

**Die Populationsdynamik beim Europäischen Iltis  
(*Mustela putorius* L. 1758) als Folge einer  
frühontogenetisch erworbenen Nahrungspräferenz**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften im  
Fachbereich Biologie/Chemie der Universität Osnabrück

vorgelegt von

Claudia Bodenstein

im Juli 2003

Gutachter:

Professor Dr. R. Schröpfer

Professor Dr. M. Stubbe

## Danksagung

Herrn Professor Dr. R. Schröpfer danke ich dafür, dass er diese Arbeit ermöglicht und unterstützt hat.

Baron C. Ostman von der Leye und sein Sohn D. von der Leye stellten die Jagdstrecken von Iltis und Wildkaninchen zur Verfügung. Herr W. Galisch gab als Obman für die Öffentlichkeitsarbeit der Jägerschaft Osnabrück Stadt e.V. bereitwillig Auskunft zu Fragen der Jagdstrecken.

Allen Angestellten und Mitarbeitern der Arbeitsgruppe Ethologie danke ich für die Unterstützung bei der Durchführung der Futterwahlversuche und für die anregenden Diskussionen zu den Ergebnissen meiner Arbeit. Herr W. Festl und Frau L. Dresing halfen bei den täglichen Vorbereitungen der Fütterungen; Herr A. Schwegmann stand mir bei technischen Problemen mit der Videokamera und der Videoaufzeichnung zur Seite.

Insbesondere C. Seebass sei ein großer Dank ausgesprochen sowohl für die Hilfe bei den täglichen Fütterungen, dem Transport von Futter und für die Unterstützung zur Fertigstellung dieser Arbeit.

Den fleißigen Helfern danke ich für ihren Zuspruch und ihre Unterstützung: Vivi und Willi Frese, Ullrike Guth, Susanne Zinn, Brigitte Klenner-Fringes, Heike Hollmann, Monika Blanke und Stefan Ramme.

Meinen Eltern danke ich für die Geduld, die sie mir zu allen Zeiten entgegenbrachten.

# ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS FÜR DIE ANALYSE DER FUTTERWAHLVERSUCHE

## 1. Allgemeine Auswertung

D	Gesamtdauer eines Verhaltensereignisses
P	Prägungskomponente
NP	„Nicht Prägungskomponente“
%M	entnommene Menge einer Futtersorte
P/X	Futterkombination Prägungskomponente und eine andere Futtersorte X, beide Komponenten als Brocken angeboten
P/X-Brei	Futterkombination P und einer anderen Futtersorte X in Breiform
VT	Verhaltenstakt

## 2. Verhaltenstakte und Verhaltenskategorien

FE	Futterentnahmetakte; Takte für Fressen und Horten
Fr	Fresstakte
H	Takte für Horten (Austragen von Futter)
W	Wittertakte
FE NP	Futterentnahmetakte für die anderen Futtersorten NP
FE P	Futterentnahmetakte für die Prägungskomponente P
Fr NP	Fresstakte für die anderen Futtersorten NP
Fr P	Fresstakte für die Prägungskomponente P
H NP	Takte für Horten bzgl. der anderen Futtersorten NP
H P	Takte für Horten bzgl. der Prägungskomponente P
W NP	Wittertakte für die anderen Futtersorten NP
W P	Wittertakte für die Prägungskomponente P

## 3. Futtersorten

E	Entenfleisch
Fa	Fasanfleisch
H	Huhn
Hi	Hirschfleisch
K	Küken
Kan	Kaninchenfleisch
Käng	Bennett – Känguruhfleisch
M	Mäuse
Pf	Pferdeherzfleisch
R	Rinderherzfleisch
T	Taube
Z	Ziegenfleisch

# INHALTSVERZEICHNIS

## Abstract

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Material und Methoden</b>	
2.1	Jagdstreckenanalyse	5
2.1.1	Prüfstatistik	6
2.2	Analyse einer erworbenen Nahrungspräferenz	7
2.2.1	Versuchstiere und Haltung	7
2.2.2	Präferenzfütterungen: Fütterungen während der frühen Ontogenese	8
2.2.3	Futterwahlexperimente	10
2.2.3.1	Versuchsapparatur	10
2.2.3.2	Futterkombinationen	11
2.2.3.3	Videoauswertung und Verhaltenstakte	13
2.2.3.4	Statistische Auswertung / Datenauswertung	14
2.2.4	Überblick zu den einzelnen Experimenten	19
2.2.4.1	1. Experiment: Iltiswurf 1	19
2.2.4.2	2. Experiment: Iltisrüde R1	21
2.2.4.3	3. Experiment: Iltisfähe F2	22
2.2.4.4	4. Experiment: Iltisrüde R2	23
2.2.4.5	5. Experiment: Iltiswurf 2	24
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	
3.1	Jagdstreckenanalyse	26
3.1.1	Schwankungen der Iltis- und Wildkaninchenstrecke	27
3.1.2	Jährlicher Zuwachs der Iltisstrecke	31
3.1.3	Abschätzung der Zuwachs- und Verlustraten der Iltisstrecke	33
3.1.3.1	Zunahmerate G+E	36
3.1.3.2	Verlustrate M+A	40
3.1.3.3	Wachstumsrate $r_i$	43
3.1.3.4	Abwanderungs- und Einwanderungsrate	45
3.1.4	Prognosegleichung für die Iltisstrecke	50
3.1.4.1	Prognosewerte	53
3.1.4.2	Wachstumsgesetz	57
3.1.5	Streckendaten nach 1993	59
3.1.6	Zusammenfassung	61
3.2	Futterwahlversuche	64
3.2.1	Futterpräferenz des Iltiswurfs 1 (1. Experiment)	64
3.2.1.1	Visuelle Abschätzung der täglich gewählten Futtermenge	64
3.2.1.2	Analyse der Takthäufigkeiten	67
3.2.1.2.1	Takthäufigkeiten nach Leerung einer Futterschale	69
3.2.1.3	Verhalten der Wurfgeschwister im Vergleich	70
3.2.1.4	Taktfrequenzen und mittlere Taktlängen	73
3.2.1.5	Verhalten der Wurfgeschwister nach Leerung einer Futterschale	77
3.2.1.6	Kontrolltage	77
3.2.1.7	Zusammenfassung	78
3.2.2	Futterpräferenz des adulten Iltisrüden R1 (2. Experiment)	80
3.2.2.1	Visuelle Abschätzung der täglich gewählten Futtermenge	80
3.2.2.2	Analyse der Takthäufigkeiten	82
3.2.2.2.1	Verhalten des Rüden nach Leerung einer Futterschale	83
3.2.2.3	Taktfrequenz und mittlere Taktlänge	84
3.2.2.4	Zusammenfassung	85
3.2.3	Futterpräferenz der adulten Iltisfähe F2 (3. Experiment)	87
3.2.3.1	Visuelle Abschätzung der täglich gewählten Futtermenge	87

3.2.3.2	Analyse der Takthäufigkeiten	89
3.2.3.3	Taktfrequenz und mittlere Taktlänge	93
3.2.3.4	Zusammenfassung	94
3.2.4	Kontrollversuch: Futterpräferenz Iltisrüde R2 (4. Experiment)	96
3.2.4.1	Visuelle Abschätzung der täglich gewählten Futtermenge	96
3.2.4.2	Analyse der Takthäufigkeiten	97
3.2.5	Futterpräferenz des Iltiswurfs 2 (5. Experiment)	100
3.2.5.1	Visuelle Abschätzung der täglich gewählten Futtermenge	100
3.2.5.2	Analyse der Takthäufigkeiten	102
3.2.5.2.1	Takthäufigkeiten nach Leerung einer Futterschale	104
3.2.5.3	Verhalten der Wurfgeschwister im Vergleich	106
3.2.5.4	Taktfrequenzen und mittlere Taktlängen	110
3.2.5.5	Verhalten der Wurfgeschwister nach Leerung einer Futterschale	112
3.2.5.6	Zusammenfassung	113
3.3.	Gesamtvergleich der Futterwahlversuche	116
3.3.1	Vergleich der Takthäufigkeiten mit der entnommenen Futtermenge	116
3.3.2	Takthäufigkeiten und Gesamtdauer der Futterentnahme	118
3.3.3	Mittlere Taktlängen für Fressen und Horten	119
3.3.4	Horten: Austragen von Futter	120
3.3.5	Fressen: Verzehr von Futter	122
3.3.5.1	Verzehr der Prägungskomponente	123
3.3.6	Entnahme von den anderen Futtersorten (NP)	125
3.3.7	Wittern: olfaktorische Futterprüfung	127
3.3.8	Zusammenfassung	131
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	
4.1	Jagdstreckenanalyse	134
4.1.1	Streckendaten des Reviers Gut Leye	134
4.1.2	Statistische Analyse zur Populationsdynamik des Iltis	136
4.1.3	Reproduktionsbiologie des Iltis	137
4.1.4	Jungtiersterblichkeit	139
4.1.5	Mortalität adulter Iltisse	141
4.1.6	Kapazitätsgrenze und Dismigration	142
4.1.7	Geschlechterverhältnis in Jagdstrecken	145
4.1.8	Territorialität und Raumnutzung	147
4.2	Wachstumsgesetz und Prognosegleichung	149
4.2.1	„Kritische“ Beuteabundanz	150
4.2.2	Abundanzzyklen und Wechselwirkungen	154
4.2.3	Schwingung der Prognosewerte	157
4.3	Beutebindung des Iltis	159
4.3.1	Abundanzschwankungen	160
4.3.2	Beuteverfügbarkeit und Arealbindung	161
4.3.3	Beuteerwerbsverhalten	162
4.4	Futterwahlversuche	165
4.4.1	Futterwahlverhalten	165
4.4.2	Wittern als olfaktorische Futterprüfung	166
4.4.3	Austragen von Futter	167
4.4.4	Verhaltensunterschiede beim Fressen	168
4.4.5	Futterpräferenz und Prägungskomponente	169
4.5	Frühontogenetische Tradierung und Beutebindung	170
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	172

**Literatur**  
**Anhang**

## Abstract

Population dynamics of the European polecat (*Mustela putorius* L. 1758) derived from a food preference obtained during early ontogenesis

The polecat (*Mustela putorius* L. 1758) in north-west Europe appears to be a facultative generalist for mice and seasonally for anurans (BLANDFORD 1987; WOLSAN 1993). In France (LODÉ 1990; ROGER 1991) and the Iberian peninsula (BALLARIN ET AL. 1979; DELIBES & HIRALDO 1979) the polecat shows a dependency on wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus* L. 1758). Although the wild rabbit is wide spread in northern Europe there are only a few studies on the relationship between polecats and wild rabbits (BIRKS & KITCHENER 1999 for Great Britain; BAGHLI & VERHAGEN 2003 for Luxembourg). SCHRÖPFER et al. (2000) were able to determine a predator-prey-relationship for polecats and wild rabbits on the basis of game records from the hunting district Gut Leye in Lower Saxony. The polecat seems to depend directly on the population density of wild rabbits whereas the population dynamic of the latter directly depends on the weather conditions. Therefore the wild rabbit bag increased in those years with low precipitation in cold winter and warm summer. Accordingly to this article, the following study tries to analyse the population dynamic from the polecat resulting from the dependency on wild rabbit. Additionally, experiments on an obtained food-preference in young polecats in enclosures should further stress the prey-dependency from the behavioural review as an imprinting on special food items during the early ontogenesis (APFELBACH 1986).

Both, the hunting bag for polecats as well as for wild rabbits were collected over 64 years in a district sized 374 ha. For analysing the population dynamic of the polecat the annual increase growth of the bag was described by the data of two consecutive years and a specific natural growth rate for the polecat bag. With the help of Multiple Regression an expression for the population growth rate of the polecats in relation to the wild rabbit bag was modified and divided into increasing factors i.e. natality and immigration and those of decreasing influences i.e. mortality and emigration. The annual mortality of born polecats depends directly on the wild rabbit bag from the last year. Additionally a "carrying capacity" in form of a population density factor results from the survival

of the litter of the actual year, interpreted as dismigration mainly caused by the break up of the family in autumn. The estimation of the polecat bag shows an oscillation structure around the dynamic balance of the polecat- and the wild rabbit-bag respectively.

According to the relationship of main prey in polecats the second part of this study focussed on the influence of a given main prey item fed during the sensitive phase on the development of a food preference for this main prey (APFELBACH 1986). The main food given during early ontogenesis was for one litter with four cubs (1,3) dove, and for another litter with six cubs (3,3) cattle meat. In four experiments the polecats were daily given the opportunity to choose between the main food and another known or unknown food. The behaviour of all polecats was observed and analysed for sniffing, as food checking behaviour without gather from the food, feeding as food intake and hoard up as a behaviour for storing food. All young of one litter were observed together in one enclosure, whereas two adult polecats from the first litter were observed later in single enclosures. In all experiments the polecats prefer the main food given during the assumed sensitive phase. Additional behaviour differences between the polecats were analysed. So the polecats in single enclosure compare the given prey by sniffing much longer or more often as the young kept together in one enclosure. Two female in the first litter act faster than the other two siblings. The polecats of the second litter take much more time for feeding as the members of the first litter. Hoarding up was observed mainly by food given in pieces, only two female gather also a higher amount of minced meat. The time to take food away was much shorter than the time spend on feeding, so hoarding up was determine as a fast acting behaviour without sniffing.

The results of the food choice experiments additional to the results from the correlation of the hunting data suggest a strong prey relationship in polecats. This seems to be based on a food preference developed during the early ontogenesis.

## 1. Einleitung

Der Iltis (*Mustela putorius* L. 1758) gilt als rein karnivorer Generalist mit einem breiten Beutespektrum (BLANDFORD 1987; WOLSAN 1993). Die Hauptnahrung bilden Anuren und kleine Nagetiere, weniger Bodenbrüter und deren Eier, Hasenartige oder auch Fische (BLANDFORD 1987; STUBBE 1988; WOLSAN 1993). Dabei variiert die Zusammensetzung mit den lokalen, geografischen und saisonalen Gegebenheiten, so dass sich z.T. eine Gewichtung auf einzelne Tiergruppen ergeben kann (WOLSAN 1993). So finden sich zahlreiche Belege für einen hohen Anteil von Anuren in der Nahrung des Iltis im Sommerhalbjahr für Gebiete in Europa (Frankreich: LODÉ 1993; Spanien: AYMERICH et al. 1983; Luxemburg: BAGHLI & ENGEL 2002; Schweiz: WEBER 1989 b, c;), für den europäischen Teil Russlands (DANILOV & RUSAKOV 1980) sowie für Weißrussland (SIDOROVICH 2000 a). Für Polen wiesen JEDRZEJEWSKI et al. (1989 und 1993) im Winter hohe Anteile von Anuren in der Iltisnahrung nach und bezeichnen den Iltis als Anuren-Spezialist. Für Westfrankreich charakterisiert LODÉ (1994) den Iltis bzgl. der Nahrungsökologie als Generalist, der seine Hauptbeute wechselt bei Rückgang einer Beutetierart, womit sich insgesamt ein breites Nahrungsspektrum ergibt. Den Anteil von Wildkaninchen (*Oryctolagus cuniculus*) an der Nahrung des Iltis gibt LODÉ (1990) für die Sommermonate Juni und Juli mit 40% an, in den anderen Monaten überwiegen hauptsächlich Kleinnagetiere. Demgegenüber gehörte bei Kotuntersuchungen von drei Iltispopulationen in Frankreich das Wildkaninchen zum festen Bestandteil der Nahrung, so dass der Iltis in diesen Gebieten nach ROGER (1991) sogar als Wildkaninchenspezialist angesehen werden kann. In Spanien wird der Anteil von Wildkaninchen an der Nahrung des Iltis mit 30% angegeben (BALLARIN et al. 1980 in JAKSIĆ & SORIGUER 1981; DELIBES & HIRALDO 1979). Damit findet sich im mediterranen Raum eine Bindung des Iltis an Wildkaninchen, wohingegen für nordwest-europäische Gebiete eine derartige Beziehung bisher nur vereinzelt festgestellt wurde (BIRKS & KITCHENER 1999 für Großbritannien; BAGHLI & VERHAGEN 2003 für Luxemburg), obwohl das Wildkaninchen eine breite Verbreitung über ganz Europa aufweist (SIEFKE 1988).

