

Pflanzliches Nahrungsspektrum und -angebot des Dachses (*Meles meles* L.) im Sihlwald

Diplomarbeit von Heidi Krapf
1997

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	5
2 METHODEN	8
2.1 UNTERSUCHUNGSGEBIET	8
2.1.1 <i>Geologie, Boden, Vegetation</i>	8
2.1.2 <i>Klima</i>	8
2.2 KOTANALYSE	9
2.2.1 <i>Grundlagen</i>	9
2.2.2 <i>Sortieren und Bestimmen der ausgewaschenen Reste</i>	9
2.2.3 <i>Quantifizierung</i>	10
2.2.4 <i>Fütterungsversuche im Tierpark Goldau</i>	11
2.3 UNTERSUCHUNG DES NAHRUNGSANGEBOTS	11
2.3.1 <i>Grundlagen</i>	11
2.3.2 <i>Kirschen (Prunus avium)</i>	12
2.3.3 <i>Brombeeren (Rubus fruticosus)</i>	13
2.3.4 <i>Haselnüsse (Corylus avellana)</i>	13
2.3.5 <i>Hypogäische (unterirdische) Pilze</i>	14
3 ERGEBNISSE	15
3.1 NUTZUNG	15
3.1.1 <i>Gesamtnahrung</i>	15
3.1.2 <i>Saisonale Unterschiede</i>	16
3.2 ANGEBOT	23
3.3 VERGLEICH NUTZUNG UND ANGEBOT	24
4 DISKUSSION	26
4.1 DISKUSSION DER METHODEN	26
4.1.1 <i>Kotanalyse</i>	26
4.1.2 <i>Bestimmung des Nahrungsangebots</i>	28
4.1.3 <i>Vergleich Nutzung-Angebot</i>	28
4.2 BEURTEILUNG DER NAHRUNGSNUTZUNG	29
4.3 BEURTEILUNG DES NAHRUNGSANGEBOTS	32
4.4 DISKUSSION DER NAHRUNGSSTRATEGIE	33
4.5 AUSSICHTEN	35
5 LITERATUR	37
6 ANHANG	40

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen des im Sihlwald und Knonaueramt durchgeführten Dachprojekts wurde das pflanzliche Nahrungsspektrum und -angebot in erstgenanntem Habitat untersucht. Für die Bestimmung des Nahrungsspektrums lagen aus dem Jahre 1996 insgesamt 88 Kotproben vor. Die Nutzung pflanzlicher Nahrung durch die Dachse war mit einem Anteil von 7% an der Gesamtnahrung sehr gering. Neben kleinen Wirbeltieren, Insekten und Schnecken (MINDER in Vorb.) dominierten die Regenwürmer mit einem Anteil von 78% die Gesamtnahrung. Die Nahrungswahl der Dachse schwankte saisonal. Im Winter, Frühjahr und Herbst wurden vor allem Regenwürmer gefressen. Zu Beginn des Sommers nahm mit der Reifezeit verschiedener Früchte (Kirschen, Zwetschgen, Aepfel) die Nutzung pflanzlicher Nahrung zu und dauerte bis in den Herbst hinein. Trotz der genutzten pflanzlichen Nahrungstypen gewann die Regenwurm-nahrung im Herbst wieder an Bedeutung. Die zunehmende Wichtigkeit der Regenwürmer in der Dachsnahrung könnte beim Anlegen der Fettreserven für die Winterruhe ein grosse Rolle spielen. Brombeeren, Mais, Nüsse und unterirdisch wachsende Pilze wurden nur marginal genutzt.

Das Angebot der vom Dachs genutzten pflanzlichen Nahrungstypen, die im Wald vorkommen (Kirschen, Brombeeren, Haselnüsse), war am Wald- bzw. Lichtungsrand grösser als im Waldesinnern. Bei den Bestandestypen innerhalb des Waldes wies der Mischwald gegenüber dem reinen Laub- bzw. Fichtenwald das grösste Angebot an Kirschen und Haselnüssen auf.

Die omnivore Ernährungsweise der Dachse wird durch das vorhandene Angebot bestimmt: Bei den Kirschen konnte zur Reifezeit eine deutliche Uebernutzung dieser Nahrungskomponente im Vergleich zum Angebot festgestellt werden. Demgegenüber scheinen die Brombeeren, deren Stauden mit Stacheln versehen sind, von den Dachsen gemieden zu werden. Die energiereichen Haselnüsse, die nach der Reifezeit (Oktober) einige Monate verfügbar bleiben, gewannen für die Dachse erst in den Wintermonaten an Bedeutung.

Aufgrund des grösseren pflanzlichen Nahrungsangebots am Waldrand bzw. im unmittelbar angrenzenden, waldfreien Habitat, wird vermutet, dass eine Verlagerung des Aktivitätsraumes der Dachse in den Sommer- und Herbstmonaten hin zu den angrenzenden Feldern erfolgt.

DANKSAGUNG

Mein erster Dank gilt Karin Hindenlang, welche mir im Rahmen ihrer Dissertation die Bearbeitung dieses Themas ermöglicht hat und mir während der ganzen Arbeit bei Seite stand. Auch Dr. Werner Suter von der Professur für Natur- und Landschaftsschutz (ETH Zürich / WSL) möchte ich ganz herzlich für die Betreuung und besonders für die Hilfe bei der statistischen Auswertung danken.

Weiter danke ich all jenen, die im Dachprojekt im Sihlwald mitarbeiten oder mitgearbeitet haben und mir wertvolle Auskünfte gegeben haben. Insbesondere möchte ich an dieser Stelle Isabelle Minder erwähnen und ihr für die oft sehr hilfreiche Zusammenarbeit danken.

Ganz herzlich danke ich ebenfalls Herrn Prof. Dr. Horak vom Geobotanischen Institut der ETH Zürich, welcher mir die hypogäischen Pilze, die in den Kotproben auftraten, bestimmte. Für die Angebotsbestimmung dieser Pilze im Sihlwald stand mir Herr Dr. Egli von der WSL in Birmensdorf hilfreich bei Seite. Frau Dr. Bertossa vom Geobotanischen Institut der ETH in Zürich danke ich für die Unterstützung bei der Bestimmung der in den Koten gefundenen Pflanzensamen.

Für die gezielten Fütterungsexperimente mit den Dachsen im Tierpark in Goldau möchte ich einerseits dem Direktor Dr. Weber danken, der uns dieses Experiment bewilligte, und andererseits danke ich Herrn Andermatt und den anderen beteiligten Tierpflegern, welche uns während der Untersuchung halfen.

Für die rasche Zustellung der benötigten Wetterdaten danke ich Stefan Imfeld vom Geographischen Institut der Universität Zürich.

Markus Christen vom Waldamt der Stadt Zürich danke ich für die zur Verfügung gestellten Bestandeskarten.

1 EINLEITUNG

Die Nahrung spielt im Leben eines jeden Organismus eine zentrale Rolle und beeinflusst seine Fitness (Reproduktion) in entscheidender Masse. Ein Tier wird deshalb versucht sein, die gegebene Nahrungssituation möglichst vorteilhaft zu nutzen und seinen Nahrungserwerb möglichst optimal den Umweltbedingungen anzupassen. Räumliches und zeitliches Vorkommen einer Nahrungsressource, ihre Voraussagbarkeit und die Qualität der Nahrung haben einen entscheidenden Einfluss auf die Nahrungssuchstrategie und letztlich auf die Art und Weise, wie ein Tier sein Sozialverhalten organisiert (CLUTTON-BROCK & HARVEY 1978, MacDONALD 1983, beide zitiert in HOFER 1988) (Abb. 1).

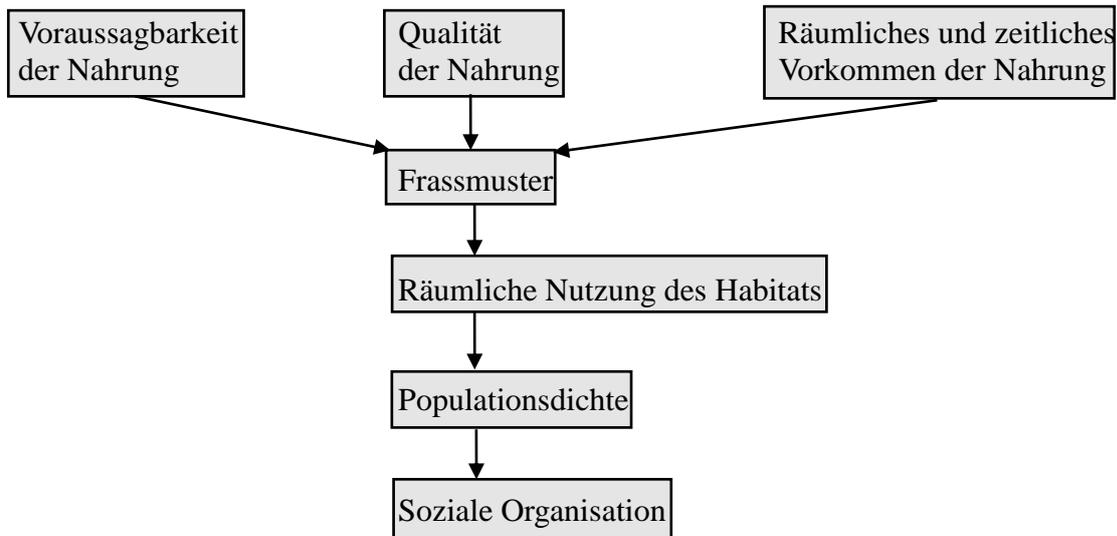


Abb. 1 Einfluss der Nahrung auf die soziale Organisation einer Tierart

Der europäische Dachs (*Meles meles* L.) ist bezüglich seiner Nahrungswahl sehr flexibel. Er gilt in Europa (ausser Schottland) als Generalist, der sich eines breiten Nahrungsspektrums bedient. Da vermutlich saisonal die profitabelste und am besten verfügbare Nahrung genutzt wird, bezeichneten KRUIK & DeKOCK (1981), MOUCHES (1981), HENRY (1984), STOCKER & LUEPS (1984), HOFER (1988) und LAMBERT (1990) den Dachs als Opportunist. Das Nahrungsspektrum dieser Tierart wurde schon in zahlreichen Untersuchungen analysiert. Dabei konnte festgestellt werden, dass sich sowohl die geographischen Unterschiede als auch die Jahreszeiten stark auf die Nahrungswahl der Dachse auswirken. Neben diesen Einflüssen spielen aber vor allem auch die Habitatstruktur und die Wetterbedingungen eine nicht zu vernachlässigende Rolle bei der Nahrungswahl dieser Tierart. Die Mechanismen, wie die Habitatstruktur und das jeweilige Nahrungsangebot die Raumnutzung der Dachse beeinflussen, sind noch weitgehend unbekannt. Vermutet wird, dass die soziale und räumliche Struktur der Dachse mit abnehmender Voraussagbarkeit und zunehmender Heterogenität des Habitats weniger starr organisiert ist.

In der Mehrzahl der bisherigen Untersuchungen zur Ernährung des Dachses in Europa wurde unabhängig von der Methode eine grosse Bedeutung der Regenwürmer gefunden. In Schottland stellten KRUUK und seine Mitarbeiter (KRUUK 1978, KRUUK & PARISH 1981) sogar die Hypothese auf, dass Dachse Regenwurmspezialisten seien, da die Regenwürmer als einzige Nahrungskomponente das ganze Jahr über in grösseren Mengen unabhängig von deren Verfügbarkeit aufgenommen wurden. Sie konnten in ihrem Untersuchungsgebiet auch eine Korrelation zwischen der Regenwurm-Biomasse pro Hektare mit der Dichte und Gruppengrösse der Dachse nachweisen. Ausserdem verteidigen die dort lebenden Dachse ein Territorium, dessen Grösse von der Verteilung der Regenwurmpatches abhängt. Sie leben in hohen Dichten in sozialen Gruppen (bis zu 12 adulten Tieren), sogenannten Clans, zusammen.

Untersuchungen in anderen Gebieten haben aber gezeigt, dass dieses Phänomen nicht verallgemeinert werden darf. Die Verfügbarkeit der Regenwürmer ist eng mit den klimatischen Bedingungen verknüpft: Im Winter, wenn der Boden teilweise gefriert bzw. im Sommer austrocknet, ziehen sich die Würmer aufgrund des Wasserdefizits in tiefere Bodenschichten zurück und sind dadurch nicht mehr für den Dachs verfügbar (NORDSTRÖM 1975, zitiert in HOFMANN & STUBBE 1993). Dieser gräbt nämlich die Würmer nicht aus, sondern frisst nur die nachts an die Oberfläche vorstossenden Individuen (LÜPS & KUHN-KLEIN 1983). Da die schottischen Untersuchungsgebiete im Einflussbereich eines stark ozeanisch geprägten Klimas liegen, sind die Regenwürmer übers ganze Jahr in grossen Mengen verfügbar.

In Südeuropa spielen die Regenwürmer in der Dachsnahrung eine untergeordnete Rolle, da sie nur in geringem Masse verfügbar sind. Dafür treten andere Nahrungskategorien, wie z.B. Früchte, aber auch Insekten (Italien) und Kaninchen (Spanien) in den Vordergrund (Italien: KRUUK & DeKOCK 1981, PIGOZZI 1988, Spanien: MARTÍN-FRANQUELO & DELIBES 1985). In Südengland (HARRIS 1981, NEAL 1948, SHEPHERDSON et al. 1990), Frankreich (MOUCHES 1981, HENRY 1983, LAMBERT 1980), Schweden (SKOOG 1970), Deutschland (HOFMANN & STUBBE 1993) und der Schweiz (STOCKER & LÜPS 1984, KISTLER & MISTELI 1984) bilden die Regenwürmer in der Zeit ihrer höchsten Verfügbarkeit (Ausgang des Winters und Frühjahr) die Hauptbeute. In Zeiten, wo diese Beute nur in beschränktem Masse zur Verfügung steht, tritt dann regional verschiedene 'Alternativnahrung' in Erscheinung. Diese meist pflanzliche Nahrung ist einerseits stark gebietsspezifisch und andererseits saisonabhängig. Das breitere Nahrungsspektrum der Dachse in Mitteleuropa scheint sich sowohl auf die soziale Organisation als auch auf die räumliche Nutzung auszuwirken: Die Populationsdichten sind kleiner und die hier lebenden Dachse zeigen grössere Streifgebiete (GRAF 1988) als in Schottland (KRUUK 1978).

Im Rahmen des von Karin Hindenlang als Dissertation durchgeführten Dachsjahresprojektes soll das Wald-Habitat Sihlwald mit dem Landwirtschaftsgebiet Knonaueramt verglichen werden. Es wird vermutet, dass die genutzten Nahrungstypen im Habitat Wald homogener verteilt, konstanter verfügbar und besser voraussagbar sind als im Landwirtschaftsgebiet (HOFER 1988). Wie sich diese Gegebenheiten konkret auf die Nahrungssuchstrategie der Dachse auswirken, ist heute weitgehend unerforscht. Das Dachsjahresprojekt soll einen Beitrag zur Klärung dieser Frage leisten und die räumliche und soziale Organisation der Dachse in Abhängigkeit von der Nahrungsverfügbarkeit und der individuellen Nahrungssuchstrategie untersuchen (HINDENLANG in Vorb.).

Die genaue Kenntnis des Beutespektrums und dessen Nutzung ist als Grundlage für diese Untersuchung unerlässlich. Das Wissen über das vom Dachs genutzte Nahrungsspektrum ist im Habitat 'Wald' allerdings noch gering. MOUCHES (1981) und LAMBERT (1990) konnten bisher eine zunehmende Wichtigkeit der Insektennahrung im Wald gegenüber dem Landwirtschaftsgebiet feststellen. Die Aufgabe dieser Arbeit wird es deshalb sein, diesen noch wenig bekannten Lebensraum 'Wald' einerseits auf die vom Dachs genutzte, pflanzliche Nahrung hin zu untersuchen und andererseits das Angebot der genutzten Nahrungstypen zu bestimmen. Daraus werden sich Hinweise zur Nahrungssuchstrategie der Dachse ergeben. Das tierische Nahrungsspektrum wird von MINDER (in Vorb.) untersucht.

Fragestellungen

Nutzung

- Welche pflanzlichen Nahrungstypen werden vom Dachs im Sihlwald genutzt?
- In welcher Menge werden sie gefressen?
- Tritt eine zeitliche Variabilität in der Nutzung auf?

Angebot

- Entspricht die nachgewiesene Nutzung der pflanzlichen Nahrungstypen dem Angebot im Sihlwald?
- Welche Waldbestandes- bzw. Strukturtypen weisen das grösste Angebot der vom Dachs genutzten Nahrungstypen auf?

Hypothesen und Erwartungen

Nutzung

- Die pflanzliche Nahrung wird im Spätsommer bzw. Herbst in grösseren Anteilen in der Nahrung der Dachse auftreten als in den restlichen Jahreszeiten.

Angebot

- Das Nahrungsangebot in den naturnahen Beständen (Laub- bzw. Laubmischwald) ist grösser als in den naturfernen Fichtenbeständen.
- Die struktur- und artenreichen Waldränder bzw. Lichtungen stellen ein grösseres Nahrungsangebot zur Verfügung als das Waldesinnere.

Vergleich Nutzung - Angebot

- Es wird eine den saisonalen Bedingungen, sowie der Profitabilität der Nahrungstypen, angepasste Nahrungssuchstrategie erwartet.
- Für die Nahrungssuche der pflanzlichen Beutetypen wird der Dachs im Sommer/Herbst das Habitat Wald verlassen, da dort eine grössere Nahrungsverfügbarkeit erwartet wird.

Die in dieser Arbeit verwendeten Begriffe werden in Anhang 1 (S. 38) erläutert.

2 METHODEN

2.1 Untersuchungsgebiet

Der Sihlwald liegt rund 10 Kilometer südlich des Stadtzentrums von Zürich zwischen der Albis- und der Zimmerbergkette. Er umfasst rund 10 km² und gilt als grösster zusammenhängender Laubmischwald des Schweizerischen Mittellandes. Begrenzt wird der Sihlwald im Norden und Osten durch Siedlungsgebiet (Langnau und linkes Zürichseeufer), im Westen und Süden durch unterschiedlich intensiv genutztes Landwirtschaftsgebiet (Knonaueramt und Zugerland). Der grösste Teil dieser Fläche ist sehr naturnah bestockt und dank der Stiftung Naturlandschaft Sihlwald¹ wird der Wald seit 1994 grossenteils nicht mehr bewirtschaftet. Der Wald an der Sihl ist vorwiegend kleinräumig gegliedert. Abwechslungs- und Struktur-reichtum bieten viele Lebensräume für Fauna und Flora: Auf den rund 1000 Hektaren des Sihlwaldes wurden 54 der 67 im ganzen Kanton vorkommenden Waldgesellschaften gefunden (HUEHNERWADEL et al. 1993).

