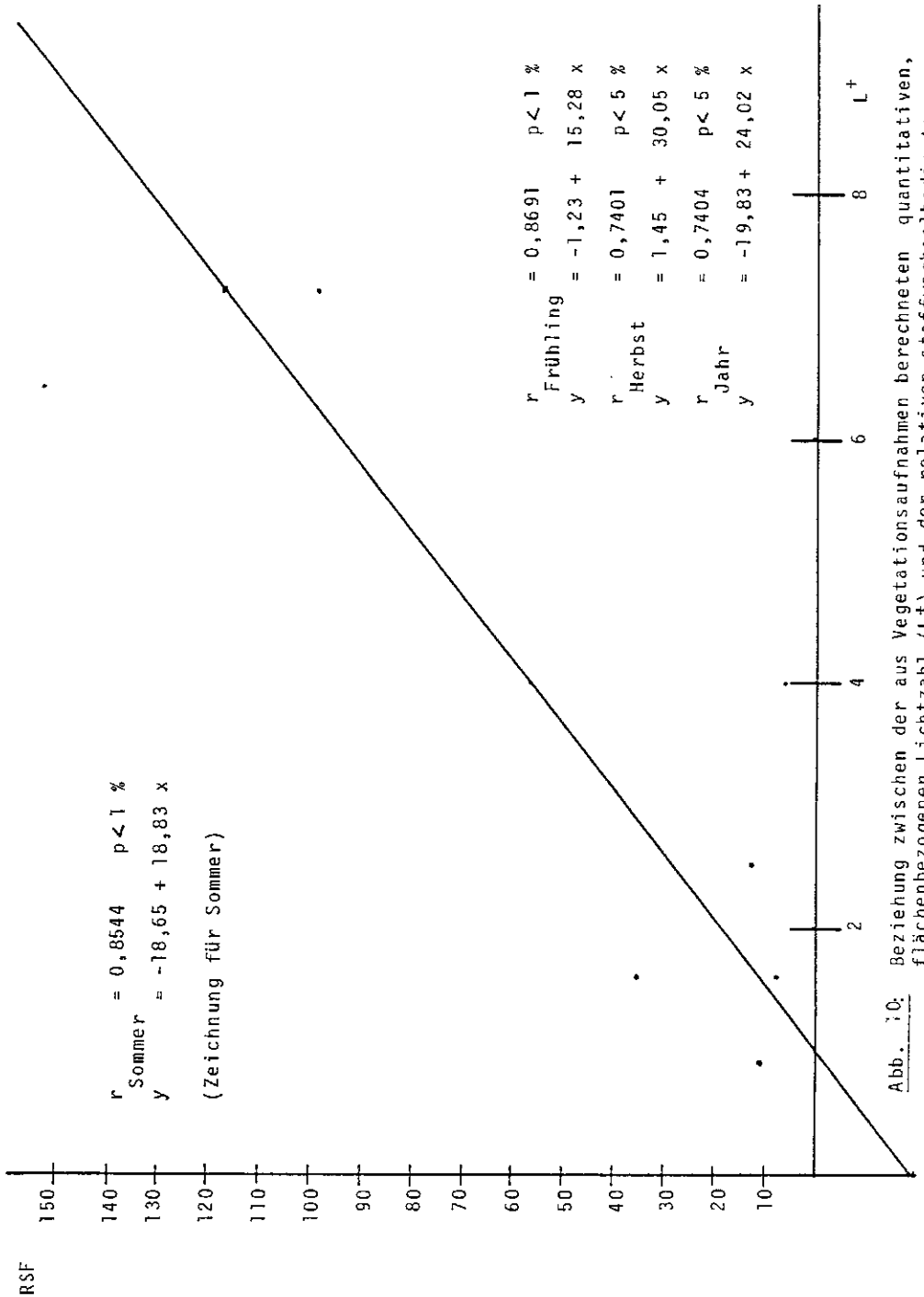


Abb. 10: Beziehung zwischen der aus Vegetationsaufnahmen berechneten quantitativen, flächenbezogenen Lichtzahl (L^+) und der relativen stoffwechselbedingten Frequentierung (RSF) durch das Rotwild.

schicht, die wesentlich den Stellenwert einzelner Pflanzengemeinschaften im Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens bestimmt.

Die enge Bindung der RSF an L^+ erklärt sich vor allem daraus, daß die ökologischen Kennzahlen die realisierten Anpassungen der Vegetation an ökologische Bedingungen widerspiegelt, die letztlich in ihren Konsequenzen über das Ökosystem auch die Rahmenbedingungen für die Realisierung der Äsungsansprüche des Rothirsches determinieren.

5.2.4 Vergleich der über direkte und indirekte Beobachtungsmethoden gewonnenen Aussagen zur Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche der untersuchten Rothirschpopulation

Die indirekte Beobachtungsmethode, d.h. das Erfassen der bei der Nahrungsaufnahme an den Pflanzen hinterlassenen Spuren, ist im Rahmen der Vegetationsaufnahmen über die Definition der Äsungszahl quantifiziert worden und liefert somit über die quantitative, flächenbezogene Äsungszahl $Ä^+$ zuverlässige Vergleichswerte zur Charakterisierung des Stellenwertes verschiedener Pflanzengemeinschaften im Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens (vgl. PETRAK 1982 a).

Die direkte Beobachtung des äsenden Rotwildes liefert über die Registrierung der raum-zeitlichen Verteilung der Rothirsche bei der Nahrungsaufnahme und deren Quantifizierung über die relative stoffwechselbedingte Frequentierung (RSF) Vergleichswerte für die nach außen projizierten Ansprüche der untersuchten Rothirschpopulation an die einzelnen Pflanzengemeinschaften bei der Nahrungswahl.

Die Quantifizierung der über beide Beobachtungsmethoden gewonnenen Daten liefert die Voraussetzung zu einem Vergleich der über beide Methoden gewonnenen Aussagen, der über die Bestimmung der Korrelationen zwischen den $Ä^+$ und den zugehörigen Werten für die RSF erfolgt.

Für die einzelnen Jahreszeiten werden folgende Korrelationskoeffizienten bestimmt:

r_{Winter} : 0,5105

$r_{Frühling}$: 0,8495

r_{Sommer} : 0,8066

r_{Herbst} : 0,7324

r_{Jahr} : 0,7318

Bis auf den Winter, für den aus bereits genannten Gründen unter Berücksichtigung des mit der Äsungszahl erfaßten Zeitraumes (s. PETRAK 1982 a) keine signifikante Korrelation zwischen $Ä^+$ und RSF zu erwarten war, übertreffen die Korrelationskoeffizienten für alle übrigen Zeiträume die in der Literatur angegebenen Signifikanzschwellen (SACHS 1979) (s.a. Abb. 11).

Die über die Direktbeobachtung des äsenden Rotwildes und die indirekte Beobachtung im Rahmen der Vegetationsaufnahmen gewonnenen Aussagen zur Realisierung der Stoffwechselansprüche der untersuchten Rothirschpopulation stimmen grundsätzlich überein! Unter Berücksichtigung der Verschiedenartigkeit beider Beobachtungsmethoden läßt dies den Schluß zu, daß die in die Auswertung eingehenden Daten tatsächlich die nach außen projizierten Ansprüche der untersuchten Rothirschpopulation an ihre Umwelt bei der Nahrungswahl widerspiegeln und nicht etwa das Verhalten des Beobachters reflektieren.

Signifikante Korrelation zwischen Deckungsgrad der Krautschicht L^+, $Ä^+$ und der RSF für die gesamte Vegetationsperiode sowie das ganze Jahr erlauben die Deutung, daß die vom Frühsommer bis in den Spätsommer durchgeführten Vegetationsaufnahmen brauchbare Daten zur Charakterisierung der Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche der Rothirsche für beinahe das ganze Jahr liefern. Der Stellenwert einzelner Pflanzengemeinschaften als Fix-

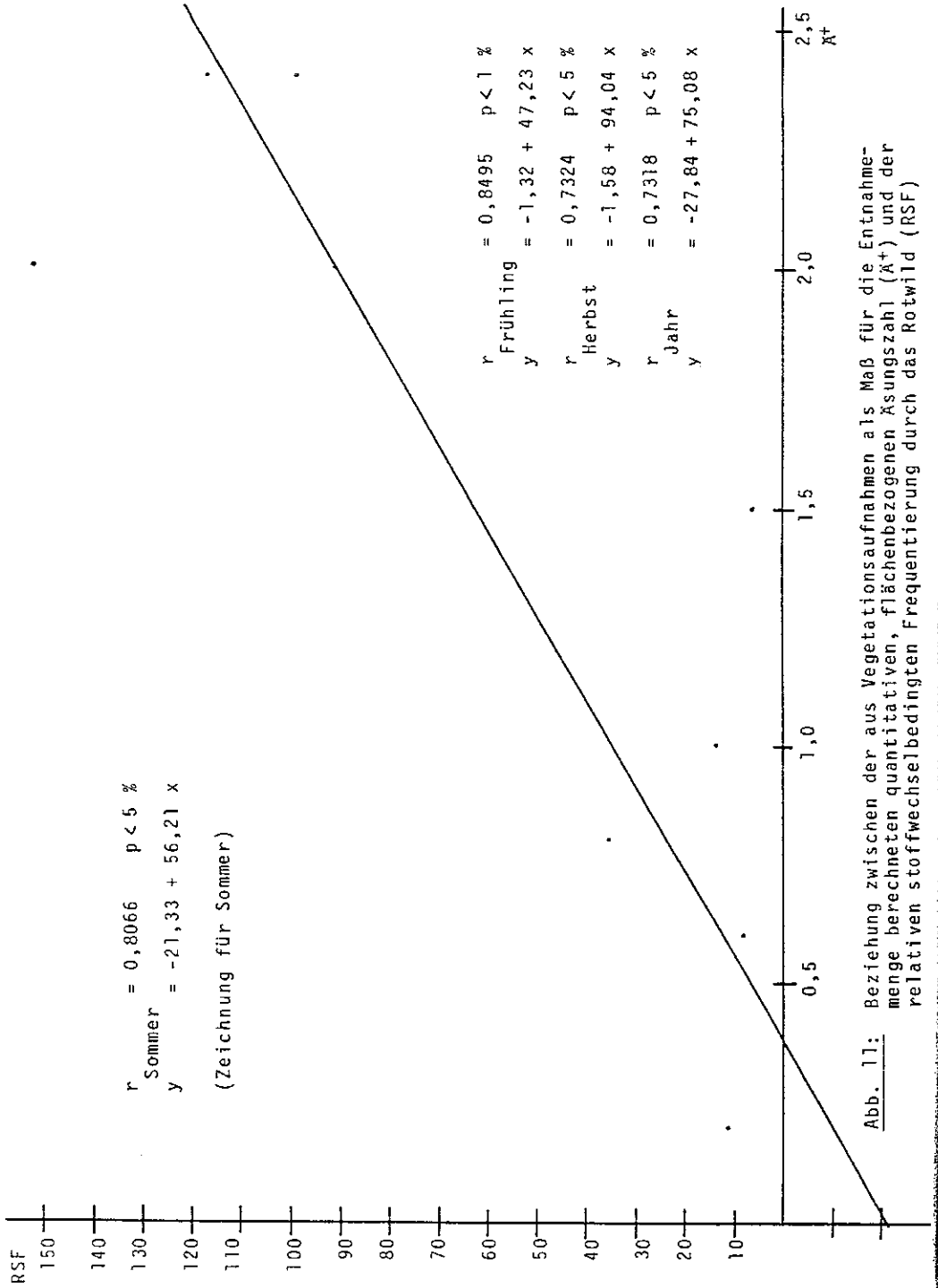


Abb. 11: Beziehung zwischen der aus Vegetationsaufnahmen als Maß für die Entnahmemenge berechneten quantitativen, flächenbezogenen Äsungszahl ($Ä^+$) und der relativen stoffwechselbedingten Frequentierung durch das Rotwild (RSF)

punkte für die Nahrungsaufnahme im Winter wird über die aus den Vegetationsaufnahmen gewonnenen Parameter nicht erfaßt, kann jedoch durch Detailanalyse einzelner Vegetationsaufnahmen z.B. über den Anteil holziger Chamaephyten in der Krautschicht erschlossen werden (vgl. PETRAK 1982a, Kap. 2.2.2.8!).

Die Tatsache, daß sowohl direkte als auch indirekte Beobachtungsmethoden zu gleichen Aussagen führen, darf nicht als Beleg für die Austauschbarkeit beider Methoden gewertet werden! Die nur über intensive Direktbeobachtung zu allen Tages- und Jahreszeiten zu erreichende möglichst weitgehende Identifizierung mit den untersuchten Rothirschen ist in Anbetracht der Komplexität des vorgegebenen Beziehungsgefüges unabdingbare Voraussetzung zur repräsentativen Auswahl geeigneter Probeflächen für die Vegetationsaufnahmen (vgl. auch PETRAK 1982 a).

Über Vegetationsaufnahmen ist in der Regel eine präzisere Erfassung des Stellenwertes einzelner Pflanzenarten im Nahrungspektrum möglich (vgl. 3.2). Nicht einsehbare Orte, die eine unbemerkte Annäherung an die äsenden Rothirsche nicht zulassen, erlauben nur die Anwendung indirekter Beobachtungstechniken. Die Grenzen indirekter Beobachtungsmethoden liegen dort, wo sie das Raum-Zeit-System der untersuchten Spezies beeinträchtigen, ohne daß der Untersucher dies registriert, da er die gestörten Tiere nicht sieht.

Bei beiden Beobachtungstechniken ist die Minimierung unkontrollierter Rückwirkungen auf die Objekte der Beobachtung eine entscheidende Voraussetzung zur Vermeidung von Artefakten des Verhaltens (TEMBROCK 1980). Die Direktbeobachtung erfordert eine enge Abstimmung des eigenen Raum-Zeit-Systems mit demjenigen der Beobachtungsobjekte und erlaubt unter der Voraussetzung einer weitgehenden Identifizierung mit den Tieren die unmittelbare Erfassung der ökologischen Nischung der untersuchten Spezies auf der Integrationsebene von Pflanzengemeinschaften als Fixpunkte für die Nahrungsaufnahme. Darüber hinaus lassen sich viele Einzelheiten bei der Nahrungsaufnahme nur durch direkte Beobachtung klären. Die bei den direkten Beobachtungen der Rothirsche gesammelten Erfahrungen bilden eine wesentliche Voraussetzung

zur Interpretation der von den Tieren hinterlassenen Spuren.

Die indirekte Beobachtung setzt, sofern sie zur Erfassung des Stellenwertes einzelner Pflanzengemeinschaften im Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens beitragen soll, die Auswahl repräsentativer Probeflächen auf der Basis einer detaillierten Kenntnis des Raum-Zeit-Systems der untersuchten Population voraus. Indirekte Beobachtungstechniken tragen wesentlich zur Erfassung und Quantifizierung des Nahrungsspektrums auf der Ebene der Pflanzenarten bei. Unter Berücksichtigung der großen Bedeutung der Pflanzen für den Rothirsch ermöglichen die aus den Vegetationsaufnahmen ermittelten ökologischen Kenndaten einzelner Pflanzengemeinschaften die Erfassung der Funktionen, die bestimmte ökologische Faktoren für die Realisierung der Stoffwechselansprüche der Rothirsche haben.

Die Quantifizierung der über beide Beobachtungsmethoden gewonnenen Daten erlaubt einen Vergleich der über beide Methoden gewonnenen Aussagen und ermöglicht so die wechselseitige Absicherung der gewonnenen Ergebnisse. In Anbetracht der Komplexität des studierten Beziehungsgefüges trägt dies wesentlich zur Zuverlässigkeit der getroffenen Aussage bei.

5.3 Die annuale Dynamik der Nischenbreite der untersuchten Rothirschpopulation unter besonderer Berücksichtigung des stoffwechselbedingten Verhaltens

Die Ermittlung der Nischenbreite zu den verschiedenen Jahreszeiten dient der Charakterisierung der Dynamik in der Valenz der untersuchten Rothirschpopulation im Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens.