Demgegenüber wurden Frettchen (*Mustela putorius* f. *furo*) aufgrund ihrer engen Beutebindung an Wildkaninchen zur Eindämmung freilebender Wild-

kaninchen in Neuseeland eingebürgert (BYROM 2002) und weisen dort eine deckungsgleiche Verbreitung zu diesen auf (GIBB et al. 1978).

Für Nordwest-Deutschland konnten erstmals SCHRÖPFER et al. (2000) anhand von Daten aus dem Jagdrevier Gut Leye (Osnabrück) eine deutliche Räuber-Beute-Beziehung zwischen Wildkaninchen und Iltis aufzeigen. Für das Wildkaninchen ergab sich eine Abhängigkeit zur Witterung des aktuellen Jahres: Die Strecke wies in solchen Jahren relativ hohe Werte auf, deren Sommer warm und trocken und deren Winter kalt und trocken waren. Zudem fanden sich zyklische Muster von ca. 16 Jahren beim Wildkaninchen und von ca. 15 Jahren beim Iltis. Die Korrelation der Iltis- und Wildkaninchenstrecke vom Revier Gut Leye kann als nicht zufällig angesehen werden, da die Wildkaninchen eine Abhängigkeit von der Witterung des aktuellen Jahres aufwiesen, während dies nicht für den Iltis galt. Somit steht die Fluktuation der Wildkaninchenstrecke als Maß für die Witterungsverhältnisse, die einen entscheidenden Einfluss auf die Bestandsentwicklung des Wildkaninchens haben (SIEFKE 1988). Die Iltis-Population im Revier Gut Leye scheint daher in direkter Abhängigkeit von der Populationsdichte des Wildkaninchens zu stehen sowie über diese indirekt durch die Witterung beeinflusst zu werden. Ausgehend von der hohen Korrelation beider Strecken, stellt sich die Frage, welcher Zusammenhang zwischen der Beutebindung des Iltis und seiner Populationsentwicklung besteht.

Nach KING & MOORS (1979) weist der Iltis in England sowohl Aspekte eines K- als auch die eines r-Strategen auf. Von der Körpergröße her ist der Iltis deutlich größer als die echten r-Strategen Mauswiesel (*Mustela nivalis*) und Hermelin (*Mustela erminea*). Er unterscheidet sich aber in Bezug auf die frühe Reproduktionsfähigkeit und die höhere mittlere Wurfgröße deutlich von K-Strategen wie dem Baummarder (*Martes martes*), Otter (*Lutra lutra*) und Dachs (*Meles meles*). Dies legt nahe, dass der Iltis eine intermediäre Stellung zwischen den reinen r- und K-Strategen einnimmt. Im Gegensatz zu den kleineren Musteliden Mauswiesel und Hermelin zeigen die größeren Marderarten weniger stark ausgeprägte Schwankungen in der Population, da das größere Beutespektrum und die differierende soziale Organisation zur Populationsstabilität beisteuern (ERLINGE 1986).

Nach NORRDAHL & KORPIMÄKI (2002 b) kann die numerische Antwort des Prädators auf Abundanzschwankungen der Beute in Räuber-Beute-Systemen anhand von drei Faktoren formuliert werden (Definitionen nach SCHWERDT-FEGER 1979):

- (1) Immigration und Abwanderung (Emigration)
- (2) Mortalität
- (3) Fortpflanzungserfolg (Fertilität).

Dabei hängt die Anzahl des Nachwuchses sowohl von der Anzahl der zur Verpaarung kommenden Paare als auch von der Nahrungsverfügbarkeit während der Aufzuchtphase ab (KORPIMÄKI et al. 1991). Beim Iltis bedingen sich Immigration, Abwanderung auch im Sinne von Dismigration (SCHWERDT-FEGER 1979) und Mortalität aus der Soziobiologie (BLANDFORD 1987; WEBER 1989 e; WOLSAN 1993) und aus abiotischen Faktoren wie der Witterung, die zum einen direkt (HABERMEHL & RÖTTCHER 1967), zum anderen auch indirekt über das Beuteangebot wirken kann (KALELA 1940; EIBERLE & MATTER 1986; BLANDFORD 1987; WEBER 1987; BLANDFORD & WALTON 1991).

Nach ANDERSON & ERLINGE (1977) ist der Iltis als opportunistischer Mäusejäger anzusehen und wird in Gebieten mit einem breiten Nahrungsangebot nur wenig von Schwankungen in der Kleinsäugetierdichte beeinflusst, da die Aufzucht von Jungtieren auch über andere Beutetierarten erfolgen kann. Allerdings kann in Gebieten mit nur wenigen Nahrungsalternativen die Dichte generalistischer Prädatoren in Abhängigkeit von der Kleinsäugetier-Abundanz schwanken, da letztere das Reproduktionsgeschehen und das Überleben des Generalisten bedingt (ANDERSSON & ERLINGE 1977; KING 1985).

Ziel des ersten Teils dieser Arbeit war es, ausgehend von der hohen Korrelation der Iltis- und Wildkaninchenstrecke des Reviers Gut Leye, den Einfluss einer engen Beutebindung des Iltis in Bezug auf dessen Populationsbiologie zu untersuchen. Die Modellierung einer populationsspezifischen Wachstumsrate für den Iltis sollte aufzeigen, inwieweit die Abundanzschwankungen des Wildkaninchens als maßgebliche Hauptbeute des Iltis die Fertilität, Mortalität, Immigration und Dismigration bedingen. Hierzu wurde die Hypothese formuliert, dass bei einer engen Beutebindung die Jagdstrecke die Populationsentwicklung des Prädators repräsentiert.

Die bevorzugte Hauptbeute der Iltisse hängt von den saisonalen, geografischen und lokalen Gegebenheiten ab, die ein günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis für das Auffinden und Erjagen der Beute beinhalten müssen (ANSORGE 1989; WEBER 1989 b; LODÉ 1994 und 1999). Hierbei bedingt die Beuteabundanz sowohl die als nomadisch gekennzeichnete Raumnutzung des Iltis (HERRENSCHMIDT 1982; Weber 1988), als auch die erfolgreiche Beutesuchstrategie des Stöberns (GOSSOW 1970; WEBER 1988). Das Beuteerwerbsverhalten beim Iltis wird von GOSSOW (1970) untergliedert in das Suchen (ein ungerichtetes Appetenzverhalten), das Auffinden der Beute durch Folgen einer Geruchsfährte, die eigentliche Jagd und das Nahrungserwerbsverhalten im engeren Sinne (GOETHE 1940). Hierbei zeigten APFELBACH & WESTER (1977), dass ein erworbenes Beuteschema für eine bestimmte Nahrung durch sensorische, olfaktorische und mechanische Reize bestimmt wird. Für den Iltis als reinen Karnivoren wird dieses Beuteschema zusätzlich noch durch die Verfügbarkeit und Erreichbarkeit sowie durch das Erlernen von geeigneten Jagdtechniken bestimmt (GOETHE 1940; RÄBER 1944). Das Beuteschema wird mit den ersten eigenen Jagderfolgen trainiert und gefestigt (EIBL-EIBESFELD 1987). Nach APFELBACH (1986) bedingt ein vermehrtes Angebot während der frühen Ontogenese eine spätere Präferenz durch das Wahrnehmen und Einprägen bestimmter olfaktorischer Stimuli während der sensiblen Phase, die er für Frettchen in dem Zeitraum vom 60. – 90. Lebenstag nachweisen konnte. STUBBE (1988) fragt zu Recht: „Werden die Jungtiere auf ein bestimmtes Beutespektrum während dieser Phase geprägt?“

Im zweiten Teil dieser Arbeit sollte eine mögliche Beutebindung des Iltis aus verhaltensbiologischer Sicht im Sinne einer erworbenen Nahrungspräferenz untersucht werden. Mit Futterwahlversuchen bei Iltissen in Gehegehaltung sollte geklärt werden, inwieweit sich bei dieser Art während der frühen Ontogenese ein Futterpräferenz ausbildet und längerfristig Bestand hat. In Anlehnung an die Untersuchung von APFELBACH (1986) ergibt sich die Hypothese, dass die vermehrte Gabe einer bestimmten Futterkomponente während der frühen Ontogenese der Iltisse zur Präferenz für diese führt. Hierbei sollte die Futterqualität von untergeordneter Rolle sein. Ließe sich die Hypothese bestätigen, so wäre die Mutterfähe in der Lage, ihren Nachwuchs auf jede lohnende Nahrungsqualität zu prägen und würde somit eine spätere Beutebindung der Iltisse begründen.

## 2. MATERIAL UND METHODEN

### 2.1. Jagdstreckenanalyse

Die Jagdstrecken von Iltis (*Mustela putorius* L. 1758) und Wildkaninchen (*Oryctolagus cuniculus* L. 1758) stammten aus dem Jagdrevier Gut Leye in Niedersachsen (Hegering Stadt Osnabrück), das 374 Hektar umfasst. Die Daten beider Strecken wurden kontinuierlich von 1930 bis 1993 erfasst und von Baron OSTMANN FREIHERR CLEMENS VON DER LEYE zur Verfügung gestellt. Da die weiteren Strecken für die Jahre 1994 bis 2002 erst im Frühjahr 2003 von DOMINIQUE VON DER LEYE bezogen werden konnten, erfolgt eine Analyse dieser Jahre in einem gesonderten Kapitel. Zur Klärung einzelner Aspekte der Jagd in Gut Leye konnte W. GALISCH, OBMANN FÜR ÖFFENTLICHKEITSARBEIT DER JÄGERSCHAFT OSNABRÜCK STADT E.V. Auskunft geben.

In dem Revier waren nur Berufsjäger tätig. Für den gesamten Zeitraum war kein Fall von Myxomatose bei den Wildkaninchen in dem Gebiet bekannt geworden. Beide Strecken beziehen sich auf dasselbe Gebiet von 374 Hektar, somit konnten die Jagddaten als absolute Zahlen betrachtet werden und gingen als Abundanzen bezogen auf die Reviergröße von Gut Leye ein. Sowohl die Iltis- als auch die Wildkaninchenstrecke wurden im Herbst und Winter erhoben. Das Geschlechterverhältnis und die Altersstruktur in beiden Jagdstrecken waren unbekannt.

Es wurde davon ausgegangen, dass sowohl die Iltis- als auch die Wildkaninchenstrecke fortwährend den gleichen, konstanten Anteil des tatsächlichen Bestandes ausmachten. Damit wurden jagdmethodische Einflüsse als konstant bewertet. Die Witterung als entscheidende Einflussgröße für die Fluktuation der Wildkaninchenstrecke wurde nicht gesondert berücksichtigt.

### 2.1.1 Prüfstatistik

Die statistischen Analysen erfolgten mit dem Programm STATISTICA 5.5<sup>®</sup> (StatSoft 1995). Die Berechnungen werden im Ergebnisteil (Kapitel 3.1) explizit angegeben. Eine Zusammenfassung der durchgeführten Berechnungsmodelle und der Prüfstatistik findet sich im Anhang.

Die Iltisstrecke wird mit  $I(t)$ , die Kaninchenstrecke mit  $K(t)$  abgekürzt, wobei  $t$  für die einzelnen Jahre steht. Demgegenüber beschreibt  $(t+1)$  das Folgejahr zum Jahr  $t$ . Ein Jahrgang  $t/t+1$  steht für den Zeitraum vom Jahr  $t$  zum nächsten Jahr  $t+1$ . Somit beziehen sich z.B. die Werte des Jahrgangs 1990/1991 auf die Daten vom Jahr 1990 und das Folgejahr 1991. Die Wachstumsrate  $r_w$  und ihre Näherungswerte  $r_i$ , sowie die entsprechenden jährlichen Zuwächse berechnen sich aus den Streckendaten des Jahres  $t$  und  $t+1$ , so dass sich die Werte auf den Jahrgang  $t/t+1$  beziehen.

Bei der LINEAREN REGRESSION nach PEARSON wird der Korrelationskoeffizient  $r$ , zur Unterscheidung von der Wachstumsrate  $r_w$  und deren Näherungswerten  $r_i$ , immer als Regressionskoeffizient ausdrücklich erwähnt. Als Prüfstatistik für die Lineare Regression nach PEARSON wird der t-TEST angegeben. Bei der MULTIPLEN REGRESSION werden der Korrelationskoeffizient  $R$  und das Ergebnis des F-TESTs angeführt, während bei der LINEAREN REGRESSION MIT STRUKTURBRUCH der Regressionskoeffizient  $R$  und das zugehörige Bestimmtheitsmaß angegeben werden. Das Bestimmtheitsmaß als Maßzahl für die Güte der Anpassung einer Regressionsfunktion an die Beobachtungswerte wird als Anteil der erklärten Varianz an der Gesamtvarianz beschrieben (RÖNZ 1994). Bei der LINEAREN REGRESSION wird  $r^2$  als einfaches Bestimmtheitsmaß unter Verwendung der Quadratsummen bestimmt. Das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  der MULTIPLEN REGRESSION und der LINEAREN REGRESSION MIT STRUKTURBRUCH berechnet sich unter Verwendung der kleinsten Quadratsummen.

Das Symbol „ $\equiv$ “ kennzeichnet die formalen, selbstdefinierten Gleichungsansätze, während „ $\cong$ “ Näherungsgleichungen und „ $\approx$ “ Näherungswerte bezeichnet.

## 2.2. Analyse einer erworbenen Nahrungspräferenz

Für die Untersuchung einer erworbenen Nahrungspräferenz bei Ittissen wurde der Nachwuchs eines Ittispaares während der frühen Ontogenese mit einer Hauptfuttersorte versorgt. Mit den subadulten Ittissen wurden im Alter von ca. 6 Monaten Futterwahlversuche durchgeführt, um eine bevorzugte Wahl der Hauptfuttersorte gegenüber anderen Futtersorten zu überprüfen. Insgesamt wurden elf Tiere aus drei Würfen des Ittispaares in fünf verschiedenen Experimenten bzgl. einer erworbenen Nahrungspräferenz überprüft.