2.1.1 Geologie, Boden, Vegetation

In den terrassenartigen oder mässig steilen Zonen haben sich aus den Verwitterungsprodukten der oberen Süsswassermolasse tiefgründige, frische bis feuchte, lehmig-tonige und mineral-reiche Braunerdeböden entwickelt, die sich durch ausserordentliche Fruchtbarkeit auszeichnen. Hier stehen gut wüchsige Buchen- oder bei zunehmender Bodenfeuchte, Eschenwälder. An den Steilhanglagen des Albisgrates sowie den Erosionsfächern der Bäche ist die Bodenbildung jedoch nach wie vor gering, die Böden sind allgemein flachgründig und die Wuchsbedingungen für die Pflanzen sind suboptimal. Hier stockt ein Mosaik von Buchen-, Eiben- und Föhrenbeständen sowie beigemischten Weisstannen, Eschen und Bergahornen, wie es für instabile Böden typisch ist. Kleinflächig bestehen jedoch bedeutende Unterschiede (GUGGELMANN & LICHTI 1962, zitiert in HUEHNERWADEL et al. 1993).

2.1.2 Klima

Mit der tiefsten Lage von ca. 470 m.ü.M. an der Sihl bei Langnau und der höchsten auf der Bürglen 914 m.ü.M., befindet sich der Sihlwald in der Uebergangszone von der submontanen zur unteren montanen Klimazone (HUEHNERWADEL et al. 1993). Im Vergleich zur Stadt Zürich sind die Niederschlagsmengen im Sihlwald höher: Neben der Nordostexposition grosser Teile des Sihlwaldes trägt die Nähe der niederschlagsreichen Voralpen zu diesem Effekt bei. Meteorologische Daten aus dem Sihlwald selbst sind keine vorhanden. Die nächstgelegene Messstation, die von der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt berücksichtigt wird, ist Wädenswil. Wegen der speziellen Lage des Sihlwaldes sind die verfügbaren Daten aber nur mit Vorsicht zu interpolieren.

¹Zusammenschluss von Pro Natura Schweiz, Pro Natura Zürich, Stadt Zürich, Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften und Naturforschende Gesellschaft in Zürich.

2.2 Kotanalyse

2.2.1 Grundlagen

Grundlage für die Untersuchung des Nahrungsspektrums des Dachses war die Kotanalyse. Dachse setzen ihren Kot in selbstgegrabenen Gruben, sogenannten Latrinen, ab, die nicht zugesharrt werden. Die Kotstellen liegen über das ganze Gebiet des Sihlwaldes verteilt (s. Anhang 9, S.46).

Die insgesamt 88 untersuchten Kote stammen aus 41 Latrinen und wurden monatlich (ausser Dezember, Februar und September) von Karin Hindenlang gesammelt. Aus derselben Latrine lagen maximal 3 Proben vor, diese jedoch aus verschiedenen Kotgruben. Pro Monat wurden zwischen 2 (November) und 16 Kote (Mai) untersucht. Die geringe Anzahl vorliegender Kotproben in den Wintermonaten ist auf die reduzierte Stoffwechselfähigkeit der Dachse während der Winterruhe zurückzuführen. Die Sammlung der Proben konnte nur bei trockenen Witterungsverhältnissen durchgeführt werden, da sonst eine klare Trennung der einzelnen Kote von der umgebenden Streuauflage, aber auch von älteren, tieferliegenden Koten nicht mehr möglich war. Die Kote wurden bis zur Analyse in Plastikbeuteln im Tiefkühler aufbewahrt. Im Labor wurde das Material von Isabelle Minder (Diplomandin der Uni Zürich, Wildforschung & Naturschutzökologie) aufgetaut, das Volumen bestimmt, in Wasser aufgeschlämmt und durch ein 1,3 mm-Sieb, sowie ein 0,5 mm-Sieb (um Regenwurm-Borsten zu erfassen) gewaschen. Der Rückstand vom 1,3 mm-Sieb wurde dann in tierische und pflanzliche Komponenten aufgetrennt. In dieser Arbeit werden nur die pflanzlichen Nahrungstypen behandelt.

2.2.2 Sortieren und Bestimmen der ausgewaschenen Reste

Die pflanzlichen Nahrungsreste wurden unter dem Binokular (6,4- 25fache Vergrößerung) mit Hilfe von Bestimmungsliteratur, Vergleichssammlungen sowie unter Beizug von Spezialisten bestimmt und in Kategorien zusammengefasst.

Tabelle 1: Erkennungsmerkmale der einzelnen Nahrungstypen

Nahrungstyp	Erkennungsmerkmal	Referenz
Steinfrüchte	Steine	• Referenzsammlung WSL
Obst & Beeren	Kerne / Fruchtfleisch bzw. Samen	• Referenzsammlung WSL • Geobot. Inst. der ETH Zürich
Getreide	Aussenhaut des Kornes (Mais), Körner (Weizen)	• Referenzsammlung Geobot. Inst. ETH Zürich
Nüsse	Schalen	-
Pilze	Peridie (Aussenwand), Sporen	• Bestimmung durch Prof. Dr. Horak vom Geobot. Inst. der ETH Zürich

Kraut- und Holzpflanzensamen	Samen	<ul style="list-style-type: none"> • Referenzsammlung des Geobot. Inst. der ETH Zürich • Literatur: SCHOCH et al. (1988), BERGGREN (1969), BERGGREN (1981), ANDERBERG (1994)
Gras	Grashalme	-
Humus	Steinchen, kleine Aeste, Kräuter, Laub, Feinwurzeln, Rindenstücke, sowie Kraut- und Holzpflanzensamen	-

2.2.3 Quantifizierung

Für die Quantifizierung der einzelnen Beutetypen wurden die unverdauten Reste jeder Nahrungskategorie in der Kotprobe auf das durchschnittliche, aufgenommene Frischvolumen umgerechnet (s. Tabelle 2). Für kleine, in ihrer Gesamtheit gefressene Nahrungsbestandteile war dieses Verfahren einfach. Bei nicht zählbaren Nahrungstypen wurde das Frischvolumen über das Trockengewicht der unverdaubaren Bestandteile bestimmt:

Tabelle 2: Quantifizierungsverfahren der einzelnen Nahrungstypen

Frischvolumen (FV), Frischgewicht (FG), Trockengewicht (TG)

Nahrungstyp	Verfahren	Umrechnungsfaktoren (s. Anhang 6, S.43)
<i>Zählbare Bestandteile</i>		
Steinfrüchte	Ermittlung der Anzahl Steine	FV
Beeren	Ermittlung der Gesamtzahl Samen und anschliessender Division durch die mittlere Anzahl Samen einer Beere	FV
<i>Nicht - zählbare Bestandteile</i>		
Obst ¹⁾	Trocknung: 12h bei 80°C	Relation FV: TG
Getreide	Trocknung: 12h bei 80°C	Relationen FG: TG, FV: FG
Haselnüsse	Gewichtsbestimmung der Schalenreste	Relationen FV: FG, unverdaulich: verdaulich
Baumnüsse	Trocknung: 12h bei 80°C	Relation FV: TG
Pilze	Trocknung: 12h bei 80°C	Relation FV: TG
Gras	Trocknung: 12h bei 80°C	Relationen FG: TG, FV: FG

1) Annahme (da nicht immer Kerne vorhanden waren): Bei der grössten gefundenen Menge handelte es sich um eine ganze gefressene Frucht. Alle anderen Vorkommen von Obst wurden anhand dieser Referenz berechnet.

Das Volumen des Humus wurde nicht bestimmt, da diese Bestandteile wohl nebenbei beim Erbeuten anderer Nahrungstypen passiv aufgenommen wurden bzw. beim Kotsammeln in die Proben gelangt waren.

Die **Darstellung der Kotanalyse-Ergebnisse** erfolgte auf zwei Wegen. Zum einen wurde der Präsenzindex (*Frequenz*) jeder Nahrungskomponente in der Gesamtprobe nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Präsenzindex} = \text{Anzahl der Proben mit einer bestimmten Beute} \times 100 / \text{Gesamtzahl der Proben}$$

Diese Form der Darstellung erlaubt es jedoch nur, Aussagen über das Vorhandensein bestimmter Beuten zu treffen. Daher erfolgte die Auswertung zum anderen über den Abundanzindex (*Volumenprozente*), der die Volumenanteile der einzelnen Beutekategorien angibt:

$$\text{Abundanzindex} = \text{Volumen einer bestimmten Beute} \times 100 / \sum \text{Volumen aller Beutetypen pro Kot}$$

2.2.4 Fütterungsversuche im Tierpark Goldau

Um Anhaltspunkte über die Verdaubarkeit von Nüssen und Pilzen zu erhalten, wurde ein Fütterungsexperiment mit zwei in einem Gehege lebenden Dachsen im Tierpark Goldau durchgeführt. Am 20. Oktober 97 erhielten die beiden Tiere neben der halben Portion alltäglichen Futters, 81 Regenwürmer, 11 Baumnüsse, 32 Haselnüsse und 9 Champignons in einem zusätzlichen Futtergeschirr angeboten. An sechs darauffolgenden Tagen, an denen die Dachse wieder das gewohnte Futter bekamen, wurden alle Kotproben auf Reste der zugefütterten Nahrungs-typen hin untersucht.

2.3 Untersuchung des Nahrungsangebots

2.3.1 Grundlagen

Die Angebotsbestimmung erfolgte bei denjenigen pflanzlichen Nahrungstypen, die nach Literaturangaben von Dachsen genutzt werden und gleichzeitig im Habitat 'Wald' vorkommen (HENRY 1984, HOFER 1990, KISTLER & MISTELI 1984, MOUCHES 1981). Da das Untersuchungsgebiet viel zu gross war, um in der zur Verfügung stehenden Zeit flächendeckende Analysen durchzuführen, fand eine Beschränkung auf folgende Bestandes- bzw. Strukturtypen statt:

- Laubwald
- Laubmischwald
- Nadelwald
- Waldrand
- Lichtungen

Waldesinnere

Als Waldesinneres werden im Folgenden die drei Waldbestände Laub-, Laubmisch- und Fichtenwald bezeichnet. Die Auswahl der Waldbestände erfolgte anhand einer Bestandeskarte von 1982 (HUEHNERWADEL et al. 1993) im Massstab 1:10'000, welche Alter, Mischungsverhältnis und Hauptbaumart der Bestände angibt (s. Anhang 10, S.47).

- Alterskategorie:
Da rund zwei Drittel der Bestände von Laubholz dominiert sind und zugleich das 'mittlere Baum- und Altholz I' (60-100 Jahre) zusammen mehr als die Hälfte des Sihlwaldes umfasst (z.T. eine Folge der Schneebruchkatastrophe von 1885), wurden diese Altersstufen für die Untersuchung des Laub- und Laubmischwaldes ausgewählt. Bei den Nadelholzbeständen wurde das Stangenholz (20-40 Jahre) untersucht. Die grosse Häufigkeit dieser Altersklasse fällt mit dem waldbaulichen und betriebswirtschaftlichen Neubeginn der Waldbewirtschaftung vor rund 40 Jahren zusammen (HUEHNERWADEL et al. 1993).
- Mischungsgrad:
Für Laub- und Laubmischbestände wird ein Nadelholzanteil von 0-10% bzw. von 10-50% angegeben. Bei den ausgewählten Fichtenbeständen beträgt der Nadelholzanteil über 90%.
- Hauptbaumart:
Bei den Laub- und Laubmischbeständen ist die Buche die häufigste Baumart, bei den Nadelwaldbeständen die Fichte.

Waldrand

Als Waldrand wurde in dieser Untersuchung ein 3-5 Meter breiter Uebergangsbereich (je nach Aufnahmemethode) von Wald zu Landwirtschafts- bzw. Siedlungsfläche bezeichnet. Der Uebergangsbereich zur Sihltalstrasse galt somit nicht als Waldrand.

Lichtungsrand

Die Lichtungsråder wurden als innere Waldränder behandelt. Die Auswahl der Lichtungsråder erfolgte aufgrund des Waldgestaltungsplanes des Sihlwaldes (HUEHNERWADEL et al. 1993), wobei nur Ränder von Lichtungen, die grösser als 1 Hektare waren, in die Untersuchung eingingen.

2.3.2 Kirschen (*Prunus avium*)

Kartierung der Kirschbäume

Zum Blühzeitpunkt der Kirschbäume (April) wurden diese flächendeckend in den ausgewählten Beständen aufgenommen und in der Bestandeskarte (s. Anhang 11, S.48) eingezeichnet (Genauigkeit: ± 2 mm = ± 10 m im Gelände). Zusätzlich wurde noch der Brusthöhendurchmesser (1,60 m ab Boden, Genauigkeit: ± 1 cm) notiert. Da zu diesem Zeitpunkt das Blätterdach der Laubbäume noch nicht voll entwickelt war, konnten die Kirschbäume aus relativ grosser Distanz erkannt werden. Die Kartierung erfolgte über drei Wochen verteilt, da die individuellen Blühzeitpunkte, sowie die Höhenlage (der Sihlwald erstreckt sich von 464-914 m.ü.M.) zur Erfassung des gesamten Angebots berücksichtigt werden mussten.

Angebotsbestimmung

Zur Reifezeit (Stichtage: 7./8. Juli) der Früchte wurden diejenigen Bäume (n=18) auf ihr Kirschenangebot hin untersucht, deren Brusthöhendurchmesser am nächsten beim Mittelwert aller Bäume lag und die auf mehr oder weniger ebener Lage stockten (bei Bäumen an Steil-

hängen rollen die Kirschen hangabwärts). Da das Angebot an Kirschen auf dem Boden erstaunlich gering war, wurden alle auf dem Boden liegenden Kirschen gezählt (Umkreis je nach Baumgrösse). Die angefressenen Früchte wurden separat aufgenommen und gingen als halbe Früchte in die Angebotsbestimmung ein. Das Gesamtangebot an Kirschen (s. Anhang 8, S.45) wurde durch Multiplikation der ausgezählten Kirschen der Stichprobenbäume mit der Anzahl gefundener Kirschbäume ermittelt.

Angebotsdauer

Die Angebotsdauer der untersuchten Nahrungstypen wurde nur qualitativ (Beobachtung) angegeben. Da in dieser Arbeit das Angebot des Jahres 1997 mit der Nutzung des Jahres 1996 verglichen wird, war eine quantitative Angabe der Angebotsdauer nicht sinnvoll.

2.3.3 Brombeeren (*Rubus fruticosus*)

Mangels geeigneter Luftbilder vom Sihlwald, musste das Brombeerangebot mit Hilfe von Stichproben bestimmt werden.

Stichproben

In den ausgewählten Bestandestypen wurde auf der Bestandeskarte (HUEHNERWADEL et al. 1993) ein Stichprobennetz eingezeichnet. Da die Brombeeren im ganzen Gebiet des Sihlwaldes vorkommen und keine regelmässige Verteilung erwartet wurde, fand die systematische Stichprobennahme Verwendung. Das Stichprobennetz wurde in den einzelnen Beständen soweit verdichtet, dass jeder Bestandestyp mit je 30 Stichprobenflächen vertreten war (s. Anhang 11, S.48). Um einen Anhaltspunkt über die erforderliche Anzahl Stichproben zu erhalten, wurde das Stichprobennetz in einigen Mischwaldbeständen (Nr. 2203, 2402, 3013 und 3111) auf die doppelte Anzahl verdichtet (n=14). Auf den Lichtungen bzw. am Waldrand wurden die Stichprobenpunkte im Abstand von 50m bzw. 100m (im Gelände) angeordnet (45 bzw. 34 Stichprobenflächen).

Im Gelände wurden die Stichprobenpunkte aufgesucht und allenfalls in nördlicher Richtung verschoben (Ausschlusskriterien: Wege, Feuerstellen, Hütten, Rutschungen, Felsen und Bäche). Auf einer Fläche von 200m² (im Waldinnern) bzw. 50m² (Waldrand/Lichtungen) wurde der Deckungsgrad in Anlehnung an BRAUN-BLANQUET (1964) geschätzt.

Angebotsbestimmung

Zur Reifezeit (Stichtage: 25./27. Aug. und 2. Sept.) wurde das Beerenangebot auf zufällig ausgewählten, 3x3 Meter grossen Flächen (Deckungsgrad betrug 100%) gezählt (n=21) und anschliessend linear auf die gesamten Bestände hochgerechnet (s. Anhang 8, S.45).

2.3.4 Haselnüsse (*Corylus avellana*)

Es wurden dieselben Stichprobenflächen und Methoden wie bei der Angebotsbestimmung der Brombeeren verwendet.

Angebotsbestimmung

Zur Reifezeit (Stichtag: 3. Okt.) wurden die am Boden liegenden bzw. die sich bis maximal 1 Meter über Boden befindlichen (nach NEAL 1977 klettern Dachse nur selten und ungeschickt), nicht von Parasiten befallenen Nüsse von 20 Sträuchern gezählt. Anschliessend wurde das Gesamtangebot analog wie bei den Brombeeren ermittelt.

2.3.5 Hypogäische (unterirdische) Pilze

Quantitative Methode

In den ausgewählten Bestandestypen (s. S.10) wurden die Stichprobenflächen nach der Mächtigkeit der Humusschicht ausgewählt, da die hypogäischen Pilze ihre Fruchtkörper zwischen dem meist relativ kompakten Mineralerdehorizont und der lockeren Humusschicht ausbilden (FOGEL 1976). Auf den Stichprobenflächen wurde ein systematisches Stichprobennetz angelegt (Maschenweite: 2 m). Auf Flächen von 1 m² wurde die Streuschicht entfernt und ca. 5-10 cm tief in den Mineralerdehorizont gegraben.

Qualitative Methode

In zufällig ausgewählten Beständen wurde nach Tierspuren (in erster Linie von Mäusen und Eichhörnchen) gesucht (CLARIDGE & MAY 1994, PIROZYNSKI & MALLOCH 1988, BERGSTORM 1979). Oft werden von den Kleinsäugetern nicht die ganzen bzw. nicht alle Pilze ausgegraben, sodass eine grosse Wahrscheinlichkeit besteht, die patchweise vorkommenden Fruchtkörper dort zu finden (S. EGLI, mündl.).