Als ökologische Nische wird das zur Realisierung definierter Umweltansprüche aktiv genutzte Ressourcenspektrum definiert. Analog der Definition der Funktionskreise werden aus den Lebensansprüchen der Art die Nischen in Orientierung an den Umweltanforderungen abgeleitet. So z.B. entspricht die Nische des stoffwechselbedingten Verhaltens den nach außen projizierten Ansprüchen

der Population an ihre Umwelt bei der Nahrungswahl, die im Falle der untersuchten Rothirschpopulation in der raum-zeitlichen Verteilung der Individuen bei der Nahrungsaufnahme sichtbar werden.

In ihrer Orientierung an der Pragmatik des Verhaltens, über die eine im Interesse der Analyse notwendige Präzisierung des Begriffes erreicht wird, weicht die Definition der Nische von der Vielfalt der in der Literatur (KLOFT 1978, MÖHLENBERG 1976, ODUM 1967, SCHWERDTFEGER 1975, TISCHLER 1979) gegebenen ab. Die in dem vorgegebenen etho-ökologischen Kontext vorgenommene Einengung des Begriffes schafft die Voraussetzung zu einem objektiven Studium der auf seinem hochdifferenzierten Verhalten beruhenden Integration des Rothirsches in das Ökosystem auf der Basis definierter Meßgrößen. Die Definition berücksichtigt die unterschiedlichen ökologischen Valenzen der Art in den einzelnen Funktionskreisen, wie sie bereits aus der Betrachtung der Beziehungen des Rothirsches zur Flora des Untersuchungsgebietes (3.0) deutlich wurden.

5.3.1 Die Ermittlung von Nischenbreite (NB) und Nischenüberlappung (NU) im Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens

Auf der Basis der in den verschiedenen Jahreszeiten beobachteten raum-zeitlichen Verteilung der Rothirsche bei der Nahrungsaufnahme wird die Nischenbreite als Maß für das zur Realisierung der Lebensansprüche genutzte Ressourcenspektrum zu den verschiedenen Jahreszeiten ermittelt.

Die Bestimmung der Nischenüberlappungen zwischen den verschiedenen Zeiträumen charakterisiert das Maß der Übereinstimmung in der Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche zu den verschiedenen Jahreszeiten.

Die Ermittlungen von Nischenbreite und -überlappungen folgen von COLWELL und FUTUYMA (1971) angegebenen Berechnungen. Vergleiche hierzu auch MÖHLENBERG (1976).

Die Algorithmen lauten für die

- Nischenbreite: $NB_i = -\sum_j p_{ij} \log p_{ij}$
- Nischenüberlappung zwischen 2 Jahreszeiten:

$$NU_{ih} = 1 - \frac{1}{2} \sum_j |p_{ij} - p_{hj}|$$

mit p_{ij} = relativer Anteil der im Zeitraum i in der Ressourcenklasse j beobachteten Rothirsche bezogen auf die Gesamtzahl des in der Jahreszeit i beobachteten Rotwildes.

Nach Definition kann NU Werte zwischen 0 bei fehlender Nischenüberlappung und 1 bei völliger Übereinstimmung in der Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche, d.h. einer proportional gleichen Verteilung der beobachteten Individuen auf die einzelnen Ressourcenklassen in den betrachteten Zeiträumen,annehmen.

Mit dem Logarithmus wird eine Gewichtung in die auf der proportionalen Verteilung der Individuen ohne Berücksichtigung der Flächen der einzelnen Ressourcenklasse beruhende Berechnung eingeführt. Die Aufwertung niedriger Beobachtungshäufigkeiten berücksichtigt im vorliegenden Fall den Umstand, daß relativ kleinflächige Pflanzengemeinschaften wie z.B. die Kiefernbestände mit entsprechend geringeren Beobachtungswahrscheinlichkeiten für die Rothirsche einen höheren Stellenwert in der Realisierung der Stoffwechselansprüche einnehmen können, als ihrer Fläche und der unter anderem daraus resultierenden Beobachtungshäufigkeit äsender Rothirsche entspricht. Diesem Umstand ist bei der Analyse bestimmender Faktoren für den Stellenwert einzelner Pflanzengemeinschaften im Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens durch die Einführung des RSF-Wertes (5.2) bereits Rechnung getragen worden. Die Einführung einer logarithmischen Gewichtung ermöglicht im vorliegenden Fall die Berücksichtigung aller aufgeführten Beobachtungsdaten (Tab. 12).

Zur Durchführung der Berechnungen werden die relativen Beobachtungshäufigkeiten in einer Ressourcen-Matrix zusammengestellt (Tab. 14). Die auf 2 bzw. 3 Stellen gerundeten Werte sind auf der Basis der in Tab.12(5.0) gegebenen Daten errechnet worden. Für den Winter werden neben der Gesamtsumme der Beobachtungs-

häufigkeiten 3 weitere Situationen unterschieden:

W_1: Verteilung der Rothirsche bei geringer oder fehlender Schneelage

W_2: Verteilung der Rothirsche bei hoher mit einer Einschränkung ihres Aktionsraumes einhergehenden Schneelage ohne Berücksichtigung der Annahme durchgeführter Maßnahmen zur Äsungsverbesserung (Fütterung, Räumen bestimmter Äsungsflächen)

W_3: Verteilung der Rothirsche bei hoher Schneelage unter Berücksichtigung der Annahme durchgeführter Maßnahmen zur Äsungsverbesserung.

Tab. 14: Ressourcenmatrix auf der Basis der raum-zeitlichen Verteilung der bei der Nahrungsaufnahme beobachteten Rothirsche zur Ermittlung von Nischenbreiten und -überlappungen in bzw. zwischen den verschiedenen Jahreszeiten nach COLWELL und FUTUYMA (1971). Angegeben sind relative Beobachtungshäufigkeiten bezogen auf die angegebenen Zeiträume. Zu den verwendeten Abkürzungen s. Tab. 3 (2.1.2.2) und 4 (2.2)

Ressourcen-klasse	SG	FZ	WW	W	TaW	S	Fi 1-2	Fi3	Fi4	Fi5	Fi6	Bu	Ki	Ei	E-Bi	Bi	Y_i
Zeitraum																	
Winter	0,00	0,17	0,18	0,13	0,13	0,04	0,08	0,01	0,13	0,00	0,03	0,06	0,00	0,01	0,02	0,01	1
W 1	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,06	0,12	0,01	0,21	0,00	0,04	0,10	0,00	0,01	0,03	0,02	1
W 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,49	0,00	0,10	0,22	0,00	0,03	0,08	0,05	1
W 3	0,00	0,28	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,22	0,00	0,04	0,10	0,00	0,01	0,03	0,02	1
Vorfrühling	0,00	0,06	0,35	0,07	0,00	0,18	0,21	0,02	0,02	0,07	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Erstfrühling	0,00	0,00	0,03	0,00	0,44	0,19	0,25	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Vollfrühling	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	0,41	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Frühling	0,00	0,02	0,10	0,03	0,18	0,27	0,32	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Frühsommer	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,06	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Hochsommer	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,45	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	1
Spätsommer	0,00	0,00	0,01	0,04	0,21	0,27	0,40	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Sommer	0,00	0,00	0,01	0,04	0,16	0,25	0,48	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	1
Frühherbst	0,00	0,00	0,01	0,12	0,10	0,30	0,38	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	1
Vollherbst	0,01	0,00	0,02	0,07	0,12	0,32	0,40	0,00	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Spätherbst	0,00	0,00	0,00	0,20	0,14	0,28	0,28	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	1
Herbst	0,01	0,00	0,01	0,11	0,11	0,30	0,38	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	1
Jahr	0,003	0,052	0,075	0,090	0,135	0,215	0,301	0,011	0,044	0,009	0,026	0,024	0,001	0,003	0,006	0,005	1

Die Berechnung der Nischenbreite sei an einem Beispiel erläutert:

$$NB_{Spätherbst} = -\ (\ (0{,}20 \ln 0{,}20) + (0{,}14 \ln 0{,}14) + (0{,}28 \ln 0{,}28) + (0{,}28 \ln 0{,}28) + (0{,}09 \ln 0{,}09) + (0{,}01 \ln 0{,}01)) = 1{,}573$$

Insgesamt werden für die einzelnen Jahreszeiten die folgenden Nischenbreiten (NB) zur Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche errechnet.

Tab. 15 Die stoffwechselbedingte Nischenbreite (NB) der untersuchten Rothirschpopulation im Jahresverlauf

Jahreszeit	NB
Winter	2,227
W_1	2,029
W_2	1,475
W_3	1,683
Vorfrühling	1,794
Erstfrühling	1,393
Vollfrühling	1,025
Frühling	1,762
Frühsommer	0,450
Hochsommer	1,169
Spätsommer	1,503
Sommer	1,443
Frühherbst	1,619
Vollherbst	1,539
Spätherbst	1,573
Herbst	1,642

Aus der ungleichmäßigen Verteilung der Beobachtungshäufigkeiten resultiert bei Berücksichtigung der 10 phänologischen Jahreszeiten eine signifikante Korrelation ($r = 0{,}6816$; $0{,}6319 = r_{8;0,05}$) zwischen der Nischenbreite und der Zahl der in die Berechnung eingehenden Individuen. Bei einer Bewertung dieses Zusammenhanges muß jedoch berücksichtigt werden, "daß statistische Signifikanz und wirkliche Bedeutung nicht miteinander verwechselt werden dürfen". (SACHS 1979). Die Beobachtungshäufigkeiten in den verschiedenen Jahreszeiten resultieren wesentlich aus den dem eigenen Verhalten im Gelände zugrunde liegenden Motivationen (vgl. 5.0), so daß aus der genannten Korrelation nicht auf einen Kausalzusammenhang zwischen der Summe der beobachteten Individuen und der erreichten Nischenbreite, d.h. einen Systemfehler in der Ermittlung der Nischenbreite, geschlossen werden kann. Um den Einfluß eines möglichen Beobachtungsartefaktes auf die Ergebnisse auszuschließen, werden die Nischenüberlappungen sowohl unter Berücksichtigung aller 10 phänologischer Jahreszeiten als auch der vier im vorliegenden Fall phänologisch definierten Jahreszeiten Frühling, Sommer, Herbst und Winter bestimmt. Außerdem werden die Nischenüberlappungen für die Jahreszeiten mit Beobachtungshäufigkeiten vergleichbarer Größenordnungen bestimmt. In den beiden zuletzt genannten Fällen bestehen keine signifikanten Korrelationen zwischen Nischenbreite und Beobachtungshäufigkeiten.

Die Nischenüberlappungen sind in den folgenden Tabellen zusammengefaßt.

Tab. 16: Nischenüberlappungen in der Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche in den 10 phänologischen Jahreszeiten

	Vorfrühling	Erstfrühling	Vollfrühling	Frühsommer	Hochsommer	Spätsommer	Frühherbst	Vollherbst	Spätherbst
Winter	0,48	0,33	0,23	0,18	0,24	0,34	0,42	0,38	0,40
Vorfrühling		0,44	0,42	0,27	0,46	0,51	0,52	0,52	0,48
Erstfrühling			0,52	0,37	0,46	0,67	0,60	0,62	0,58
Vollfrühling				0,60	0,84	0,78	0,79	0,83	0,67
Frühsommer					0,46	0,52	0,50	0,52	0,40
Hochsommer						0,71	0,67	0,82	0,62
Spätsommer							0,84	0,87	0,75
Frühherbst								0,92	0,80
Vollherbst									0,75

Tab. 17: Nischenüberlappungen in der Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche unter Berücksichtigung der Jahreszeiten mit Beobachtungsmöglichkeiten vergleichbarer Größenordnungen

	Frühling	Sommer	Frühherbst	Vollherbst	Spätherbst
Winter	0,46	0,34	0,42	0,38	0,40
Frühling		0,82	0,80	0,82	0,73
Sommer			0,83	0,86	0,72
Frühherbst				0,92	0,80
Vollherbst					0,75

Tab. 18: Nischenüberlappungen in der Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche in den Jahreszeiten Frühling, Sommer, Herbst und Winter

	Frühling	Sommer	Herbst
Winter	0,46	0,34	0,42
Frühling		0,82	0,82
Sommer			0,84

Der Jahresgang der Nischenbreite des stoffwechselbedingten Verhaltens (s. Abb. 12) zeigt deutlich, daß das zur Realisierung der Stoffwechselansprüche genutzte Ressourcenspektrum umgekehrt proportional dem Nahrungsangebot ist. COLWELL und FUTUYMA (1971) verstehen die Nischenbreite als "Kehrwert der Spezialisation". Zur Zeit des maximalen Nahrungsangebotes, d.h. mitten in der Vegetationsperiode im Frühsommer bzw. Sommer, äsen die Rothirsche ausgesprochen selektiv. Sie konzentrieren ihre Nahrungsaufnahme auf die ihnen am meisten zusagenden Pflanzengemeinschaften, so daß die Nischenbreite ihr Minimum erreicht.

Umgekehrt bedeutet das Ansteigen der Nischenbreite zu einem Maximum im Winter eine Erweiterung des zur Realisierung der Stoffwechselansprüche genutzten Ressourcenspektrums bzw. eine Abnahme der Selektivität in der Annahme der Pflanzengemeinschaften bei sinkendem Angebot.

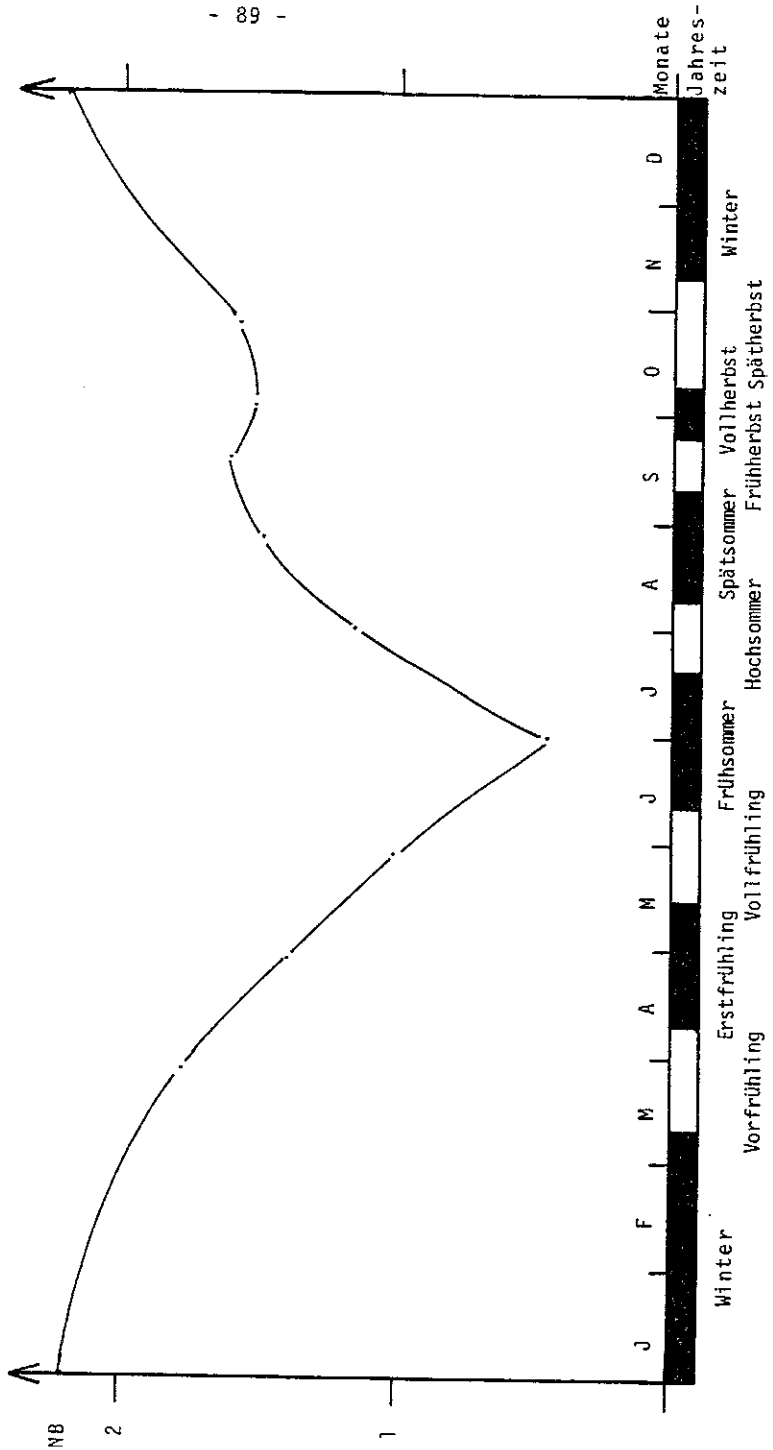


Abb. 12: Jahresgang der Nischenbreite (NB) des stoffwechselbedingten Verhaltens (s.a. Tab. 17)

Diese Strategie in der Realisierung der Stoffwechselansprüche bedeutet eine Optimierung des Energie- und Stoffwechsels. Analog der mit zunehmendem Deckungsgrad der Krautschicht steigenden Nutzung einzelner Pflanzengemeinschaften (vgl. 5.2.2) erlangen die Rothirsche durch die Konzentrierung der Nahrungsaufnahme auf die dafür geeignetsten Pflanzengemeinschaften mit einem minimalen Energieaufwand (Lokomotion) ein Maximum an auch qualitativ hochwertiger Äsung. Läßt die Umwelt dies jedoch nicht zu, wird der Einsatz zur Realisierung der Lebensansprüche erhöht, d.h. das Ressourcenspektrum erweitert.