### 2.2.1 Versuchstiere und Haltung

Alle Futterwahlversuche wurden mit Ittissen in Gehegen der Abteilung Ethologie an der Universität Osnabrück durchgeführt.

Von dem Nachwuchs eines seit 1995 zusammen gehaltenen Ittispaares wurde 1998 ein Geschwisterpaar (1,1) ausgewählt. Diese beiden Jungiltisse wurden im Alter von drei Monaten im Rahmen der Diplomarbeit von M. JORDAN (1998/1999) in einem Gemeinschaftsgehege zusammen mit einem Minkpaar (*Mustela vison* S. 1777) und einem Nerzpaar (*Mustela lutreola* L. 1761) gehalten (SCHRÖPFER et al. 2001). Nach Ende dieses Experimentes wurde das Ittisgeschwisterpaar zusammen in einem Gehege untergebracht. In den Folgejahren 1999, 2000 und 2001 brachte die Fähe jeweils einen Wurf zur Welt. Mit diesem Nachwuchs erfolgten die Futterwahlversuche. Die Jungiltisse lebten zunächst gemeinsam mit den Eltern in einem 3,7 m x 4,7 m großen Gehege. Den Ittissen standen insgesamt sieben Nestkästen (Länge: 45 cm, Breite: 20 cm, Höhe: 20 cm) zur Verfügung, wobei drei davon kleinere Eingänge von maximal 6 cm Durchmesser hatten, so dass sie den Rüden ab dem 7. Lebensmonat aufgrund des deutlich größeren Schädels nicht zugänglich waren. Die anderen Nestkästen mit einem Eingangsloch von mindestens 8 cm Durchmesser konnten von allen Ittissen genutzt werden. Zusätzlich hatten die Tiere Erdbaue angelegt.

Spätestens zu Beginn der jeweiligen Futterwahlversuche mit den Iltisjungtieren im Alter von 6 - 6½ Monaten wurde das Elternpaar gemeinsam in einem anderen Gehege untergebracht.

### 2.2.2 Präferenzfütterungen: Fütterungen während der frühen Ontogenese

Die Elterntiere erhielten bis zur Geburt des jeweiligen Wurfes eine "Standardfütterung", die im täglichen Wechsel Mäuse, Küken, einen speziellen Brei mit Fischanteil („Misch-Brei“), seltener Huhn und einmal die Woche einen Tag ohne Fütterung beinhaltete. Beide Elterntiere zeigten keine Vorliebe für eine der oben genannten Futtersorten und leerten das angebotene Futter immer vollständig, nur der Misch-Brei wurde nicht immer ganz aufgefressen. Alle anderen Futtersorten wurden nicht als Brei sondern als ganze Tiere (Mäuse und Küken) oder beim Huhn in Brocken angeboten.

Ab dem 10. Lebenstag des Nachwuchses wurde die Iltisfamilie nach einem bestimmten Ernährungsplan gefüttert, wobei eine Hauptfuttersorte mindestens 50% aller Fütterungen bis zum 115. Lebenstag der Iltisse ausmachte. Anschließend wurde der Anteil der Fütterungen mit der Hauptfutterkomponente reduziert, und der Futterplan beinhaltete bis zum Beginn der Futterwahlversuche in täglichen Wechsel eine der bekannten Futtersorten und einen Tag ohne Fütterungen. Die Hauptfuttersorte wird im folgenden als Prägungskomponente bezeichnet. Für die Tiere aus Wurf 1 (1999 geboren; 1. bis 3. Experiment) wurde Taube, für die Tiere aus Wurf 2 (2001 geboren; 5. Experiment) Rinderherz als Prägungskomponente eingesetzt (Tab. 1). Im vierten Experiment (Rüde R2 aus dem Wurf 2000) gab es keine Hauptfuttersorte.

Zur Unterscheidung der Tiere aus den einzelnen Würfen, wurden der Rüde aus Wurf 1 (geboren 1999) und der im Jahr 2000 geborene Rüde mit R, die Rüden aus Wurf 2 (geboren 2001) hingegen mit M und einer Nummer bezeichnet. Die Fähen aus Wurf 1 wurden mit dem Buchstaben F, die des 2. Wurfes mit W abgekürzt und mit einer Nummer gekennzeichnet.

Tab. 1: Bezeichnung der Iltisse in den jeweiligen Experimenten.

Tier	Geschlecht	Wurf	Prägungskomponente	Experiment
F1	Fähe	1	Taube	1
F2	Fähe	1	Taube	1 und 3
F3	Fähe	1	Taube	1
R1	Rüde	1	Taube	1 und 2
R2	Rüde		Keine	4
M1	Rüde	2	Rinderherz	5
M2	Rüde	2	Rinderherz	5
M3	Rüde	2	Rinderherz	5
W1	Fähe	2	Rinderherz	5
W2	Fähe	2	Rinderherz	5
W3	Fähe	2	Rinderherz	5

Der Ernährungsplan beinhaltete jeden Tag eine andere Futtersorte, wobei neben der jeweiligen Hauptkomponente vornehmlich Küken und Mäuse, beim Rüden R2 und den Tieren aus Wurf 2 auch Huhn vertreten waren.

Während der von APFELBACH (1986) für Frettchen postulierten sensiblen Phase vom 60. bis 90. Lebenstag der Jungtiere wurde der Anteil der Prägungskomponente auf mindestens 65% aller Fütterungen erhöht. Die täglichen Futtermengen waren aus den Erfahrungen der Iltishaltung in der Abteilung Ethologie (mdl. W. FESTL) mehr als ausreichend bemessen worden und waren dem körperlichen Status und der Anzahl der Tiere entsprechend angeglichen. Für die Elterntiere betrug der Anteil jeweils ca. 100 - 150 g Futtermenge pro Tag, für die juvenilen Iltisse stieg der tägliche Anteil von 50 g Futtermenge pro Tier auf ca. 100 – 150 g Futtermenge pro Tier am Ende des dritten Lebensmonats. Die Mutter trug während der Jungtieraufzucht das Futter in den Wurfbau ein. Anhand des beobachteten Eintrageverhalten der beiden Elterntiere bzgl. der verschiedenen Futtersorten konnte keinerlei Präferenz der adulten Tiere für die Hauptkomponenten oder die bekannten Futtersorten Küken, Mäuse und Huhn beobachtet werden.

Die Jungtiere blieben bis zum Ende der Futterwahlversuche zusammen in dem Aufzuchtsghege. Nach der Aufzucht des ersten Wurfes im Jahr 1999 und der Unterbringung in einem anderen Gehege wurde die Standardfütterung des Iltis-Elternpaares auf Rinderherz und Taube sowie einem höheren Anteil Huhn ausgeweitet.

### 2.2.3 Futterwahlexperimente

Die Überprüfung einer möglichen Futterpräferenz erfolgte mit Hilfe einer speziell konstruierten Versuchsapparatur, in der den Iltissen in zwei getrennten Kammern täglich die Prägungskomponente und eine andere Futtersorte zur Wahl angeboten wurde (siehe Foto 1). Die Fütterung fand täglich zwischen 14:00 Uhr und 20:00 Uhr statt. Die Versuchsapparatur war von oben einzusehen und wurde per Videokamera ununterbrochen überwacht. Jeder Versuchstag begann mit der Fütterung und endete am folgenden Tag mit dem Reinigen der Versuchsapparatur unmittelbar vor der nächsten Fütterung. Am Ende eines jeden Versuchstages wurde visuell abgeschätzt, wie viel Prozent von den jeweiligen Futtersorten entnommen worden war.

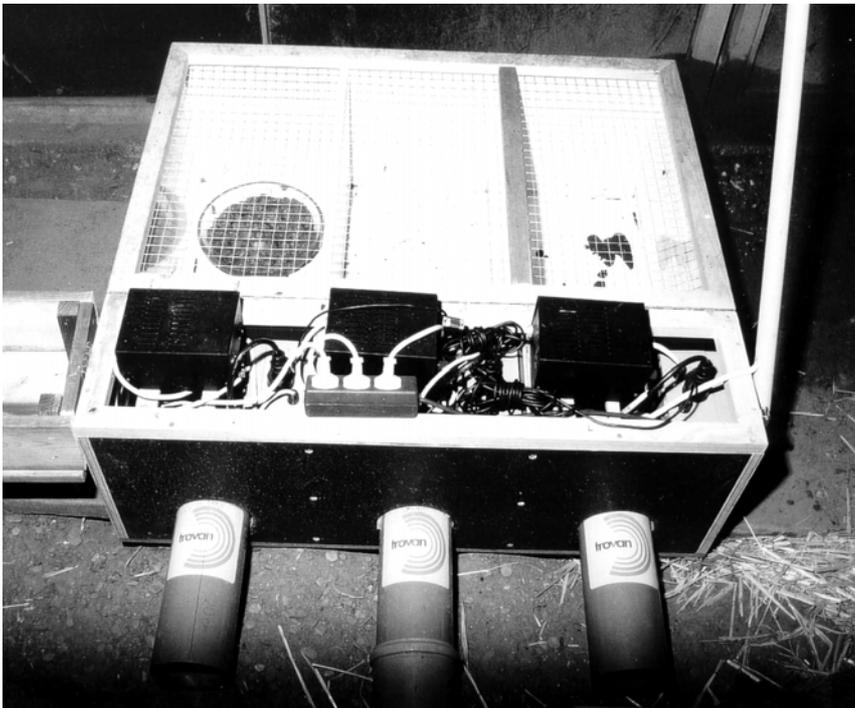


Foto 1: Versuchsapparatur; die drei Eingangsröhren führten jeweils in eine separate Kammer.

#### 2.2.3.1 Versuchsapparatur

Die Versuchsapparatur in Form einer Holzkiste (90 cm x 80 cm x 30 cm) mit drei Eingangsröhren (Foto 1) wurde während der Aufzucht der Jungtiere vor Beginn der Futterwahlversuche in das Gehege gestellt. Jede Röhre führte in einen durch Holzwände abgetrennten Bereich der Kiste von jeweils 80 cm

Länge und 30 cm Breite, im Folgenden mit linker, mittlerer und rechter Kammer bezeichnet. Der Deckel bestand aus engmaschigem Draht und konnte zur täglichen Reinigung der Kammern (Wasser und 70% Ethanol) geöffnet werden. Die notwendige Elektronik war unzugänglich für die Iltisse im vorderen Teil der Kiste untergebracht.

Die Iltisse waren alle zur individuellen Unterscheidung mit einem Transponder (Passivsender) der Firma TROVAN<sup>®</sup> markiert. Die Eingangsröhren mit einem Durchmesser von 11,5 cm waren mit der entsprechenden Lesetechnik der Firma TROVAN<sup>®</sup> versehen. Die Transpondernummern der einzelnen Iltisse wurden innerhalb der jeweiligen Röhre registriert und in einem Datensammler mit Datum und Uhrzeit gespeichert. Diese registrierten Transpondersignale werden in der weiteren Auswertung als „Takte“ bezeichnet. Die Daten wurden mittels eines Laptops mit der entsprechenden Software (TROVAN<sup>®</sup>) abgerufen. Die mittlere Röhre wurde nach drei Tagen noch vor Beginn des ersten Futterwahlversuches verschlossen, da aufgrund der hohen Reichweite der Transponder-Lesegeräte, auch für die mittlere Röhre Taktsignale registriert wurden, wenn die Iltisse die rechte oder linke Röhre beliefen. Die beiden äußeren Röhren blieben während des gesamten Versuchszeitraumes offen und konnten jederzeit von den Tieren betreten werden.

#### 2.2.3.2 Futterkombinationen

Den Iltissen wurde täglich die Hauptkomponente (Taube T: Experiment 1 – 3; Rinderherz R: Experiment 5) in einer der Kammern und eine weitere Futterkomponente in der anderen Kammer zur Wahl auf Futterschalen angeboten. Beide Futterschalen wurden jeden Tag neu und ausreichend mit einem Futtermengenanteil von ca. 100 – 150 g pro Tier befüllt. Die Position der Schale mit der Prägungskomponente wurde i.d.R. täglich gewechselt (linke oder rechte Kammer).

Zur Wahl standen den Iltissen aus Wurf 1 und Wurf 2 neben der Hauptfuttersorte je nach Experiment mindestens sechs verschiedene Fleischsorten, die in zwei verschiedenen Konsistenzen, als Brei oder als Brocken angeboten wurden (Tab. 2). Der Iltisrude R2 aus dem Wurf 2000 wurde während der frühen Onto-

genese mit keiner Hauptfuttersorte versorgt, daher beinhaltete der mit ihm durchgeführte Futterwahlversuch (4. Experiment) keine Hauptfutterkomponente.

Tab. 2: Eigenschaften der in den Experimenten angebotenen Futterqualitäten, die gegen die jeweilige Hauptkomponente getestet wurden.

Futterqualität	Angebot und Bekanntheitsgrad während der Aufzucht	Art der Konsistenz	
		Brei	Brocken
Bennett-Känguruh (Käng)	nur Wurf 2 / 5. Experiment: Fremd	blutig	—
Fasan (Fa)	nur Wurf 2 / 5. Experiment: Fremd	blutig	kleinere Stücke
Hirsch (Hi)	3. und 5. Experiment: Fremd	blutig	kleinere Stücke; blutig
Huhn (H)	in allen Experimenten angeboten Wurf 1: Wenig bekannt; Rüde R2 und Wurf 2: bekannt	trocken	kleinere Stücke
Kaninchen (Kan)	in allen Experimenten angeboten: Wenig bekannt	trocken	kleinere Stücke
Küken (K)	in allen Experimenten angeboten: Bekannt	flüssig	ganz oder halbiert
Mäuse (M)	in allen Experimenten angeboten: Bekannt	trocken	ganz oder halbiert
Pferdeherz (Pf)	1. bis 4. Experiment: Fremd	blutig	kleinere Stücke; blutig
Rinderherz (R)	In allen Experimenten angeboten Wurf 1 und Rüde R2: Wenig bekannt Wurf 2: Prägungskomponente	blutig	kleinere Stücke; blutig
Taube (T)	in allen Experimenten angeboten Wurf 1: Prägungskomponente Rüde R2 und Wurf 2: wenig bekannt	blutig	kleinere Stücke; blutig
Wildente (E)	nur Wurf 2 / 5. Experiment: Fremd	trocken	kleinere Stücke
Ziege (Z)	nur 1. Experiment: Fremd	trocken	kleinere Stücke; trocken

Küken und Mäuse wurden den Iltissen unzerteilt während der Aufzucht angeboten und galten daher als „bekannt“. Während der Futterwahlversuche wurden die Küken und Mäuse direkt zu Brei verarbeitet oder unbehandelt bzw. halbiert als „Brocken“ verfüttert. Alle anderen Futtersorten waren frei von Haar- oder Federanteilen und wurden ebenfalls in Brocken zerteilt oder zu Brei püriert. Sie enthielten aber u.U. Knochenanteile. Diese Futtersorten wurden nur selten („wenig bekannt“: Anteil an den Fütterungen bis zum Beginn der Futterwahlversuche < 10%) oder gar nicht („fremd“) während der Aufzucht gefüttert.