3 ERGEBNISSE

3.1 Nutzung

3.1.1 Gesamtnahrung

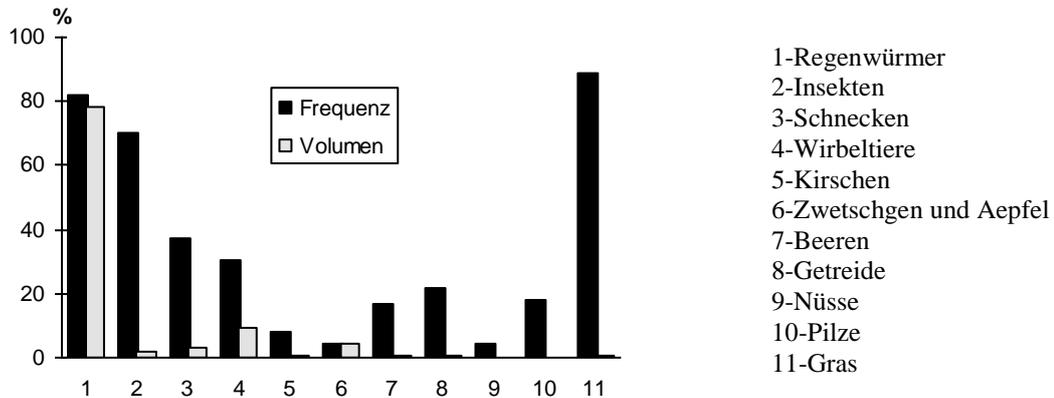


Abb. 4 Zusammensetzung der Dachsnahrung im Sihlwald (n=88)

Das Nahrungsspektrum der Dachse im Sihlwald ist sehr breit und umfasst sowohl tierische als auch pflanzliche Komponenten. Es bestätigt die omnivore Ernährungsweise dieser Tierart mit einer sehr starken Präferenz für Regenwürmer (*Lumbricidae*). Diese Komponente stellt mit 78,3% des Gesamtvolumens der aufgenommenen Nahrung den Hauptanteil in der Nahrung der Dachse im Sihlwald dar¹. Anteilmäßig der wichtigste Nahrungstyp neben den Regenwürmern sind die Wirbeltiere (*Vertebrata*) (9,5% des Gesamtvolumens). In erster Linie setzt sich diese Komponente aus Mäusen zusammen und ganz vereinzelt aus Vögeln oder Aas (MINDER in Vorb.). Insekten (*Insecta*) konnten über den gesamten Untersuchungszeitraum mit hoher Frequenz (70,5%) in der Dachsnahrung nachgewiesen werden. Ihr Volumenanteil ist aber mit 1,9% der Gesamtnahrung gering. Weit weniger häufig werden Schnecken (*Gastropoda*), v.a. Nacktschnecken aufgenommen (MINDER in Vorb.). Ihr Volumen ist mit 3,2% allerdings fast doppelt so gross wie jenes der Insekten.

Die pflanzliche Nahrung macht im Sihlwald mit 7,0% des Gesamtvolumens einen sehr geringen Anteil in der Dachsnahrung aus: Einzig Zwetschgen (*Prunus domestica*) (2,7%) und Aepfel (*Malus sp.*) (1,5%) kommen in grösseren Mengen vor². Ihre Bedeutung wird dann ersichtlich, wenn man den Anteil dieser Nahrungskomponenten in den 'positiven' Proben betrachtet, d.h. jenen, mit Resten dieser Früchte (Abb. 3, S.15). Die ermittelten Werte von 94,7% (Zwetschgen) und 42,1% (Aepfel) zeigen, dass diese Früchte zur Zeit ihrer Verfügbarkeit vermutlich in grosser Menge gefressen wurden (Stichprobenanzahlen sind sehr gering). Als restliche pflanzliche Nahrung konnten Kirschen (0,6%), Beeren (0,8%), Nüsse (0,1%), Getreide (0,8%) und Pilze (0,1%) ermittelt werden. Bei den Kirschen (*Prunus avium*) ist neben dem geringen Volumenanteil auch die Frequenz (8,0%) tief, da die Verfügbarkeit auf wenige Monate beschränkt ist (Abb 2). Den Hauptanteil der aufgenommenen Beeren machen die Brombeeren (*Rubus fruticosus*) aus. Das Volumen der Himbeeren (*Rubus idaeus*) ist sehr gering. Die längere Verfügbarkeitsdauer bei den Beeren im Gegensatz zu den Kirschen führt zu einer grösseren Frequenz (17,1%).

¹Die genauen Zahlenwerte der Nahrungszusammensetzung sind in Anhang 3 (S.41) zusammengestellt.

²Zwetschgen und Aepfel wurden aufgrund des ähnlichen Reifezeitpunktes zusammen dargestellt.

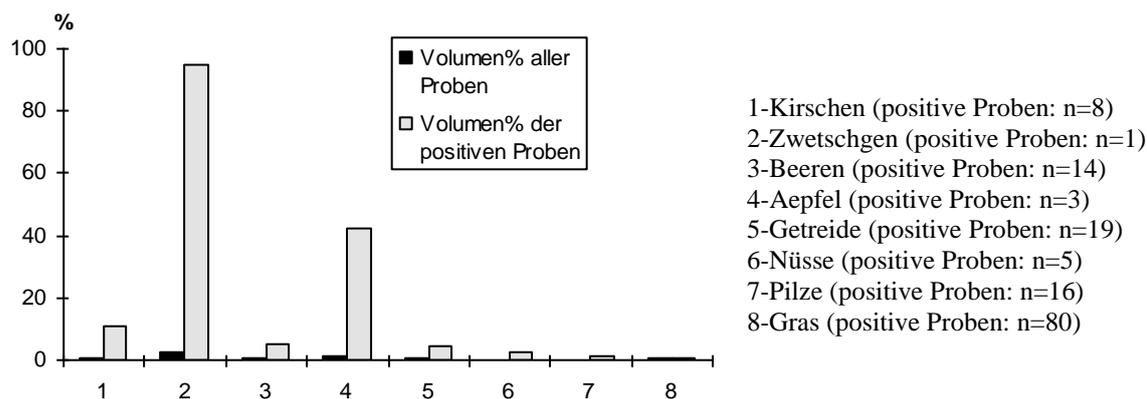


Abb. 3 Durchschnittliche Volumenanteile der einzelnen pflanzlichen Nahrungskategorien in allen Proben (n=88) und in den positiven Proben des Sihlwaldes

Das Getreide (0,8%), welches in erster Linie Mais (*Zea mays*) und nur in unbedeutenden Mengen Weizen (*Triticum aestivum*) (0,01%) beinhaltet, wird auch während der Reifezeit kaum genutzt (positive Proben: 4,7%). Die Auftretensfrequenz (21,5%) ist mit jener der Pilze (18,2%) vergleichbar. Letztere Nahrungskomponente beinhaltet nur hypogäische Pilze (Hauptanteil: Hirschtrüffel (*Elaphomyces sp.*), ausserdem Schleimtrüffel (*Melanogaster sp.*) und weitere unbestimmbare, hypogäische Pilze) und tritt ebenfalls nur in geringen Mengen (0,1%) auf. Nüsse (v.a. Haselnüsse) konnten nur viermal nachgewiesen werden und ihr Anteil ist mit 0,06% dementsprechend verschwindend gering. Obwohl Gras die grösste Frequenz aufweist und praktisch in allen Koten vorkommt (89,8%), ist es mengenmässig unbedeutend (0,6%).

3.1.2 Saisonale Unterschiede

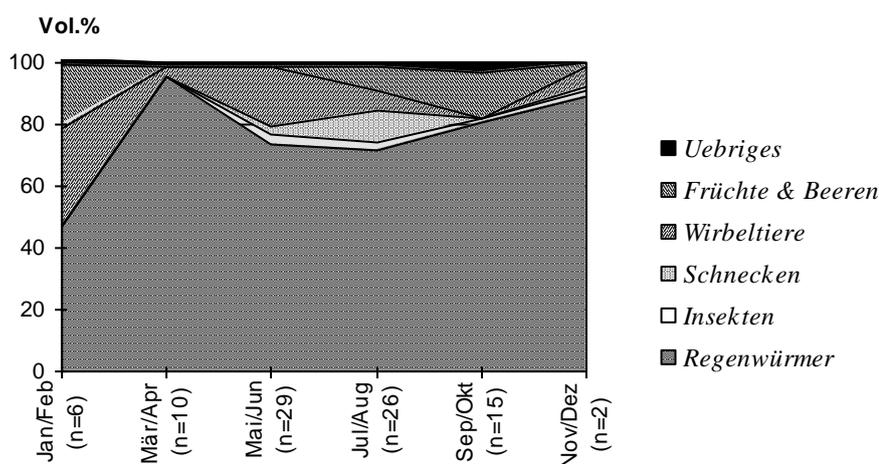


Abb. 4 Zusammensetzung der Dachsnahrung im Jahresverlauf (n=88)

Die Dachsnahrung im Sihlwald zeigt einen deutlichen Jahresgang (Abb. 4). Mit Ausnahme von Januar und Februar¹ ist die Anzahl gefressener Regenwürmer im Winter und Frühjahr höher als in den Sommer- und Herbstmonaten (Juni-Oktober) (Mann-Whitney U-Test, $P=0.01$, $n=82$). Der Abfall der Regenwürmer während der Sommermonate ist sowohl in der Frequenz als auch im Anteil am Gesamtvolumen deutlich sichtbar (Abb. 6). Trotz dieses Rückganges in der Bedeutung ist diese Beute immer mit über 35 % am Gesamtvolumen vertreten, was auf die grundlegende Bedeutung der Regenwürmer in der Dachsnahrung hindeutet. Verbunden mit dem Rückgang der Regenwürmer ist im Frühsommer (Mai-Juli) ein Anstieg des Anteils der Wirbeltiere. Die hohen Frequenzen der tierischen Alternativnahrung im November sind auf die geringe Stichprobenzahl ($n=2$) zurückzuführen. Das gehäufte Auftreten der Schnecken in den Monaten Juli und August ist vermutlich mit den hohen Niederschlagsmengen in jenen Monaten zu erklären (Abb. 5). Die Insekten treten zwar übers ganze Jahr in den Kotproben auf, ihr mengenmässiges Vorkommen ist aber gering (Abb 6).

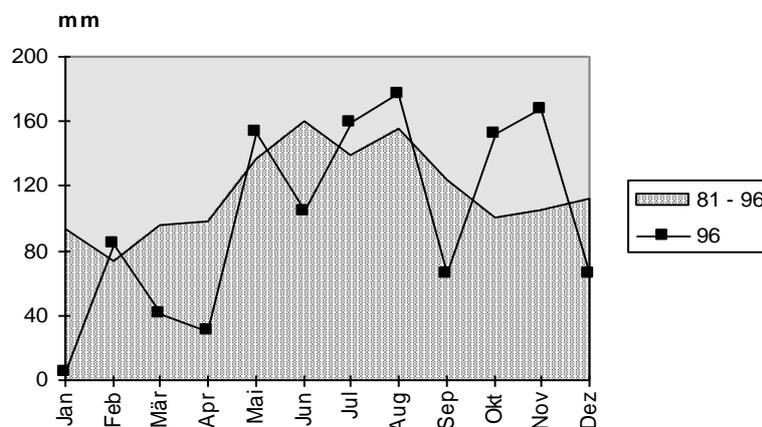


Abb. 5 Vergleich der Niederschlagsmengen der Zeitperiode 1981-96 mit jenen aus dem Jahre 1996

Die Alternativnahrung zu den Regenwürmern wird im Herbst praktisch vollständig von Früchten dominiert (Abb. 4). Die ersten Früchte (Kirschen) treten bereits im Juli in der Dachsnahrung in Erscheinung (Abb. 7). Da das Kirschenangebot rasch wieder verschwindet, lassen sich bereits im August praktisch keine Kirschen mehr in den Koten finden. Einen ähnlichen, nur zeitverschobenen Verlauf wie die Kirschen zeigen die Äpfel und Zwetschgen. Beide Nahrungstypen konnten zur Reifezeit allerdings nur in einer Probe nachgewiesen werden. Im Gegensatz zu den zeitlich sehr beschränkt verfügbaren Früchten treten die Brombeeren über längere Zeit (Juli-November) in der Dachsnahrung auf. Ihr mengenmässiges Vorkommen ist jedoch gering (Abb. 7). Auch die Nüsse sind über eine längere Zeitspanne für den Dachs verfügbar und werden dementsprechend auch bis in den Januar hinein genutzt. Das Getreide, die Pilze und das Gras zeigen keine Saisonalität (Abb. 7). Diese Nahrungskomponenten kommen zwar übers ganze Jahr relativ häufig vor (Gras kommt praktisch in jeder Kotprobe vor), machen mengenmässig aber einen verschwindenden Anteil an der Gesamtnahrung aus. Beim Gras handelt es sich wahrscheinlich um eine unabsichtliche Aufnahme beim Fressen von Regenwürmern. Ein Zusammenhang zwischen der Grasmenge und der Anzahl aufgenommener Regenwürmer konnte allerdings nicht bestätigt werden (Spearman-Korrelation: -0.035 , $n=88$).

¹Die Ergebnisse von Januar und Februar sind wegen der geringen Stichprobenzahl ($n=6$, wobei je 3 Proben aus derselben Latrine stammten) und des verminderten Stoffwechsels zu dieser Jahreszeit wenig aussagekräftig und werden in den folgenden Abbildungen zur Nahrungsnutzung nicht mehr dargestellt.

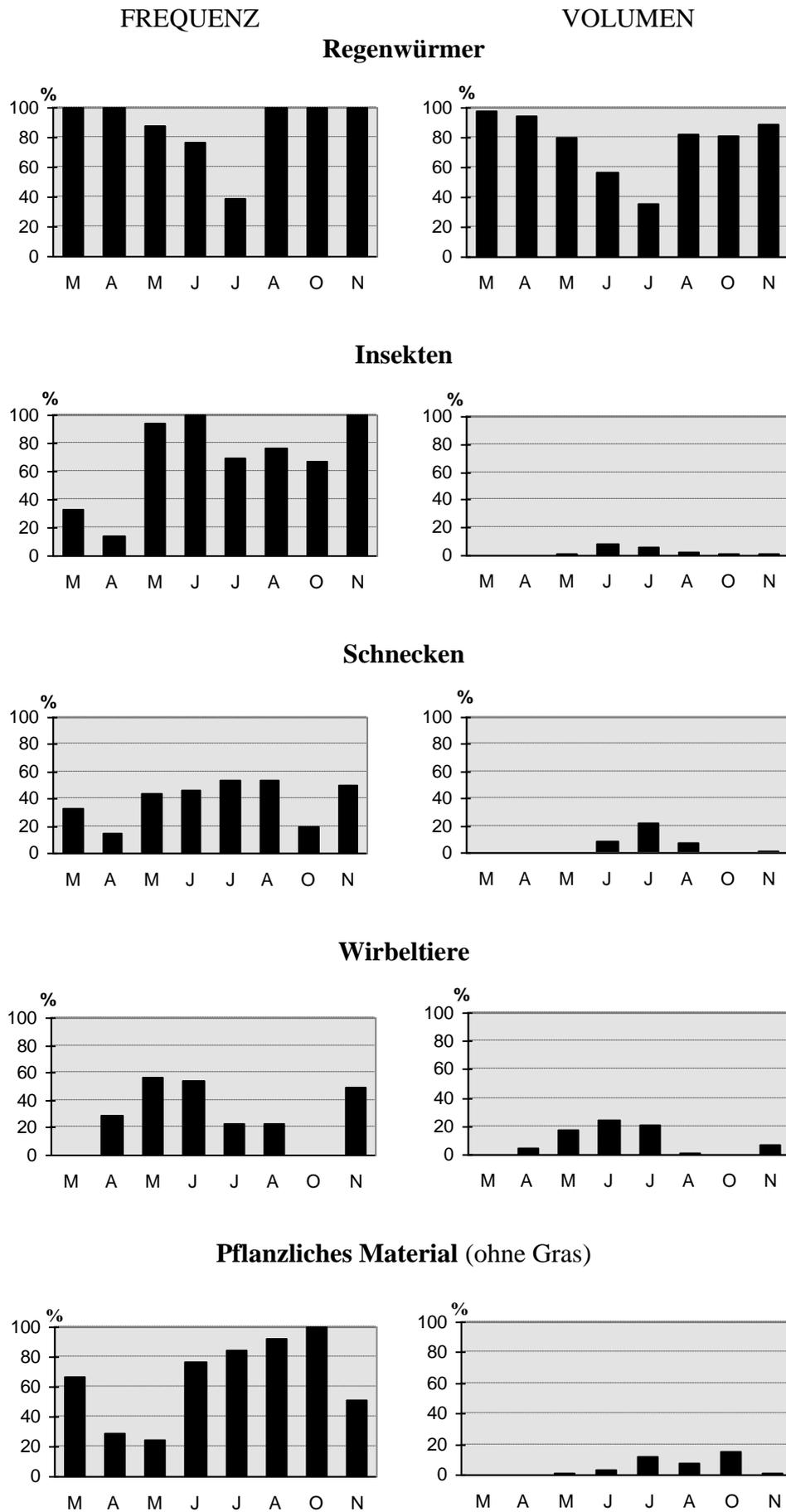
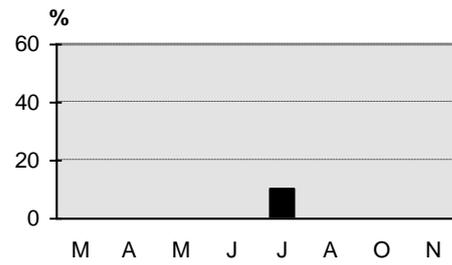
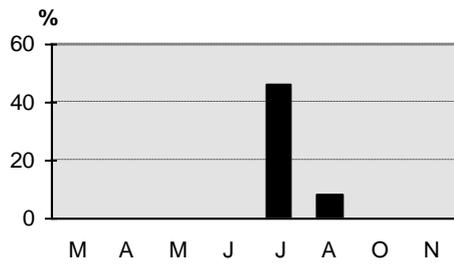


Abb. 6 Auftreten der wichtigsten Beutekategorien in den Koten (n=82) im Jahresverlauf

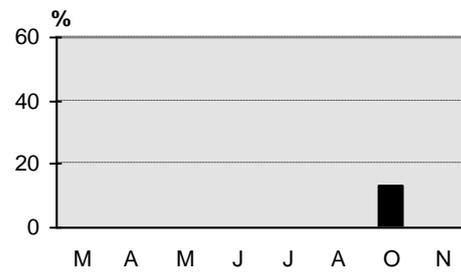
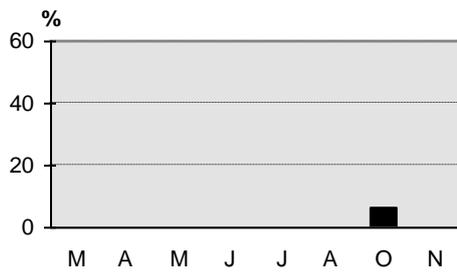
FREQUENZ

VOLUMEN

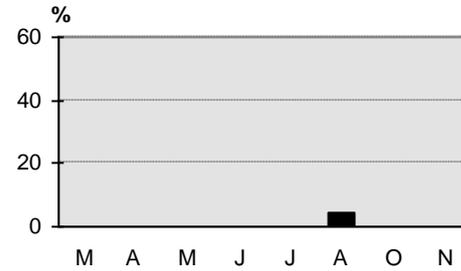
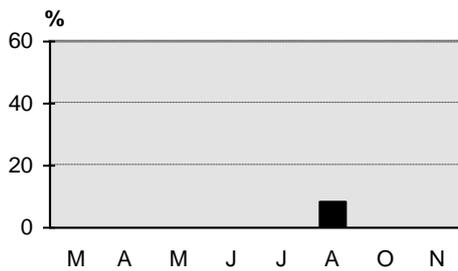
Kirschen