Die Strategie der Vergrößerung der Nischenbreite bei einer Abnahme des Nahrungsangebotes zeigt sich deutlich im Winter. Nur eine hohe Schneelage kann über die Einschränkung der Mobilität die Erweiterung der Nische zur Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche quasi "gewaltsam" behindern. Die Winterfütterung kommt der Tendenz der Rothirsche zur Erweiterung des Ressourcenspektrums bei Äsungsverknappung entgegen, ermöglicht also eine Erweiterung der Nahrungsnische.

Diese Interpretation der Winterfütterung wird durch die Beobachtung gestützt, daß die Frequentierung der Fütterung mit dem Vorfrühling, d.h. steigendem Nahrungsangebot und sinkender Nischenbreite rapide abnimmt.

Diese unter Freilandbedingungen analysierte Strategie in der Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche hat ihre Entsprechung in der morphologisch-anatomischen Differenzierung des Pansen, die den Rothirsch als Intermediär- oder Zwischentyp (Mischäser) mit Tendenz zum Grasfresser (HOFMANN et al. 1976) charakterisiert. Diese Wiederkäuertypen zeichnen sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit an verschiedene Biotope und das in diesen wechselnde Nahrungsangebot aus.

Die ermittelten Nischenüberlappungen zwischen den verschiedenen Jahreszeiten charakterisieren das Maß der Übereinstimmung in der Realisierung der Äsungsansprüche auf der Ebene der Pflanzengemeinschaften, lassen aber nicht auf dasselbe Nahrungsspektrum schließen!

Die auffallend hohen Nischenüberlappungen zwischen den Jahreszeiten Vollfrühling/Frühling, Hochsommer/Sommer sowie Vollherbst/Herbst haben ihre Entsprechung in den gleichfalls hohen Werten für die stoffwechselbedingte Frequentierung (RSF) der bis zu 20-jährigen Fichtenbeständen (s. 5.2) und resultieren wesentlich aus dem Funktionswechsel der Gramineen (PETRAK 1982 a). Dieselben Pflanzengemeinschaften, die im Frühjahr durch hohe Artmächtigkeiten früh austreibender Gräser einen hohen Stellenwert in der Realisierung des stoffwechselbedingten Verhaltens einnehmen, ermöglichen im Hochsommer bzw. Sommer mit dem Funktionswechsel der Gramineen (s. 3.1) auch die Realisierung der protektiven Ansprüche. So finden Aktivitäts- und Ruhephasen auf denselben Flächen statt. Die günstige Steppenstruktur ermöglicht auch bei steigender Beunruhigung durch den Menschen das Ausdehnen der Äsungsperioden am Tage. Neben den für den Deckungswert der Pflanzengemeinschaften bedeutsamen Grasarten nehmen geeignete Äsungspflanzen den überwiegenden Teil der Fläche ein.

Die bereits aus der geringen zu diesem Funktionskreis aufgeführten Artenzahl deutlich werdende niedrige ökologische Valenz im Funktionskreis des Fortpflanzungsverhaltens, über die die zur Fortpflanzung erforderliche Synchronisation und Synlokalisation der Population erreicht wird (s. 3.1), hat ihre Entsprechung in einer vorübergehenden Reduzierung der Nischenbreite zur Realisierung der Stoffwechselansprüche zur Brunftzeit im Herbst bzw. Vollherbst. In dieser Zeit konzentriert sich ein großer Teil des Geschehens auf die von Calamagrostis-Herden beherrschten Pflanzengemeinschaften, da die halboffene Landschaftsstruktur auch die Koordination größerer Brunftrudel erleichtert. Die Fortpflanzung erfordert eine Optimierung zwischen den Gliedern des Ökosystems und den Funktionskreisen der Fortpflanzung, des stoffwechselbedingten Verhaltens und der Feindvermeidung. Die Gewährleistung der Fortpflanzung erfordert eine vorübergehende Reduzierung des zur Gewährleistung der stoffwechselbedingten Ansprüche genutzten Ressourcenspektrums.

5.3.2 Die Abhängigkeit der Nischenbreite vom Nahrungsangebot

Zur halb-quantitativen Erfassung des Angebotes an relativ beliebter Äsung im Jahresverlauf wurden in den phänologischen Jahreszeiten für die Pflanzengemeinschaften die Artmächtigkeiten aller grünen Pflanzenteile (G) in % bezogen auf den Deckungsgrad der Krautschicht geschätzt.

Daraus kann für die einzelnen Pflanzengemeinschaften der Grünindex G_i als Maß für den Beitrag der jeweiligen Pflanzengemeinschaft zum Angebot an bevorzugter Äsung des Gesamtgebietes bestimmt werden.

$$G_i = \frac{100 \times A\ 1}{A_{ges}} \times G \times Kr\text{-}D$$

Darin bedeuten:

G_i = Grünindex
A 1 = Gesamtfläche der Pflanzengemeinschaft 1
A ges = Gesamtfläche des in die Auswertung einbezogenen Untersuchungsgebietes
G = Artmächtigkeit aller grünen Pflanzenteile bezogen auf den Deckungsgrad der Krautschicht in %
Kr-D = Relativer Deckungsgrad der Krautschicht

Der Grünindex des Gesamtgebietes entspricht der Summe der Indices der einzelnen Pflanzengemeinschaften.

Der Grünindex kann nur einen Anhaltspunkt zur Charakterisierung des Angebotes an relativ beliebter Äsung geben, sagt aber nichts über das gesamte Nahrungsangebot aus. Laubbäume und Sträucher als Winteräsung werden ebensowenig erfaßt wie die Funktion vieler Gräser als "Heu auf der Wurzel".

Die Definition des Grünindex berücksichtigt die bereits bei der Analyse des Nahrungsspektrums auf der Ebene der Pflanzenarten und dem Funktionswechsel der Gramineen (PETRAK 1982 a) deutlich gewordene Tendenz des Rotwildes zur Bevorzugung grüner vegetativer Pflanzenteile, die häufig relativ hochwertiger sind. In dieser Hinsicht ist der Grünindex zumindest der angestrebten Weise in der Realisierung der Stoffwechselansprüche angemessen.

Ein hoher Grünindex erlaubt eine hohe Selektivität bei der Nahrungsaufnahme, seine Abnahme erfordert die Erweiterung des zur

Realisierung der Lebensansprüche genutzten Ressourcenspektrums.

Da es sich bei den zur Berechnung des Grünindex für das gesamte Untersuchungsgebiet verwendeten Meßgrößen um die Mittelwerte der in Tab. 4 zusammengestellten Vegetationsaufnahmen handelt, beschränken sich die Angaben an dieser Stelle auf die Angabe der Artmächtigkeiten der grünen Pflanzenteile bezogen auf den Deckungsgrad der Krautschicht (G). Die Schätzungen geben Mittelwerte für das gesamte Untersuchungsgebiet an.

Tab. 19: Schätzwerte der Artmächtigkeit der grünen Pflanzenteile (G) bezogen auf den Deckungsgrad der Krautschicht für die einzelnen Pflanzengemeinschaften im Jahresverlauf (1981)
Zu den Abkürzungen s. Tab. 3 (2.1.2.2) und 4 (2.2)

Pflanzengemeinschaft / Zeitraum	SG	FZ	WW	W	TaW	S	Fi 1-2	Fi3	Fi4	Fi5	Fi6	Bu	Ki	Ei	E-Bi	Bi
Winter	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0
Vorfrühling	85	40	40	25	10	50	35	15	15	15	50	50	15	15	15	15
Erstfrühling	95	0	50	45	35	90	75	25	25	25	70	70	25	40	25	25
Vollfrühling	100	0	100	95	90	95	95	45	45	45	100	100	45	70	45	45
Frühling	100	10	60	60	50	90	70	25	25	25	70	70	25	60	25	25
Frühsommer	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Hochsommer	100	0	100	100	100	100	85	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Spätsommer	100	0	100	85	85	95	70	95	95	95	100	100	95	100	95	95
Sommer	100	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Frühherbst	90	0	100	70	75	90	65	85	85	85	100	100	85	95	85	85
Vollherbst	80	0	95	50	50	85	55	40	40	40	90	90	40	90	40	40
Spätherbst	80	0	90	30	25	70	30	15	15	15	85	85	15	80	15	15
Herbst	85	0	95	50	50	80	50	45	45	45	90	90	45	85	45	45

Anmerkung: Für FZ ist der Versorgungsgrad der Fütterungen angegeben, als Kr-D ist der Faktor 1 angenommen worden.

Aus den angegebenen Schätzwerten und den in den Tabellen der Vegetationsaufnahmen zusammengefaßten Meßgrößen ergeben sich für die einzelnen Jahreszeiten folgende Grünindices für das gesamte Untersuchungsgebiet.

Tab. 20: Grünindices für das gesamte Untersuchungsgebiet zu den verschiedenen Jahreszeiten

Jahreszeit	Grünindices für das gesamte Untersuchungsgebiet
Winter	18,33
Vorfrühling	1834,61
Erstfrühling	3770,68
Vollfrühling	5797,38
Frühling	3940,93
Frühsommer	6443,74
Hochsommer	6006,01
Spätsommer	5234,46
Sommer	6443,74
Frühherbst	4807,13
Vollherbst	3716,92
Spätherbst	2300,41
Herbst	3584,16

Aus bereits genannten Gründen (5.3.1) werden die Korrelationen zwischen den Grünindices für das gesamte Untersuchungsgebiet und den Nischenbreiten zur Realisierung der Stoffwechselansprüche in den einzelnen Jahreszeiten analog der Ermittlung der Nischenüberlappungen sowohl unter Berücksichtigung aller 10 phänologischen Jahreszeiten, aller Jahreszeiten mit annähernd gleichen Beobachtungshäufigkeiten als auch der im vorliegenden Fall phänologisch abgegrenzten Jahreszeiten Frühling, Sommer, Herbst und Winter bestimmt. Dadurch kann der Einfluß möglicher Beobachtungsartefakte auf die Ergebnisse praktisch ausgeschlossen werden.

In allen Fällen ergeben sich signifikante Korrelationen (s. Abb. 13) zwischen den zur Charakterisierung des Angebots an relativ

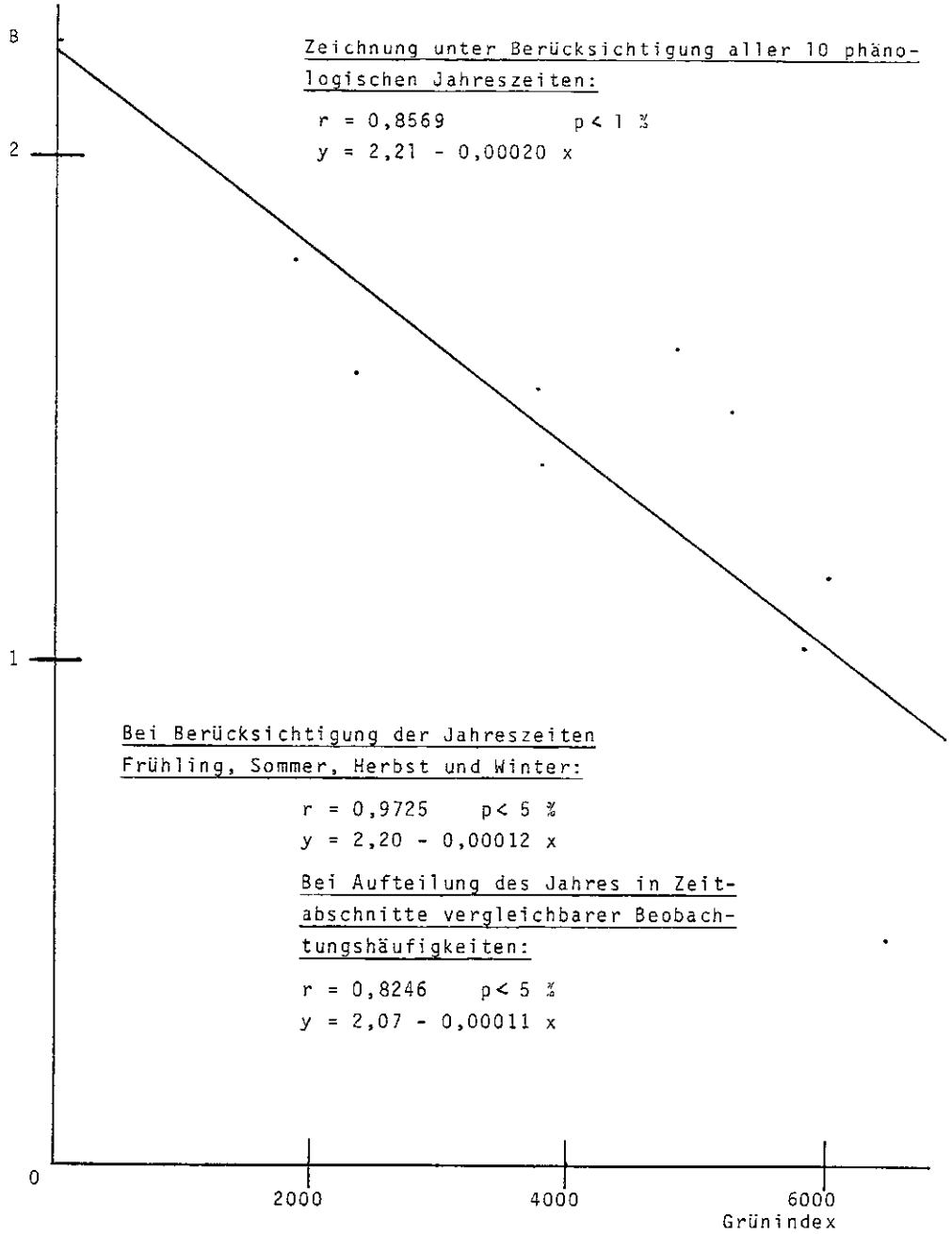


Abb. 13: Beziehung zwischen dem zur Charakterisierung des Angebotes an relativ beliebter Äsung ermittelten Grünindex und der stoffwechselbedingten Nischenbreite (NB)

beliebter Äsung ermittelten Grünindices und den für die einzelnen Zeiträume ermittelten Nischenbreiten zur Realisierung der Stoffwechselansprüche. Dieser Zusammenhang unterstreicht die bei der Betrachtung des Jahresganges der Nischenbreite sichtbar gewordene Strategie der Rothirschpopulation in der Gewährleistung ihres Nahrungsbedarfs, die im Sinne einer Optimierung des Energie- und Stoffwechsels eine Konzentrierung der Nahrungsaufnahme auf wenige Pflanzengemeinschaften bei hohem Nahrungsangebot und eine Erweiterung der zur Gewährleistung der Lebensansprüche genutzten Ressourcen bei sinkendem Angebot umfaßt.