Die Prägungskomponente P (Taube T oder Rinderherz R) und die jeweils gegen diese getestete andere Futterqualität (X) bildeten jeweils eine Futterkom-

ination. In jedem Experiment wurde jede Futterkombination nach Möglichkeit in beiden Konsistenzen, als Brei (P/X-Brei) und als Brocken (P/X), angeboten (Ausnahme Experiment 4, vgl. Kapitel 2.2.4.4).

### 2.2.3.3 Videoauswertung und Verhaltenstakte

Die Versuchsanordnung wurde während der Experimente mit einer Kamera ununterbrochen beobachtet (24-h timelapse Videorekorder von PANASONIC). Die von den Röhren registrierten Takte wurden anhand der Videoaufzeichnungen einer Verhaltenskategorie zugeordnet. Bei den Verhaltensweisen wurde unterschieden zwischen „Fressen“, „Horten“ und „Wittern“. Jedes Verhaltensereignis wurde durch zwei Takte gekennzeichnet, einem Starttakt beim Betreten und einem Endtakt beim Verlassen der Kammer. Im Folgenden werden diese Verhaltensereignisse als „Verhaltenstakte“ bezeichnet. Die Videobänder wurden nur bzgl. der registrierten Taktsignale ausgewertet, sonstige Verhaltensweisen der Tiere im Gehege bzw. im Umkreis der Versuchsanordnung blieben unberücksichtigt.

**Fressen (Fr)** Entnahme und Verzehr von Futter, eindeutig anhand von Kopfhaltung und Kaubewegungen erkennbar.

**Horten (H)** Entnahme von Futter und das Austragen von diesem aus der Kammer. Wenn bei kürzeren Videosequenzen keine eindeutigen Kaubewegungen erkannt werden konnten, wurde Horten gewertet.

**Wittern (W)** Olfaktorische Objektprüfung ohne erkennbare Futterentnahme.

Die Verhaltensweisen Fressen und Horten wurden nur gewertet, wenn diese eindeutig nach obigen Definitionen auf den Videobändern zu erkennen waren; falls dies nicht möglich war, wurde das Verhalten als Wittern gewertet. Ungeachtet der Tatsache, wie lange ein Tier nach Betreten der Kammer gewittert hatte, wurde bei Entnahme von Futter entweder Fressen oder Horten gewertet. Bei der Auswertung wurden die Verhaltensweisen Fressen und Horten teilweise zusammengefasst und als Futterentnahme (FE) bezeichnet. Demgegenüber steht Wittern für eine Verhaltensweise ohne erkennbare Entnahme von Futter.

In einigen Versuchen wurde das Umtragen von Futter von einer Kammer in die andere festgestellt und gesondert notiert.

In der späteren Analyse wurden nur Verhaltensereignisse berücksichtigt, die sowohl einen Start- und einen Endtakt aufwiesen. Nur bei diesen „relevanten Verhaltenstakten“ hatten die Iltisse die entsprechende Röhre vollständig passiert. Einzeltakte wurden registriert, wenn ein Tier sich zwischen einem Start- und Endtakt zurück in die Röhre bewegte, oder diese nur teilweise passierte, sowie, wenn es außerhalb der Röhren unter dieser grub oder sich über oder unter dieser bewegte. Verhaltensereignisse, die nicht in direktem Zusammenhang mit den angebotenen Futtersorten standen, wie Komfortverhalten und das Liegen in einer der Kammern, wurden bei der weiteren Analyse außer Acht gelassen. Zusätzlich wurde notiert, zu welchem Zeitpunkt eine der Futterschalen ganz geleert worden war.

In den Gemeinschaftsversuchen fraßen gelegentlich zwei Tiere gleichzeitig von einer Futterqualität. Die Takte beider Individuen gingen dabei unabhängig von einander entsprechend ihres Start- und Endtaktes in die Auswertung ein und wurden nicht von den anderen Verhaltenstakten unterschieden.

#### 2.2.3.4 Statistische Auswertung / Datenauswertung

Die registrierten Takte wurden den Verhaltensweisen entsprechend den obigen Kategorien zugeordnet. Die weitere statistische Analyse erfolgte mit dem Computerprogramm STATISTICA<sup>®</sup> (StatSoft). Signifikante Unterschiede bzgl. der jeweiligen Fragestellung wurden auf dem 5%-Niveau untersucht.

Die Auswertung der Daten erfolgte bei den einzelnen Versuchen bzgl. der Futterkombinationen unterteilt nach den beiden Konsistenzen Brei (P/X-Brei) und Brocken (P/X). Es wurde zwischen der Prägungskomponente P (T: Taube; R: Rind) und allen anderen Futtersorten NP („nicht Prägungskomponente“) unterschieden. In der weiteren Auswertung steht X für die Abkürzung der neben der Prägungskomponente angebotenen anderen Futterqualität (vgl. Tab. 2), während die Abkürzung NP die Gesamtheit aller gegen die Prägungskomponente getesteten Futterqualitäten in einem Experiment beschreibt.

Bei der Auswertung der einzelnen Versuche wurde die jeweilige Prägungskomponente explizit angegeben: bei den Tieren aus Wurf 1 (1. – 3. Experiment) T für Taube; bei den Tieren aus Wurf 2 (5. Experiment) R für Rinderherz.

Für die weitere Analyse wurden die Verhaltenstakte der einzelnen Verhaltensweisen bzgl. der Futterqualitäten P und NP betrachtet und als „Verhaltenskategorien“ bezeichnet (Tab. 3)

Tab. 3: Abkürzungen der Verhaltenskategorien als Kombination der Verhaltenstakte mit den Futterqualitäten.

Verhaltenstakt	Prägungskomponente (P)	Andere Futtersorten (NP)
Futterentnahme FE (Fressen oder Horten)	FE P	FE NP
Fressen Fr	Fr P	Fr NP
Horten H	H P	H NP
Wittern W	W P	W NP

Bei der visuellen Abschätzung der täglich entnommen Futtermengen (%M) beider Komponenten P und X wurde bei nur wenig entnommenen Mengen generell 10% gewertet. Die Daten der täglich entnommenen Futtermengen wurden, getrennt nach den verschiedenen Futterkombinationen P/X, über den gesamten Versuchszeitraum aufsummiert und durch die Anzahl der Versuchstage, an denen diese Kombination angeboten wurde dividiert (arithmetischer Mittelwert). Diese Berechnung erfolgte getrennt für die beiden Konsistenzen Brei (P/X-Brei) und Brocken (P/X).

Durchschnittlicher Anteil der entnommenen Futtermenge %M von P bzw. X bei der Kombination (P/X)<sub>k</sub> (k: Brei- oder Brockenfütterung), n: Anzahl der Versuchstage mit der Kombination (P/X)<sub>k</sub>:

$$\text{Für die Prägungskomponente P: } \overline{\%MP_k(P/X)_k} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \%M_i(P_k)$$

$$\text{und für die andere Futtersorte X: } \overline{\%MX_k(P/X)_k} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \%M_i(X_k).$$

Zusätzlich wurden für den gesamten Versuchszeitraum die entnommenen Futtermengen für alle Versuchstage zusammengefasst und aus diesen Summen das arithmetische Mittel bzgl. P und NP bestimmt. Hierbei wurden die Mittelwerte der entnommenen Futtermengen für Breifütterungen („Brei ges.“), Brockenfütterungen („Brocken ges.“) und für den gesamten Versuchszeitraum („gesamt“; N: Anzahl aller Versuchstage) berechnet.

Durchschnittlicher Anteil der entnommenen Futtermengen von P und NP an den Versuchstagen mit Brei- bzw. Brockenfütterungen; n = Anzahl der Versuchstage mit Brei- bzw. Brockenfütterungen; N: Anzahl aller Versuchstage:

Für die Prägungskomponente P:

$$\text{„P-Brei ges.“: } \overline{\%MP_k} (k = \text{Brei}) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \%M_i(P_k),$$

$$\text{„P-Brocken ges.“: } \overline{\%MP_k} (k = \text{Brocken}) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \%M_i(P_k),$$

$$\text{„P gesamt“: } \overline{\%MP} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \%M_i(P).$$

Für die anderen Futtersorten NP:

$$\text{„NP-Brei ges.“: } \overline{\%M(NP)_k} (k = \text{Brei}) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \%M_i(NP)_k,$$

$$\text{„NP-Brocken ges.“: } \overline{\%M(NP)_k} (k = \text{Brocken}) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \%M_i(NP)_k,$$

$$\text{„NP gesamt“: } \overline{\%M(NP)} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \%M_i(NP).$$

Beim Gesamtvergleich in Kapitel 3.3.1 wurde die gewählte Futtermenge für die beiden Komponenten P und NP anteilig zu 100% bzgl. des gesamten Versuchszeitraum der einzelnen Experimente (E) berechnet:

$$\text{„Anteil P gesamt“: } \%MP_E = \frac{\sum_{i=1}^{N_E} \%M_i(P)}{\sum_{i=1}^{N_E} \%M_i(P) + \sum_{i=1}^{N_E} \%M_i(NP)};$$

$$\text{„Anteil NP gesamt“: } \%M(NP)_E = \frac{\sum_{i=1}^{N_E} \%M_i(NP)}{\sum_{i=1}^{N_E} \%M_i(P) + \sum_{i=1}^{N_E} \%M_i(NP)}.$$

Die Vergleiche der Takthäufigkeiten bzgl. der jeweiligen Verhaltenskategorien umfassten alle registrierten Verhaltenstakte bis eine der Futterschalen der beiden täglich angebotenen Komponenten (P und X) geleert worden war. Sie wurden mit dem Chi-Quadrat-Test ( $\chi^2$ ) abgesichert, wobei der Test nur zur Anwendung kam, wenn die zugehörigen Erwartungswerte größer 5 waren (RÖNZ 1994; STATSOFT 1995).

Die Verhaltenstakte, die registriert wurden nachdem eine der beiden Futterschalen geleert worden war, wurden gesondert betrachtet. Bei den Gemeinschaftsversuchen (1. und 5. Experiment) erfolgte zuerst eine Analyse aller Takthäufigkeiten bzgl. der einzelnen Verhaltenskategorien, unabhängig vom jeweiligen Individuum (Datenumfang N gesamt) und im Anschluss daran ein Vergleich der einzelnen Wurfgeschwister (Datenumfang eines Individuums  $N_i$ ). Der durchschnittliche Belauf der Versuchsapparatur bezeichnet die Anzahl der Tage (d), an denen vom jeweiligen Individuum mindestens ein relevanter Verhaltenstakt (VT) innerhalb der Röhren registriert wurde, dividiert durch die Anzahl aller Versuchstage (N):

$$\text{„Belauf“:} = \frac{\sum_{i=1}^N d_i (\sum_{d_i} VT > 1)}{N}$$

Die Taktfrequenzen (Takte/Tag) der einzelnen Tiere wurden berechnet als Summe aller im Versuchszeitraum registrierten Takte *einer* Verhaltensweise (Datenumfang  $N(z)$ ) dividiert durch die Anzahl der Versuchstage, an denen das Tier das betreffende Verhalten zeigte:

$$\text{Taktfrequenz eines Tieres bzgl. der Verhaltensweise } z: = \frac{\sum_{N(z)} (VT \ z)}{\sum_{i=1}^N d_i (\sum_{d_i} VT \ z > 1)}$$

Bei der Gesamtfrequenz wurden *alle* im Versuchszeitraum registrierten Verhaltenstakte eines Individuums (Gesamtdatenumfang  $N_i$ ) durch die Anzahl der Versuchstage, an denen Takte registriert wurden, dividiert:

$$\text{Gesamtfrequenz eines Tieres bzgl. aller Verhaltenstakte } VT = \frac{\sum_{N_i} (VT)}{\sum_{i=1}^N d_i (\sum_{d_i} VT > 1)}$$

Für den Vergleich der Taktlängen wurde die Zeit eines jeden Verhaltenstaktes vom Betreten bis zum Verlassen der Kammer in Sekunden berechnet. Die Gesamtzeit, in der sich ein Tier innerhalb der Versuchsanordnung aufhielt, ergab sich als Summe aller Taktlängen der relevanten Verhaltenstakte eines Tieres, die im gesamten Versuchszeitraum registriert wurden (Gesamtdauer D):

$$\text{Taktlänge} = \text{Zeit Endtakt} - \text{Zeit Starttakt}; \text{Gesamtdauer } D = \sum_{i=1}^{N_i} \text{Taktlänge (VT)}_i$$

Als Maß für die mittlere Taktlänge einer Verhaltenskategorie wurde der Median gewählt, da hier teilweise keine Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov TEST AUF NORMALVERTEILUNG) vorlag und die Daten hohe Streubreiten aufwiesen. Die Mediane wurden als Balken mit Whisker dargestellt, wobei der untere Whisker das 25%-Quartil (Q25) und der obere Whisker das 75%-Quartil (Q75) bezeichnet. Als Prüfstatistik werden der U-Test nach Mann-Whitney beim Vergleich zweier Mediane bzw. die Kruskal-Wallis-ANOVA (Median-Test oder H-Test) zum Vergleich mehrerer Mediane angegeben. Bei geringen Datenumfängen ( $n < 10$ ) wurde auf die Prüfstatistik verzichtet.

Bei der Analyse der Abfolge einzelner Verhaltensweisen eines Tieres wurde unterschieden zwischen Ersttakt und Folgetakt:

**Ersttakt** bezeichnet von zwei direkt aufeinander folgenden Verhaltenstakten eines Individuums an einem Versuchstag den jeweils ersten Verhaltenstakt.

**Folgetakt** ist der auf den Ersttakt innerhalb von 3 Minuten folgende Verhaltenstakt des gleichen Tieres.

Als Kombinationen Erst- und Folgetakt ergaben sich bzgl. der Verhaltensereignisse Wittern die in Tab. 4 aufgelisteten Kombinationen.

Tab. 4: Kombinationen für den Ersttakt Wittern und den innerhalb von 3 Minuten registrierten Folgetakt eines Tieres.

		Folgetakt auf einen Wittertakt innerhalb von 3 Minuten			
Ersttakt		Wittern P	Wittern NP	Futterentnahme P	Futterentnahme NP
Wittern P	Wittern P	Wiederholtes Wittern	Wechsel der Kammer	Futterentnahme P	Futterentnahme NP
Wittern NP	Wittern NP	Wechsel der Kammer	Wiederholtes Wittern	Futterentnahme P	Futterentnahme NP

Zwei aufeinanderfolgende Witterakte eines Tieres bzgl. der beiden verschiedenen Komponenten P und NP charakterisierten dabei einen Wechsel der Kammer ohne erkennbare Entnahme von Futter. Die Spalte für die Futterentnahme von der Prägungskomponente P in Tab. 4 begründet die Kategorie „Wittern – Futterentnahme von der Prägungskomponente“.