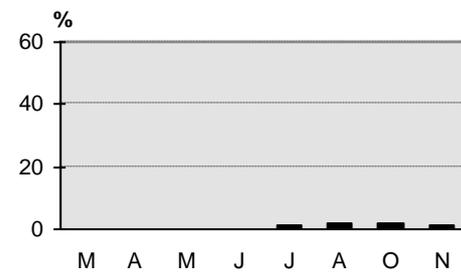
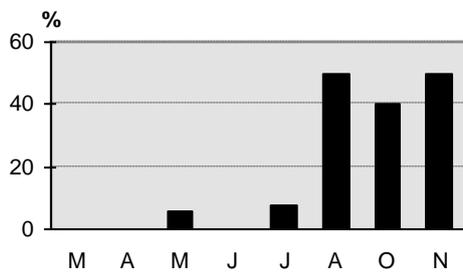
Zwetschgen



Aepfel



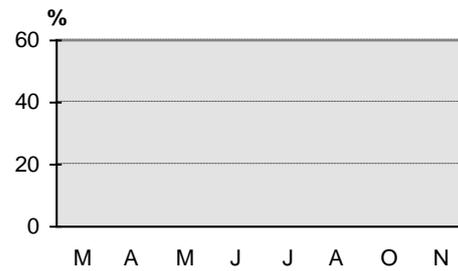
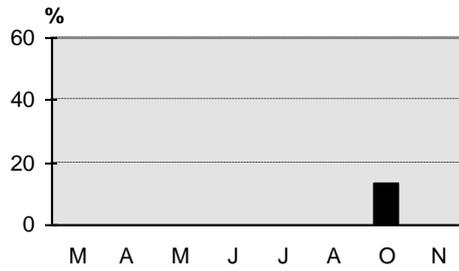
Beeren



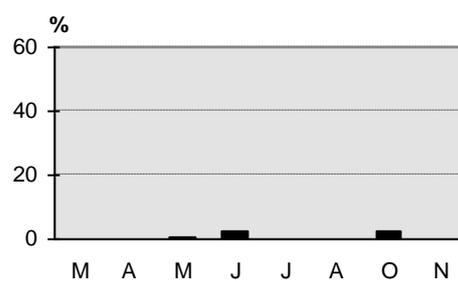
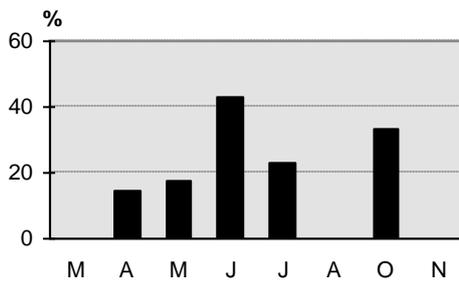
FREQUENZ

VOLUMEN

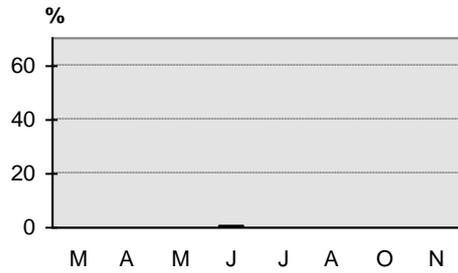
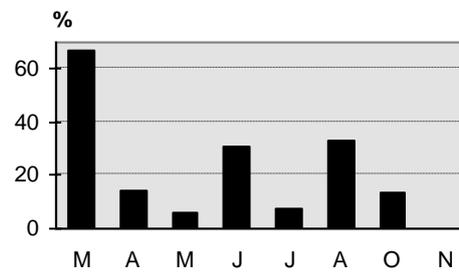
Nüsse



Getreide



Pilze



Gras

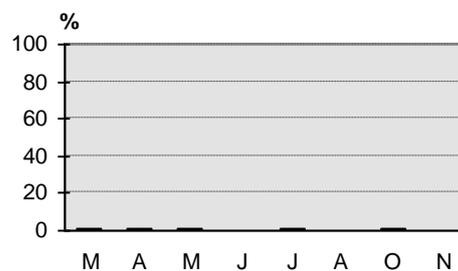
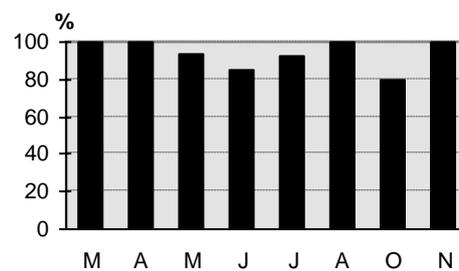


Abb. 7 Auftreten der einzelnen pflanzlichen Beutekategorien in den Koten (n=82) im Jahresverlauf. Die kleinere Skalierung der Achsen gegenüber jener in Abb.4 (ausser beim Gras), ist beim direkten Vergleich mit der tierischen Nahrung in Betracht zu ziehen.

Die Vielfalt des Speisezettels der Dachse (Abb. 8) nimmt gegen den Herbst hin zu und geht dann im November rasch wieder zurück. In den Sommer- und Herbstmonaten (Juli-Oktober) ist diese Vielfalt in erster Linie auf die pflanzlichen Nahrungskategorien zurückzuführen, welche in diesen Monaten in signifikant grösseren Mengen auftreten als in den übrigen Monaten (Anova: $P=0.035$, $n=82$).

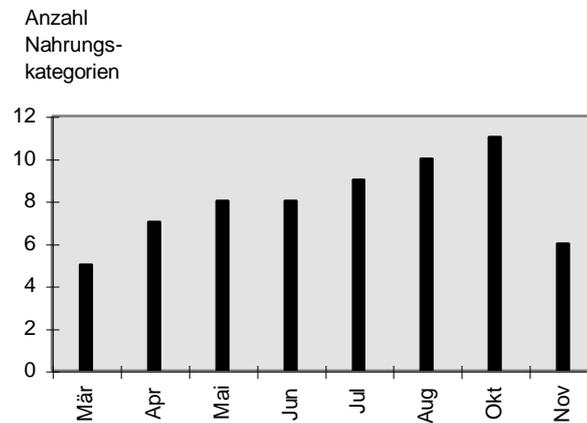


Abb. 8 Anzahl genutzter Nahrungskategorien (in $n=82$ Koten) im Jahresverlauf

Neben den besprochenen Nahrungstypen traten in den Koten übers ganze Jahr hinweg verschiedene Samen von Bäumen, Sträuchern und Kräutern auf (s. Anhang 4, S.41). Den Hauptanteil bei den Baumsamen machten die Fichtensamen (*Picea excelsa*) aus. Bucheckern (*Fagus silvatica*) wurden nur vereinzelt, z.T. aber mit dem verholzten Fruchtkörper gefunden. Alle übrigen Baumsamen konnten nur einmal pro Jahr, meistens jedoch in verschwindenden Anzahlen nachgewiesen werden. Das jahreszeitliche Muster der Samenverteilung folgt denn auch in erster Linie demjenigen der Fichtensamen, welche im Mai/Juni anzahlmässig am stärksten vertreten sind (Abb. 9).

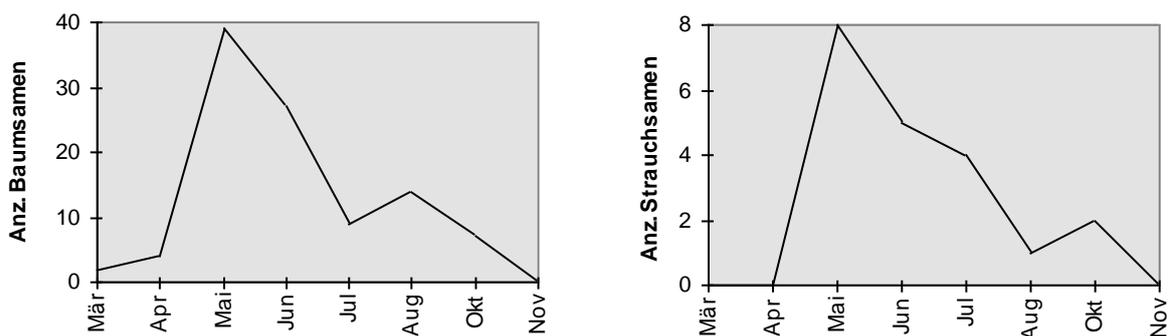


Abb. 9 Totale Anzahl gefundener Baum- und Strauchsamen in 88 Kotproben im Jahresverlauf

Die Strauchsamens stammen von zwei im Sihlwald häufig vorkommenden Sträuchern, deren Beeren je ca. 2-3 Samen enthalten: der roten Heckenkirsche (*Lonicera xylosteum*) und dem Holunder (*Sambucus sp.*). Bei letztgenannter Art war eine Bestimmung auf Artniveau nicht möglich, da die Samen des roten und schwarzen Holunders praktisch identisch sind.

Die Anzahl der gefundenen Strauchsamens in den Koten weist einen praktisch identischen Jahresverlauf wie derjenige der Baumsamens auf (Abb. 9). Auch hier wurden die grössten Anzahlen im Mai und Juni gefunden.

Die in den Koten gefundenen Krautsamens stammen von verschiedensten Pflanzenfamilien, beinhalten allerdings nur wild vorkommende Arten. Soweit möglich wurde bis auf Gattungs- bzw. Artniveau bestimmt (s. Anhang 4, S.41). Aufgrund des Blütenstandes, welcher insbesondere bei vielen Arten der Poaceen und Cruciferen, als auch bei der Gattung der Ranunculaceen und dem Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) sehr viele Samen nahe beieinander vereinigt, treten z.T. grosse Anzahlen in den Koten auf. Das jahreszeitliche Muster der Anzahl der Krautsamens folgt auch hier den in der Samenzahl dominierenden Familien bzw. Gattungen oder Arten (Abb. 10).

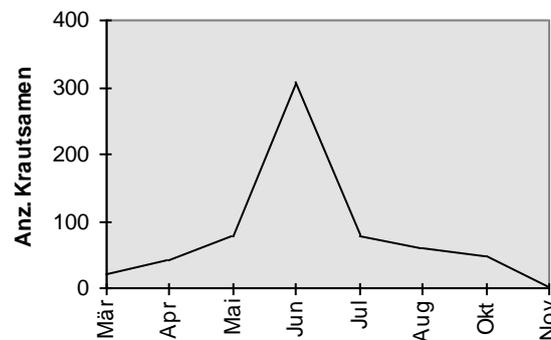


Abb. 10 Totale Anzahl Krautsamen in 88 Koten im Jahresverlauf

Aus **energetischer Sicht** scheinen die Monate nach der Winterruhe eine grosse Bedeutung für die Dachse zu haben (Abb. 11). Einerseits müssen die aufgebrauchten Fettreserven wieder aufgefüllt werden und andererseits wird für die Hauptpaarungszeit im Frühjahr ein erhöhter Energiebedarf benötigt (ZINGG 1995). Im Sommer, zur Zeit der grössten Nutzung alternativer Nahrung, sinkt der Energiegehalt der Kote auf rund 25% der April-Werte ab. Bevor die Dachse dann erneut zur Winterruhe übergehen, werden Fettreserven angelegt, was am Anstieg des Energiegehaltes auf rund das Doppelte der Juli-Werte sichtbar ist (s. Anhang 7, S.44).

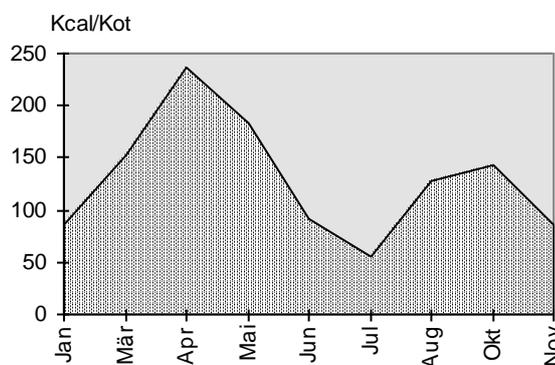
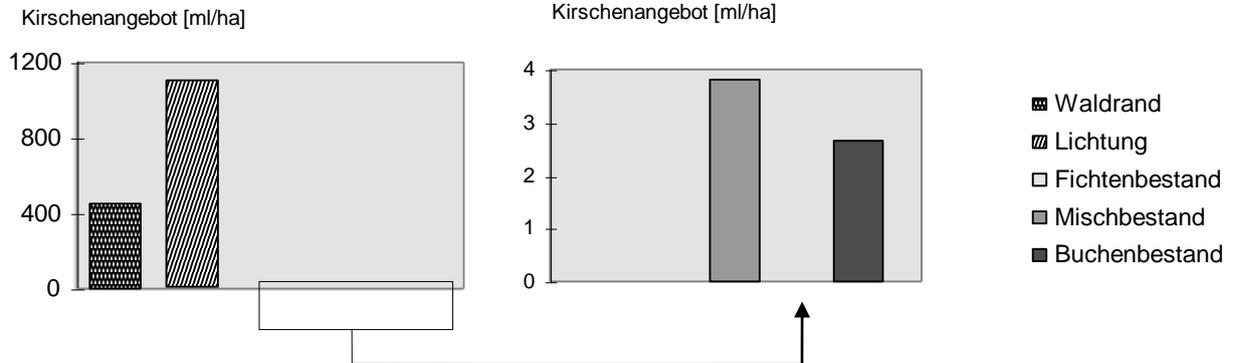


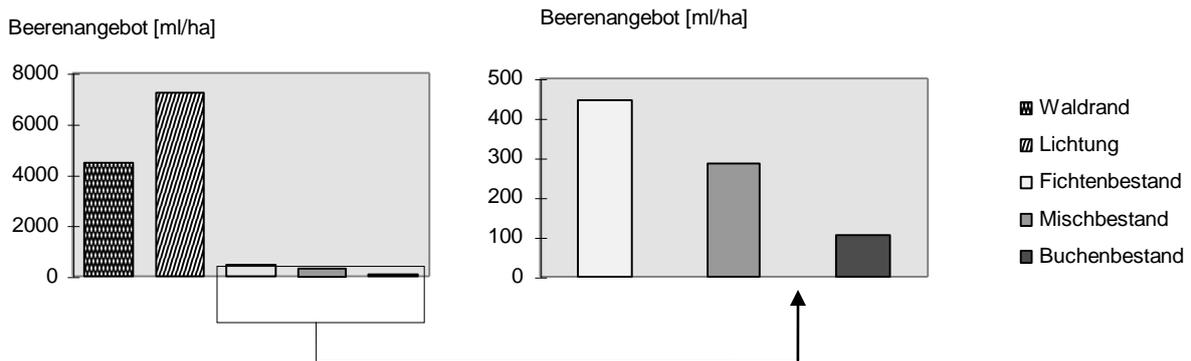
Abb. 11 Durchschnittliche Energiegehalte der aufgenommenen Nahrung im Jahresverlauf (n=88)

3.2 Angebot

Kirschen (*Prunus avium*)



Brombeeren (*Rubus fruticosus*)



Haselnüsse (*Coryllus avellana*)

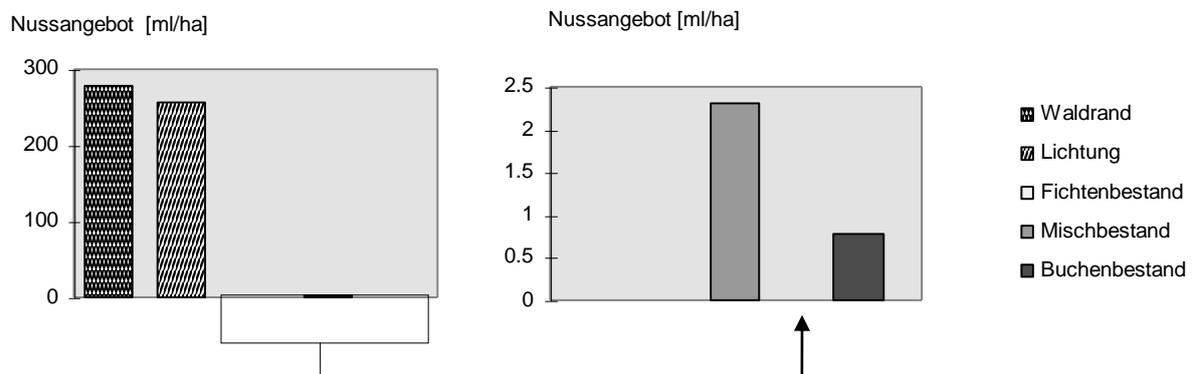


Abb. 12 Kirschen-, Brombeeren- und Haselnussangebot [ml/ha] in den untersuchten Beständen

Das Angebot der untersuchten Nahrungstypen (gemessen in ml pro Hektare) ist an Lichtungs- bzw. Waldrändern am höchsten (Abb. 12). Neben der erhöhten Anzahl Kirschbäume, Brom-

beerstauden bzw. Haselsträucher an den Wald- und Lichtungsrändern trägt auch die signifikant grössere Anzahl Früchte, Beeren bzw. Nüsse pro Baum oder Strauch zum erhöhten Angebot gegenüber dem Waldesinnern bei (Mann-Whitney U-Test: $P=0.008$, $n=18$ (Kirschen); $P=0.008$, $n=40$ (Brombeeren); $P=0.048$, $n=24$ (Haselnüsse)). Kirschen und Brombeeren weisen auf den Lichtungen ein rund doppelt so grosses Angebot pro Hektare auf wie am Waldrand. Im Gegensatz dazu tritt bei den Haselnüssen am Waldrand ein fast ebenso grosses Angebot pro Hektare auf wie auf den Lichtungen (Abb. 12). Von den untersuchten Beständen im Waldesinnern weisen die Mischwaldbestände bei den Kirschen und Haselnüssen das grösste Angebot auf. Der Fichtenbestand, in welchem Kirschen und Nüsse vollständig fehlen, stellt dafür das grösste Brombeerenangebot zur Verfügung (mehr als die Hälfte des Gesamtbrombeerenangebots im Waldinnern).

Hypogäische Pilze

Trotz intensiver Suche konnte einzig in einem Mischwaldbestand eine Gruppe von 4 Pilzen gefunden werden. Es erfolgten keine weiteren Analysen.

3.3 Vergleich Nutzung und Angebot

Ein absoluter Vergleich¹ des Nahrungsangebots mit der Nutzung war nicht möglich, da einerseits nicht alle Latrinen bekannt sind und andererseits die analysierten Kotproben nur eine Stichprobe darstellen. Deshalb können hier nur relative Angaben zu den einzelnen Nahrungstypen gemacht werden, d.h. es findet immer eine Betrachtung im Verhältnis zu den anderen Nahrungstypen statt. In Abb. 13 ist einerseits das Verhältnis aus dem untersuchten, pflanzlichen Angebot² dargestellt und andererseits wird dieses demjenigen aus den Koten gegenübergestellt. Auf einen statistischen Vergleich der Nutzung mit dem Angebot wurde verzichtet, da die Resultate des genutzten Nahrungsspektrums aus dem Jahre 1996 stammen und die Angebotsbestimmungen 1997 durchgeführt wurden.