5.3.3 Die Abhängigkeit der Nischenbreite vom Temperaturverlauf

Die Pflanzenentwicklung und das davon abhängige Nahrungsangebot für die Rothirsche, die letztlich die Gesamtheit der meteorologischen Faktoren spiegeln, werden unter den in der Rureifel gegebenen Rahmenbedingungen wesentlich durch den Temperaturverlauf bestimmt.

In Anbetracht der Schwierigkeiten einer quantitativen Ermittlung des Nahrungsangebotes für die Rothirsche zu den verschiedenen Jahreszeiten, die letztlich auch die grundsätzlichen Probleme von Biomasseschätzungen in terrestrischen Ökosystemen reflektieren, scheint es sinnvoll, den gefundenen Zusammenhang zwischen den Grünindices für das gesamte Untersuchungsgebiet und den ermittelten Nischenbreiten in den verschiedenen Jahreszeiten durch einen Vergleich zwischen Nischenbreite und Temperatur abzusichern.

Da auf der Grundlage eigener Messungen eine lückenlose Charakterisierung der einzelnen Jahreszeiten nicht möglich ist (s. 2.1.1), werden zur Ermittlung der Korrelation die Temperaturmittel für 1981 der 18 km östlich gelegenen Station Sistig des Deutschen Wetterdienstes verwendet. Der Temperaturverlauf der Station gleicht demjenigen in Kalterherberg (Mitt. Dt. Wetterdienst 1982), zumindest kann jedoch ein isodistanter Ver-

lauf angenommen werden. Die Verwendung der Temperaturmittel der Station Sistig für die Berechnungen entspricht somit der Verwendung der nicht gemessenen, linear transformierten Werte des Untersuchungsgebietes. Der Korrelationskoeffizient wird dadurch nicht beeinflußt (vgl. SACHS 1979).

Für die einzelnen Jahreszeiten werden aus den vom Deutschen Wetterdienst für die Station Sistig (1981) bestimmten Tagesmittel folgende Temperaturmittel berechnet.

Tab. 21: Aus den Tagesmitteln bestimmte Temperaturmittel für die verschiedenen Jahreszeiten

Jahreszeit	Temperaturmittel (°C)
Winter	0,1
Vorfrühling	7,3
Erstfrühling	7,2
Vollfrühling	13,4
Frühling	9,0
Frühsommer	13,8
Hochsommer	15,9
Spätsommer	13,7
Sommer	14,2
Frühherbst	13,1
Vollherbst	10,5
Spätherbst	5,0
Herbst	8,3

Die Korrelationen werden für die bereits genannte Einteilung des Jahres (5.2.2) analog der Bestimmung des Zusammenhanges zwischen Grünindices und zugehöriger Nischenbreite bestimmt.

Die in allen Fällen signifikanten Korrelationen (s. Abb. 14) zwischen den als Anhaltspunkt zur Charakterisierung der Pflanzenentwicklung gewählten Temperaturmitteln und den aus der raumzeitlichen Verteilung der Individuen ermittelten Nischenbreiten bestätigen den durch einen Vergleich der Nischenbreite mit den Grünindices gefundenen Zusammenhang und die Ergebnisse zur Strategie der Rothirschpopulation in der Realisierung ihrer Stoffwechselansprüche.

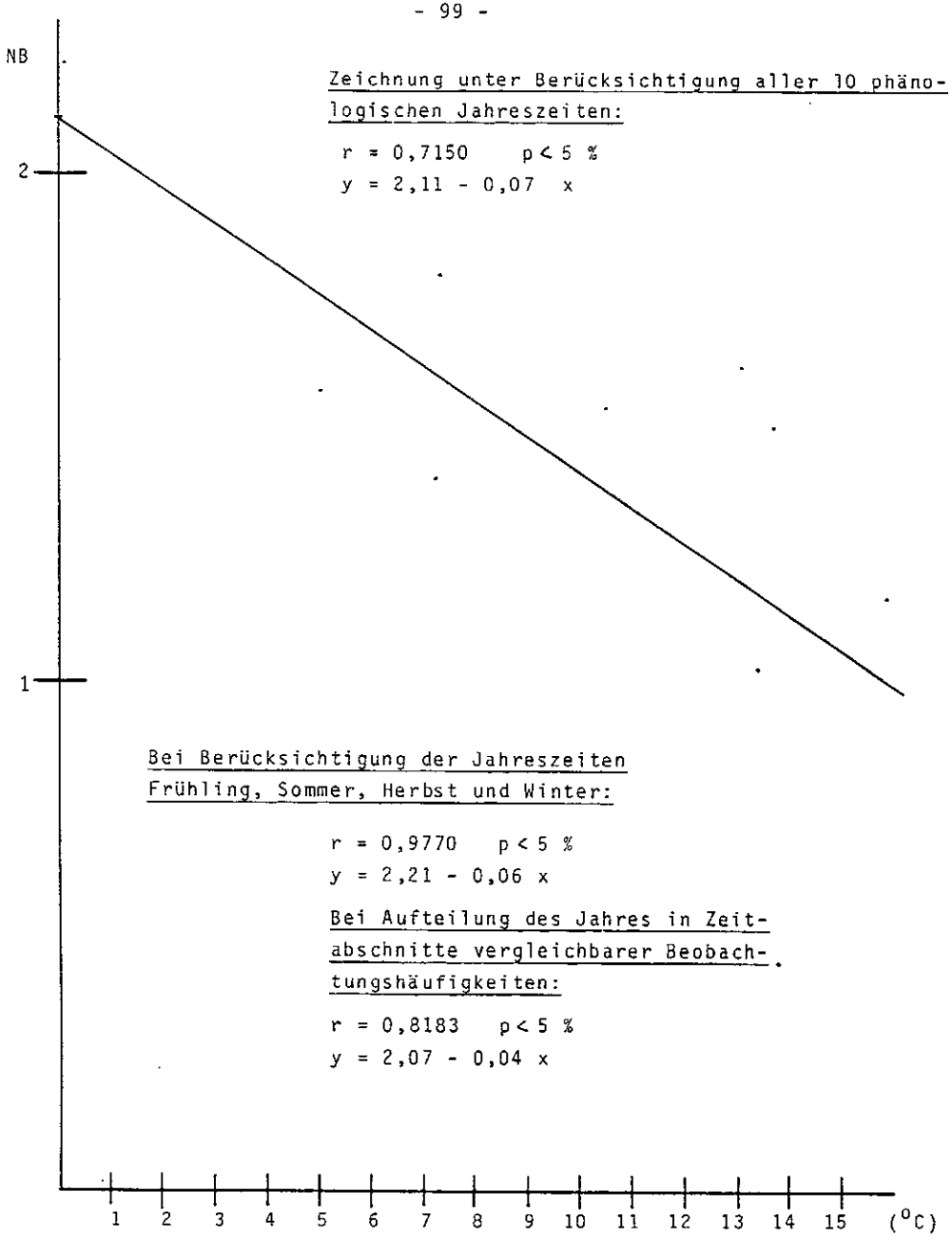


Abb. 14: Beziehung zwischen Temperaturmittel (°C) und stoffwechselbedingter Nischenbreite (NB)

6.0 Diskussion

Auf der Basis eines detaillierten, ökosystemeigenen, raum-zeitlichen Bezugssystems und definierten Umweltansprüchen des Rothirsches werden die Strategien einer Rothirschpopulation zur Realisierung ihrer Lebensansprüche unter besonderer Berücksichtigung des stoffwechselbedingten Verhaltens untersucht.

Ein weites Nahrungsspektrum und eine differenzierte Anpassung der zur Realisierung der Stoffwechselansprüche genutzten Ressourcen an das vorhandene Angebot kennzeichnen die hohe Valenz der Population in der Nahrungswahl. Die in den Nahrungsspektren der europäischen Rothirschpopulationen in Schottland (DARLING 1937, CLUTTON-BROCK, GUINNESS, ALBON 1982), Skandinavien (AHLEN 1975, LAVSUND 1975, 1976), Dänemark (JENSEN 1958), den Niederlanden (VAN DE VEEN 1979), in der Eifel (FICHANT 1979, o.J., PETRAK 1982a), in den Stromgebieten von Weser und Rhein (DAUSTER 1939), in Hessen (KOSS 1969), im Bayerischen Wald, Vogelsberg und Spessart (FEHRENTZ 1981), im Nationalpark Berchtesgaden (KIOROGLANIDIS 1981), im Oberengadin (HOFMANN und NIEVERGELT 1972), im Bialowieza-Wald (BOROWSKI/KOSSAK 1975, GEBCZYNSKA 1980), in den Karpaten (JAMROZY 1980), im Riesengebirge (FISER/LOCHMANN 1969), in verschiedenen Waldgebieten Polens (DZICIOLOWSKI 1969), der nordafrikanischen Population des Atlashirsches (Cervus elaphus barbarus) (MEYER 1972) und der nordamerikanischen Population des Wapiti (Cervus elaphus canadensis) (NELSON/LEEGE 1982) dokumentierte hohe ökologische Valenz der Rothirsche im Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens ist eine der Grundlagen für die weltweite Verbreitung von Cervus elaphus in der Holarktis.

Die große Anpassungsfähigkeit des Rothirsches an verschiedene Biotope und das in diesen wechselnde Nahrungsangebot ist wesentlich in der morphologisch-anatomischen Differenzierung des Pansens begründet, die den Rothirsch als Intermediär- oder Zwischentyp (Mischäser) mit Tendenz zum Grasfresser kennzeichnet (HOFMANN et al. 1976, HOFMANN 1976).

Das Nahrungsspektrum umfaßt alle Gruppen des Pflanzenreiches einschließlich bestimmter Algenarten an der Felsküste des Atlantik (CLUTTON-BROCK et.al. 1982) und in den Bergseen des Altai-Gebirges (SOBANSKI 1981).

In Schottland "vergreifen sich Rothirsche gelegentlich an koloniebrütenden Seevögeln, z.B. Sturmtauchern, die sie vom Boden aufnehmen und verschlingen. Dabei verzehren sie Teile des Körpers und lassen die Flügel liegen." (BOTZLER 1972). Carnivorie tritt jedoch nur in Ausnahmefällen auf. Das Fressen der Nachgeburt nach dem Setzen des Kalbes und das Aufnehmen der blutigen Bastfetzen des Geweihes beim Fegen gehen über das stoffwechselbedingte Verhalten hinaus.

Im Sinne einer Optimierung des Energie- und Stoffwechsels steigt die auf die Pflanzengemeinschaften als Fixpunkte für die Nahrungsaufnahme bezogene stoffwechselbedingte Nischenbreite (NB) der untersuchten Rothirschpopulation bei sinkendem Angebot zu einem Maximum im Winter an. Nur eine hohe Schneelage kann über die Einschränkung der Mobilität die Ausdehnung der Nahrungsnische behindern (vgl. BOROWSKI/KOSSAK 1975).

Der Zunahme der stoffwechselbedingten Nischenbreite der Population des Untersuchungsgebietes bei sinkendem Angebot entsprechen eine für den Winter auf der Basis von Pansenanalysen ermittelte, erhöhte Nischenbreite im Nationalpark Berchtesgaden (KIOROGLANIDIS 1981) sowie im Winter verlängerte Äsungszeiten auf Rhum (CLUTTON-BROCK et al. 1982) und im Nationalpark Berchtesgaden (GEORGII/SCHRÖDER 1978).

Zur Zeit des maximalen Nahrungsangebotes im Frühsommer bzw. Sommer erreicht die stoffwechselbedingte Nischenbreite der Population in der Rureifel durch die Konzentration der Nahrungsaufnahme auf die am meisten zusagenden Pflanzengemeinschaften ihr Minimum. KIOROGLANIDIS (1981) bestimmte entsprechend eine niedrigere Nischenbreite für den Sommer. CLUTTON-BROCK et al. (1982) und GEORGII/SCHRÖDER (1978) fanden analog abnehmende Äsungszeiten.

Die enge Bindung der stoffwechselbedingten Nischenbreiten der Population in der Rureifel an die Temperaturmittel der einzelnen Jahreszeiten folgt aus der Bedeutung des Temperaturverlaufs für die Pflanzenentwicklung und damit das Nahrungsangebot für die Rothirsche des Untersuchungsgebietes.

In der Phylogenese dürfte die Fähigkeit, den Einsatz zur Realisierung der Lebensansprüche bei sinkendem Angebot zu steigern, eine wesentliche Voraussetzung für das Vorkommen der Gattung Cervus sowohl in den pleistozänen Tiergesellschaften der Kältesteppen als auch der Waldgesellschaften gewesen sein.

Das Nahrungsspektrum der untersuchten Rothirschpopulation in der Rureifel ist im Winter bei Schnee artenärmer, dabei ist der Anteil der Holzgewächse an der Äsung in dieser Jahreszeit höher als in der Vegetationsperiode. Die Bedeutung der Holzgewächse als Winteräsung wurde bereits frühzeitig von Praktikern (SCHLEIFF 1972, WOLTER 1981) erkannt und einschließlich des im Winter reduzierten Nahrungsspektrums für alle daraufhin untersuchten Rothirschpopulationen (AHLEN 1975, DZICIOLOWSKI 1969, 1970, LAVSUND 1976 u.a.) bestätigt. Der Stellenwert der Holzgewächse als Winteräsung resultiert aus ihrer im Vergleich zu den krautigen Arten höheren morphologisch anatomischen Differenzierung und der darin begründeten leichteren Zugänglichkeit für die Rothirsche im Winter.

Die Strategien von Cervus elaphus zur Realisierung der Stoffwechselansprüche bei Äsungsverknappung sind offensichtlich unabhängig von deren Ursachen. Der Berberhirsch (Cervus elaphus barbarus) muß mit einer sommerlichen Trockenheit und schneereichen Wintern zwei Nahrungsengpässe überwinden. Nach den Beobachtungen von MEYER (1972) nimmt der Anteil der Holzgewächse an der Nahrung auch in der Trockenzeit zu. Seine Beobachtungen lassen zusätzlich eine Erweiterung der stoffwechselbedingten Nischenbreite im Sommer vermuten.

Die Funktion des Verhaltens als "organismische Steuerung und Regelung von Umweltbeziehungen als Selbstoptimierung" (TEMBROCK

1980) zeigt sich deutlich in der mit steigendem Deckungsgrad der Krautschicht zunehmenden relativen stoffwechselbedingten Frequentierung durch das Rotwild. Dadurch können die Stoffwechselansprüche mit einem Minimum an Energieeinsatz (Lokomotion) realisiert werden.

Die gefundene Korrelation zwischen Stetigkeit und Beliebtheitsmaß der Arten in der Krautschicht dokumentiert die entscheidende Bedeutung der Krautschicht für die Nahrungswahl und die Anpassung der Population an das vorhandene Ressourcenspektrum.

Die Übereinstimmung in der Reihung der wichtigsten Äsungspflanzen für die Rotwildbestände der westlichen Hocheifel (FICHANT) und der Rureifel (PETRAK 1982a) spiegelt die gleichartige Anpassung zweier verwandter Teilpopulationen an vergleichbare Umweltbedingungen, die durch die Zugehörigkeit beider Landschaften zum Bereich des Hainsimsen-Buchenwaldes als potentielle natürliche Vegetation charakterisiert werden können.