#### 2.2.4 Überblick zu den einzelnen Experimenten

Insgesamt erfolgten fünf Futterwahlversuche mit elf Iltissen aus drei verschiedenen Würfen desselben Elternpaares in Gehegen der Abteilung Ethologie. Aufgrund einer beschränkten Gehegekapazität mussten nach Ende der Gemeinschaftshaltung von Iltis Eltern und –Jungtieren einzelne Jungtiere ausgewählt werden, die in Einzelgehegen gehalten werden konnten und mit denen Folgeversuche durchgeführt werden sollten. Alle anderen Iltisse standen für weitere Experimente nicht mehr zur Verfügung.

##### 2.2.4.1 1. Experiment: Iltiswurf 1

Während der Aufzucht des ersten Wurfes mit 1,3 Jungtieren (Rüde R1; Fähen F1, F2 und F3) wurden die Iltisse überwiegend mit Taube, in Brocken zerteilt, gefüttert. Vom 10. Lebenstag bis zum 115. Lebenstag der Iltisse wurden im täglichen Wechsel hauptsächlich Taube, Mäuse und Küken gegeben, die Kategorie Sonstige beinhaltete 6 Fütterungen mit Fisch, Kaninchen-, Huhn- oder Rinderherzfleisch (Abb. 1a).

Während der postulierten sensiblen Phase vom 60. bis 90. Lebenstag der Iltisse wurde der Anteil von Fütterungen mit Taube auf ca. 68% erhöht, die Kategorie Sonstiges umfasste eine Fütterung mit dem Mischbrei und einen Tag ohne Fütterung (Abb. 1b).

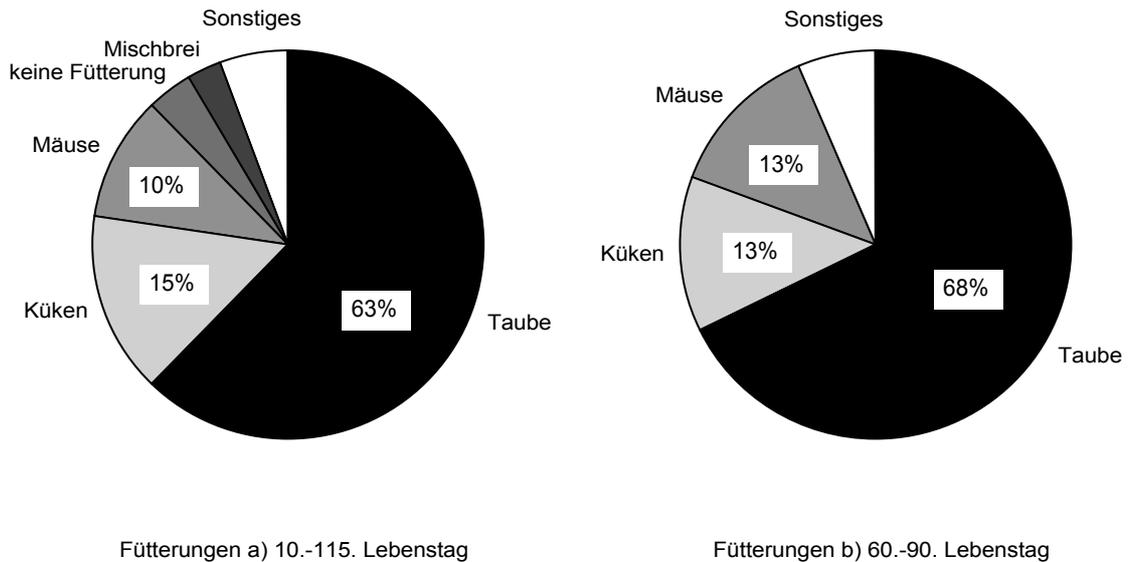


Abb. 1: Anteil der Futtersorten, die während der Aufzucht vom 10.–115. Lebenstag der Iltisse (1 a) und während der postulierten sensiblen Phase vom 60. bis 90. Lebenstag der Iltisse (1 b) angeboten wurden.

Mit dem 116. Lebenstag der Jungtiere wurde der Anteil mit Fütterungen von Taube reduziert. Nach dem 177. Lebenstag der Iltisse wurde das Futter in die Versuchsanlage gegeben, um die Tiere an die Versuchsanlage zu gewöhnen. Die Eltern wurden einige Tage vor Beginn der Futterwahlversuche (186 Tage nach der Geburt der Jungtiere) herausgefangen.

Mit den Futterwahlversuchen wurde am 191. Lebenstag der Iltisse begonnen. Von Mitte Dezember 1999 bis Ende Februar 2000 wurde an insgesamt 64 Tagen Taube täglich gegen die anderen Futterqualitäten getestet, wobei jede Futterkombination mindestens zweimal als Brei (n=35 Tage) und als Brocken (n=29 Tage) angeboten wurde (Tab. 5).

Tab. 5: Anzahl der Futterkombinationen im ersten Experiment mit den Iltissen aus Wurf 1 (Mitte Dezember 1999 bis Ende Februar 2000)

Kombination	Brei	Brocken	Gesamt
T/K	5	3	8
T/M	4	3	7
T/R	4	7	11
T/Kan	6	5	11
T/H	6	5	11
T/Pf	6	2	8
T/Z	4	4	8
	35	29	64

Abkürzungen:  
 T: Taube;  
 K: Küken  
 M: Mäuse  
 R: Rinderherz  
 Kan: Kaninchen  
 H: Huhn  
 Pf: Pferdeherz  
 Z.: Ziege

An zwei Tagen wurde zur Kontrolle Kükenbrei jeweils einmal gegen Mäusebrei (8. Versuchstag) und einmal gegen Huhnbrei (14. Versuchstag) getestet. Diese beiden Versuchstage, in der Folge als „Kontrolltage“ bezeichnet, wurden gesondert analysiert.

#### 2.2.4.2 2. Experiment: Iltisrüde R1

Nach Ende des ersten Experimentes wurde der Iltisrüde R1 mit Beginn des 8. Lebensmonates von seinen Geschwistern getrennt und zusammen mit einer Nerzfähe in einem Gehege untergebracht. Aufgrund von starken Interferenzen musste der Rüde nach vier Wochen aus dem Gehege genommen werden und wurde in einem Einzelgehege gehalten. Bis zu Beginn des zweiten Experimentes beinhalteten die Fütterungen in regelmäßigem Wechsel Küken, Mäuse, Huhnbrocken und Mischbrei. Taubenbrocken wurden nur selten angeboten (Anteil insgesamt < 5%). Die Versuchsanordnung wurde 28 Tage vor Beginn der Futterwahlversuche in das Gehege gestellt und das Futter in täglichen Wechsel in einer der Kammern angeboten. Ein Jahr nach dem ersten Versuch wurde der Rüde R1 im Alter von 18 Monaten in einem zweiten Versuch einzeln an 31 Tagen von Mitte Dezember 2000 bis Mitte Januar 2001 auf eine Präferenz für Taube überprüft. Jede Futterkombination wurde mindestens zweimal als Brei (n=18 Tage) und als Brockenfütterung (n=13 Tage) angeboten (Tab. 6), wobei die gleichen Futtersorten gewählt wurden wie im ersten Experiment. Da Ziegenfleisch nicht verfügbar war, reduzierte sich die Anzahl der Fleischsorten, die gegen die Prägungskomponente Taube getestet wurden, auf sechs.

Tab. 6: Anzahl der Futterkombinationen im 2. Experiment mit dem Iltisrüden R1 (Mitte Dezember 2000 bis Mitte Januar 2001).

Kombination	Brei	Brocken	Gesamt
T/K	3	2	5
T/M	3	2	5
T/R	3	2	5
T/Kan	3	2	5
T/H	3	2	5
T/Pf	3	3	6
	18	13	31

Abkürzungen:

T: Taube  
 K: Küken  
 M: Mäuse  
 R: Rinderherz  
 Kan: Kaninchen  
 H: Huhn  
 Pf: Pferdeherz

### 2.2.4.3 3. Experiment: Iltisfähe F2

Die Iltisfähe F2 wurde nach Ende des ersten Versuches mit Beginn des 8. Lebensmonats zuerst allein in einem kleineren Einzelgehege, später für 12 Monate für die Diplomarbeit von S. KRAUSE (2001) in einem größeren Gehege zusammen mit einem Nerzrüden gehalten.

Im Alter von 26 Monaten (Mitte August 2001) wurde die Iltisfähe aus diesem Gemeinschaftsgehege herausgefangen und in dem Nachbargehege einzeln gehalten. Die Fähe wies an der linken Kopfseite eine ca. 10 cm lange offene Wunde auf, die wahrscheinlich auf eine Beißattacke des Nerzrüden zurückzuführen war. Zwischen dem Gehege, in dem der Nerzrüde verblieb und dem Einzelgehege der Iltisfähe war eine Gittertür (ca. 1 m x 2 m), so dass ein Sichtkontakt zwischen beiden Tieren möglich war. Während der ersten 4 Wochen im Einzelgehege betrat die Iltisfähe die der Gittertür am nächsten gelegene rechte Kammer der Versuchsanordnung nicht. Die Verbindungstür wurde daraufhin verschlossen, so dass nur noch ein ca. 25 cm x 25 cm Gitterfenster in Bodenhöhe Sichtkontakt ermöglichte. Zusätzlich wurde die Kiste von der Verbindungstür zum Nachbargehege weggedreht. Anschließend betrat die Fähe beide Kammern der Apparatur.

20 Monate nach Ende des ersten Futterwahlversuchs im Alter von 28 Monaten wurde die Fähe F2 in diesem Einzelgehege hinsichtlich einer Präferenz für Taube überprüft. Im gesamten Zeitraum vom Ende des ersten Experiments bis zum Beginn des dritten Experimentes, beinhalteten die Fütterungen im Wechsel Küken, Mäuse, Huhnbrocken und den Misch-Brei. Taubenbrocken wurden nur selten angeboten (Anteil insgesamt < 5%).

Im 3. Experiment wurde an insgesamt 35 Versuchstagen von Ende September bis Ende Oktober 2001 jede Futterkombination analog zum ersten Experiment (vgl. Kapitel 2.2.4.1) mindestens zweimal getestet (21 mal Brei, 14 mal Brocken; Tab. 7). Wie beim 2. Experiment stand auch hier kein Ziegenfleisch zur Verfügung. Zusätzlich wurde Hirschfleisch (Hi) als neue, gänzlich fremde Futtersorte siebenmal gefüttert.

Tab. 7: Anzahl der Futterkombinationen im 3. Experiment mit der Iltisfähe F2 (Ende September 2001 bis Ende Oktober 2001).

Kombination	Brei	Brocken	Gesamt
T/K	4	2	6
T/M	2	2	4
T/RH	2	2	4
T/Kan	2	2	4
T/H	2	2	4
T/Pf	4	2	6
T/Hi	5	2	7
	21	14	35

Abkürzungen:

T: Taube  
K: Küken  
M: Mäuse  
RH: Rinderherz  
Kan: Kaninchen  
H: Huhn  
Pf: Pferdeherz  
Hi: Hirsch

#### 2.2.4.4 4. Experiment: Iltisrüde R2

Der im Sommer 2000 geborene Iltiswurf wurde nur mit Standardfutter versorgt. Der Rüde R2 aus diesem Wurf wurde im Herbst 2000 separiert und im Rahmen einer Examensarbeit (GEMSA 2001) in einem Einzelgehege gehalten.

Im Winter 2001 diente der Iltisrüde R2 im Alter von neun Monaten als Kontrolltier für eine mögliche Futterpräferenz. Ziel dieses Kontrollversuches war es, Aussagen bzgl. der Attraktivität der unterschiedlichen Futtersorten zu erhalten. Bis zum Beginn der Futterwahlversuche (Tab. 8) wurde der Rüde R2 regelmäßig mit Küken, Mäusen und seltener mit Huhnfleisch versorgt. Taube wurde nur selten angeboten (Anteil < 5%).

Tab. 8: Anzahl der Futterkombinationen im 4. Experiment mit dem Iltisrüden R2 (Februar 2001).

Kombination	Brei	Brocken	Gesamt
T/K	1		1
T/M	1		1
T/R	1		1
T/Kan	2		2
T/H	1	1	2
T/Pf	1		1
H/Pf		2	2
K/RH		1	1
K/H		1	1
Pf/Hi		1	1
	7	6	13

Abkürzungen:

T: Taube  
K: Küken  
M: Mäuse  
R: Rinderherz  
Kan: Kaninchen  
H: Huhn  
Pf: Pferdeherz  
Hi: Hirsch

Die Versuchsanordnung wurde ca. vier Wochen vor Versuchsbeginn in das Gehege gestellt und bis zum Beginn des Versuches das Futter in täglichen Wechsel in einer der beiden Kammern angeboten. Die Futterwahlversuche wurden an 13 aufeinander folgenden Tagen im Februar 2001 durchgeführt (Tab. 8).

#### 2.2.4.5 5. Experiment: Iltiswurf 2

Im Sommer 2001 wurde der Prägungsversuch von 1999 mit sechs Tieren (3 Rüden: M1, M2, M3 und 3 Fähen: W1, W2, W3) aus dem dritten Wurf des Iltispaars analog zum ersten Experiment durchgeführt (vgl. Kapitel 2.2.4.1). Allerdings diente in diesem Versuchsdurchgang Rinderherz als Prägungskomponente.

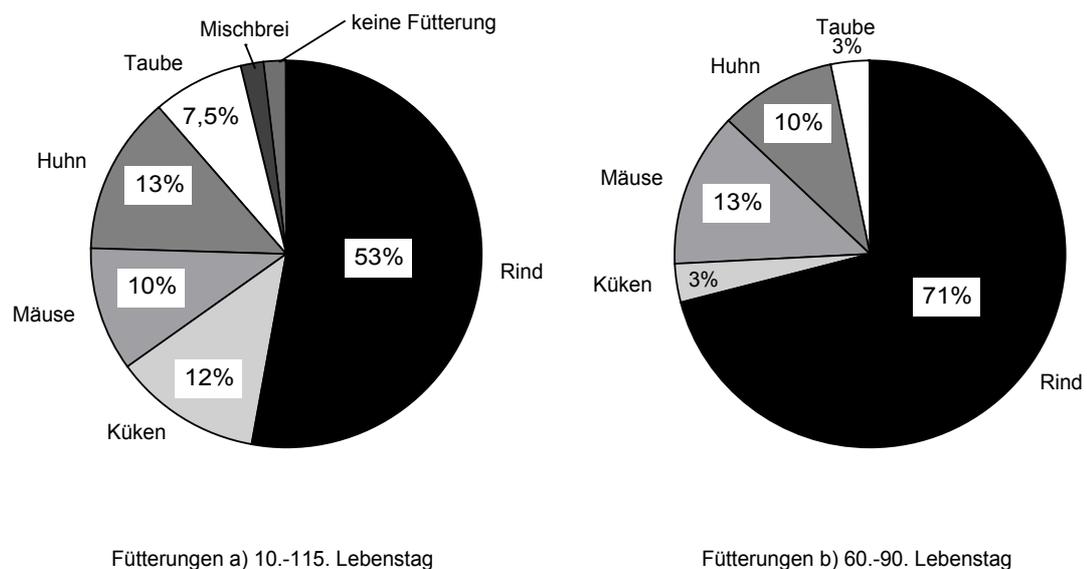


Abb. 2: Anteil der Futtersorten, die während der Aufzucht vom 10.–115. Lebenstag der Iltisse (2 a) und während postulierten sensiblen Phase vom 60. bis 90. Lebenstag der Iltisse (2 b) angeboten wurden.