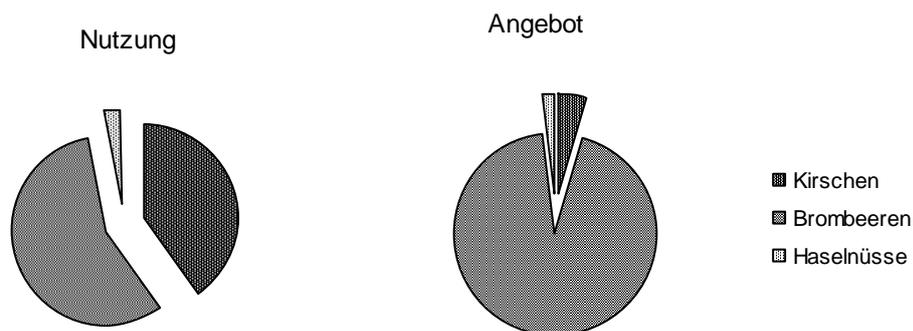


Abb. 13 *Nutzung [Vol. %] (n=88) und Angebot [ml/ha] der Kirschen, Brombeeren und Haselnüsse übers Jahr*

Da die Reifezeiten der untersuchten Nahrungstypen nicht übereinstimmen (Kirschen sind bereits im Juli reif), wurde das Nutzungs-Verhältnis der untersuchten drei Nahrungskategorien übers ganze Jahr betrachtet. Dabei ist aber zu beachten, dass sich die dargestellten Verhältnisse beim Angebot auf Momentaufnahmen zur Zeit der grössten Verfügbarkeit beziehen und demgegenüber die Verhältnisse der Nutzung auf der aufgenommenen Menge übers ganze Jahr

¹Absolut bezieht sich auf die tatsächlich von den im Sihlwald lebenden Dachsen gefressene Menge.

²Das dargestellte Angebot bezieht sich auf den ganzen Sihlwald (s. Anhang 8, S.45)

beruhen. Das heisst, dass die über längere Zeit verfügbaren Brombeeren und Haselnüsse bei der Nutzung stark überrepräsentiert sind gegenüber den Kirschen, deren Reifezeit nur gut einen Monat dauert. Dennoch ist ersichtlich, dass die Kirschen im Verhältnis zu den Brombeeren und Haselnüssen überproportional gefressen werden, wenn sie verfügbar sind.

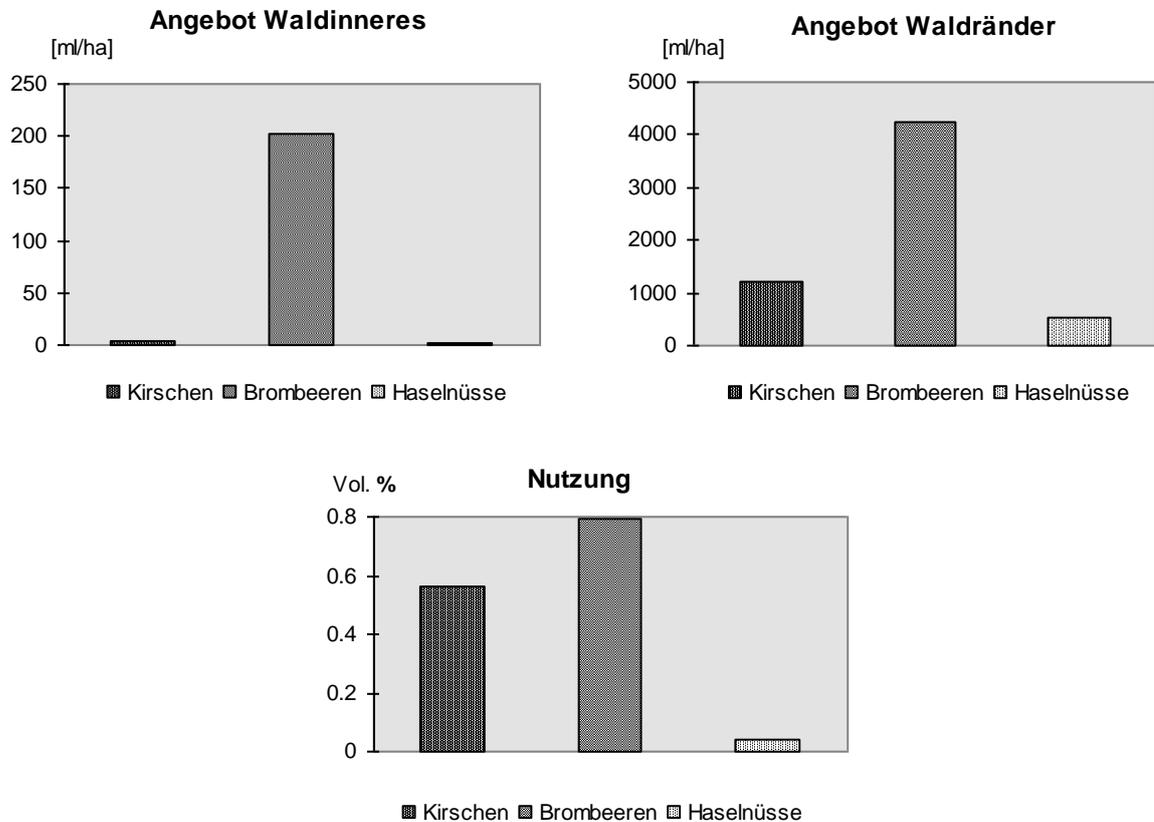


Abb. 14 Gegenüberstellung der Angebotsmengen vom Waldinneren bzw. Waldrändern mit der jährlichen Nutzung ($n=88$) durch die Dachse

Wald- und Lichtungsränder weisen ein ähnlicheres Angebotsverhältnis im Vergleich zur Nutzung auf als das Waldinnere (Abb. 14)¹. Dies deutet darauf hin, dass die Dachse die dargestellten Nahrungstypen in erster Linie an Wald- bzw. Lichtungsrändern erbeuten. Eine erhöhte Benutzungsfrequenz der Latrinen am Waldrand zur Reifezeit der Früchte (Juli-Oktober) konnte nicht bestätigt werden (T-Test, $P=0.538$, $n=88$). Auch eine spezielle Zusammensetzung der Kote der Waldrand-Latrinen (<100 m davon entfernt), welche auf ein Koten kurz vor oder nach der Nahrungssuche hingedeutet hätten, konnte nicht bestätigt werden (T-Test für die einzelnen Nahrungskategorien: Regenwürmer $P=0.459$, $n=70$; Insekten $P=0.123$, $n=62$; Schnecken $P=0.117$, $n=33$; Wirbeltiere $P=0.052$, $n=26$; Kirschen $P=0.304$, $n=7$; Zwetschgen & Äpfel, $P=0.363$, $n=4$; Beeren $P=0.467$, $n=18$; Getreide $P=0.671$, $n=19$; Pilze $P=0.734$, $n=18$; Gras $P=0.304$, $n=76$).

¹Beim direkten Vergleich der Angebotsmengen des Waldinneren mit denjenigen der Waldrändern ist auf die unterschiedliche Skala zu achten.

4 DISKUSSION

4.1 Diskussion der Methoden

4.1.1 Kotanalyse

Bei der Beurteilung der Ergebnisse muss beachtet werden, dass jede wissenschaftliche Methode ihre Vor- und Nachteile hat und die Wirklichkeit nur bis zu einem gewissen Grad zu widerspiegeln vermag. Im Vergleich zur Mageninhaltsanalyse (LUEPS et al. 1987) ist die Kotanalyse praktisch besser durchführbar und hat neben der grösseren Anzahl verfügbarer Stichproben den riesigen Vorteil, dass das Tier dabei am Leben bleibt. Der grösste Nachteil der Kotanalyse ist die ungenaue, quantitative Erfassung der einzelnen Nahrungsbestandteile:

- Man weiss nicht, ob eine bestimmte Beute vollständig aufgenommen wurde.
- Die einzelnen Beutetypen werden in unterschiedlichem Masse verdaut (PUTMAN 1984, zitiert in HOFMANN & STUBBE 1993). Zudem variiert vermutlich die Verdaulichkeit der Nahrung je nach der aufgenommenen Menge und der Zusammensetzung.
- Man kann nicht davon ausgehen, dass eine Kotprobe einer Magenfüllung entspricht, da Dachse pro Nacht 2-3 mal koten (RYSZKOWSKII et al. 1971, zitiert in KRUK 1987) und somit eine Beute in mehreren Proben auftaucht.

Die Probleme bei der Interpretation der Kotanalyse machen sich auch in den verschiedenen **Auswertungsverfahren** bemerkbar: Eine früher häufig angewandte und auch heute noch beim Dachs praktizierte Methode ist die Ermittlung der Auftretensfrequenz (**Präsenzindex**) einer bestimmten Beute (s. S.10). Sie ist vor allem für Vergleiche der Nahrung von Tieren verschiedener Gebiete bzw. zu verschiedenen Zeiten nützlich. Allerdings hat sie zwei entscheidende Nachteile: Zum einen wird häufig gefressene Beute deutlich unterschätzt, da pro Probe nur ein Stück oder Exemplar der jeweiligen Art angenommen wird. Zum anderen wird kleine Beute überbewertet, da keine Grössenunterschiede einberechnet werden. Da der Dachs aber einerseits oft grosse Mengen von ein und demselben Beutetyp aufnimmt, andererseits die Grössenunterschiede der gefressenen Nahrung stark variieren, wurde ein weiteres Auswertungsverfahren (**Abundanzindex**) angewendet: KRUK & PARISH (1981) schlugen ein Verfahren der Volumenschätzung vor. Hierbei wird, wie in der im Sihlwald angewandten Methode, für jede Nahrungskomponente in einer Probe das aufgenommene Volumen bestimmt. Dies geschieht bei KRUK & PARISH (1981) durch Multiplikation der Anzahl der Reste mit dem geschätzten Volumen der jeweiligen Beute. Obwohl diese Methode in letzter Zeit auch von anderen Autoren angewandt wurde (z.B. CIAMPALINI & LOVARI 1985, PIGOZZI 1988, SHEPARDSON et al. 1990, HOFFMANN & STUBBE 1993, MOUCHES 1981, HARRIS 1984), ist sie mit Fehlern behaftet: Im Prinzip funktioniert diese Methode nur, wenn die Anzahl und die Durchschnittsvolumen der gefressenen Nahrungstypen bekannt sind. Bei grosser Beute (Aas) sowie bei unzählbaren Nahrungstypen (Getreide, Pilze, Gras...) können die in den Koten auftretenden Reste nicht einem in seiner Gesamtheit gefressenen Beutetyp zugeordnet werden. Man kommt also um eine grobe Berechnung der Volumina nicht herum. Unzureichend ist ausserdem die Annahme einer konstanten Kotvolumengrösse, welche bei der Bestimmung der aufgenommenen Regenwurmanzahl aus deren Borsten vorausgesetzt wird (MINDER mündl.). Es konnte nämlich eine signifikant unterschiedliche Grösse der Kote in den Sommer- und Herbstmonaten (Juli-Oktober) im Vergleich zu den restlichen Monaten festgestellt werden (T-Test, $P=0.03$, $n=88$).

KISTLER & MISTELI (1984) bestimmten in ihrer Untersuchung das aufgenommene Frischvolumen mit Hilfe von Stichproben. Ob die Kotproben für ein solches Verfahren genügend homogen sind, ist zu bezweifeln. Noch kritischer zu betrachten sind allerdings die sehr geringen Mengen mit welchen gerechnet wird, denn jeder Fehler wird bei den Umrechnungsvorgängen vervielfacht. Im Gegensatz zu dem von KRUUK & PARISH (1981) vorgeschlagenen Verfahren, berücksichtigen KISTLER & MISTELI (1984) aber die Tatsache, dass das Volumen nicht-zählbarer Bestandteile (s. S.9) nicht geschätzt werden kann. Diese Bestandteile werden bei ihrer Methode getrocknet und anhand von Umrechnungsfaktoren (Verhältnis von Trocken- zu Frischgewicht bzw. unverdaubare zu verdaubaren Anteilen) wird das aufgenommene Gewicht der jeweiligen Beute bestimmt.

Die Analyse der Kote vom Sihlwald wurde in Anlehnung an das von KISTLER & MISTELI (1984) beschriebene Verfahren durchgeführt. Um die oben erwähnten Ungenauigkeiten durch die Stichprobennahme zu vermeiden, wurde in dieser Arbeit jeweils der gesamte Kot analysiert. Ausserdem wurde mit Frischvolumen gearbeitet, um die Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen (welche die Methode von KRUUK & PARISH 1981 wählten) sicherzustellen.

Die grösste **Kritik der im Sihlwald angewandten Methode** liegt bei der Umrechnung der oft sehr geringen Trockengewichtswerte (einige Gramme bzw. Zehntelgramme) in Frischvolumen. Die Frage ist berechtigt, ob mit dieser Methode nicht eine Genauigkeit angestrebt wird, die aufgrund der genannten Grundmängel (s. S.25) der Kotanalyse überhaupt nie erreicht wird. Als weiterer Kritikpunkt ist die unbekannte Verdaubarkeit bei Nüssen und Pilzen zu sehen. Das gezielte Fütterungsexperiment mit Dachsen aus dem Tierpark in Goldau (s. S.10) ergab eine Unterbewertung bei der Frischvolumenbestimmung der Haselnüsse. Die Dachse sind nämlich fähig, Nüsse praktisch vollständig zu 'schälen'. Die unverdaubare Schalenmenge lässt deshalb keine Rückschlüsse auf die tatsächlich aufgenommene Menge zu. Bei den Baumnüssen und Pilzen, deren aufgenommenes Frischvolumen direkt aus dem Trockengewicht berechnet wurde (keine Berücksichtigung des verdaubaren Anteils), fand vermutlich ebenfalls eine Unterbewertung der aufgenommenen Menge statt. Eine Bestimmung des verdaubaren Anteils aus dem Fütterungsexperiment war leider nicht möglich, da die gebotenen Champignons kaum angerührt wurden, und eine Trennung der unverdaubaren Baumnussresten von jenen der Haselnüsse nicht mehr möglich war. Neben diesen zu geringen Volumenangaben für pflanzliche Bestandteile fand auch bei der Bestimmung des aufgenommenen Regenwurmvolumens eine Unterbewertung gegenüber den Untersuchungen, die nach KRUUK & PARISH (1981) arbeiteten, statt¹. Bei der prozentualen Betrachtungsweise werden sich dadurch die methodisch bedingten Unterschiede wieder angleichen.

Inwiefern die Methodenwahl die Ergebnisse beeinflusst, ist schwierig abzuschätzen. Die diesbezüglich von KISTLER & MISTELI (1984) durchgeführten Versuche, brachten aber keine nennenswerten Unterschiede der Ergebnisse hervor, sodass ein Vergleich mit Untersuchungen, welche nach KRUUK & PARISH (1981) gearbeitet haben, gerechtfertigt erscheint.

¹KRUUK & PARISH (1978) geben pro Wurm ein Gewicht (welches etwa dem Volumen entspricht) von 4,27g an. Die Berechnungen des Regenwurmvolumens im Sihlwald basieren auf der Annahme eines durchschnittlichen Wertes von 3 Millilitern pro Wurm (NABULON mündl.). Exaktere Frischvolumenwerte werden noch erarbeitet (MINDER in Vorb.).

4.1.2 Bestimmung des Nahrungsangebots

Die Verifizierung der Bestandesgrenzen im Gebiet selbst war nicht immer ganz einfach, da die Erhebungen für die Bestandeskarte (HUEHNERWADEL et al. 1993) bereits rund zehn Jahre zurück liegen. Zur Abgrenzung der Bestände wurden somit oft weitere Anhaltspunkte (Wegnetz, Bäche, etc.) beigezogen. Die Kartierungen neueren Datums (1994) waren zur Zeit dieser Untersuchung noch nicht veröffentlicht.

Kritikpunkte:

- **Aufnahmezeitpunkt:**
Der Zeitpunkt, an welchem die Angebotsbestimmung der Kirschen, Brombeeren und Haselnüsse erfolgte, wurde durch qualitative Beobachtungen bestimmt. Die individuellen Fruchtzeitpunkte der untersuchten Nahrungstypen führte dabei zu Unsicherheiten in der Wahl des geeigneten Aufnahmezeitpunktes. Auch bei der Kartierung der Kirschbäume erschwerten individuelle Blühzeitpunkte die Arbeit, sodass die Liste der erfassten Bäume vermutlich nicht vollständig ist.
- **Angebotsbestimmung:**
Kirschen: Die Angebotsbestimmung der Kirschen basiert auf der Annahme, dass ein linearer Zusammenhang zwischen dem Alter bzw. dem Brusthöhendurchmesser und dem Kirschenangebot besteht. Da die phänotypische Plastizität der einzelnen Bäume sowohl in der Wuchsform als auch in der Fruchtmenge zu weit grösseren Ungenauigkeiten führt, lässt sich diese Vereinfachung rechtfertigen.
Brombeeren: Bei der Bestimmung der Anzahl Beeren pro Fläche ist darauf hinzuweisen, dass längst nicht alle Individuen (verstanden als Mutterpflanze mit Ausläufern) Brombeeren aufweisen. Vor allem einzeln vorkommende Pflanzen bilden meistens keine Beeren aus. Diese einzeln wachsenden Brombeerstauden scheinen sich rein vegetativ zu vermehren. Eine Ueberschätzung des Beerenangebots ist deshalb wahrscheinlich, da die Beeren nur auf Flächen ausgezählt wurden, wo der Boden vollständig von dieser Pflanze bedeckt war.
- **Anzahl Stichproben:**
Ob die gewählte Anzahl Stichproben für jeden Bestandestyp ausreicht, ist schwierig abzuschätzen. Eine Verdichtung des Stichprobennetzes in einem ausgewählten Bestandestyp (s. S.12) brachte allerdings keine signifikanten Aenderungen der Resultate (Mann-Whitney U-Test, $P=0.23$, $n=21$).

Obwohl diese Kritikpunkte nicht zu vernachlässigen sind, lässt sich sagen, dass das Gesamtangebot der untersuchten Nahrungstypen dadurch kaum beeinflusst wurde.

4.1.3 Vergleich Nutzung-Angebot

Die in Abb. 13/14 dargestellten Resultate der Angebotsmengen beruhen auf der Annahme, dass die nicht untersuchten Waldbestände (rund 63%) ein mittleres Angebot der untersuchten Bestände aufweisen. Inwiefern diese Annahme mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmt, ist schwierig abzuschätzen, da keine Anhaltspunkte zum Angebot jener Bestände bestehen. Die volumetrische Angebotsbestimmung (s. Anhang 8, S.45) war für den Vergleich

mit der ebenfalls in Millilitern gemessenen Nutzung unumgänglich. Diese mehrere Umrechnungen erforderliche Angabe beinhaltet aber die Gefahr, dass sich Ungenauigkeiten bei jedem Umrechnungsschritt vervielfachen. Ausserdem sagt das volumetrische Angebot nichts über die Anzahlen aus, welche gerade bei den Regenwürmern von entscheidender Bedeutung sein könnten (s. unten).