Die in Europa festzustellende Verschiebung des Anteils einzelner Arten in den Nahrungsspektren der verschiedenen Rothirschpopulationen, die z.B. im Fall der Holzgewächse von den holzigen Chamaephyten auf Rhum (CLUTTON-BROCK et al. 1982) zu den Nanophanerophyten und Phanerophyten im Osten (vgl. DZICIOLOWSKI 1969, JAMROZY 1980) zu erfolgen scheint, läßt nicht auf eine abnehmende Beliebtheit der Kleinsträucher schließen, wie ein Vergleich der Beliebtheitsmaße für Sorbus aucuparia (3,7) und Calluna vulgaris (2,1) in der Rureifel zeigt, sondern eher auf eine Verschiebung in der floristischen Zusammensetzung der untersuchten Pflanzengemeinschaften, die in der Nahrungswahl reflektiert wird. Dazu kommt die Abhängigkeit der Zugänglichkeit einzelner Lebensformen von der Schneehöhe.

Übereinstimmend kann für alle europäischen Rothirschpopulationen (Belege s.o.!) festgestellt werden, daß die Wirtschaftsholzarten nicht zu den bevorzugten Nahrungspflanzen der Hirsche gehören, jedoch häufig angenommen werden müssen, da andere Nahrungspflanzen nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen (vgl. dazu auch HASEK 1970).

Die funktionale Abhängigkeit der relativen stoffwechselbedingten Frequentierung einzelner Pflanzengemeinschaften von der als Maß für die relative Beleuchtungsstärke in den Beständen mit Hilfe der Zeigerwerte (ELLENBERG 1979) aus den Vegetationsaufnahmen ermittelten quantitativen, flächenbezogenen Lichtzahl (L^+) folgt aus der Bedeutung der relativen Beleuchtungsstärke für die Entfaltung der Krautschicht, deren Artmächtigkeit wesentlich die Attraktivität der Pflanzengemeinschaften für das Rotwild bestimmt. Der höheren Frequentierung krautschichtreicherer Pflanzengemeinschaften durch das Rotwild entspricht auch eine höhere Nahrungsentnahme, die durch die quantitative, flächenbezogene Äsungszahl erfaßt wurde.

Ein Vergleich zwischen den Summen der Pflanzenarten, die in den einzelnen Schichten bzw. insgesamt zur Realisierung der Umweltansprüche beitragen können, verdeutlicht die unterschiedlichen ökologischen Valenzen in den einzelnen Funktionskreisen.

Das Verhalten muß stets mehrere Lebensansprüche gleichzeitig gewährleisten. Dabei bestimmen die Umweltansprüche mit den niedrigsten ökologischen Valenzen die Möglichkeiten zur Realisierung der übrigen Ansprüche.

Aus der im Vergleich zur Nahrungswahl wesentlich geringeren Artenzahl zur Gewährleistung der Störfreiheit des Verhaltens entsprechenden relativ geringeren ökologischen Valenz des Rothirsches im Funktionskreis der Feindvermeidung und der permanenten Notwendigkeit zur Gewährleistung der protektiven Ansprüche (vgl. BÖTZLER 1972, 1974) ergeben sich in Verbindung mit massiven anthropogenen Störfaktoren Konsequenzen bis zum Versuch, die Stoffwechselansprüche in dafür ungeeigneten Pflanzengemeinschaften wie z.B. sichtdichten und äsungsfreien Fichtenbeständen zu realisieren, die nur Baumrinde als Notäsung bieten können.

Die bereits aus der geringen zu diesem Funktionskreis aufgeführten Artenzahl deutlich werdende niedrige ökologische Valenz im Funktionskreis des Fortpflanzungsverhaltens, über die die zur Fortpflanzung erforderliche Synchronisation und Synlokalisation der Population erreicht wird, hat ihre Entsprechung in einer vorübergehenden Reduzierung der stoffwechselbedingten Nischenbreite und der protektiven Ansprüche der Hirsche zur Brunftzeit im Herbst bzw. Vollherbst. Entsprechend erreicht der Tagesaktionsraum der Weibchenrudel auf Rhum zum Höhepunkt der Brunftzeit sein Minimum (BÖTZLER 1974). Die analysierte Bedeutung halboffener Steppenlandschaften zur Realisierung des Fortpflanzungsverhaltens zeigte sich besonders deutlich nach den Waldverwüstungen im Zuge des 2. Weltkrieges. In der Nachkriegszeit war es zur Hochbrunft manchmal selbst in den Mittagsstunden nicht möglich, mit dem Fuhrwerk in den Wald zu gelangen, da die Pferde vor dem überall in der weiten Steppenlandschaft kilometerweit zu hörenden Schreien der Hirsche scheuten (R. PRÖMMER 1982)!

Um Mißverständnissen vorzubeugen, wird noch einmal auf die Definition der Nische im vorliegenden etho-ökologischen Kontext (s. 5.3) verwiesen. Daraus geht eindeutig hervor, daß der Aktionsraum, "Habitat, definiert für eine gegebene Zeit als Summe aller Räumlichkeiten, die von einem Individuum oder einer Gruppe während dieser Zeit besucht werden," (TEMBROCK 1980) und die Nischenbreite als quantitatives aus der proportionalen Verteilung der Individuen auf die einzelnen Ressourcenklassen abgeleitetes Maß für das zur Realisierung definierter Umweltansprüche aktiv genutzte Ressourcenspektrum nicht verwechselt werden dürfen.

Die Größe des Aktionsraumes resultiert wesentlich aus den Wegen, die zur Erreichung geeigneter Umweltbedingungen zur Realisierung bestimmter Umweltansprüche zurückgelegt werden.

Dem Minimum der stoffwechselbedingten Nischenbreite im Sommer, d.h. einem Maximum der Selektivität in der Auswahl der Pflanzengemeinschaften als Fixpunkte für die Nahrungsaufnahme, entspricht ein Maximum des saisonalen Aktionsraumes im Sommer (vgl. BÖTZLER 1972).

Der Einfluß der Selektivität in der Nahrungswahl auf die Größe des sommerlichen Aktionsraumes wird durch einen Vergleich mit dem Aktionsraum des Muffelwildes (Ovis ammon musimon SCHREBER 1782) besonders deutlich. Bei der Analyse der Erschließung eines neuen Aktionsraumes durch individualmarkierte, im Winter ausgesetzte Mufflons ermittelte THEISS-KRÄMER (1983) einen minimalen Aktionsraum im Sommerquartal, der auf optimale Bedingungen zur Realisierung der stoffwechselbedingten und protektiven Ansprüche in denselben Pflanzengemeinschaften hinweist und auch in der Zugehörigkeit der Mufflons zu den im Vergleich zum Rothirsch weniger selektiven Rauhfutter-Fressern (HOFMANN 1981) begründet ist.

Die am Beispiel einer Wildwiese erstmalig aufgezeigte Funktion definierter Verhaltensabläufe als Standortfaktoren für die Vegetation und die daraus resultierende Standortdifferenzierung, über die die topologische Organisation des Rothirschverhaltens letztlich ihren Ausdruck in der Phytozönose findet, zeigt exemplarisch, wie die innere Raumordnung der Rothirsche über die Raumorientierung in die Umwelt projiziert und mit dieser abgestimmt wird.

Aus dem hochdifferenzierten Verhalten des Rothirsches, das über die einzelnen Funktionskreise die wechselseitige Verschränkung mit allen Gliedern der Biozönose und damit die Integration in das Ökosystem gewährleistet, resultiert seine Schlüsselposition in Hinblick auf Struktur und Artenzusammensetzung der Pflanzengemeinschaften. Die hohe ökologische Valenz des Rothirsches im Funktionskreis des stoffwechselbedingten Verhaltens ist eine der wesentlichen Voraussetzungen für den auch in der Größe des Areals dokumentierten phylogenetischen Erfolg der Art.

Die weitere Existenz unseres größten freilebenden Säugetieres scheint nur gesichert, wenn die Lebensraumansprüche und das Existenzrecht des Rothirsches unabhängig von den gerade modernen, häufig äußerst kurzfristigen wirtschaftlichen und deshalb legalisierten, damit aber noch lange nicht legitimierten Interessen des Menschen gewahrt bleiben.

7.0 Zusammenfassung

In einer achtjährigen etho-ökologischen Feldstudie werden auf der Grundlage eines ökosystemeigenen, raum-zeitlichen Bezugssystems und definierten Umweltansprüchen des Rothirsches (Cervus elaphus L. 1758) Untersuchungen zu den Strategien einer Rothirschpopulation in der Westeifel zur Realisierung ihrer Lebensansprüche durchgeführt.

Die ausführliche Charakterisierung des Untersuchungsgebietes, die neben der naturräumlichen Situation vor allem auch die historische Entwicklung und damit den Einfluß des Menschen auf das Ökosystem berücksichtigt, bildet die Grundlage zur Entwicklung eines ökosystemeigenen raum-zeitlichen Bezugssystems für die Analyse der Wechselbeziehungen zwischen dem Rothirsch und seiner Umwelt.

Analog dem über die Phänologie gewonnenen systemeigenen zeitlichen Bezugssystem liefert die reale Vegetation in ihrer vorwiegend anthropogen bedingten Differenziertheit das öko - systemeigene räumliche Bezugssystem.

Die von den Rothirschen realisierten Strategien werden auf verschiedenen Integrationsebenen vermessen. An eine detaillierte Betrachtung der Wechselbeziehungen zwischen der Flora des Untersuchungsgebietes und den Umweltansprüchen des Rotwildes schließt sich eine Analyse der Rahmenbedingungen für die stoffwechselbedingte Frequentierung (RSF) einzelner Pflanzengemeinschaften an. Mit der Ermittlung der stoffwechselbedingten Nischenbreite (NB) werden die nach außen projizierten Ansprüche der Rotwildpopulation an ihre Umwelt bei der Nahrungswahl in ihrer ökologischen Bedingtheit ermittelt.

Im Einzelnen ergeben sich folgende Ergebnisse:

1. Die Summe der Pflanzenarten, die die Gewährleistung eines bestimmten Umweltanspruches ermöglicht, liefert ein Maß für die ökologische Valenz der untersuchten Rothirschpopulation in dem betreffenden Funktionskreis.

Von insgesamt 174 berücksichtigten Arten (teilweise Mehrfachberücksichtigung von Phanerophyten und Nanophanerophyten entsprechend ihrem möglichen Vorkommen in mehreren Schichten) werden 6 durch Stoffwechselendprodukte gefördert. Zu jeder Funktion ist die Artenzahl gegeben, die ihre Realisierung ermöglicht:

Funktion als bzw. für das/die	
- Nahrung	160
- Schutz vor Witterung	12
- Aufsuchen störungsfreier Ruhe- und Äsungsplätze	6
- Deckung beim Sichern	34
- Fluchtziel	32
- Komfortverhalten	5
- Deckung bei der Lokomotion	14
- Ortswahl der Brunftrudel	9
- Ortswahl röhrender Hirsche	6
- Widerlager beim Fegen bzw. Kampfpartner beim Schlagen	14

2. Die relative funktionskreisbezogene Nutzung der einzelnen Schichten der Pflanzengemeinschaften liegt bei einem theoretischen Maximum von 1 zwischen 0,10 für Arten der Krautschicht und 0,41 für Arten der 2. Baumschicht.

3. Die Zahl der gewährleisteten Funktionen pro Pflanze schwankt zwischen 0 und 8. 8 Funktionen werden von 3 Arten gewährleistet. Die Zahl der Arten mit nur einer Nutzungsmöglichkeit beträgt 123.

4. Stetigkeit und relative Beäsungsintensität der Arten sind für Angehörige der 2. Baumschicht sowie diejenigen der Krautschicht positiv korreliert.

5. Die am Beispiel einer Wildwiese mit Hilfe der mittleren Faktorenzahlen erstmalig durchgeführte Analyse der Funktionen

definierter Verhaltensabläufe als Standortfaktoren für die Vegetation und die daraus resultierende Standortdifferenzierung ergibt folgende Ergebnisse:

a) Artenzahl und Deckungsgrad spiegeln die Auswirkung der Lokomotion auf die Pflanzengemeinschaft in Abhängigkeit von den den Bewegungsformen zugrunde liegenden Motivationen wider: Im Unterschied zum Ruhen und Wiederkauen führen soziale Auseinandersetzungen zu einem Absinken der Artenzahl auf 5 (Maximum: 20) und einer Abnahme des Deckungsgrades auf 50 % (Maximum: 100 %).

b) Stickstoff- und Reaktionszahlen (Maximum: 8,0 bzw. 7,0; Minima: 3,7 bzw. 2,3) reflektieren die Funktion der Stoffabgabe als Standortfaktoren für die Pflanzen. Sie sind mit der relativen Zahl und Aufenthaltsdauer des Rotwildes positiv korreliert.

6. Die Verteilung der äsenden Rothirsche auf die einzelnen Phytozönosen unterscheidet sich signifikant von einer Zufallsverteilung.

7. Die relative stoffwechselbedingte Frequentierung (RSF) einzelner Pflanzengemeinschaften liegt zwischen 0 (61-80-jährige Fichtenbestände im Winter) und 395 (Wiesen im Winter).

8. Die RSF einer Pflanzengemeinschaft ist unabhängig von ihrem Flächenanteil am Gesamtgebiet.

9. Für das ganze Jahr sowie die Jahreszeiten Frühling, Sommer und Herbst ergeben sich positive Korrelationen zwischen der RSF sowie
   - dem Deckungsgrad der Krautschicht
   - der relativen Beleuchtungsstärke in den Beständen
   - der quantitativen, flächenbezogenen Äsungszahl.

10. Die ermittelte stoffwechselbedingte Nischenbreite (NB) der Rothirschpopulation schwankt zwischen einem Maximum von 2,227 im Winter und einem Minimum von 0,450 im Sommer. Das

relative Minimum im Vollherbst (1,539) resultiert aus der Synchronisation und Synlokalisation der Population im Zuge der Brunft.

11. Auffallend hohe Nischenüberlappungen mit Werten über 0,8 (theoretisches Maximum: 1) werden zwischen den Jahreszeiten Vollfrühling/Frühling, Hochsommer/Sommer sowie Vollherbst/Herbst gefunden.

12. NB und Nahrungsangebot sind negativ korreliert.

13. NB und Temperaturmittel sind negativ korreliert.

Die für eine Eifelhirschpopulation ermittelten Strategien zur Realisierung ihrer Lebensansprüche, die über eine weite Amplitude der stoffwechselbedingten Nischenbreite integriert werden, reflektieren die in der Diskussion deutlich gewordene hohe nahrungsökologische Valenz der Spezies. Diese ist eine der Grundlagen für die weltweite Verbreitung von Cervus elaphus in der Holarktis.