Bis zum 115. Lebenstag der Iltisse wurden neben den Fütterungen mit Rinderherz in regelmäßigem Wechsel Fütterungen mit Küken, Mäuse und Huhn und seltener Taube (7,5%) durchgeführt (Abb. 2a). Der Mischbrei wurde an zwei Tagen angeboten, an zwei weiteren Tagen erfolgte keine Fütterung. Der Anteil der Fütterungen mit Rinderherz wurde analog zum 1. Experiment

während des 60. bis 90. Lebenstags der Jungtiere auf 71% erhöht (Abb. 2b). Allerdings erfolgte in diesem Zeitraum nur jeweils eine Fütterung mit Küken (3%) und eine mit Taube (3%), während die Anteile für die Fütterungen mit Huhn (10%) und Mäusen (13%) annähernd denen im Zeitraum vom 10.-115. Lebenstag entsprachen.

Nach dem 115. Lebenstag wurde der Anteil für Rind an den Fütterungen reduziert und die bekannten Futtersorten wurden in regelmäßigem Wechsel bis zum Beginn der Futterwahlversuche am 209. Lebenstag der Iltisse angeboten. Am 101. Lebenstag der Jungtiere wurden die Elterntiere aus dem Gehege herausgefangen. Anschließend wurde die Versuchsanlage in das Gehege gestellt und das Futter in täglichem Wechsel in einer der beiden Kammern angeboten. Am 209. Lebenstag der Iltisse wurde der Futterwahlversuch von Mitte Dezember 2001 bis Ende Februar 2002 an 64 Tagen durchgeführt (Tab. 9).

Tab. 9: Anzahl der Futterkombinationen im fünften Experiment mit den Iltissen aus Wurf 2 (Mitte Dezember 2001 bis Ende Februar 2002).

Kombination	Brei	Brocken	Gesamt
R/K	4	5	9
R/M	5	4	9
R/Kan	4	3	7
R/H	6	4	10
R/Pf	2	2	4
R/E	2	2	4
R/Käng	3	---	3
R/Hi	4	3	7
R/Fa	2	2	4
R/T	4	3	7
	36	28	64

Abkürzungen:

R: Rinderherzfleisch

K: Küken

M: Mäuse

Kan: Kaninchen

H: Huhn

Pf: Pferdeherz

E: Ente

Käng: Bennett-Känguruh

Hi: Hirsch

Fa: Fasan

T: Taube

Um das Horten von Brocken in den Bauen einzuschränken und somit zu vermeiden, dass die Tiere bei Breifütterungen bereits gehortete Brocken bevorzugt verzehren könnten, erfolgten an den ersten 33 Versuchstagen nur Breifütterungen. Anschließend wurden die Brockenfütterungen durchgeführt. Bennett-Känguruh-Fleisch (Käng) konnte bei den Brockenfütterungen nicht mehr bezogen werden. An den letzten sieben Versuchstagen erfolgten die Futterwahlversuche mit der Kombination Rinderherz/Taube (R/T).

### 3.1 Jagdstreckenanalyse

Für die Überprüfung der Hypothese, dass die lokalen Iltisdichten mit einer Beutepräferenz für Wildkaninchen zusammen hängen, wurde exemplarisch die Iltisstrecke von Gut Leye (Niedersachsen) analysiert. Ziel dieser Analyse war es, die jährlichen Schwankungen der Iltisstrecke ansatzweise anhand der Wildkaninchenstrecke dieses Gebietes zu erklären (vgl. Abb. 3). Hierbei wurde postuliert, dass der Wildkaninchenbestand einen direkten Einfluss auf die Wachstumsraten des Iltisbestandes hat.

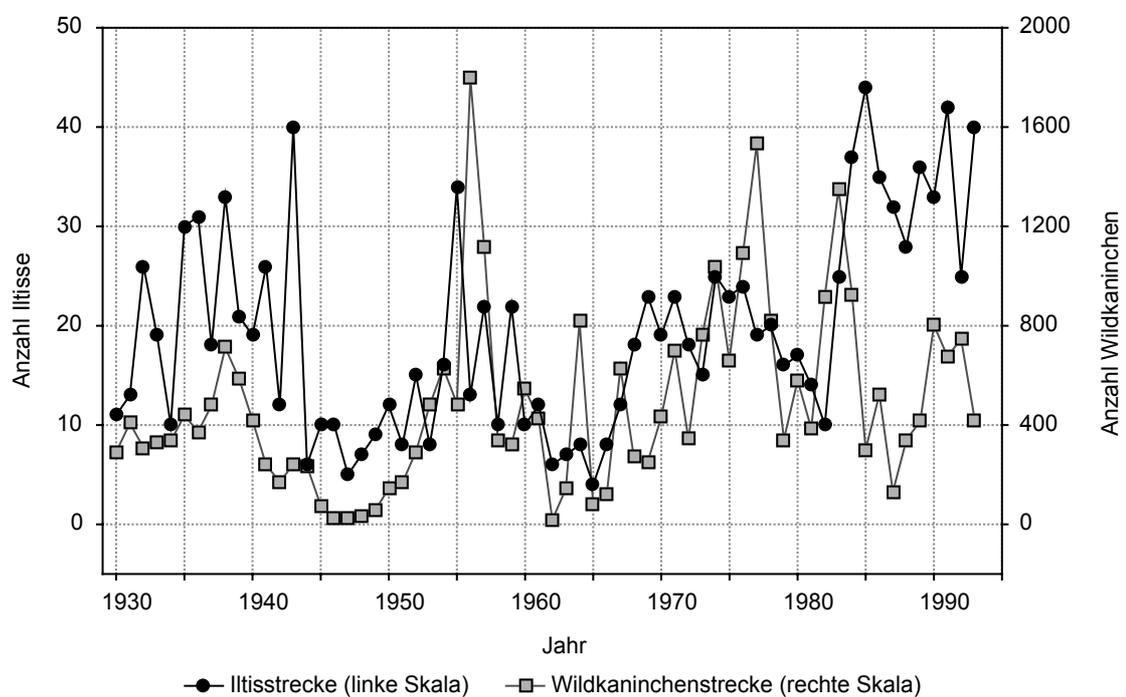


Abb. 3: Originaldaten der Iltis- und Wildkaninchenstrecke von Gut Leye in Niedersachsen für die Jahre von 1930 bis 1993.

Beide Strecken wiesen starke jährliche Schwankungen auf (vgl. Abb. 3). Das Minimum der Iltisstrecke von 4 Tieren fand sich 1965, das Minimum der Wildkaninchenstrecke lag 1962 bei 19 Tieren. Das Maximum der Wildkaninchenstrecke lag 1956 bei 1797 Tieren (Tab. 10). Insgesamt wies die Wildkaninchenstrecke 3 Jahre mit sehr hohen Werten von mehr als 1200 Tieren auf. Ab 1983 betrug die Iltisstrecke immer mehr als 20 Tiere und in diesem Zeitraum bis 1993 wurde dreimal sogar der Wert von 40 Iltissen überschritten. In den Jahren 1930 bis 1982 wurde nur einmal der Wert von 40 Iltissen erreicht.

Tab. 10: Deskriptive Statistik der Iltis- und Wildkaninchenstrecke für das Gebiet Gut Leye.

	N	Mittelwert (arithmetisch)	Standard- abweichung	Minimum (Jahr)	Maximum (Jahr)
Iltisstrecke	64	19,44	10,4	4 (1965)	44 (1985)
Wildkaninchenstrecke	64	486,08	364,94	19 (1962)	1797 (1956)

Nach dem KOLMOGOROV-SMIRNOV-Normalverteilungstest lagen die Daten der Iltisstrecke normalverteilt vor ( $d=0,106$ ;  $p>0,2$ ), während sich die Daten der Wildkaninchenstrecke eher logarithmisch verteilten. 64% der jährlichen Wildkaninchenstrecke beinhalteten Werte von weniger als 500 Tieren, die anderen Jahre wiesen hingegen eine hohe Streubreite bis zum Maximum von 1797 Wildkaninchen auf. Für die weiteren Berechnungen wurde der natürliche Logarithmus ( $\ln$ ) für die Werte der Wildkaninchenstrecke gewählt. Damit wurden die Daten der Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$  auf Werte im Bereich von ca. 3 bis ca. 7,5 gestaucht, lagen aber annähernd normalverteilt vor (K-S-Test:  $d=0,1525$ ;  $0,1>p>0,05$ ).

### 3.1.1 Schwankungen der Iltis- und Wildkaninchenstrecken

Der jährliche Zuwachs der Iltisstrecke  $I(t+1)$  lässt sich anhand des Vorjahreswertes  $I(t)$  sowie der Wachstumsrate  $r_W$  formal nach VERHULST (1883) beschreiben:

$$[1a] \quad I(t+1) = I(t) + r_W \cdot I(t)$$

$$[1b] \quad \Leftrightarrow I(t+1) - I(t) = r_W \cdot I(t)$$

Hierbei kann  $r_W$  als „spezifische natürliche Wachstumsrate“ (BEGON et al. 1991) einer Population angesehen werden (SCHWERDTFEGER 1979; WADE 1999). Für die Iltisstrecke wurden die jährlichen Wachstumsraten  $r_W$  aus obiger Gleichung [1b] berechnet (Abb. 4) gemäß:

$$[2] \quad r_W = \frac{[I(t+1) - I(t)]}{I(t)}$$

Analog zur Iltisstrecke in Abb. 3 wiesen auch die aus ihr berechneten Wachstumsraten  $r_W$  deutliche Schwankungen zwischen den einzelnen Jahrgängen auf. Ein Jahrgang bezeichnet die beiden Jahre, deren Streckendaten jeweils in

die Wachstumsrate gemäß Gleichung [2] eingingen. Die Differenz von  $I(t+1)$  und  $I(t)$  im Nenner von Gleichung [2] charakterisierte die Anzahl ( $n$ ) der Iltisse, um welche die Strecke  $I(t)$  zum Folgejahr ( $t+1$ ) zu- oder abnahm. Diese Differenz zwischen der Strecke des Folgejahres und der Vorjahresstrecke  $I(t+1)-I(t)$  wird im folgenden als „Zuwachs“ bezeichnet und beschreibt den jährlichen Zuwachs bzgl. des jeweiligen Jahrgangs  $t/(t+1)$ . Gemäß Gleichung [1b] entsprach die Wachstumsrate  $r_w$  multipliziert mit  $I(t)$  dem jährlichen Zuwachs und damit der Anzahl von Iltissen, um die die Iltisstrecke des darauffolgenden Jahres  $I(t+1)$  zu- oder abnahm:

$$\begin{aligned} \text{Zuwachs} &= I(t+1) - I(t) \\ [3] \quad \Rightarrow \text{Zuwachs} &= r_w \cdot I(t) \end{aligned}$$

Die in Abb. 4 dargestellten Wachstumsraten bzgl. der einzelnen Jahrgänge wiesen wesentlich höhere positive als negative Werte auf. Die höchste positive Wachstumsrate fand sich 1942/1943 mit  $r_w=2,33$ ; dies entsprach einer Zunahme um 28 Iltisse. Die höchste negative Wachstumsrate lag im Jahrgang darauf (1943/1944) mit  $r_w=-0,85$ , und bedeutete eine Abnahme um 34 Iltisse.

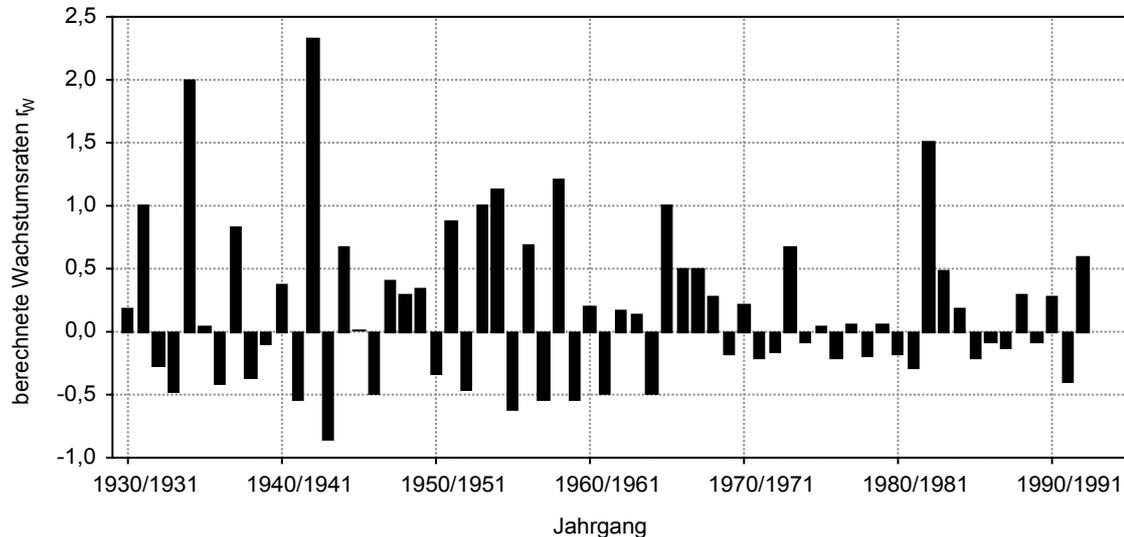


Abb. 4: Berechnete jährliche Wachstumsraten  $r_w$  der Iltisstrecke (nach Gleichung [2]).

Obwohl die Zu- und Abnahmen eine ähnliche Anzahl von Iltissen beinhalteten, lagen die Werte der Wachstumsrate  $r_w$  bei einer Zunahme in einem höheren Bereich als bei einer Abnahme. Dies begründet sich aus der Division der Differenz von  $I(t+1)-I(t)$  durch  $I(t)$ . Bei einer Zunahme der Iltisstrecke zum

Folgejahr  $I(t+1)$  war der Nenner kleiner als bei einer Abnahme der Iltisstrecke um die gleiche Anzahl von Iltissen.

Beispiel: Zunahme um 10 Iltisse:  $r_W = (40-30)/30 = 0,33$ ;

Abnahme um 10 Iltisse:  $r_W = (30-40)/40 = -0,25$ .

Die Wachstumsraten  $r_W$  ermöglichten daher keinen direkten Rückschluss auf die Anzahl der Iltisse um die die Strecke zu- oder abnahm.

Die Wildkaninchenstrecke wies die größte Zunahme 1955/1956 mit 1311 Tieren auf; die größte jährliche Abnahme fand sich bei ihr zwei Jahre später 1957/1958 mit 776 Wildkaninchen.