4.2 Beurteilung der Nahrungsnutzung

Die Bedeutung der **Regenwürmer** in der Nahrung der Sihlwalder Dachse ist mit 78% des Gesamtvolumens von enormer Wichtigkeit. Die dominierende Stellung der Regenwürmer ist in Mitteleuropa vor allem aus Waldhabitaten bekannt, wo die Anteile an der Gesamtnahrung zwischen 43% und 53% betragen (HENRY 1983, MOUCHES 1981, LAMBERT 1990, HOFMANN & STUBBE 1993). Bei KRUUK & PARISH (1981) aus Schottland, welche den Dachs als Regenwurmspezialisten bezeichneten, betrug der Regenwurmanteil an der Gesamtnahrung 54% (ohne Blätter 59%). Die Autoren berichten, dass die Würmer praktisch in allen Kotproben mit über 50% vorhanden waren.

Diese Konstanz, mit welcher die Regenwürmer in Schottland auftraten, konnte im Sihlwald nicht festgestellt werden (längst nicht alle Kote wiesen über 50% Regenwürmer auf). Die Würmer treten hier vor allem im **Winter, Frühjahr** und **Herbst** in Erscheinung (Abb. 4). Anfangs **Sommer** geht dann der Konsum der Regenwürmer durch die Dachse deutlich zurück (Abb. 6). HOFMANN & STUBBE (1993) führen diesen Rückgang auf die verminderte Oberflächenaktivität der Würmer zurück, da ein Wasserdefizit des Bodens diese veranlasst, tiefere Schichten aufzusuchen. Im feuchten Sihlwald ist ein Austrocknen des Waldbodens während den heissen Sommermonaten unwahrscheinlich¹ und nach NABULON (in Vorb.) bleibt die Biomasse der Würmer übers ganze Jahr konstant. Einzig die Anzahl der Individuen nimmt im Sommer ab, d.h. es sind weniger, dafür grössere Würmer verfügbar. Der sommerliche Rückgang der Regenwürmer in der Dachsnahrung könnte deshalb mit den längeren Suchzeiten für diesen Nahrungstyp erklärt werden. Diese Hypothese bedarf aber noch weiterer Untersuchung. KISTLER & MISTELI (1984) erklären den Rückgang der Regenwurmnutzung mit einer Präferenz für Alternativnahrung. Gezielte Fütterungsexperimente wären notwendig, um diese Vermutung zu testen.

An Stelle der Regenwürmer tritt im Sommer neben weiterer tierischer Nahrung (v.a. kleine Wirbeltiere, Insekten und Schnecken) pflanzliche Alternativnahrung. Damit steigt auch die Diversität des Nahrungsspektrums an (Abb. 8). Im **Herbst** erreicht die Anzahl genutzter Nahrungstypen ihren Höhepunkt, was vermutlich auf die grosse Vielfalt reifer pflanzlicher Nahrungstypen zurückzuführen ist. Ab August gewinnen die Regenwürmer wieder an Bedeutung in der Dachsnahrung. Eventuell lässt sich diese erneute Zunahme der Regenwurmnutzung mit dem Anlegen von Fettreserven für die Winterruhe erklären (Abb. 11), denn die v.a. im Herbst genutzten Früchte und Beeren beinhalten rund einen Drittel weniger Energie als die Regenwürmer (s. Anhang 7, S.44). Aufgrund der vom Sihlwald vorliegenden Resultate muss die von HOFMANN & STUBBE (1993) aufgestellte Hypothese bezweifelt werden: Sie vermu-

¹Es konnte kein statistischer Zusammenhang zwischen der genutzten Regenwurmmenge und den Niederschlägen gefunden werden.

ten, dass die kohlenhydratreiche pflanzliche Nahrung eine wichtige Grundlage für die Anlage der Fett- und damit Energiereserven darstellt, von denen im Winter gezehrt wird. Darüber hinaus vermutet SKOOG (1970) sogar, dass das Fehlen pflanzlicher Nahrung im Herbst die Konstitution der Dachse so weit schwächt, dass die Fortpflanzung im darauffolgenden Frühjahr gefährdet ist.

Die **pflanzliche Nahrung** ist im Sihlwald mit 7% der Gesamtnahrung verschwindend klein. Einzig HENRY (1984) berichtet von einer ebenso geringen Nutzung der pflanzlichen Nahrungstypen. Wie die verschiedenen Untersuchungen aus Mittel- und Westeuropa zeigen, scheint die pflanzliche Nahrung stark gebietspezifisch und habitatabhängig zu sein: In Südengland (SHEPHERDSON et al. 1990, SKINNER & SKINNER 1988) wird in erster Linie Getreide, v.a. Hafer und Mais gefressen. LAMBERT (1990) aus Frankreich berichtet von Mais und Eicheln als Alternativnahrung und im Osten Deutschlands (HOFMANN & STUBBE 1993) wurden neben Früchten und Obst ebenfalls sehr viele Eicheln gefunden. Aus der Schweiz (STOCKER & LUEPS 1984, KISTLER & MISTELI 1984) wird von Früchten (Kirschen und Zwetschgen) und Mais in grösseren Mengen berichtet.

In den Koten der Dachse im Sihlwald konnten ebenfalls Früchte gefunden werden. Diese treten aufgrund ihrer kurzen Verfügbarkeitsdauer nur eine beschränkte Zeit in den Koten auf, dann allerdings in grossen Mengen (Abb. 3). Bereits ab Juli stehen den Dachsen die **Kirschen** zur Verfügung, bei welchen es sich vermutlich um Wildkirschen handelt (eine Unterscheidung anhand der Kirschsteine war nicht möglich¹). Beim Vergleich mit der Untersuchung am Gurten bei Bern (KISTLER & MISTELI 1984) wurde deshalb der volumenunabhängige Präsenzindex verwendet: Im Habitat Sihlwald konnte zur Reifezeit (Juli, August) eine deutlich geringere Nutzung der Kirschen (Frequenz Juli/Aug.: 17%) gegenüber dem grösstenteils landwirtschaftlich geprägten Gebiet am Gurten (Frequenz Juli/Aug.: 92%) festgestellt werden.

Ab August steht den Dachsen eine neue Nahrungsquelle zur Verfügung: das Obst. Obwohl vor allem im angrenzenden nördlichen und westlichen Teil des Untersuchungsgebietes viele Obstbäume stehen, konnten zur Reifezeit einzig in einer Kotprobe **Aepfel** nachgewiesen werden. Während KISTLER & MISTELI (1984) im Landwirtschaftsgebiet mit reichlichem Obstangebot keine Hinweise auf einen Verzehr von Obst finden konnten, berichten dafür HOFMANN & STUBBE (1993) von grossen, aufgenommenen Mengen während der Verfügbarkeit (45% Aepfel und 46% Birnen). Diese Daten basieren allerdings auf einer Ueberbewertung der Obstmenge, da bei der verwendeten Methode (KRUUK & PARISH 1981) von der Annahme ausgegangen wird, dass die ganze Frucht verzehrt wird, wenn ein Kern in der Kotprobe auftritt. Die im Winter (Januar/Februar) in den Koten auftretenden Aepfel (Abb. 4) stammen höchstwahrscheinlich von einem Komposthaufen oder einer Wildfütterungsstelle.

Die nur in einer Kotprobe gefundenen **Zwetschgen**, werden vermutlich häufiger genutzt als dies die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen (Abb. 7). Einerseits wurde mir von Landwirten bestätigt, dass 1996 nur relativ geringe Erträge erzielt wurden, und andererseits könnte diese geringe Nutzung mit dem Fehlen von Kotproben aus dem Monat September (grösste Reifezeit) erklärt werden. Die Verfügbarkeit von Zwetschgen wäre vor allem im nördlich angrenzenden Siedlungsgebiet, wo einige Zwetschgenbäume in unmittelbarer Nähe des Waldrandes stehen, sehr gross.

¹Kulturkirschen haben ein rund doppelt so grosses Frisch-Volumen ($3,61\text{ml} \pm 0.41$, $n=20$) wie Wildkirschen ($1,57\text{ml} \pm 0.13$, $n=20$).

Neben diesen zeitlich auf wenige Wochen begrenzt verfügbaren Früchte, dauert das **Brombeeren-** und **Nussangebot** einige Monate. Obwohl die Brombeeren im Gegensatz zu den Nüssen teilweise in grossen Anzahlen gefressen wurden, ist der Volumenanteil beider Nahrungskategorien in den Koten verschwindend klein (Abb. 7). Aus anderen Untersuchungen wird von einer ähnlich geringen Bedeutung sowohl bei den Brombeeren (SHEPHERDSON et al. 1990, HOFER 1988, CIAMPALINI & LOVARI 1985) als auch bei den Nüssen (KISTLER & MISTELI 1984, MOUCHES 1981) berichtet.

Mais und **Pilze** werden vom Dach über das ganze Jahr in sehr geringen Mengen genutzt. Obwohl die Verfügbarkeit der reifen Maiskolben auf den Feldern auf eine kurze Zeit (September/Oktober) beschränkt ist, tauchte diese Beute über das ganze Jahr in den Koten auf (Abb. 7). Die Tatsache, dass im Sihlwald Wildschweine mit Mais gefüttert werden, aber auch Maiskörner für den Dachfang auslagen, erklärt das ganzjährige Vorkommen von Mais in den Koten. In den Wintermonaten könnte dieser Nahrungstyp allerdings auch von untergepflügten Maisresten auf den Feldern stammen (NEAL 1996, KRUUK & PARISH 1985). Obwohl nach HINDENLANG (mündl.) 50% der 1996/97 telemetrierten Dachse (n=6) den Wald verliessen, konnte Anfang Oktober nur geringfügig mehr Mais in den Koten nachgewiesen werden. Getreide scheint allgemein in Waldhabitaten von untergeordneter Bedeutung zu sein und ihr Anteil an der Gesamtnahrung liegt unter 2% (MOUCHES 1981, HOFMANN & STUBBE 1993, HENRY 1984). Im Gegensatz dazu werden in Landwirtschaftsgebieten teilweise grosse Mengen an Getreide gefressen, wie dies z.B. Untersuchungen aus England zeigen (SHEPHERDSON et al. 1990 / SKINNER & SKINNER 1988): 30% bzw. 32% der Gesamtnahrung. Pilze wurden in anderen Untersuchungen (KRUUK & PARISH 1981, KRUUK & DeKOCK 1981, CIAMPALINI & LOVARI 1985, MOUCHES 1981, HENRY 1984¹) ebenfalls nur in geringen Mengen nachgewiesen.

Aufgrund der angewandten Methode kann nicht ausgeschlossen werden, dass weitere pflanzliche Nahrungstypen aufgenommen wurden, wie z.B. Erdbeeren oder Heidelbeeren. Da ihre Samen zu klein, d.h. kleiner als 1,3 mm sind, gingen diese während des Auswaschungsverganges (s. S.8) verloren. Allerdings wurden solche Vermutungen bei einer stichprobenartigen Untersuchung des Feinmaterials aus dem 0,5 mm-Sieb nicht bestätigt. Fehlend in der Dachsnahrung im Sihlwald sind die Eicheln, welche in anderen Untersuchungen (KISTLER & MISTELI 1984, STUBBE & HOFMANN 1993, LAMBERT 1990) teilweise in grossen Mengen nachgewiesen werden konnten. Da die Eichen v.a. an warmen, trockenen Standorten tiefer Lagen vorkommen (HUEHNERWADEL et al. 1993), lassen sich praktisch keine Bäume im feuchten Sihlwald finden.

Das Auftreten weiterer **Baum-, Strauch- und Krautsamen** in den Koten fand in den Untersuchungen anderer Autoren keine Erwähnung. Dies wohl hauptsächlich, weil diese Samen entweder bei der Nahrungsaufnahme unabsichtlich als 'Humus' mit in den Darm des Dachses gelangen, oder aber durch die Kotsammlung (die Trennung der Kote von der umgebenden Streuschicht ist nicht immer ganz einfach) zum Untersuchungsmaterial gelangten. Trotzdem können die gefundenen Samen interessante Auskünfte geben:

Bei den **Baumsamen** traten in erster Linie Fichtensamen in den Koten auf (Frequenz: 35%). Die grosse Anzahl dieser Samen könnte ein Hinweis darauf sein, dass der Dachse seine Nahrung eher in Mischwald- bzw. in Fichtenbeständen findet. Die sehr selten in den Koten aufgetretenen Bucheckern (Frequenz: 5%) scheinen während der Kotsammlung zum Untersu-

¹Einzig bei HENRY (1984) konnte die Pilzart eruiert werden: Es handelte sich dort um Wurzeltrüffel (*Rhizopogon*-Arten), welche ebenfalls unterirdisch wachsen.

chungsmaterial gelangt zu sein, denn sie erschienen immer vollständig unverdaut in den Kotproben. Die auf Artniveau bestimmten **Strauch-** und **Krautpflanzensamen** können interessante Hinweise über die vom Dachs besuchten Habitate liefern. Neben der beiläufigen Aufnahme der Krautsamen während der Nahrungssuche wird vermutet, dass diese in erster Linie im Fell der Dachse haften bleiben und anschliessend beim Putzen (nach NEAL & CHEESEMAN 1996 säubern die Dachse ihr Fell wie Katzen) in den Verdauungstrakt gelangen. Auch spezielle Haftvorrichtungen einiger Pflanzensamen deuten auf ein Hängenbleiben im Fell hin.

Sowohl der Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) als auch der kriechende Hahnenfuss (*Ranunculus repens*) sind keine Waldarten (s. Anhang 4, S.41). Diese Arten wachsen in erster Linie auf Fettwiesen bzw. auf Aeckern und an Wegrändern auf feuchtem, lehmigem Boden (LAUBER & WAGNER 1993). Da grössere bewirtschaftete Lichtungen bzw. Wegränder die Wuchsbedingungen für diese Arten ebenfalls erfüllen, kann nicht mit Sicherheit auf einen Habitatwechsel geschlossen werden. Auch der Holunder (*Sambucus sp.*), welcher auf lichte Standorte angewiesen ist (LAUBER & WAGNER 1993), findet man auf speziellen Standorten innerhalb des Waldes. Zusammenfassend kann anhand der besprochenen Arten bzw. Gattungen zwar nicht mit Bestimmtheit darauf geschlossen werden, dass die Dachse das Habitates Wald verlassen. Aber die Häufigkeit des Vorkommens dieser Arten bzw. Gattungen an bestimmten Standorten lässt ein Umherstreifen der Dachse in jenen Habitaten vermuten (vgl. Ausblick, S.34).

Bei der auf Absolutwerten basierenden Berechnung der durchschnittlich aufgenommenen **Energiemengen** pro Kot (Abb. 11), konnte aufgrund methodisch bedingter Unterschiede (s. S.26) kein Vergleich mit anderen Untersuchungen angestellt werden: Beim Vergleich des für einen 10 kg schweren Dachs erforderlichen Grundmetabolismus von 510 kcal. pro Tag (IVERSEN 1972, zitiert in KRUK 1978) mit dem Energiegehalt pro Kot, muss der Tatsache Rechnung getragen werden, dass Dachse 2-3 mal pro Nacht koten (s. S.25). Unter der Annahme, dass die pro Nacht von einem Dachs abgegebenen Kote etwa denselben Energiegehalt aufweisen, das heisst, dass der Energiegehalt pro Kot mit 3 multipliziert werden darf, wiesen einzig 3 Kote aus dem Monat April eine dem Grundmetabolismus entsprechende Energiemenge auf. Dieser Grundmetabolismus, für dessen Deckung 169 Würmer pro Tag notwendig wären (KRUK 1978), muss allerdings in Frage gestellt werden. Im Sihlwald wurde die erforderliche Anzahl Regenwürmer nämlich nur in zwei Koten gefunden und ausserdem braucht der Dachs für seine nächtlichen Aktivitäten weit mehr Energie als dies der Grundmetabolismus verlangt.

4.3 Beurteilung des Nahrungsangebots

Die neben den Wald- und Lichtungsrändern untersuchten Bestandestypen Laub-, Laubmisch- und Fichtenwald, verteilen sich ganz unterschiedlich über den gesamten Sihlwald (s. Anhang 11, S.48). Die Verhältnisse in den einzelnen Beständen sind aber keineswegs homogen. Je nach Standort, Umweltbedingungen, historischen Ereignissen und menschlichen Einflüssen, sind vor allem in der Krautschicht grosse Unterschiede erkennbar. Generelle Aussagen über das Angebot eines Bestandes beziehen sich deshalb immer auf einen Mittelwert dieses kleinflächigen Standortmosaik.

Die Lichtbedürftigkeit (LANDOLT, 1977) der untersuchten Nahrungstypen (Kirschen, Brombeeren und Nüsse) führt zu einem erhöhten Angebot an den Wald- bzw. Lichtungsrändern gegenüber dem Waldesinnern (Abb. 12). Für die nicht auf ihr Angebot hin untersuchten Nahrungsbestandteile (Zwetschgen, Äpfel, Baumnüsse, Weizen und Mais) gilt sogar, dass sie nicht innerhalb des Waldes vorkommen und normalerweise absichtlich vom Menschen angepflanzt und gepflegt werden (Ausnahme: Himbeeren, welche im Sihlwald aber nur sehr selten angetroffen wurden). Das geringere Frucht-, Beeren- bzw. Nussangebot pro Pflanze im Waldesinnern im Vergleich zu den Uebergangshabitaten, ist auf die verminderte Vitalität der Individuen zurückzuführen. Die unter reduzierten Lichtverhältnissen wachsenden untersuchten Arten können ihre Ressourcen nur beschränkt in die Fortpflanzung investieren.

Im **Waldesinnern** weist der Bestandestyp Mischwald das grösste Angebot an den untersuchten Nahrungstypen, sowie an Regenwürmern (NABULON in Vorb., s. Anhang 8, S.45) auf. Einzig die **Brombeeren** zeigen in den Fichtenbeständen ein höheres Angebot. Eine Erklärung für das zum Teil flächendeckende Vorkommen der lichtbedürftigen Brombeeren in den Fichtenbeständen ist neben standörtlichen und umweltbedingten Gegebenheiten wohl in der Geschichte der Waldbewirtschaftung zu suchen. Kahlschläge sorgten für genügend Licht, sodass sich die Brombeere ausbreiten konnte. Da sich diese Pflanze vegetativ fortpflanzen kann, überlebt sie unter erschwerten Bedingungen, bildet dann allerdings keine Früchte aus. Das rund 10 mal grössere Beerenangebot pro Hektare an den Waldrändern gegenüber den Fichtenbeständen bei gleichem Deckungsgrad, unterstützt diese Hypothese (s. Anhang 8, S.45). Die sich vegetativ fortpflanzenden **Kirschen** (geklumptes Vorkommen) und **Haselnüsse** fehlen im dicht bestockten Fichtenbestand vollständig. Neben dem Lichtmangel ist diese Tatsache auf die mächtige Rohhumusaufgabe zurückzuführen (Austrocknungsgefahr und tiefer pH-Wert).