8.0 Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

8.1 Tabellen

		Seite
Tab. 1	Durchschnittliche monatliche Extremtemperaturen sowie Anzahl der Frost-, Eis- und Sommertage in den einzelnen Monaten des Jahres 1981	4
Tab. 2	Registrierte Phänophasen im Jahr 1981	7
Tab. 3	Einteilung des Jahres in phänologische Jahreszeiten für den Untersuchungszeitraum	11
Tab. 4	Übersicht der als Bezugsgrößen gewählten Pflanzengemeinschaften (bzw. Standorte)	13
Tab. 5	Liste der Beobachtungen zur Funktion der Pflanzenarten des Untersuchungsgebietes im Rahmen der Umweltansprüche des Rothirsches	19
Tab. 6	Summen der Pflanzen, die in den einzelnen Schichten die Realisierung der betrachteten Umweltansprüche der Rothirschpopulation ermöglichen	26
Tab. 7	Summen der in den einzelnen Schichten vertretenen Pflanzenarten und der von diesen realisierten Umweltansprüche der Rothirschpopulation	26
Tab. 8	Summen der Pflanzen, die in den einzelnen Schichten eine definierte Zahl von Umweltansprüchen des Rothirsches gewährleisten	27
Tab. 9	Liste der Beobachtungen zur relativen Beäsungsintensität der Pflanzenarten des Untersuchungsgebietes durch das Rotwild	35
Tab. 10	Ermittelte Korrelationskoeffizienten zur Überprüfung des Zusammenhanges zwischen Stetigkeit und Beliebtheitsmaß (BM) der Pflanzenarten des Untersuchungsgebietes	42
Tab. 11	Detailstudie Wildwiese	50

Seite

Tab. 12 Raum-zeitliche Verteilung der bei der Nahrungsaufnahme beobachteten Rothirsche. Angegeben sind jeweils Beobachtungshäufigkeiten (Summen beobachteter Individuen). 66

Tab. 13 Wertetabelle zur Ermittlung der Beziehungen zwischen den über Vegetationsaufnahmen gewonnenen ökologischen Kenndaten ausgewählter Pflanzengemeinschaften und ihrer relativen stoffwechselbedingten Frequentierung (RSF) durch den Rothirsch 71

Tab. 14 Ressourcenmatrix auf der Basis der raum-zeitlichen Verteilung der bei der Nahrungsaufnahme beobachteten Rothirsche zur Ermittlung von Nischenbreiten und -überlappungen in bzw. zwischen den verschiedenen Jahreszeiten nach COLWELL und FUTUYMA (1971) 85

Tab. 15 Die stoffwechselbedingte Nischenbreite (NB) der untersuchten Rothirschpopulation im Jahresverlauf 86

Tab. 16 Nischenüberlappungen in der Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche in den 10 phänologischen Jahreszeiten 87

Tab. 17 Nischenüberlappungen in der Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche unter Berücksichtigung der Jahreszeiten mit Beobachtungshäufigkeiten vergleichbarer Größenordnungen 88

Tab. 18 Nischenüberlappungen in der Realisierung der stoffwechselbedingten Ansprüche in den Jahreszeiten Frühling, Sommer, Herbst und Winter 88

Tab. 19 Schätzwerte der Artmächtigkeiten der grünen Pflanzenteile (G) bezogen auf den Deckungsgrad der Krautschicht für die einzelnen Pflanzengemeinschaften im Jahresverlauf (1981) 94

Tab. 20 Grünindices für das gesamte Untersuchungsgebiet zu den verschiedenen Jahreszeiten 95

Tab. 21 Aus den Tagesmitteln bestimmte Temperaturmittel für die verschiedenen Jahreszeiten 98

8.2 Abbildungen

Seite

Abb. 1 Mittlere monatliche Temperaturmaxima, monatliche Niederschlagssummen sowie ausgewählte Phänophasen für das Jahr 1981 - Allgemeine Einteilung des Jahres in phänologische Jahreszeiten. 10

Abb. 2 Beziehung zwischen der Stetigkeit und der über die BM-Werte erfaßten relativen Beäsungsintensität aller Pflanzenarten der Krautschicht. 43

Abb. 3 Wildwiese - Obersicht. Die Aufnahmeroute verläuft zwischen den beiden Markierungen am Bildrand von der 6 m breiten Trograufe an der einzeln stehenden Kiefer und Fichte vorbei bis in den angrenzenden Fichtenbestand. 47

Abb. 4 Mittlere qualitative Faktorenzahlen (n. ELLENBERG 1979) in den einzelnen Zonen der Wildwiese (Erläuterungen s. Text). 53

Abb. 5 Rotwild an der Trograufe (Zone 1). Die Individuen davor stehen im unmittelbaren Wartebereich zur Raufe (Zone 2). Die Frequentierung des einzeln stehenden Troges ist gering. 55

Abb. 6 Alttier und Kalb befinden sich in Zone 4, der Schmalspießer hat auf dem Weg zur Heuraufe bereits Zone 3 erreicht. Nach der Entleerung des Troges unter der Kiefer werden auch die einzeln stehenden Tröge angenommen. Die Rothirsche äsen nur kurz aus ihnen. 56

Abb. 7 Die tiefbeastete Fichte in Zone 6 dient als Deckung beim Zwischenhalt auf dem Weg zur Fütterung. Das Leittier hat sich aus der Deckung herausgewagt. 59

Abb. 8 Beim Sonnenbaden in Zone 7. Die Skispur (kein Wechsel!) markiert etwa die Grenze zwischen den Zonen 6 und 7. Der Schmalspießer hat bereits Zone 6 erreicht. 60

Abb. 9 Beziehung zwischen dem Deckungsgrad der Krautschicht (Kr-D) und der relativen stoffwechselbedingten Frequentierung durch das Rotwild (RSF) 74

Seite

Abb. 10 Beziehung zwischen der aus Vegetationsaufnahmen berechneten quantitativen, flächenbezogenen Lichtzahl (L^+) und der relativen stoffwechselbedingten Frequentierung durch das Rotwild (RSF) 76

Abb. 11 Beziehung zwischen der aus Vegetationsaufnahmen als Maß für die Entnahmemenge berechneten quantitativen, flächenbezogenen Äsungszahl ($Ä^+$) und der relativen stoffwechselbedingten Frequentierung durch das Rotwild (RSF) 79

Abb. 12 Jahresgang der Nischenbreite (NB) des stoffwechselbedingten Verhaltens 89

Abb. 13 Beziehung zwischen dem zur Charakterisierung des Angebotes an relativ beliebter Äsung ermittelten Grünindex und der stoffwechselbedingten Nischenbreite (NB) 96

Abb. 14 Beziehung zwischen Temperaturmittel (^oC) und stoffwechselbedingter Nischenbreite (NB) 99

9.0 LITERATURVERZEICHNIS

Die in 1.0 erwähnte Diplomarbeit entspricht inhaltlich PETRAK 1982a!

AHLEN, I.,1975: Winter Habits of Moose and Deer in Relation to Land Use in Scandinavia. Viltrevy 9, S. 45-192

AHRENS, W.,1974: Erd- und Landschaftsgeschichte. In SCHRAMM,J., Die Eifel. 3. Aufl. Essen, Burkhard, S. 30-41

AHRENS, W., SCHMIDT, Wo., SCHRÖDER, E., 1973/1974: Geologie. In EIFELVEREIN, Eifelführer. 35. Aufl. Düren, Eifelverein, S. 31-43

ANDERSON, D.D., 1964: The Status of Deer in Kansas. Miscellaneous Publication No. 39, Kansas, Museum of Natural History

ARBEITSKREIS STANDORTSKARTIERUNG IN DER ARBEITSGEMEINSCHAFT FORSTEINRICHTUNG, 1980: Forstliche Standortaufnahme:Begriffe, Definitionen, Kennzeichen, Erläuterungen. 4. Aufl. Münster-Hiltrup, Landwirtschaftsverlag

BECKMANN, R., 1982: Die Hausschutzhecken im Monschauer Land unter besonderer Berücksichtigung ihrer klimatischen Auswirkungen. Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde 49, Dümmlerbuch 7149, Bonn, Dümmler

BEISSEL, Graf von Gymnich, 1978: Mdl. Mitt.

BELGARD, M., 1974: Der Wald und die Forstwirtschaft. In SCHRAMM, J., Die Eifel. 3. Aufl. Essen, Burkhard, S. 248-257

BENINDE, J., 1937: Zur Naturgeschichte des Rothirsches. Monographien der Wildsäugetiere IV, Leipzig, Schöps

BENZEL, W., 1975: Im Paradies der Hirsche: Rotwilderfahrungen des letzten Wildmeisters beim Fürst Pleß. 3. Aufl. Hamburg u. Berlin, Parey

BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, E. SUKOPP, H., Hrsg., 1977: Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschlang. In ERZ, W., Naturschutz aktuell 1, Greven, Kilda

BOROWSKI, S., KOSSAK, S., 1975: The Food Habits of Deer in the Bialowieza Primeval Forest. Acta Theriologica 20, S. 463-506

BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl., Wien, New York, Springer

BRAUN-BUDDE, S., 1969: Die Wald- und Holzwirtschaft der Eifel. Diss. Bonn

BRESSELER, P., 1971: Das Rotwild in der Eifel. Strassenhaus, Wirtschafts- und Forstverlag KG

BRESSELER, P., 1978: Mdl. Mitt.

BUCHLI, C., 1979: Zur Populationsdynamik, Kondition und Konstitution des Rothirsches (Cervus elaphus L.) im und um den Schweizerischen Nationalpark. Diss., Uni Zürich

BOTZLER, W., 1972: Rotwild. München, Salzburg, BLV

-----, 1974: Kampf- und Paarungsverhalten, soziale Rangordnung und Aktivitätsperiodik beim Rothirsch. Beiheft 2. Z. Tierpsych. 16, Hamburg u. Berlin, Parey

CAESAR, H., 1979: Schriftl. Mitt.

-----, 1981: Das Rotwild in Westdeutschland. Osburg, Caesar

CASNOCHA, P., 1971: Dynamik und Frequenz der Fichtenschälung durch Rotwild in den außerhalb des natürlichen Areals der Fichte gelegenen Gebieten und ihre Abhängigkeit von den Witterungsverhältnissen. Tag.-Ber. dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. 113, Berlin, S. 9-28

CASPERS, N., KREMER, B., 1978: Das Hohe Venn: Europäische Landschaft im Deutsch-Belgischen Naturpark. Rhein. Landsch. 14, Köln, Rhein. Ver. Denkmalpfl. Landschaftsschutz

CLAASEN, R., 1981: Schriftl. Mitt.

CLUTTON-BROCK, T.H. GUINNESS, F.E., ALBON, S.D., 1982: Red Deer: Behaviour and Ecology to Two Sexes. In SCHALLER, G.B., Wildlife Behaviour and Ecology, Edinburgh, University Press

COLWELL, R.K., FUTUYMA, D.J., 1971: On the Measurement of Niche Breadth and Overlap, Ecology 52, S. 567-576

CONRAD, H., 1974: Die Rotwildbewirtschaftung in Gebieten uneinheitlicher Besitzstruktur. Allg. Forstztschr. 29, S. 790-793

CONRAD, H., 1979: Mdl. Mitt.

CORNELIUS, T., 1974: Von Eifelklöstern und -kirchen. In SCHRAMM,J., Die Eifel, 3. Aufl. Essen, Burkhard, S. 124-133

CROMBRUGGHE, S.A. de, 1981: Entwicklung und jagdkundliche Behandlung der Rotwildbestände in Belgien. Z. Jagdwiss. 27, S. 204-206

CROMBRUGGHE, S.A., de, LOUIS, C., 1974: Die Winterfütterung und das Schälen beim Rothirsch (Cervus elaphus L.). Maschr. Ms. Groenendaal-Hoeilaart u. Louvain-la-Neuve

DARLING, F.F., 1937: A Herd of Red Deer: A Study in Animal Behaviour. London, Oxford University Press

DASMANN, R.F., 1964: Wildlife Biology. New York, London, Sydney, Wiley & Sons

DAUSTER, K.H., 1939: Untersuchungen über die Zusammensetzung und Aufnahme der Äsung des Rotwildes und ihre Beziehungen zur Schälfrage. Mitt. a. Forstwirtsch. und Forstwiss. 10, S. 216-230

DENGLER, A., 1971: Waldbau. 1. Band: Der Wald als Vegetationstyp und seine Bedeutung für den Menschen. 4. Aufl., neubearb. BONNEMANN, A., RÖHRIG, E., Hamburg u. Berlin, Parey

DENGLER, A., 1972: Waldbau. 2. Band: Baumartenwahl, Bestandesbegründung und Bestandespflege. 4. Aufl., neubearb. BONNEMANN, A., RÖHRIG, E., Hamburg u. Berlin, Parey

DEUTSCHER JAGDSCHUTZ-VERBAND e.V., Hrsg., 1982: DJV Handbuch 1982. Mainz, Hoffmann

DEUTSCHER WETTERDIENST, 1950: Pflanzentafeln für den Phänologischen Dienst. Bad Kissingen, Deutscher Wetterdienst in der US-Zone, Zentralamt

-----, o.J.: I. Phänologischer Meldebogen für Frühling. Offenbach a.M., Deutscher Wetterdienst, Zentralamt

-----, o.J.: II. Phänologischer Meldebogen für Sommer und Herbst. Offenbach a.M., Deutscher Wetterdienst, Zentralamt

-----, o.J.: Mustermeldebogen zu: I. Phänologischer Meldebogen für Frühling, II. Phänologischer Meldebogen für Sommer und Herbst. Offenbach a.M., Deutscher Wetterdienst, Zentralamt

-----, 1980: Tagebuch für die phänologischen Beobachtungen 1980

-----, 1982: Schriftl. Mitt. Deutscher Wetterdienst, Wetteramt Essen

-----, 1981: Deutsches Meteorologisches Jahrbuch Bundesrepublik Deutschland 1979. Offenbach a.M., Deutscher Wetterdienst

-----, 1982: Deutsches Meteorologisches Jahrbuch Bundesrepublik Deutschland 1980, Offenbach a.M., Deutscher Wetterdienst, Zentralamt

DE VOS, A. MOSBY, H.S., 1972: Habitat Analysis and Evaluation. In GILES, R.H., Wildlife Management Techniques. 3rd. rev. ed. Washington, D.C., The Wildlife Society

DRECHSLER, H., 1980: Über die Geweihbildung bei Rothirschen im "Rotwildring Harz" in den Jahren 1959 - 1978. Z. Jagdwiss. 26, S. 207-219

DREVERMANN, B., 1982: Mdl. Mitt.

DÖRHOLT, H., 1981, Mdl. Mitt.

DZIECIOLOWSKI, R., 1969: The Quantity, Quality, and Seasonal Variation of Food Resources Available to Red Deer in Various Environmental Conditions of Forest Management. Warschau

EHRENDORFER, F., Hrsg., 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl. Stuttgart, Fischer

-----, 1978: Siebente Abteilung: Spermatophyta, Samenpflanzen. Geobotanik. In Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. begr. von E. Strasburger ... Neubearb. von Dietrich von Denffer ... 31. Aufl. Stuttgart, New York, Fischer, S. 699-987

ELLENBERG, H., 1978: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 2. Aufl. Stuttgart, Ulmer

-----, 1973: Ziele und Stand der Ökosystemforschung. In ELLENBERG, H., Ökosystemforschung: Ergebn. Symp. Deutsch. Bot. Ges. u. d. Ges. Angew. Bot. in Innsbruck, Juli 1971. Berlin, Heidelberg, Springer, S. 1-31

-----, mit ein. Beitr. v. SPATZ, G., PLETL, L. u. A. MANGSTL, 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta geobotanica 9. 2. Aufl. Göttingen, Goltze

-----, 1982: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 3. Aufl. Stuttgart, Ulmer

ERZ, W., Hrsg., 1979: Katalog der Naturschutzgebiete in der Bundesrepublik Deutschland. In ERZ, W., Naturschutz aktuell 3, Greven, Kilda

FEHRENTZ, H., 1981: Schrftl. Mitt.