Ein direkter Zusammenhang zwischen Iltis-  $I(t)$  und Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$  kann allgemein anhand der linearen Regression gemäß Gleichung [4] formuliert werden:

$$[4] \quad I(t) = a + b \cdot \ln K(t)$$

Hierbei bezeichnen  $a$  und  $b$  zwei Konstanten, die in Abhängigkeit zu den Variablen  $I(t)$  und  $\ln K(t)$  bestimmt wurden. Für die einfache Lineare Regression ergab sich eine Korrelation von  $r=0,41$  (PEARSON:  $t=3,5$ ;  $p<0,0001$ ;  $N=64$ ) mit  $I(t) = -5,973 + 4,3512 \cdot \ln K(t)$  (Abb. 5).

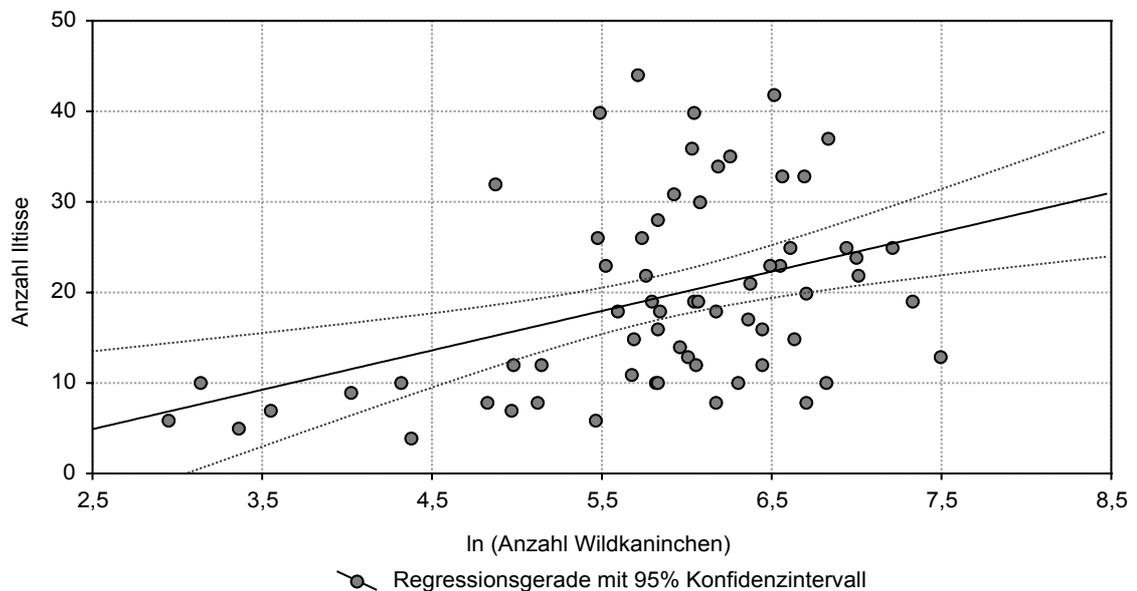


Abb. 5: Lineare Korrelation der Iltisstrecke  $I(t)$  und der Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$ .

Damit ließen sich anhand des linearen Ansatzes gemäß Gleichung [4] nur ca. 17% der Schwankungen der Iltisstrecke anhand der Wildkaninchenstrecke (logarithmiert) erklären (PEARSON  $r^2$ ).

Anhand der „LINEAREN REGRESSION MIT STRUKTURBRUCH“ (STATISTICA 5.5), wobei eine Unterteilung der Daten in zwei Gruppen erfolgt, ließen sich mit dem Ansatz in Gleichung [4] 75% der Schwankungen der Iltisstrecke auf die Wildkaninchenstrecke zurückführen (unter Verwendung kleinster Quadrate:  $R=0,87$ ;  $N=64$ ). Der Strukturbruch lag bei 19 Iltissen, so dass sich zwei Gleichungen, eine für weniger oder gleich 19 Iltisse [5a] und eine für mehr als 19 Iltisse [5b], ergaben. Das Programm schätzte folglich zwei getrennte lineare Regressionsmodelle, eines für die  $y$ -Werte  $I(t)$ , die kleiner oder gleich dem Strukturbruch ( $b_n$ ) waren, und eines für die  $y$ -Werte  $I(t)$ , die größer als der Strukturbruch waren (STATSOFT 1995):

$$y = (b_{01} + b_{11} \cdot x_1 + \dots + b_{m1} \cdot x_m) \cdot (y \leq b_n) + (b_{02} + b_{12} \cdot x_1 + \dots + b_{m2} \cdot x_m) \cdot (y > b_n)$$

$$[5] \quad y = (b_{01} + b_{11} \cdot \ln K(t)) \cdot (y \leq b_3) + (b_{02} + b_{21} \cdot \ln K(t)) \cdot (y > b_3)$$

$$[5a] \quad I(t) \leq 19: I(t) \cong -0,567 + 2,265 \cdot \ln K(t)$$

$$[5b] \quad I(t) > 19: I(t) \cong 49,921 - 3,252 \cdot \ln K(t)$$

Bei einem linearen Zusammenhang zwischen den jährlichen Schwankungen der Iltis- und Wildkaninchenstrecke fand sich damit ein Grenzwert, der dem arithmetischen Mittelwert für die Iltisstrecke entsprach (vgl. Tab. 10).

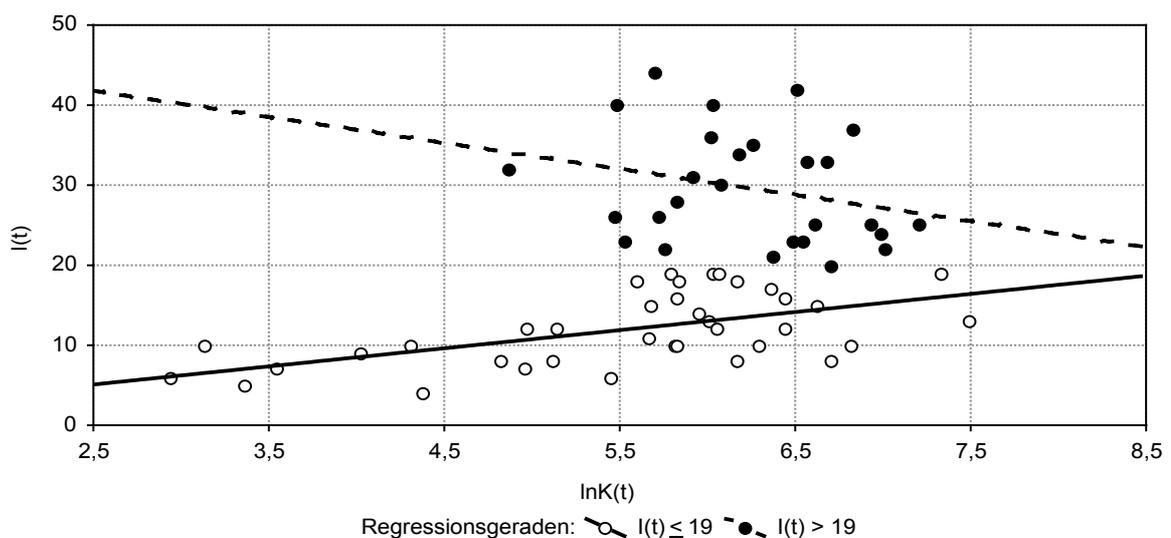


Abb. 6: Darstellung der beiden Korrelationsgleichungen für die Iltisstrecken  $I(t)$  bei weniger oder gleich 19 Iltissen nach [5a] (weiße Kreise) und bei mehr als 19 Iltisse nach [5b] (schwarze Punkte) in Beziehung zur Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$ .

Nach den beiden Regressionsgeraden [5a] und [5b] fand sich in Abb. 6 für die Iltisstrecken mit Werten kleiner oder gleich dem Strukturbruch eine positive, dagegen für höhere Iltisstrecken eine negative Korrelation bzgl. der Wildkaninchenstrecke.

Die positive Korrelation zwischen der Iltisstrecke  $I(t)$  bis maximal 19 Iltissen und der Wildkaninchenstrecke  $InK(t)$  gemäß Gleichung [5a] (PEARSON  $r=0,563$ ;  $t=4,03$ ;  $p<0,0001$ ;  $N=37$ ) wies auf einen Zusammenhang zwischen niedrigeren Iltisstrecken bei niedrigeren Wildkaninchenstrecken hin. Dagegen zeigte die negative Korrelation nach Gleichung [5b] keinerlei linearen Zusammenhang auf, da die Prüfstatistik keinen signifikanten Wert ergab (PEARSON  $r=-0,265$ ;  $t=-1,37$ ;  $p=0,18$ ;  $N=27$ ).

Als problematisch für den Ansatz einer linearen Korrelation war die Mehrfachbelegung von Werten bei der Iltis- und der Wildkaninchenstrecke anzusehen. So ergaben sich für  $InK(t) \approx 5,5$  vier verschiedene Iltisstrecken von 6, 23, 26 und 40 Tieren. Bei der linearen Regression wird versucht eine Gerade durch die Datenpunkte zu legen, derart, dass die Abweichungen ober- und unterhalb der Regressionsgeraden einander die Waage halten. Die im Folgenden wiederholt durchgeführten Regressionen dienten zur Bestimmung von Näherungsgleichungen.

Für die Wildkaninchenstrecke  $InK(t)$  fanden sich in dem Bereich von 5,5 bis 6,5 sehr viele unterschiedliche Werte für die Iltisstrecke von 8 bis 44 Tieren (vgl. Abb. 5 und Abb. 6). Die Wildkaninchenstrecke  $K(t)$  wies in diesem Bereich Werte von ca. 220 bis ca. 710 Tieren auf und insgesamt lagen 35 der 63 Streckendaten in diesem Intervall. Bei Werten der Wildkaninchenstrecke unterhalb von ca. 220 Tieren wies die Iltisstrecke 13 mal Werte von weniger als 13 Iltissen auf, nur einmal fand sich eine höhere Strecke von 32 Tieren.

### 3.1.2 Jährlicher Zuwachs der Iltisstrecke

Unter der Annahme, dass die jährliche Wildkaninchenstrecke  $InK(t)$  eher einen Einfluss auf den Zuwachs der Iltisstrecke zum Folgejahr  $I(t+1)$  hat (SCHRÖPFER et al. 2000), als direkt auf  $I(t)$ , wurde der Zusammenhang bzgl. der Werte des jährlichen Zuwachses nach Gleichung [3] formuliert als Ansatz [6]:

$$[6] \quad \text{Zuwachs} = I(t+1) - I(t) \cong a + b \cdot I(t) + c \cdot \ln K(t)$$

Der Zuwachs beschreibt die Zu- oder Abnahme der Iltisstrecke als Anzahl  $n$  der Iltisse und nicht wie die Wachstumsraten  $r_w$  als Faktor der Iltisstrecke (vgl. Gleichung [2] und [3]). Vorteil des Zuwachses ist, dass sich sowohl für eine Zu- als auch für eine Abnahme direkt vergleichbare Werte ergeben (vgl. Beispiel, Seite 29).

Der jährliche Zuwachs der Iltisstrecke  $I(t+1)-I(t)$  sollte anhand der Multiplen Regression einen Zusammenhang zu den Vorjahresstrecken der Iltisse  $I(t)$  und der jeweiligen Wildkaninchen  $\ln K(t)$  aufzeigen. Nach Ansatz [6] ergaben sich die Konstante  $a$  und die beiden Faktoren  $b$  und  $c$  in Näherungsgleichung [7] mit einer Korrelation von  $R=0,55$  und entsprechend einer erklärenden Varianz  $R^2$  von ca. 30% ( $F(2,60)=12,76$ ;  $p<0,0001$ ).

$$[7] \quad \text{Zuwachs} = I(t+1) - I(t) \cong -5,94 - 0,6 \cdot I(t) + 3,07 \cdot \ln K(t)$$

Damit wirkte die Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$  als positiver Faktor ( $c=3,07$ ), während die Iltisstrecke  $I(t)$  als negativer Wert ( $b=-0,6$ ) in die Näherungsgleichung [7] einging. Die Iltisstrecke des Vorjahres  $I(t)$  wurde somit zu 60% in den Wert für den Zuwachs eingerechnet. Der jährliche Zuwachs der Iltisstrecke konnte in Beziehung zum positiven Term bzgl. der Wildkaninchenstrecke  $3,07 \cdot \ln K(t)$  gesehen werden, während die Abnahme durch die Konstante  $a=-5,94$  und den negativen Term bzgl. der Iltisstrecke  $-0,6 \cdot I(t)$  beschrieben wurde.

Bei Auftragung des jährlichen Zuwachses  $I(t+1)-I(t)$  in Abb. 7, zum einen berechnet aus den Originaldaten, zum anderen nach Näherungsgleichung [7], zeigte sich, dass die Extremwerte der Originalstrecke bei der Regressionsgleichung reduziert wurden. Aus der Näherungsgleichung [7] konnte ein Prognosewert für das Jahr 1994 bestimmt werden, der eine Abnahme von 11 Iltissen bedeutet hätte. Damit hätte die postulierte Iltisstrecke für dieses Jahr bei 29 Tieren gelegen.

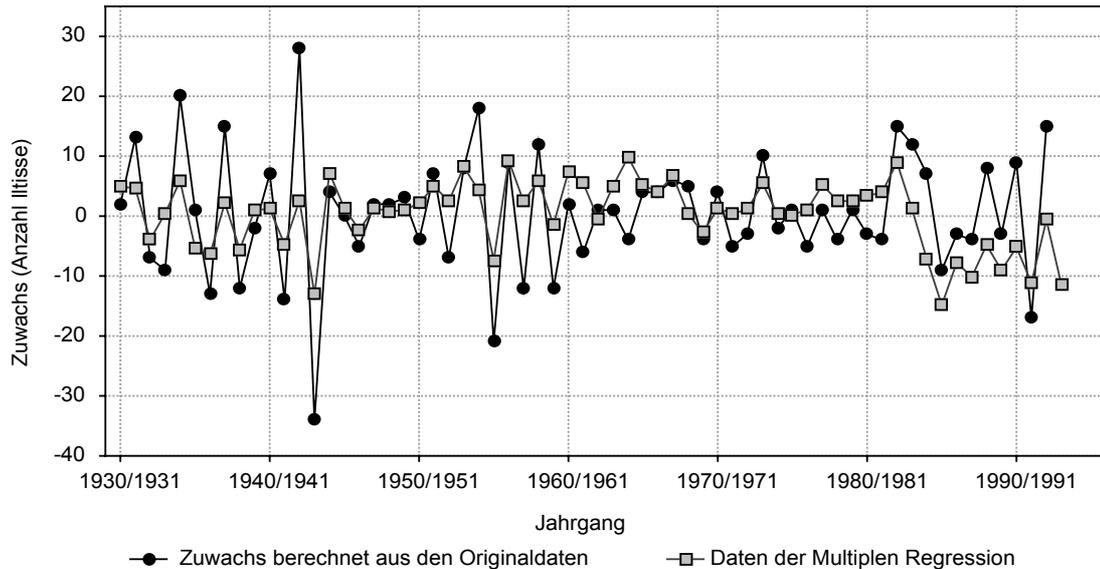


Abb.7: Vergleich der aus den Originaldaten berechneten und nach der Multiplen Regression gemäß Gleichung [7] berechneten Zuwächse der Iltisstrecke.