Die im Sihlwald von den Dachsen genutzten unterirdisch wachsenden **Pilze** sind auf Waldbäume angewiesen und bilden Mykorrhizzen aus. Der Vorteil dieser unterirdisch wachsenden Pilze besteht darin, dass sie vor Frost und Trockenheit geschützt sind und somit das ganze Jahr über Fruchtkörper bilden können. Im Gegensatz zu den oberirdisch wachsenden Pilzen, welche ihre Sporen mit dem Wind verbreiten, sind die hypogäischen Arten auf Tiere angewiesen. Dem Dachs, als einem der Konsumenten dieser Fruchtkörper, kommt demnach vermutlich eine Schlüsselstellung zu, denn die Verbreitung der Pilzsporen ist eine Voraussetzung für ein erfolgreiches Gedeihen der Waldbäume. Aus den Ergebnissen der Pilzangebotsbestimmung im Sihlwald (s. S.23) muss geschlossen werden, dass der Dachs diese Pilze gezielt aufspürt. Die Tiere werden vermutlich ähnlich wie die Wildschweine (CLAUS et al. 1981, zitiert in PIROZYNSKI & MALLOCH 1988) von den abgegebenen Lockstoffen der reifen Fruchtkörper angezogen. Um diese Vermutungen zu testen, wären weitere chemische und quantitative Untersuchungen zur unterirdischen Pilzflora nötig.

4.4 Diskussion der Nahrungsstrategie

Tiere sollten ihre Nahrungsressourcen effizient nutzen, da es sehr wahrscheinlich ist, dass eine effiziente Nutzung zu maximaler Wahrscheinlichkeit des Ueberlebens und der Reproduktion beiträgt, d.h. die Fitness maximiert. Eine effiziente Nutzung beschreibt SCHOENER (1971) als optimalen Einsatz der Ressourcen Zeit und Energie. Für welchen Nahrungstyp sich ein Tier entscheidet, hängt nach MacARTHUR & PIANKA (1966) einerseits vom **Nutzen** aus

dieser Beute ab, und andererseits von den dafür aufgewendeten **Kosten** (Finden, Fangen, Aufnehmen und Verdauen). Die Kosten und Nutzen, welche sich aus diesem Modell für den Dachs ergeben, sollen an dieser Stelle diskutiert werden:

Der **Nutzen**, ausgedrückt als Energiegehalt der Beute¹, ist im Anhang (s. Anhang 7, S.44) ersichtlich. Energetisch gesehen sind die Regenwürmer eine eher suboptimale Beute, denn nur Früchte, Beeren und Pilze bzw. Gras zeigen geringere Energiewerte. Sowohl die Insekten, wie auch die Wirbeltiere beinhalten bereits mehr als doppelt soviel Energie, Getreide und Nüsse wären energetisch gesehen sogar fünf bis zehnmal besser als die Würmer. Dennoch werden gerade letzterwähnte Nahrungstypen im Sihlwald nur marginal genutzt.

Neben dem Nutzen den eine Beute erbringt, müssen eben auch die **Kosten** berücksichtigt werden: Zuerst muss eine Beute gefunden werden, was beim Dachs wohl vorwiegend über seinen Geruchssinn, Suchbilder und Traditionen (welche ihrerseits die Suchbilder in entscheidendem Masse prägen) geschieht. Suchbilder, welche vor allem für häufige und patchweise vorkommende Nahrung angelegt werden (TINBERGEN 1960, zitiert in BEGON et al. 1991), verringern die Transitzeit. Nach NEAL & CHEESEMAN (1996) scheinen sich auch die Dachse ein Bild von der Nahrungssituation in ihrem Streifgebiet zu machen. Das überproportionale Fressen von Kirschen wäre demnach mit diesen inneren Bildern zu erklären. Vermutlich liegt eine ähnliche Situation bei den Zwetschgen, dem Obst und den Getreidefeldern vor. Da diese Futterplätze aber oft weit auseinanderliegen (Kirschen kommen in höherer Dichte vor), werden diese Nahrungstypen weniger genutzt. Das Modell der optimalen Nahrungsstrategie ('optimal foraging theory', beschrieben in KREBS & DAVIES 1987) besagt nämlich, dass sich ein Tier seine Zeit optimal einteilen muss und zwischen der Verweildauer in einem Nahrungspatch und dem Aufsuchen eines neuen Futterplatzes entscheiden muss².

Neben dem Finden der Beute gehört auch das Fangen bzw. die Aufnahme der Beute zu den aufzuwendenden Kosten. Das Fangverhalten scheint bei den Dachsen relativ unspezifisch zu erfolgen, denn nach LUEPS et al. (1987) wird die Nahrung auf der Bodenoberfläche bzw. durch Graben in der Streuschicht aufgenommen. Vereinzelt wurde aber auch auf spezielle Fangtechniken hingewiesen (Regenwürmer: KRUUK 1978, Kröten: HENRY 1984, Wespen: SCHMID & LUEPS 1988). Eigene Beobachtungen bei Dachsen im Tierpark in Goldau haben erstaunliche Techniken bei der Aufnahme von Nüssen gezeigt (s. S.26). Allerdings nahm das 'Knacken' dieses Nahrungstyps eine geraume Zeit in Anspruch. Gerade der Faktor Zeit könnte für die Dachse in freier Wildbahn aber ausschlaggebend sein, dass sie diesen energiereichen Nahrungstyp zur Zeit der grössten Verfügbarkeit (Oktober) nur gelegentlich aufnehmen. Eine überproportionale Aufnahme gegenüber dem Angebot scheint v.a. in den Wintermonaten zu erfolgen, da zu dieser Zeit die fettreichen Nüsse ein wichtiger Energieinput darstellen. Die unterproportionale Nutzung der Brombeeren (Abb. 13) scheint ebenfalls in der Fangtechnik begründet zu sein. Nach HINDENLANG (mündl.) meiden die Dachse grössere Brombeerefelder, da diese mit Stacheln versehenen Pflanzen wohl auch die Dachse abzuschrecken vermögen. Eine Aufnahme dieser Beeren beschränkt sich vermutlich auf die Randbereiche der meist flächendeckenden Brombeerebeständen, was zu einer unterproportionalen Aufnahme im Gegensatz zu deren Verfügbarkeit führt.

¹ Die Energieangaben beziehen sich bei den pflanzlichen Komponenten auf den für den Menschen verdaubaren Anteil, bei den tierischen Komponenten (ausser den Schnecken) auf das Gesamtgewicht. Es wird davon ausgegangen, dass der Energiegehalt jedes Nahrungstyps voll genutzt werden kann.

² Das Modell geht von einer abnehmenden Futtermenge mit der Zeit im genutzten Patch aus.

Das Finden und Fangen der Beute allein nützt den Tieren aber noch nicht viel, denn die Nahrung muss auch verdaut werden können. Obwohl der Dachs ein Vertreter der Carnivora ist, scheint er in der Lage zu sein, auch pflanzliche Nahrung zu nutzen: Nach NEAL (1948) hat der Dachs ein typisches Raubtiergebiss, welches aber gewisse Abwandlungen zeigt, die für Allesfresser bezeichnend sind. So sind die Molaren beträchtlich abgestumpft, was für das Zerkleinern pflanzlicher Nahrung von Vorteil ist. Bei der Untersuchung des Magen-Darm-Traktes stellten STARK et al. (1987) fest, dass der Dachs einen für die Carnivora bekannten Aufbau dieser Organe zeigt (keinen Blinddarm und einen nur wenig vergrößerten Darm). Auch eigene Beobachtungen unterstützen die carnivore Ernährungsweise der Dachse, da z.T. grosse Mengen an unverdauten pflanzlichen Nahrungsresten in den Koten auftauchten. Der rund fünf- bzw. zehnfach grössere Energiegehalt des Getreides bzw. der Nüsse muss demnach relativiert werden, da die Nahrung vermutlich nicht vollständig aufgeschlossen werden kann. Dennoch wird pflanzliches Material aufgenommen und STARK et al. (1987) schliessen eine grosse Verwertbarkeit dieser Nahrungstypen nicht aus, z.B. über eine jahreszeitliche Aenderung der Enzymsekretion. Diese Vermutungen bedürfen aber noch eingehenderen Untersuchungen.

Zusammenfassend für die Kosten kann also gesagt werden, dass die morphologischen sowie die verhaltensmässigen und physiologischen (erlernte oder evoluierte) Anpassungen es dieser Tierart erlauben, von einem breiten Nahrungsspektrum Gebrauch zu machen. Bei der Entscheidung für einen Nahrungstyp wird der Dachs also gemäss diesem Kosten-Nutzen Modell die profitabelste Beute auswählen, d.h. der energetische Nutzen muss grösser sein als die aufgewendeten Kosten (Finden, Fangen, Aufnehmen und Verdauen). Andere Faktoren wie z.B. Neuheit, Geschmack, bestimmte Inhaltsstoffe oder gewisse Habitatstrukturen (z.B. Strassen, Flüsse) können die Nahrungsauswahl beeinflussen, sind aber nach LUEPS et al. (1987) von untergeordneter Bedeutung.

Ob diese Nutzung der profitabelsten Beute, also demjenigen Nahrungstyp, dessen Verhältnis von Kosten und Nutzen optimal ist, auch für die Dachse im Sihlwald zutrifft, ist schwierig abzuschätzen, da viele der benötigten Informationen fehlen oder fragmentarisch sind. Die erwartete opportunistische Ernährungsweise der Dachse im Sihlwald, d.h. die Nutzung der saisonal profitabelsten und am besten verfügbaren Nahrung, kann demnach nicht abschliessend beantwortet werden.

4.5 Aussichten

Die Nutzung der pflanzlichen Nahrung durch die Dachse im Sihlwald ist sehr gering. Dennoch vermögen einige pflanzliche Nahrungstypen interessante Hinweise über vom Dachs besuchte Habitate liefern. Insbesondere die genutzten Früchte weisen auf eine Verlagerung des Aktivitätsraumes während der Sommer- und Herbstmonate hin. Unter Beibehaltung der genutzten tierischen Nahrung (MINDER in Vorb.) sowie weiterer Ergebnisse, insbesondere von Resultaten aus der telemetrischen Untersuchung (HINDENLANG in Vorb.), wird sich das Bild über das Raumnutzungsverhalten der Dachse vervollständigen.

Im Landwirtschaftsgebiet, welches im Rahmen des Dachspjektes im Sihlwald und Knonaueramt untersucht wird, werden die pflanzlichen Nahrungskomponenten eine weit wichtigere Rolle in der Dachsnahrung spielen als im Habitat Wald (KISTLER & MISTELI

1984, STOCKER & LUEPS 1984, SHEPHERDSON et al. 1990). Früchte und Getreide werden im Sommer und Herbst die Nahrung der Dachse dominieren. Da die Verfügbarkeit dieser Nahrungstypen zeitlich auf wenige Wochen beschränkt ist, wird eine vermehrte Kotprobensammlung und Angebotsbestimmung zur Reifezeit vorgeschlagen.

5 LITERATUR

- ANDERBERG, A.-L. (1994): Atlas of seeds: Part 4 (Resedaceae - Umbelliferae). Swedish Museum of Natural History, Stockholm.
- BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. (1991): Oekologie (Individuen, Populationen, Lebensgemeinschaften). Birkhäuser-Verlag Basel.
- BERGGREN, G. (1969): Atlas of seeds: Part 2 (Cyperaceae). Swedish Natural Science Research Council, Stockholm.
- BERGGREN, G. (1981): Atlas of seeds: Part 3 (Salicaceae - Cruciferae). Swedish Museum of Natural History, Stockholm.
- BERGSTORM, D. (1979): Small mammals traffic in truffles. Forestry Research West (Forest Service U.S. Department of agriculture). Heft 1.
- BÖTTICHER, W. (1974): Technologie der Pilzverwertung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- BRAUN-BLANQUET J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. (3.Aufl.). Springer, Wien. 865 S.
- CIAMPALINI, B. & LOVARI, S. (1985): Food habits and trophic niche overlap of the Badger (*Meles meles* L.) and the Red fox (*Vulpes vulpes* L.) in a Mediterranean coastal area. *Z. Säugetierkde.* 50: 226-234.
- CLARIDGE, A.W. & MAY, T.W. (1994): Mycophagy among Australian mammals. *Aus. J. Ecol.* 19: 251-275.
- FOGEL, F. (1976): Ecological studies of hypogeous fungi. II. Sporocarp phenology in a western Oregon Douglas Fir stand. *Can. J. Bot.* 54: 1152-1162.
- GERHARDT, E. (1995): Pilze. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München.
- GOOD, T. (1997): A habitat analysis of badger (*Meles meles*, L.): setts and latrines in Sihlwald (ZH), Switzerland. Diploma, Univ. Zurich.
- GRAF, M. (1988): Die räumliche und zeitliche Habitatnutzung einer Dachspopulation am Gurten bei Bern. Diss., Univ. Bern.
- HARRIS, S. (1984): Ecology of urban badgers *Meles meles*: Distribution in Britain and habitat selection, persecution, food and damage in the city of Bristol. *Biol. Conserv.* 28: 349-375.
- HENRY, C. (1984): Eco-éthologie de l'alimentation du blaireau européen (*Meles meles* L.) dans une forêt du centre de la France. *Mammalia* 48: 489-503.
- HESS, H. (1986): Spezielle Biologie II (Farne und Blütenpflanzen). Verl. der Fachvereine an den schw. Hochschulen und Techniken, Zürich.
- HINDENLANG, K. (in Vorb.): Adjustment of spatial behaviour of European badger (*Meles meles* L.) in response to different habitats and food availability. Thesis, Univ. Zürich.
- HOFER, H. (1988): Variation in resource presence: utilization and reproductive success within a population of European Badgers (*Meles meles*). *Mammal Rev.* 18: 25-36.
- HOFMANN, T. & STUBBE, M. (1993): Zur Nahrungsökologie des Dachses (*Meles meles*) in Mitteldeutschland. *Jagd und Wild* 18: 107-119.
- HUEHNERWADEL, D. et al. (1993): Waldgestaltungsplan Sihlwald (für die Periode 1991-2001). Stadtforstamt Zürich.
- JACOMET, S., BROMBACHER, C. & DICK, M. (1989): Archäobotanik am Zürichsee: Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt von neolithischen und bronzezeitl. Seeufersiedlungen im Raum Zürich / Ergebnisse von Untersuchungen pflanzlicher Makroreste der Jahre 1979 - 1988. Orell Füssli Verlag, Zürich.

- KISTLER, P. & MISTELI, F. (1984): Oekologische Untersuchungen über das Nahrungsangebot und dessen Nutzung durch den europäischen Dachs (*Meles meles* L.) im Gebiet des Gurten bei Bern. Lizentiatsarbeit, Univ. Bern.
- KREBS, J.R. & DAVIES, N.B. (1987): *An Introduction to Behavioural Ecology*. Blackwell Scientific Publications.
- KRUUK, H. (1978): Foraging and spatial organization of the European badger (*Meles meles* L.). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 4: 75-89.
- KRUUK, H. & De KOCK, L. (1981): Food and habitat of badgers (*Meles meles* L.) on Monte Baldo, Northern Italy. *Z. Säugetierkde.* 46: 295-301.
- KRUUK, H. & PARISH, T. (1981): Feeding specialisation of the European badger (*Meles meles* L.) in Scotland. *J. Anim. Ecol.* 50: 773-788.
- KRUUK, H. (1986): Dispersion of badgers (*Meles meles* L.) and their resources: a summary. *Lutra* 29: 12-15.
- LAMBERT, A. (1990): Alimentation du blaireau Eurasien (*Meles meles*) dans un écosystème forestier. Variations spatiales du régime et comportement de prédation. *Gibier Faune sauvage* 7: 21-37.
- LAMPRECHT, J. (1992): *Biologische Forschung: Von der Planung bis zur Publikation*. Paul Parey-Verlag: Berlin und Hamburg.
- LANDOLT, E. (1977): Oekologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröffentl. Geobot. Inst. ETH- Stiftung Rübel. Heft 64.
- LAUBER, K. & WAGNER, G. (1993): *Flora des Kantons Bern*. 3. Aufl. Haupt-Verlag, Bern.
- LÜPS, P. & KUHN-KLEIN, C. (1983): *Der Dachs*. Naturhistorisches Museum der Burggemeinde, Bern.
- LÜPS, P., ROPER, T.J. & STOCKER, G. (1987): Stomach contents of badgers (*Meles meles* L.) in central Switzerland. *Mammalia* 51: 559-569.
- MacARTHUR, R.H. & PIANKA, E.R. (1966): On optimal use of a patchy environment. *Am. Nat.* 100:603-609.
- MANLY, B. (1993): *Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies*. Chapman & Hall.
- MARCET, E. & GOHL, H. (1985): *Bäume unserer Wälder (Bestimmungsbuch)*. Silva-Verlag, Zürich.
- MARTÍN-FRANQUELO, R. & DELIBES, M. (1985): Erthworms or rabbits? The feeding specialisation of the European badger. Abstracts of papers and posters. 4th international Congress. Edmonton: Abstr. no. 0402.
- MINDER, I. (in Vorb.): *Nahrungsspektrum der Dachse im Sihlwald*. Diplomarbeit, Univ. Zürich.
- MOUCHES, A. (1981): Variations saisonnières du régime alimentaire chez le blaireau Européen (*Meles meles* L.). *Rev. Ecol.* 35: 183-194.
- NABULON, T. (in Vorb.): *Angebot und Verfügbarkeit von Regenwürmern für Wildtiere im Sihlwald*. Diplomarbeit, Univ. Zürich.
- NEAL, E.G. & CHEESEMAN, C.L. (1996): *Badgers*. Poyser Natural History, London.
- NEAL, E.G. (1948): *The badger*. - Collins, London.
- PIGOZZI, G. (1988): Diet of the European badger (*Meles meles* L.) in the Maremma Natural Park, Central Italy. *Mammal Rev.* 18: 73-75.
- PIROZYNSKI, K.A. & MALLOCH, D.W. (1988): Seeds, spores and stomachs: Coevolution in seed dispersal mutualisms. In: *Coevolution of fungi with plants and animals*, edited by Pirozynski K.A. & Hawksworth, D.L.
- PUTMAN, R.J. (1984): Facts from faeces. *Mammal Rev.* 14: 79-97.
- Referenzsammlung ETH: *Samensammlung von Blütenpflanzen des Geobotanischen Institutes der ETH Zürich*.