FICHANT, R.: La technique de l'inventaire mensuel. Bull. Soc. Roy. For. de Belgique 87, S. 303-315

-----, 1979: Notions sur la biologie et sur la gestion des ongules. Annales de Gembloux 85, S. 187-210

FISER, Z., LOCHMANN, J., 1969: Untersuchungen über die natürliche Nahrung des Rot- und Rehwildes im Riesengebirge. Opera Cortontica 6, S. 139-161

FREVERT, W., 1977: Rominten. 6. Aufl. München, Bern, Wien BLV

FRIEDRICH, G., KUTZELNIGG, H.,1981: Bibliographie der botanischen Literatur des Rheinlandes (Nordrhein-Westfalen): Farn und Blütenpflanzen. Decheniana 134, Bonn, Naturhist. V. Rhld. und Westf., S. 1-27

FUKAREK, F., 1964: Pflanzensoziologie. Reihe Biologie und Landwirtschaftswissenschaften 14, Berlin, Akademie

FUNK, E., 1978: Beobachtungen zum Sozialverhalten des Rothirsches (Cervus elaphus L.) im Gehege. Dipl.-Arb., Göttingen

-----, 1981: Das Verhalten zweier Rothirsch-Gynopädien - eine Gehegebeobachtung. Z. Jagdwiss. 27, S. 33-41

GEBCZYNSKA, Z., 1980: Food of the Roe Deer and Red Deer in the Bialowieza Primeval Forest. Acta Theriologica 25, S. 487-500

GEILER, H., 1975: Ökologie der Land- und Süßwassertiere. Reinbek b. Hamburg, Rororo

GEIST, V., 1971: The Relation of Social Evolution and Dispersal in Ungulates during the Pleistocene, with Emphasis on the Old World Deer and the Genus Bison. Quaternary Reserearch 1, S. 283-315

-----, 1982: Adaptive Behavioral Strategies. In THOMAS, J.W., TOWEILL, D.E., Elk of North America: Ecology and Management, Washington, Wildlife Management Institute, Harrisburg, Stackpole Books, S. 219-277

GEORGII, B., SCHRÖDER, W. 1978: Radiotelemetrisch gemessene Aktivität weiblichen Rotwildes (Cervus elaphus L.). Z. Jagdwiss. 24, S. 9-23

GEORGII, B., 1980: Untersuchungen zum Raum-Zeit-System weiblicher Rothirsche (Cervus elaphus L.) im Hochgebirge. Diss., München

GERMAN, R., 1970: Studienbuch Geologie. Stuttgart, Klett

GILES, R.H., Hrsg., 1972: Wildlife Management Technique. 3 rd. rev. ed. Washington, D.C., The Wildlife Society

GOSSOW, H., 1976: Wildökologie: Begriffe, Methoden, Ergebnisse, Konsequenzen. München, Salzburg, BLV

GRODZINSKI, W., 1975: 1. The Role of Large Herbivore Mammals in Functioning of Forest Ecosystems - a General Model. Pol. ecol. Stud. 12, S. 5-15

HALLER, B., PROBST, H., 1977: Eine synoptische Merk- und Bestimmungstabelle für einheimische Farne. Praxis der Naturwissenschaften, Biologie 6. S. 149-158

HASEK, J., 1970: Natürliche Nahrung des Rotwildes vom Gesichtspunkt des Forstschutzes. Acta Universitatis Agriculturae, Brno 39, Ser. C, S. 225-261

HASENKAMP, J.G., 1979: Naturgemäße Waldwirtschaft, Wild und Jagd. In HOFMANN, R.R., Jagd + Hege Ausbildungsbuch 2, Stuttgart, Enke, S. 81-88

HECK, L., 1956: Der Rothirsch: Ein Lebensbild. 2. Aufl. Hamburg u. Berlin, Parey

HEDIGER, H., Hrsg., 1967: Die Straßen der Tiere. Braunschweig, Friedr. Vieweg

HESMER, H., 1958: Wald und Forstwirtschaft in Nordrhein-Westfalen: Bedingtheiten, Geschichte, Zustand. Hannover, Schaper

HERRE, W., 1981: Wildbiologie und Domestikation. In HOFMANN, R.R., Jagd + Hege Ausbildungsbuch 4, Stuttgart, Enke. S. 83-94

HEUELL, K., 1950: Über die Entstehung der Rotwildbestände in der Eifel nach 1848. Der Deutsche Jäger, S. 262-263 und 282-283

HOFMANN, A., NIEVERGELT, B., 1972: Das jahreszeitliche Verteilungsmuster und der Äsungsdruck von Alpensteinbock, Gemse, Rothirsch und Reh in einem begrenzten Gebiet im Oberengadin. Z. Jagdwiss. 18, S. 185-212

HOFMANN, R.R., GEIGER, G., KÖNIG, R., 1976: Vergleichend-anatomische Untersuchungen an der Vormagenschleimhaut von Rehwild (Capreolus capreolus) und Rotwild (Cervus elaphus). Z. Säugetierkunde 41, S. 167-193

HOFMANN, R.R., 1976: Zur adaptiven Differenzierung der Wiederkäuer; Untersuchungsergebnisse auf der Basis der vergleichenden funktionellen Anatomie des Verdauungstraktes. Der Praktische Tierarzt 57, S. 351-358

HOFMANN, R.R., 1978: Die Stellung der europäischen Wildwiederkäuer im System der Äsungstypen. In HOFMANN, R.R., Jagd + Hege Ausbildungsbuch 1, Stuttgart, Enke, S. 9-18

-----, 1981: Über die Notzeit des Schalenwildes in der Kulturlandschaft - wissenschaftliche Erkenntnisse, gesetzliche Bestimmungen und Hegepraxis. In HOFMANN, R.R., Jagd + Hege Ausbildungsbuch 4, Stuttgart, Enke, S. 95-107

-----, HERZOG, A., 1980: Die Notzeit des Schalenwildes: Bestandsaufnahme und Definition. DJV Nachrichten 5, S. IV-XV

-----, KÖNIG, R., 1981: Wilddichte und artgerechte Existenz. In HOFMANN, R.R., Jagd + Hege Ausbildungsbuch 4, Stuttgart, Enke, S. 41-53

HOHENSTEIN, A., 1982: Mdl. Mitt.

L'INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, Hrsg., 1976: Carte de Belgique 1:25 000, B 50/3-4 Elsenborn - Langert. Ausg. 2. Bruxelles

HÖNEN, E., 1982: Schrftl. Mitt.

JAHN, G., 1972: Forstliche Wuchsraumgliederung und waldbauliche Rahmenplanung in der Nordeifel auf vegetationskundlich -standörtlicher Grundlage. Dissertationes Botanicae 16. Lehre, Cramer

JAMROZY, G., 1980: Winter Food Resources and Food Preferences of Red Deer in Carpathian Forests. Acta Theriologica 25, S. 221-238

JENSEN, P.W., 1958: Panseninhalt dänischen Rotwildes. Z. Jagdsiss. 4, S. 164-167

KAMP, K., 1974: Das Hohe Venn: Gesicht einer Landschaft. 4. Aufl. Düren, Eifelverein

KIOROGLANIDIS, J., 1981: Nahrungswahl und Überlegungen zur Nahrungsnische bei Reh (Capreolus capreolus), Rothirsch (Cervus elaphus) und Gemse (Rupicapra rupicapra) im Nationalpark Berchtesgaden. Diss., München

KLÜTZLI, F., 1965: Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und Grünland-Gesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes. Veröffentl. Geobot. Inst. ETH Zürich 38, Bern, Huber

KLOFT, W., 1978: Ökologie der Tiere. Uni-Taschenbücher 729, Stuttgart, Ulmer

KNAPP, G., mit ein. Beitr. v. HAGER, H., 1980: Erläuterungen zur Geologischen Karte der nördlichen Eifel 1:100 000. 3. Aufl. Krefeld, Geolog. Landesamt NRW

KNAPP, R., 1971: Einführung in die Pflanzensoziologie: Pflanzengesellschaften, Vegetationskunde, Vegetationskartierung und deren Anwendung in Land- und Forstwirtschaft, Landschaftspflege, Natur- und Umweltschutz, Unterricht und anderen Gebieten. 3. Aufl. Stuttgart, Ulmer

KOSS, G., 1969: Einflüsse auf Pflanzen-Gesellschaften und Äsungs-Präferenzen von indigenen Ungulaten in Kenia und Deutschland. Diss., Gießen

KROHN, N., 1981: Mdl. Mitt.

KÜHNELT, W., 1965: Grundriß der Ökologie: Mit besonderer Berücksichtigung der Tierwelt. Jena, Fischer

KURT, F., 1968: Das Sozialverhalten des Rehes (Capreolus capreolus L.) - Eine Feldstudie - Mammalia depicta, Hamburg u. Berlin, Parey

LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, LANDSCHAFTSENTWICKLUNG UND FORSTPLANUNG, NORDRHEIN-WESTFALEN, Hrsg. u. Selbstverl.: Spezieller Erläuterungsbericht zur Waldfunktionskarte Nordrhein-Westfalen für den Bereich des Staatlichen Forstamtes Monschau als untere Forstbehörde. Stand 1.4.1975, Düsseldorf

LANDESANSTALT FÜR ÖKOLOGIE, LANDSCHAFTSENTWICKLUNG UND FORSTPLANUNG, NORDRHEIN-WESTFALEN. Hrsg. u. Selbstverl., 1975: Naturwaldzellen in NRW 1: Eifel, Niederrheinische Bucht, Niederrheinisches Tiefland. Schriftenreihe der LÖLF NRW 1, Düsseldorf

LANDESVERMESSUNGSAMT NORDRHEIN-WESTFALEN, Hrsg., 1977: Topographische Karte 1:25 000 B 5403 Monschau. 1. Aufl. Bonn - Bad Godesberg

LARCHER, W., 1980: Ökologie der Pflanzen auf physiologischer Grundlage. Uni-Taschenbücher 232, 3. Aufl. Stuttgart, Ulmer

LAVSUND, S., 1975: The Distribution of Red Deer, Cervus elaphus L., in Sweden 1900-1973. Research Notes 18, Stockholm, Royal College of Forestry

-----, 1976: The Ecology of Red Deer, Cervus elaphus L., In Areas in Southern and Central Sweden with recently established Populations. Diss. Stockholm, Research Notes 25, Royal College of Forestry

LETOCÀRT, F., 1982: Schrftl. Mitt.

LEYENS, E., 1982: Schrftl. Mitt.

LEYENS, R., 1982: Mdl. Mitt.

LORENZ, K., 1982: Vergleichende Verhaltensforschung: Grundlagen der Ethologie. DTV Wissenschaft 4392, München, Deutscher Taschenbuch Verlag

LOSENHAUSEN, P., 1978: Schrftl. Mitt.

MEYER, P., 1972: Zur Biologie und Ökologie des Atlashirsches Cervus elaphus barbarus, 1833. Z. Säugetierkunde 37, S. 101-116

MEYER, F., 1982: Schrftl. Mitt.

DER MINISTER FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN, Referat Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Hrsg., 1981: Forstwirtschaft in Nordrhein-Westfalen: Bericht der Landesregierung über Lage und Entwicklung der Forstwirtschaft gemäß § 10 des Landesforstgesetzes in der Fassung der Bekanntmachung vom 24. April 1980. Düsseldorf

DER MINISTER FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN, Hrsg.,1980: Gesetz zur Sicherung des Naturhaushaltes und zur Entwicklung der Landschaft (Landschaftsgesetz-LG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. Juni 1980 (GV.NW.S.734). Düsseldorf

MÖCKENHAUSEN, E., 1975: Die Bodenkunde und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen. Frankfurt/M., DLG-Verlag

MOHLENBERG, M., 1976: Freilandökologie. Uni-Taschenbücher 595, Heidelberg, Quelle & Meyer

MÖLLER, F., 1978: Analyse des Ökosystems des Rothirsches (Cervus elaphus): Motivationsanalyse der Nahrungsauswahl auf der Grundlage der raum-zeitgebundenen Formen des Soziallebens (unter wechselnder Streß-Belastung). Maschr. Ms., AKWJ an der JLU-Gießen

NELSON, J.R., LEEGE, T.A., 1982: Nutritional Requirements and Food Habits. In THOMAS, J.W., TOWEILL, D.E., Elk of North America: Ecology and Management, Washington, Wildlife Management Institute, Harrisburg, Stackpole Books, S. 323-367

NESTLER, W.: 1981: Schrftl. Mitt.

NIETHAMMER, J., 1979: Säugetiere: Biologie und Ökologie. Uni-Taschenbücher 732, Stuttgart, Ulmer

OBERDORFER, E., un. Mitarb. v. MÖLLER, T., 1979: Pflanzensoziologische Exkursionsflora, 4. Aufl. Stuttgart, Ulmer

ODUM, E.:., 1967: Ökologie. München, Basel, Wien, BLV

PAFFEN, K., 1974: Landschaftsformen und Klima. In SCHRAMM, J., Die Eifel. 3. Aufl. Essen, Burkhard, S. 14-29

PETRAK, M., 1980: Angewandte Wildbeobachtung als Teil der jagdlichen Praxis. Niedersächsischer Jäger 25, S. 319-321

----------, 1982 a: Etho-ökologische Untersuchungen an einer Rothirschpopulation (cervus elaphus Linné, 1758) der Eifel unter besonderer Berücksichtigung des stoffwechselbedingten Verhaltens. Schrft. AKWJ JLU Gießen 10, Stuttgart, Enke

----------, 1982 b: Eine biologische Meßmethode zur Erfassung der natürlichen Jahreszeiten: Phänologische Beobachtungstechnik. Allg. Forstztschr. 51/52, S. 1560-1561

PRÖMMER, G., 1981: Schrftl. Mitt.

PRÖMMER, R., 1982: Mdl. Mitt.

RAESFELD, F.v., 1974: Das Rotwild. 7. Aufl. neubearb. v. VORREYER, F., Hamburg u. Berlin, Parey

REICHELT, G., WILMANNS, O., 1973: Vegetationsgeographie, Braunschweig, Westermann

REMMERT, H., 1978: Ökologie: Ein Lehrbuch. Berlin, Heidelberg, Springer

-----, 1982: Ökologische Probleme als Herausforderung: Beispiele aus Vergangenheit und Gegenwart. Allg. Forstztschr. 37, S. 649

RENN, H., 1974: Im Spannungsfeld von Mittelalter und Neuzeit. In SCHRAMM, J., Die Eifel. 3. Aufl. Essen, Burkhard, S. 96-115

RICHTER, D., 1975: Aachen und Umgebung: Nordeifel und Nordardennen mit Vorland. Sammlung Geologischer Führer 48, 2. Aufl. Berlin u. Stuttgart, Borntraeger

RÖPER, B., 1974: Die gewerbliche Wirtschaft. In SCHRAMM, J., Die Eifel, 3. Aufl. Essen, Burkhard, S. 212-235

RUNGE, F., 1973: Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 5. Aufl. Münster/Westf., Aschendorff

SACHS, L., 1979: Statistische Methoden. 4. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York, Springer

SADOWSKY, H., 1975: Das Rotwild. Hannover, Landbuch

SCAMONI, A., 1963: Einführung in die praktische Vegetationskunde. 2. Aufl. Jena, Fischer

SCHLEIFF, F., 1972: Das große Revier: Erlebnisse und Erfahrungen eines Hochwildjägers. Hamburg u. Berlin, Parey.

SCHMANCK, 1904: Text eines Vortrages über den Stand des Rotwildvorkommens in der Eifel im Jahre 1904, vorgetragen auf der Ersten Hauptversammlung des "Vereins Hirschgerechter Eifeljäger" in Aachen am 25.3.1904

SCHMEIL-FITSCHEN, 1973: Flora von Deutschland und seinen angrenzenden Gebieten. 85. Aufl. Heidelberg, Quelle & Meyer

SCHNEIDER, E., 1978: Der Feldhase: Biologie, Verhalten, Hege und Jagd. München, Bern, Wien, BLV

SCHNELLE, F., 1966: Abriß einer Methodik der Phänologie. Mitt. d. Dt. Wetterd. 5/38, Offenbach a.M., Deutscher Wetterdienst

SCHRAMM, J., Hrsg., 1974: Die Eifel: Land der Maare und Vulkane. Deutsche Landschaft 13, 3. Aufl. Essen, Burkhard

SCHRAMM, J., 1974: Jagd und Wild einst und jetzt. In SCHRAMM, J., Die Eifel. 3. Aufl. Essen, Burkhard, S. 196-209

SCHROEDER, D., 1978: Bodenkunde in Stichworten. 3. Aufl. Kiel, Hirt

SCHUMACHER, W., 1977: Flora und Vegetation der Sötenicher Kalkmulde (Eifel). Decheniana Beihefte 19, Bonn, Naturhist. V. Rhld. und Westf.