- Referenzsammlung WSL: Samensammlung von Waldgehölzen des Versuchsgartens der WSL in Birmensdorf.
- ROPER, T.J. & LÜPS, P. (1995): Diet of badgers (*Meles meles* L.) in central Switzerland: an analysis of stomach contents. *Z. Säugetierkde.* 60: 9-19.
- ROPER, T.J. (1994): The European badger *Meles meles*: food specialist or generalist? *J. Zool. Lond.* 234: 437-452.
- RYMAN, S. & HOLMÄSEN, I. (1992): Pilze. Bernhard ThalackerVerlag, Braunschweig.
- SCHMID, P. & LUEPS, P. (1988): Zur Bedeutung von Vespen (Vespidae) als Nahrung des Dachses (*Meles meles* L.). *Bonn. Zool. Beitr.* 39: 43-47.
- SCHOCH, W., PAWLIK, B. & SCHWEINGRUBER, F.H. (1988): Botanische Makroreste: Ein Atlas zur Bestimmung häufig gefundener und ökologisch wichtiger Pflanzensamen. Haupt-Verlag, Bern.
- SCHOENER, T.W. (1971): Theory of feeding strategies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 2: 369-404.
- SHEPHERDSON, D.J. et al. (1990): Diet, food availability and foraging behaviour of badgers (*Meles meles* L.) in southern England. *Z. Säugetierkde.* 55: 81-93.
- SKINNER, C.A. & SKINNER, P.J. (1988): Food of badgers (*Meles meles*) in an arable area of Essex. *J. Zool. Lond.* 215: 360-362.
- SKOOG, P. (1970): The food of the Swedish badger, *Meles meles* L. *Viltrevy* 7: 1-120.
- SOUCI, S.W., FACHMANN, W. & KRAUT, H. (1977): Die Zusammensetzung der Lebensmittel: Nährwert-Tabellen. Band II. Wiss. Verlagsges. mbH Stuttgart.
- SOUCI, S.W., FACHMANN, W. & KRAUT, H. (1987): Lebensmitteltabelle für die Praxis. Wiss. Verlagsges. mbH Stuttgart.
- STARK, R. et al. (1987): Gastrointestinal anatomy of the European badger *Meles meles* L. A comparative study. *Z. Säugetierkde.* 52: 88-96.
- STOCKER, G. & LÜPS, P. (1984): Qualitative und quantitative Angaben zur Nahrungswahl des Dachses (*Meles meles*) im Schweizerischen Mittelland. *Rev. Suisse Zool.* 91: 1007-1015.
- ZINGG, R. (1995): Skript zur Vorlesung 'Wildbiologie' an der ETH Zürich.

6 ANHANG

Anhang 1

Anhang1: Verwendete Begriffe

- **Alternativnahrung:** Als Alternativnahrung gelten alle Nahrungstypen ausser den Regenwürmern.
- **Angebot:** Für den Dachs verfügbares Angebot
- **Bestandestyp:** Zusammenfassung verschiedener Einzelbestände desselben Typs. In dieser Arbeit werden die Bestandestypen Laub- Laubmisch- und Fichtenwald untersucht.
- **Diät** = Nahrung
- **Habitat:** Als Habitate gelten in dieser Untersuchung der Wald und das Landwirtschaftsgebiet bzw. das Siedlungsgebiet.
- **Habitatwechsel:** Wechsel vom Habitat Wald ins Habitat Landwirtschaftsgebiet bzw. Siedlungsgebiet
- **Jahreszeiten:** Falls nicht explizit die Monate angegeben sind gilt: Winter (Dez.-Feb.), Frühling (März-Mai), Sommer (Juni-Aug.), Herbst (Sep.-Okt.)
- **Mykorrhiza:** Symbiose zwischen Wurzelhaaren der Bäume mit dem Pilzmycel
- **Phänotypische Plastizität:** Auf Umwelteinflüsse zurückzuführende Abwandlungen der Individuen
- **Präferenz:** Ein bestimmter Nahrungstyp hat in der Nahrung eines Tieres einen höheren Anteil, als nach seiner relativen Häufigkeit erwartet würde (BEGON et al. 1991)
- **Strukturtyp:** In dieser Arbeit: Wald- und Lichtungsränder
- **Transitzeit:** Zeit nach dem Fressen einer Beute bis zum Finden der nächsten
- **Uebergangshabitat:** Als Uebergangshabitat gilt der Bereich zwischen Wald und waldfreier Fläche. In dieser Untersuchung sind dies Wald- und Lichtungsränder.
- **Verfügbarkeit:** Die für den Dachs erreichbare Nahrung
- **Waldinneres:** Als Waldinneres werden nur die mit Waldbäumen bestockten Flächen bezeichnet. Lichtungen werden jeweils separat erwähnt.

16.05.1996	38 / 5 (Schüppenloch)	160.50	5.40	.	26.00	.	.	.	.	.	6.90	.	.	.	.	.	.	0.65
16.05.1996	38 / 5 (Schüppenloch)	45.00	2.40	.	14.00	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.16
16.05.1996	39 / 1 (Latrine Murg)	84.00	4.80	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.81
17.05.1996	9 / 1 (Wüesttobel)	408.00	3.00	.	21.50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.98
17.05.1996	9 / 1 (Wüesttobel)	126.00	1.20	1.50	14.00	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.11
17.05.1996	12 / 1 (Birribodenstr.)	220.50	7.80	1.50	123.40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17.05.1996	24 / 1 (Bau Unterweid)	103.50	2.40	1.50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.43
17.05.1996	24 / 2 (Untere Chrebsächerli)	252.00	3.00	1.50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.05
17.05.1996	24 / 3 (Bau Chrebsächerli)	321.00	3.00	.	98.00	.	.	.	.	.	1.20	.	.	.	.	.	.	0.38
17.05.1996	26 / 1 (Vorder Risetten)	238.50	6.70	.	96.00	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.05
17.05.1996	26 / 1 (Vorder Risetten)	222.00	3.60	1.50	77.80	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.09
17.05.1996	29 / 1 (Ob. Försterhaus)	148.50	2.40	.	116.75	.	.	.	.	.	.	.	.	0.02	.	.	.	0.92
17.05.1996	29 / 1 (Ob. Försterhaus)	307.50	4.20	1.50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.36
13.06.1996	2 / 1 (Rohreggtobel)	141.00	3.00	.	18.80	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.27
13.06.1996	12 / 1 (Birribodenstr.)	103.50	4.20	3.00	.	.	.	.	.	.	0.02	.	.	.	.	.	.	0.05
13.06.1996	19 / 1 (Rohrboden)	.	12.60	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.22
13.06.1996	19 / 1 (Rohrboden)	.	3.00	.	44.80	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.11
13.06.1996	19 / 1 (Rohrboden)	85.50	9.00	.	87.00	.	.	.	.	.	0.07	.	.	.	.	.	.	0.05
13.06.1996	21 / 1 (Schliffi-Bachtelenstr.)	4.50	6.00	1.50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.85	.	.	.	0.38
13.06.1996	24 / 2 (Untere Chrebsächerli)	70.50	16.20	3.00	23.00	.	.	.	.	.	6.69	.	.	0.23	.	.	.	0.16
13.06.1996	24 / 3 (Bau Chrebsächerli)	.	2.40	.	52.00	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.63
13.06.1996	29 / 1 (Ob Försterhaus)	13.50	9.10	1.50	.	.	.	.	.	.	.	0.86	.	.	.	.	.	.
13.06.1996	29 / 1 (Ob. Försterhaus)	67.50	16.10	.	18.80	.	.	.	.	.	.	0.26	.	.	.	.	.	0.87
19.06.1996	17 / 2 (Weierbrunnenstr.)	3.00	6.00	16.50	48.00	.	.	.	.	.	.	.	.	9.74	.	.	.	0.38
19.06.1996	21 / 3 (Waldmatt Nord)	6.00	9.60	83.70	.	.	.	.	.	.	.	0.17	.	.	.	.	.	.
19.06.1996	38 / 2 (Bau ob.Stängelen)	196.50	2.40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.23	.	.	.	1.41

Anhang 3: Inhalt von 88 Kotproben der Dachse im Sihlwald aus dem Jahr 1996

		Präsenzindex [%] (Aufretensfrequenz)	Abundanzindex [%] Relatives Volumen in	
			allen Proben	positiven Proben
Regenwürmer		82	78.32	82.95
Insekten		70	1.92	2.61
Schnecken		38	3.24	8.91
Vertebrata		31	9.50	29.77
Steinfrüchte	Kirschen	8	0.56	10.70
	Zwetschgen	1	2.65	94.73
Obst	Aepfel	3	1.46	42.07
Beeren	Brombeer	16	0.79	4.33
	Himbeer	1	+	0.90
Nüsse	Haselnuss	5	0.04	1.07
	Baumnuss	1	0.02	1.43
Getreide	Mais	18	0.75	4.17
	Weizen	3	0.01	0.57
Pilze	Hirschtrüffel	14	0.10	0.82
	Schleimtrüffel	3	0.01	0.20
	andere Hypogäische	1	+	0.19
Gras		90	0.64	0.88

+: Mengen kleiner als 0,01%

Anhang 4: Baum-, Strauch- und Krautsamen in den Koten (n=88) im Jahresverlauf

Samenart	Bestimmungsgrad	Name	Jan	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Okt	Nov
Baumsamen	<i>Arten</i>	<i>Picea excelsa</i>	1	2	2	38	23	7	9	4	.
		<i>Fagus sylvatica</i>	.	.	2	1	1	2	.	1	.
		<i>Carpinus betulus</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.
		<i>Fraxinus excelsior</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.
		<i>Picea abies</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.
		<i>Betulus pendula</i>	.	.	.	.	.	.	5	.	.
		<i>Tilia sp.</i>	2
Strauchsamen	<i>Art</i>	<i>Lonicera xylosteum</i>	.	.	.	1	5	3	.	1	.
	<i>Gattung</i>	<i>Sambucus sp.</i>	1	.	.	7	.	1	1	1	.
Krautsamen	<i>Arten</i>	<i>Ranunculus repens</i>	.	.	.	.	12	6	1	1	.
		<i>Taraxacum officinale</i>	.	.	6	9	222	35	24	2	.
	<i>Gattungen</i>	<i>Carex sp.</i>	.	.	.	10	13	4	6	.	2
		<i>Ranunculus sp.</i>	1	16	14	12	1	6	8	10	.
	<i>Familien</i>	<i>Campanulaceae</i>	.	.	.	.	1	1	3	2	.
		<i>Crucifere</i>	.	.	.	13	3	.	.	3	1
		<i>Labiata</i>	.	1	4	3	.	.	.	.	.
		<i>Malvaceae</i>	.	.	.	1	.	2	.	1	.
		<i>Poaceae</i>	.	1	15	8	41	18	6	18	.
		<i>Polygonaceae</i>	.	.	.	4	3	2	.	1	.
	<i>Solanaceae</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.
	<i>Violaceae</i>	.	.	.	.	2	1	.	.	.	
Knospen			.	.	3	3	.	.	.	.
Verschiedenes			.	2	.	13	8	3	11	9	1

Anhang 5:

Nahrungskategorie	Nahrungstyp	Januar		März		April		Mai		Juni	
		Volumen [%]	Frequenz [%]	Volumen [%]	Frequenz [%]	Volumen [%]	Frequenz [%]	Volumen [%]	Frequenz [%]	Volumen [%]	Frequenz [%]
Regenwürmer		47.13	50	98.07	100	94.48	100	79.57	87.5	56.76	76.92
Insekten		0.12	16.67	0.18	33.33	0.03	14.29	1.77	93.75	8.18	100
Schnecken		.	.	0.23	33.33	0.39	14.29	0.31	43.75	8.96	46.15
Wirbeltiere		31.58	33.33	.	.	4.16	28.57	17.49	56.25	24	53.85
Früchte	<i>Kirschen</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Zwetschgen</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Äpfel</i>	19.33	33.33	.	.	.	.	.	.	.	.
Beeren	<i>Brombeeren</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Himbeeren</i>	.	.	.	.	.	.	0.01	6.25	.	.
Getreide	<i>Mais</i>	0.64	16.67	.	.	0.15	14.29	0.25	18.75	0.56	23.08
	<i>Weizen</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	0.11	23.08
Nüsse	<i>Haselnüsse</i>	0.91	33.33	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Baumnüsse</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pilze	<i>Hirschrüffel</i>	.	16.67	0.12	66.67	0.01	14.29	.	6.25	0.99	30.77
	<i>Schleimrüffel</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<i>andere hypogäische Pilze</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gras		0.29	66.67	1.4	100	0.79	100	0.6	93.75	0.45	84.62

Nahrungs- kategorie	Nahrungstyp	Juli		August		Oktober		November	
		Volumen [%]	Frequenz [%]	Volumen [%]	Frequenz [%]	Volumen [%]	Frequenz [%]	Volumen [%]	Frequenz [%]
Regenwürmer		35.44	38.46	82.46	100	80.95	100	89.35	100
Insekten		5.62	69.23	1.86	76.92	0.77	66.67	1.6	100
Schnecken		21.87	53.85	6.85	53.85	0.16	20	1.33	50
Wirbeltiere		21.45	23.08	1.53	23.08	.	.	6.67	50
Früchte	<i>Kirschen</i>	10.54	46.15	0.13	7.69	.	.	.	.
	<i>Zwetschgen</i>	.	.	.	.	13.33	6.67	.	.
	<i>Aepfel</i>	.	.	4.45	7.69	.	.	.	.
Beeren	<i>Brombeeren</i>	1.12	7.69	2.14	46.15	1.78	40	0.97	50
	<i>Himbeeren</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
Getreide	<i>Mais</i>	2.81	23.08	.	.	2.29	33.33	.	.
	<i>Weizen</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
Nüsse	<i>Haselnüsse</i>	.	.	.	.	0.01	6.67	.	.
	<i>Baumnüsse</i>	.	.	.	.	0.1	6.67	.	.
Pilze	<i>Hirschrüffel</i>	0.02	7.69	0.04	15.38	.	.	.	.
	<i>Schleimrüffel</i>	.	.	0.01	15.38	0.05	6.67	.	.
	<i>andere hypogäische Pilze</i>	.	.	.	.	0.01	6.67	.	.
Gras		1.13	92.31	0.52	92.31	0.55	80	0.07	100

Anhang 7:

Nahrungstyp	Trockengewicht (TG) in [g]	Frischgewicht (FG) in [g]	Frischvolumen (FV) in [ml]	Relation unverdaulich / verdaulich	Relation FG: TG	Relation FV: TG	Relation FV: FG	Anzahl Samen pro Beere	Anzahl Proben	Bemerkungen
<i>Wildkirschen</i>	.	.	1.57 ± 0.08	.	.	.	.	.	n=20	.
<i>Kulturkirschen</i>	.	.	3.61 ± 0.21	.	.	.	.	.	n=20	.
<i>Zwetschgen</i>	.	.	16.21 ± 2.27	.	.	.	.	.	n=10	.
<i>Aepfel</i>	13.64 ± 3.66	.	106 ± 7.32	.	.	7.77	.	3 ± 0.25	n=7	Apfel mittlerer Grösse
<i>Brombeeren (Mittelwert)</i>	.	.	0.73 ± 0.33	.	.	.	.	20.98 ± 7.91	n=13	Wird benutzt für Frischvolumenberechnung
<i>Brombeeren (Waldrand)</i>	.	.	0.99 ± 0.21	.	.	.	.	20.79 ± 9.28	n=13	.
<i>Brombeeren (Waldinneres)</i>	.	.	0.47 ± 0.18	.	.	.	.	21.17 ± 9.28	n=13	.
<i>Himbeeren</i>	.	.	0.37 ± 0.08	.	.	.	.	10.6 ± 1.35	n=10	.
<i>Mais</i>	.	0.36 ± 0.02	0.36 ± 0.01	.	30.00 (LAMBERT, 1990)	.	1.00	.	n=10	Pro Maiskorn
<i>Weizen</i>	.	0.21 ± 0.002	0.21 ± 0.001	.	8.60 (LAMBERT, 1990)	.	1.00	.	n=10	Pro Weizenkorn
<i>Haselnüsse (mit Schale)</i>	.	1.46 ± 0.17	1.95 ± 0.28	1.90 (KISTLER & MISTELI, 1984)	.	.	1.34	.	n=10	Unverdauliches Material : Schalen
<i>Baumnüsse (ohne Schale)</i>	3.52 ± 0.11	.	4.5 ± 0.33	.	.	1.28	.	.	n=10	.
<i>Hypogäische Pilze</i>	0.97 ± 0.15	.	3.3 ± 0.53	.	.	3.40	.	.	n=8	.
<i>Gras</i>	.	11.06 ± 1.89	16 ± 1.95	.	3.75 (KISTLER & MISTELI, 1984)	.	1.45	.	n=7	Pro 14g Gras

Anhang 8: Gesamtangebot der untersuchten Nahrungstypen im Sihlwald

	Laubbestand	Mischbestand	Fichtenbestand	Lichtungen	Waldrand	Restliche Waldbestände (Mittelwerte aus untersuchten Waldbeständen)
Bestandesgrösse [ha]	171.18	105.02	91.98	2.55 *	3.06 *	631.82
				1.53 °	1.83 °	
Kirschen						
Anzahl Kirschbäume	35.00	28.00	0.00	74.00	37.00	108.11
Anzahl Kirschen pro Baum	13.00	14.33	0.00	37.67	37.67	13.67
Gesamtanzahl Kirschen	445.00	401.24	0.00	2'787.58	1'393.79	1'452.20
Gesamtmenge Kirschen [ml]	714.35	629.95	0.00	4'376.50	2'188.25	2'279.96
Anzahl Kirschen pro ha	2.66	3.83	0.00	1'094.00	456.00	2.30
Brombeeren						
Deckungsgrad [%]	2.83	7.67	12.00	20.94	12.87	7.50
Anzahl Brombeeren pro m2 (Deckungsgrad: 100%)	0.37	0.37	0.37	3.45	3.45	0.37
Gesamtanzahl Brombeeren	17'945.00	29'791.00	40'839.12	11'045.00	8'137.00	175'330.05
Gesamtmenge Brombeeren [ml]	13'099.85	21'747.43	29'812.56	8'062.85	5'940.01	127'990.94
Anzahl Brombeeren pro ha	104.83	283.67	444.00	7'226.04	4'439.17	277.50
Haselnüsse						
Deckungsgrad [%]	0.08	0.25	0.00	8.83	9.49	0.11
Anzahl Haselnüsse pro m2 (Deckungsgrad: 100%)	0.09	0.09	0.00	0.29	0.29	0.09
Gesamtanzahl Haselnüsse	131.24	241.55	0.00	394.00	508.00	639.72
Gesamtmenge Haselnüsse [ml]	255.91	471.01	0.00	768.30	990.60	1'247.46
Anzahl Haselnüsse pro ha	0.77	2.30	0.00	257.77	277.14	1.01
Regenwürmer (NABULON in Vorb.)						
Anzahl Regenwürmer pro m2	0.50	1.00	0.13	.	.	0.54
Gesamtmenge Regenwürmer [ml]	2'567'700.00	3'150'600.00	344'925.00	.	.	10'267'075.00

* : 3m breiter Wald- bzw. Lichtungsrand-Streifen

° : 5m breiter Wald- bzw. Lichtungsrand-Streifen

Anhang 10: Bestandescode zur Bestandeskarte Sihlwald

1. Ziffer: Entwicklungsstufe

<i>Ziffer</i>	<i>Entwicklungsstufe</i>	<i>Alter</i>
1	1 Jungwuchs / Dickung	0-20
2	2 Stangenholz	20-40
3	3 schwaches Baumholz	40-60
4	4 mittleres Baumholz	60-80
5	5 Altholz I	80-100
6	6 Altholz II	100-120
7	7 Altholz III	120-140
0	0 ungleichaltrig / stufig	

2. Ziffer: Mischungsgrad

<i>Ziffer</i>	<i>Nadelholzanteil [%]</i>
1	90 - 100
2	50 - 90
3	10 - 50
4	0 - 10

3. Ziffer: Hauptbaumart

<i>Ziffer</i>	<i>Hauptbaumart</i>
0	Fichte
1	Weisstanne
2	Föhre
3	Lärche
4	übriges Nadelholz
5	Buche
6	Eiche
7	Esche
8	Ahorn
9	übriges Laubholz