SCHWARZ, R., 1973: Förster, Bauern, starke Hirsche: Alles über einen Rotwildring und sein Wild. Hamburg u. Berlin, Parey

SCHWERDTFEGER, F., 1968: Demökologie: Struktur und Dynamik tierischer Populationen. Ökologie der Tiere 2, Hamburg u. Berlin, Parey

SCHWERDTFEGER, F., 1975: Ökologie der Tiere III: Synökologie. Hamburg, Parey

SCHWICKERATH, M., 1944: Das Hohe Venn und seine Randgebiete: Vegetation, Boden und Landschaft. Pflanzensoziologie 6, Jena, Fischer

-----, 1966: Hohes Venn - Nordeifel: Ganzheitliches Erfassen und Erleben der Landschaft entwickelt auf wissenschaftlicher und künstlerischer Grundlage und erläutert am Hohen Venn und der Nordeifel. Schriftenr. der Landesst. f. Natursch. u. Landschaftspfl. in NRW 2, Recklinghausen, Bongers

SCHWICKERATH, M., 1967: Die Vegetationskarte des Hohen Venns und der Nordeifel. Ber. z. dt. Landeskunde 38, Bad Godesberg, Bundesanstalt für Landeskunde u. Raumforsch., S. 313-325

SCHULTETUS, H.R., 1969: Arbeitsweisen Klimatologie. Braunschweig, Westermann

SEYFERT, F., 1959: Anleitung zur Durchführung phänologischer Beobachtungen. 3. Aufl., Veröffentl. d. meteorol. u. hydrol. Dienstes der DDR, Berlin, Akademie

SOBANSKI, G.G., 1981: Elks and Marals on the Mountain Lakes of the Altai. Bjulleten' Moskovskogo obščestva ispytately prirody 86, S. 29-35

SPRANKEL, H., 1982: Die Arbeitsgruppe "Ethologie der Wildtiere" im AKWJ. Allg. Forstztschr. 51/52, S. 1564

STREUBING, L., 1965: Pflanzenökologisches Praktikum: Methoden und Geräte zur Bestimmung wichtiger Standortfaktoren. Berlin u. Hamburg, Parey

-----, SCHWANTES, H.O., 1981: Ökologische Botanik: Einführung in die angewandte Botanik. Uni-Taschenbücher 888, Heidelberg, Quelle & Meyer

STOLLFUSS-Karte Blatt 806: Geologische Eifel 1:200 000 u. Erläuterungen zur Geologischen Übersichtskarte der Eifel 1:200 000. Bearb. v. AHRENS, W., SCHMIDT, Wo., Bonn, Stollfuß

STUGREN, B., 1972: Grundlagen der allgemeinen Ökologie. Jena, Fischer

-----, 1974: Grundlagen der allgemeinen Ökologie, 2. Aufl. Jena, Fischer

TEMBROCK, G., 1961: Verhaltensforschung: Eine Einführung in die Tier-Ethologie. Jena, Fischer

-----, 1972: Tierpsychologie. Die Neue Brehm Bücherei 455, Wittenberg Lutherstadt

TEMBROCK, G., 1974: Grundlagen der Tierpsychologie. Reinbeck bei Hamburg, Rororo

-----, 1975: Biokummunikation: Informationsübertragung im biologischen Bereich. Reinbek bei Hamburg, Rororo

-----, 1980: Grundriß der Verhaltenswissenschaften: Eine Einführung in die allgemeine Biologie des Verhaltens. Grundbegriffe der modernen Biologie 3, 3. Aufl. Stuttgart, New York, Fischer

-----, 1982: Zum Verhalten des Rotfuchses Vulpes vulpes (L., 1758). Beiträge zur Jagd- und Wildforschung XII, Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, S. 37-43

-----, 1983: Spezielle Verhaltensbiologie der Tiere II: Wirbeltiere. Stuttgart, Fischer

THEISS-KRÄMER, H., 1983: Etho-ökologische Untersuchunten am Mufflon (Ovis ammon musimon Schreber, 1782) unter Gatter- und Freilandbedingungen: Studien zum stoffwechselbedingten Verhalten und Sozialsystem an einer individualmarkierten Population. Schrft. AKWJ JLU Gießen 12, Stuttgart, Enke

-----, 1978: Freilandbeobachtungen an Mufflons (Ovis ammon musimon Schreber, 1782) zum Territorial- und Sozialverhalten. Dipl.-Arb., Gießen

THENIUS, E., 1972: Grundzüge der Verbreitungsgeschichte der Säugetiere: Eine historische Tiergeographie. Jena, Fischer

-----, HOFER, H., 1960: Stammesgeschichte der Säugetiere: Eine Übersicht über Tatsachen und Probleme der Evolution der Säugetiere. Berlin, Göttingen, Heidelberg, Springer

THOMAS, F., 1982: Mdl. Mitt.

THOMAS, J.W., TOWEILL, D.E. (Hrsg.), 1982: Elk of North America; Ecology and Management. Washington, Wildlife Management Institute, Harrisburg, Stackpole Books

THREIS, L., 1982: Schrftl. Mitt.

TISCHLER, W., 1979: Einführung in die Ökologie. 2. Aufl. Stuttgart, New York, Fischer

TRAUTMANN, W., 1966: Erläuferungen zur Karte der potentiellen natürlichen Vegetation der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000, Blatt 85 Minden, mit einer Einführung in die Grundlagen und Methoden der Kartierung der potentiellen natürlichen Vegetation. Schriftenr. f. Vegetationskd. 1, Bad Godesberg, Bundesanstalt für Vegetationskd., Natursch. und Landschaftspfl.

-----, unt. Mitarb. v. KRAUSE,A., LOHMEYER, W., MEYSEL, K., WOLF, G., 1973: Vegetationskarte der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000, Potentielle natürliche Vegetation, Blatt CC 5502 Köln. Schriftenr. f. Vegetationskd. 6, Bonn - Bad Godesberg, Bundesanstalt für Vegetationskd., Natursch. und Landschaftspfl.

VAN DE VEEN, H.E., 1979: Food Selection and Habitat Use in the Red Deer (Cervus elaphus L.). Diss., Groningen

WINKLER, S., 1980: Einführung in die Pflanzenökologie. Uni-Taschenbücher 169, 2. Aufl., Stuttgart, New York, Fischer

WITTERSTEIN, F., 1968: Anleitung für den phänologischen Beobachter. Offenbach a.M., Deutscher Wetterdienst

-----, 1978: Bedeutung und Aufgaben des Phänologischen Dienstes. Mitt. d. Dt. Wetterd. 19/3, 2. Aufl., Offenbach a.M, Deutscher Wetterdienst

-----, o.J.: Der phänologische Beobachtungsdienst. Offenbach a.M., Deutscher Wetterdienst

UECKERMANN, E., 1956: Untersuchungen über die Ursache des Schälens des Rotwildes. Z. Jagdwiss. 2, S. 123-131

-----, 1960: Wildstandsbewirtschaftung und Wildschadensverhütung beim Rotwild: Ein Leitfaden für die erfolgreiche Rotwildhege. Schriftenr. Forschungsst. für Jagdkd. und Wildschadenverhütung 1, Hamburg u. Berlin, Parey

UECKERMANN, E., 1982: Die Schalenwildverbreitung in der Bundesrepublik Deutschland. Rheinisch-Westfälischer Jäger 27, S. 30-32

-----, GOEPEL, G., 1973: Die Auswirkungen der Maßnahmen zur Wildstandsbewirtschaftung beim Rotwild im Lande Rheinland-Pfalz auf die Bestandesentwicklung, Abschußgliederung, Geweihqualität und die Wildschadenssituation in den Jagdjahren 1960/61 bis 1971/72. Z. Jagdwiss. 19, S. 25-56

-----, unt. Mitarb. v. ZANDER, J., SCHOLZ, H. und LÖLFING, D., 1974: Durchführung und Auswirkung der Maßnahmen zur Wildstandsbewirtschaftung beim Rotwild im Lande Nordrhein-Westfalen. Z. Jagdwiss. 20, S. 13-39

VELZ, F., 1982: Mdl. Mitt.

WAGENKNECHT, E., 1981: Rotwild. Melsungen, Berlin, Basel, Wien, Neumann - Neudamm

WALTER, H., 1973: Allgemeine Geobatanik. Uni-Taschenbücher 284, Stuttgart, Ulmer

WILMANNS, O., 1978: Ökologische Pflanzensoziologie. Uni-Taschenbücher 269, 2. Aufl. Heidelberg, Quelle & Meyer

WÖLFEL, H., 1976: Vorläufiger Bericht über einige Beobachtungen zur mutterlosen Aufzucht des Rothirsches (Cervus elaphus). Z. des Kölner Zoo 19, S. 16-19

-----, 1981: Zur Jugendentwicklung, Mutter-Kind-Bindung und Feindvermeidung beim Rothirsch (Cervus elaphus). Diss., Wien

WOLTER, H., 1981: Mdl. Mitt.

10.0 Dank

Für die Oberlassung des Themas, die freundliche Unterstützung und gute Zusammenarbeit bei der Bearbeitung der Fragestellung danke ich ganz besonders Herrn Professor Dr. H. Sprankel.

Herrn Professor Dr. H. Scherf danke ich für die Vertretung der Arbeit gegenüber dem Fachbereich Biologie.

Frau Professor Dr. L. Steubing danke ich für interessante Diskussionen und Anregungen.

Für kritisches Lesen des Manuskriptes und Anregungen danke ich Frau Dr. H. Theiß-Krämer.

Herrn Oberstudienrat i.R. W. Sehrt danke ich besonders für die gewissenhafte Durchsicht des Manuskriptes sowie wertvolle Anmerkungen.

Meinen Kollegen vom Arbeitskreis Wildbiologie und Jagdwissenschaft an der Justus-Liebig-Universität unter Vorsitz von Herrn Professor Dr. R.R. Hofmann sowie der Fördergesellschaft danke ich für die fachliche und materielle Unterstützung.

Mein Dank gilt dem Vorsitzenden des Rotwildbezirkes Aachen-Monschau, Herrn Forstdirektor H. Conrad und dem Vorsitzenden des Rotwildringes Hohes Venn, Herrn Chef de brigade F. Letocart, in deren Amts- und Funktionsbereichen sich für mich die Möglichkeit zu Untersuchungen bot. Darüber hinaus danke ich allen Forstleuten und Jägern (den Herren R. Claasen, B. Drevermann, H. Dürholt, E. Hönen, E. Leyens, R. Leyens, F. Meyer, L. Threis, F. Velz, H. Wolter) für die Aufgeschlossenheit gegenüber der Untersuchung und die Oberlassung von Informationen.

Dem Ordnungsamt des Kreises Aachen sowie der Unteren Jagdbehörde in Monschau danke ich für die zur Verfügung gestellten jagdstatistischen Unterlagen.

Für die Oberlassung von meteorologischen Daten und Unterlagen zur Phänologie danke ich dem Deutschen Wetterdienst (Zentralamt in Offenbach, Wetteramt Essen).

Herrn G. Prümmer danke ich ganz besonders für seinen unermüdlichen Einsatz bei der Durchführung der ganzjährigen Beobachtungen zu Witterungsverlauf und Phänologie sowie die Oberlassung wertvoller Beobachtungen zum Verhalten des Rotwildes.

Für die Mitteilung ergänzender Beobachtungen zur Phänologie danke ich Herrn W. Nestler.

Herrn R. Prümmer danke ich für wertvolle Informationen zur kulturgeschichtlichen Entwicklung des Untersuchungsgebietes in den letzten Jahrzehnten.

Mein ganz besonderer Dank gilt den Familien W. und J. Nestler sowie R. und T. Prümmer, bei denen ich jederzeit einen zuverlässigen Stützpunkt für den Ausgang meiner Feldarbeit fand.

Seit 1976 sind in der Schriftenreihe des AKWJ Gießen bisher die 14 Titel erschienen, die ab Heft 2 alle über den Buchhandel vom Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart, bestellt werden können:

1. B. SCHINDLER (1976): Wert und Bewertungsprobleme bei Jagdhunden — vergriffen

2. R. HOFFMANN (1977): Morphologische Untersuchungen am Darm des Rehes, Capreolus capreolus (Linné, 1758), einschließlich der assoziierten Strukturen
102 S., 2 Fotos, 7 Abb., 9 Tab. — DM 12,--

3. W. RAMISCH (1978): Topographische und funktionelle Anatomie der Kaumuskeln und der Speicheldrüsen des Rehes, Capreolus capreolus (Linné, 1758)
104 S., 14 Abb. — DM 12,--

4. A. HERZOG u. R.R. HOFMANN (1978): Zur Entwicklung und Regulierung der Wildbestände im Nationalpark Berchtesgaden
125 S., 34 Abb. (infolge Zuschuß) — DM 10,--

5. H.D. BERLICH (1979): Topographie und Anatomie des Verdauungstraktes der Waldschnepfe (Scolopax rusticola, Linné 1758)
76 S., 23 Abb. — DM 12,--

6. H. THOMÉ (1980): Vergleichend-anatomische Untersuchungen der prae- und postnatalen Entwicklung und der funktionellen Veränderungen des Uterus von Rotwild (Cervus elaphus, Linné, 1758) sowie Altersberechnungen an Foeten dieser Art
118 S., 39 Abb. (Kunstdruck) — DM 18,--

Sonderheft 1 Schwarzwild-Symposium Gießen

Vorträge des am 09.02.1980 in Gießen vom AKWJ abgehaltenen Schwarzwild-Symposions
herausgegeben von R. KÖNIG und R.R. HOFMANN
140 S., 54 Abb., 11 Tab. — DM 20,--

7. G. BIRRAS (1981): Histologische und morphometrische Studien an den Schilddrüsen von Rehwild (Capreolus capreolus, Linné, 1758) und Rotwild (Cervus elaphus, Linné, 1758) unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses von Alter und Jahreszeit
152 S., 43 Abb., 25 Tab. — DM 24,--

8. H. KÖHLER (1982): Vergleichend-anatomische Untersuchungen am Kehlkopf von Cerviden: Rotwild (Cervus elaphus, Linné 1758), Damwild (Cervus dama, Linné 1758), Sika wild (Cervus nippon nippon, Temminck, 1838), Rehwild (Capreolus capreolus, Linné, 1758) und Elchwild (Alces alces, Linné 1758)
149 S., 55 Abb., 13 Tab. — DM 24,--

9. R.R. HOFMANN u. N. KIRSTEN (1982): Die Herbstmast-Simulation (Untersuchungsergebnisse und kritische Analyse eines praxisorientierten AKWJ-Projektes zur Problematik der Schalenwildfütterung in Hessen 1979-1982)
113 S., 40 Abb. u. Tab. — DM 20,--

10. M. PETRAK (1982): Etho-ökologische Untersuchungen an einer Rothirschpopulation (Cervus elaphus Linné, 1758) in der Eifel unter besonderer Berücksichtigung des stoffwechselbedingten Verhaltens
196 S., 32 Abb. u. 21 Tab. — DM 25,--

11. W. VON TROTT ZU SOLZ (1983): Vergleichend-anatomische Untersuchungen des Darmes von Rotwild (Cervus elaphus Linné), Damwild (Cervus dama Linné) und Muffelwild (Ovis ammon musimon), einschließlich der assoziierten Strukturen
140 S., 11 Abb. u. 20 Tab. — DM 22,--

12. H. THEISS-KRÄMER (1983): Etho-ökologische Untersuchungen am Mufflon (Ovis ammon musimon SCHREBER 1782) unter Gatter- und Freilandbedingungen. Studien zum stoffwechselbedingten Verhalten und zum Sozialsystem an einer individualmarkierten Population
155 S., 39 Abb. u. 17 Tab. — DM 24,--

13. M. PETRAK (1984): Strategien einer Rothirschpopulation (Cervus elaphus Linné, 1758) in der Eifel zur Realisierung ihrer Lebensansprüche
133 S., 14 Abb. u. 21 Tab. — DM 24,--

GAHMIG DRUCK GIESSEN · Kiesweg 12 · D 6300 Gießen-Wieseck · Tel. (0641) 52201