### 3.1.3 Abschätzung der Zuwachs- und Verlustraten der Iltisstrecke

Im Vergleich zum jährlichen Zuwachs beinhaltet die Wachstumsrate  $r_W$  Informationen zur Populationsdynamik einer Art und kennzeichnet spezifische Zunahme- und Abnahmefaktoren. Im folgenden Kapitel soll versucht werden, diese Zu- und Abnahmefaktoren bzgl. der Iltisse im Gebiet Gut Leye aufzuzeigen. Hierzu wurden aus Näherungsgleichung [7] für den Zuwachs die entsprechenden Wachstumsraten  $r_W$  bestimmt. Nach Gleichung [3] entsprach der jährliche Zuwachs  $I(t+1)-I(t)$  der Wachstumsrate  $r_W$  multipliziert mit  $I(t)$ :

Vgl. [3] 
$$\text{Zuwachs} = r_W \cdot I(t)$$

Die Näherungsgleichung [7] für den Zuwachs konnte - durch Erweitern mit  $I(t)$  - in die Form von Gleichung [3] überführt werden:

$$[8] \quad \text{Zuwachs} \cong 3,07 \cdot \ln K(t) - 0,6 \cdot I(t) - 5,94 = \left( 3,07 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)} - \left( 0,6 + \frac{5,94}{I(t)} \right) \right) \cdot I(t)$$

Für die Wachstumsraten  $r_W$  folgte dann gemäß [8]:

$$[9] \quad r_W \cong \left( 3,07 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)} - \left( 0,6 + \frac{5,94}{I(t)} \right) \right) = r_{N1}$$

Bei Auftragung der aus der Näherungsgleichung [9] berechneten Wachstumsraten (in [9] mit  $r_{N1}$  bezeichnet) gegen die Wachstumsraten  $r_W$  nach Gleichung [2] (vgl. Abb. 4) ergab sich ein Korrelationskoeffizient von  $r=0,5$  (PEARSON:  $t=4,54$ ;  $p<0,0001$ ;  $N=63$ ) mit der Regressionsgleichung [10], (Abb. 8):

$$[10] \quad r_W \cong 0,028 + 0,8 \cdot r_{N1}$$

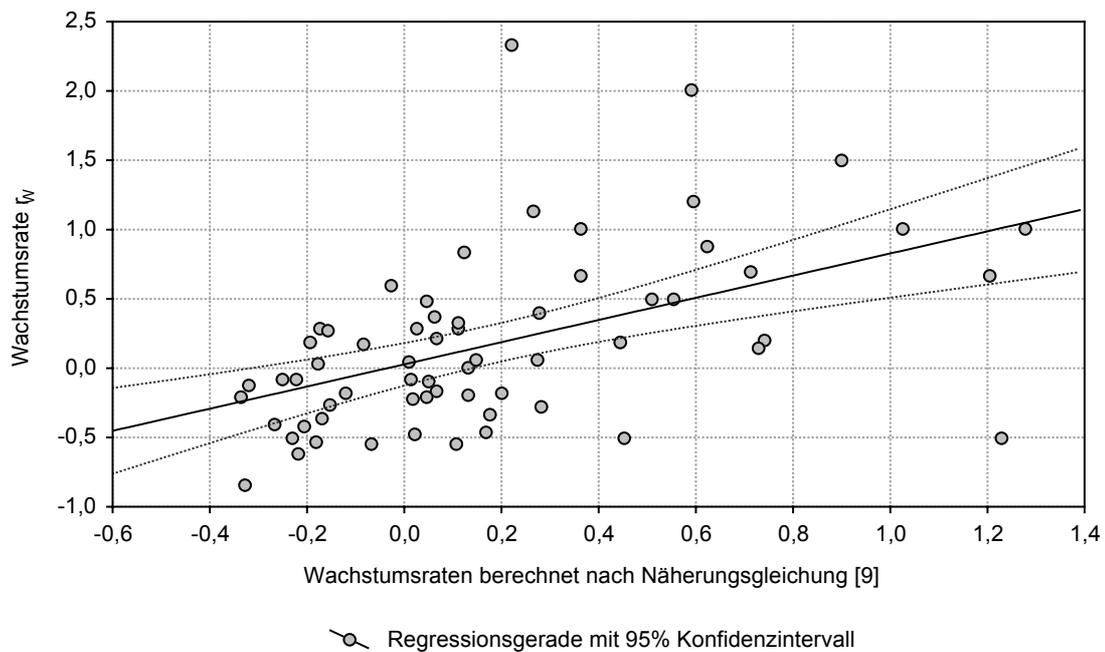


Abb. 8: Lineare Korrelation der Wachstumsraten  $r_W$  zu den Näherungswerten  $r_{N1}$  berechnet nach Gleichung [9].

Bei Einsetzen der Näherungswerte  $r_{N1}$  in die Regressionsgleichung [10] ergeben sich die Näherungswerte  $r_{N2}$ :

$$[11] \quad r_W \cong 0,028 + 0,8 \cdot \left( 3,07 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)} - \left( 0,6 + \frac{5,94}{I(t)} \right) \right) \equiv r_{N2}$$

$$\Leftrightarrow r_{N2} = 2,456 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)} - 0,452 - \frac{4,752}{I(t)}$$

Wie schon beim Zuwachs in Abb. 7 wurden die Minima und Maxima der Wachstumsrate  $r_W$  berechnet aus den Originaldaten durch die Regressionsgleichung reduziert. Die Wachstumsraten  $r_W$  lagen insbesondere bei negativen Werten höher als die Näherungswerte  $r_{N2}$  nach der Regressionsgleichung (Abb. 9). Das Maximum der nach Näherungsgleichung [11] neu bestimmten Wachs-

tumsraten  $r_{N2}$  lag bei 1,05 und das Minimum bei  $-0,24$ . Die höchsten Wachstumsraten in den Jahrgängen 1934/1935 und 1942/1943 wurden durch die Näherungswerte  $r_{N2}$  nicht wiedergegeben (Abb. 9).

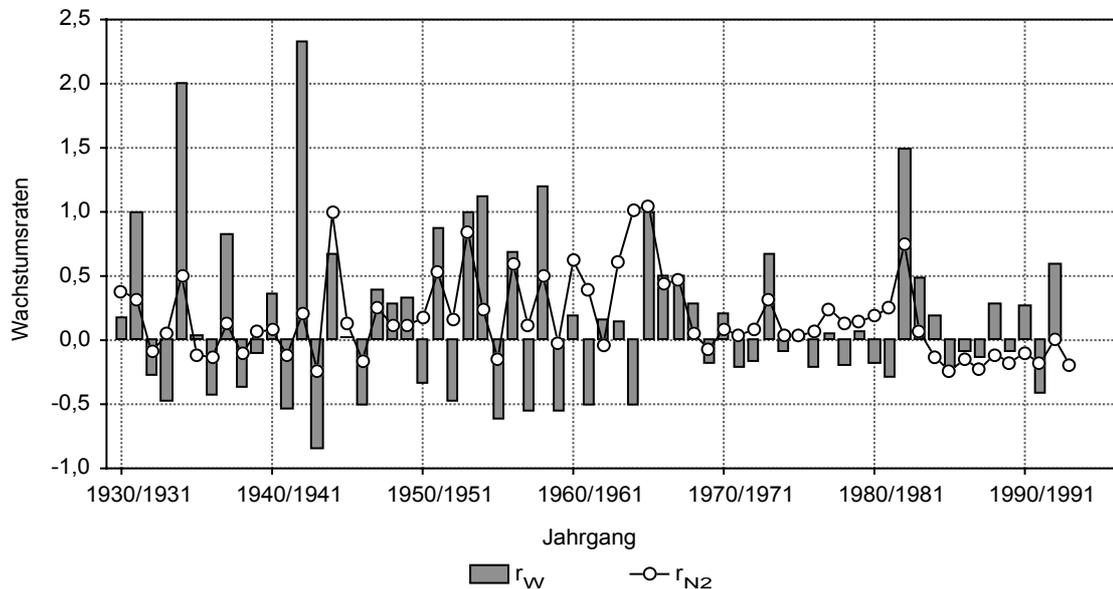


Abb. 9: Wachstumsraten  $r_W$  und nach Näherungsgleichung [11] berechnete Raten  $r_{N2}$ .

Für die Bestimmung der Wachstumsfaktoren der Iltisstrecke in Bezug auf der zugrunde liegenden Populationsentwicklung im Sinne des Wachstumsgesetzes [1a], wurde Näherungsgleichung [11] für die Wachstumsraten  $r_{N2}$  als Ansatz gewählt. Obwohl die Wachstumsraten  $r_W$ , berechnet aus den Originaldaten (vgl. Gleichung [2]) nicht zu 100% durch die Näherungswerte  $r_{N2}$  wiedergegeben wurden, konnten durch Gleichung [11] die Wachstumsraten  $r_W$  als mathematische Funktion ansatzweise beschrieben werden.

Die Wachstumsrate  $r_W$  beinhaltet formal alle Einflussgrößen, die sowohl die Zunahme als auch die Abnahme der Iltisstrecke bestimmten:

$$[12] \quad r_W = \sum \text{Zunahmefaktoren} - \sum \text{Abnahmefaktoren}$$

Bei der weiteren Analyse wurde die Zunahme der Iltisstrecke vornehmlich auf die Reproduktionsrate (G) der Iltisse zurückgeführt. Zusätzlich wurde eine Einwanderung (E) von Iltissen in das Gebiet hinein angenommen. Demgegenüber wurden als Faktoren für die Abnahme der Iltisstrecke die Mortalität (M) sowie die Abwanderung (A) von Iltissen aus dem Gebiet hinaus gewählt:

$$[13] r_w \equiv \underbrace{(\text{Geburtenrate} + \text{Einwanderungsrate})}_{G+E} - \underbrace{(\text{Mortalitätsrate} + \text{Abwanderungsrate})}_{M+A}$$

Die Formel [11] für die Näherungswerte  $r_{N2}$  enthielt einen positiven und zwei negative Terme:

$$\text{Vgl. [11]} \quad r_w \cong r_{N2} = 2,456 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)} - 0,452 - \frac{4,752}{I(t)}.$$

Für die Zunahme der Iltisstrecke vom Jahr  $t$  zum Folgejahr  $t+1$  fand sich der positive Term

$$[14] \quad G + E \equiv 2,456 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)},$$

während die Abnahme der Iltisstrecke von  $t$  nach  $t+1$  durch

$$[15] \quad M + A \equiv 0,452 + \frac{4,752}{I(t)}$$

beschrieben wurde.

Die Wachstumsrate der Iltisstrecke  $r_w$  konnte gemäß Gleichung [14] durch den positiven Faktor  $G+E$  für Geburten und Immigration und gemäß Gleichung [15] durch den negativen Faktor  $M+A$  für die Mortalität und Abwanderung der Iltisse unterteilt werden. Der jährliche Zuwachs als Multiplikation von  $r_w$  mit der Iltisstrecke  $I(t)$  bezeichnet die Anzahl der Iltisse, um die sich die Strecke zum Folgejahr hin veränderte.

Unter der Annahme, dass die Faktoren der Näherungswerte  $r_{N2}$  den postulierten Zu- und Abnahmefaktoren entsprachen, wurde eine Abschätzung bzgl. möglicher Geburten- ( $G$ ) und Mortalitätsraten ( $M$ ) der Iltisstrecke versucht. Dabei wurde im ersten Ansatz davon ausgegangen, dass die Ein- ( $E$ ) und Abwanderungsraten ( $A$ ) sich annähernd entsprachen (siehe Kapitel 3.1.3.4).

### 3.1.3.1 Zunahmerate $G+E$

Für die Abschätzung der positiven Zuwachsrates des Iltisbestands anhand der Jagdstrecken ergab sich nach Gleichung [14] eine postulierte Zunahmerate von

$$\text{Vgl. [14]} \quad G + E \equiv 2,456 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)}$$

Damit wurde die Zunahme der Iltisstrecke über das Verhältnis der Wildkaninchen- zur Iltisstrecke ausgedrückt: Je mehr Wildkaninchen auf einen Iltis kamen, um so höher stieg der Faktor (G+E), und anders herum sank dieser Faktor bei wenigen Wildkaninchen und vielen Iltissen.

Der Quotient aus  $\ln K(t) \div I(t)$  in Gleichung [14] wies nach Abb. 10 eine negativ logarithmische Korrelation zur Iltisstrecke  $I(t)$  auf.

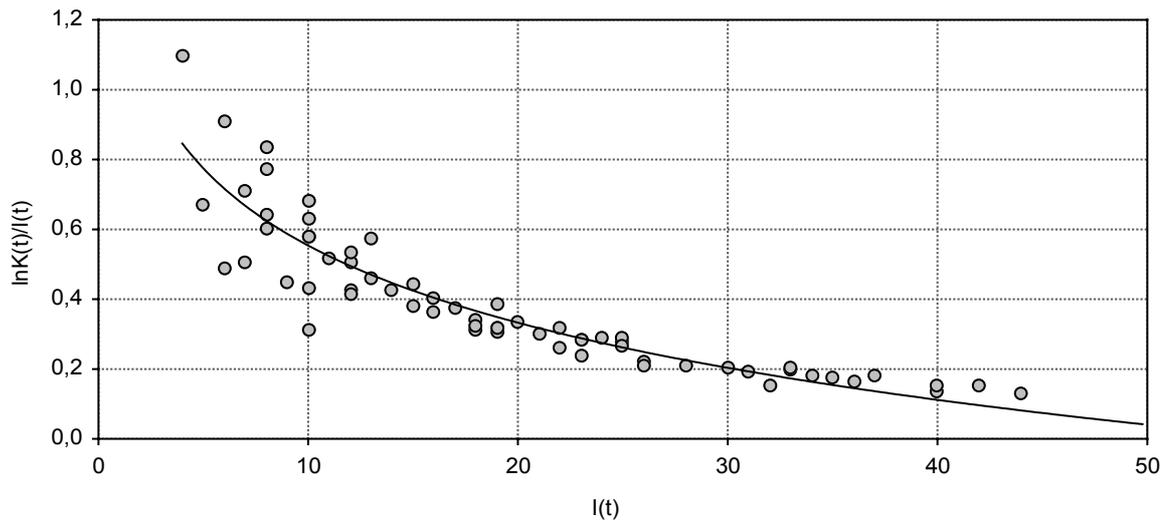


Abb. 10: Darstellung der Abnahme von  $\ln K(t)/I(t)$  bei ansteigender Iltisstrecke  $I(t)$  mit der Regressionsgleichung:  $\frac{\ln K(t)}{I(t)} = 1,288 - 0,734 \cdot \lg I(t)$ .

Bei Umrechnung des dekadischen Logarithmus  $\lg I(t)$  in den natürlichen Logarithmus  $\ln I(t)$  (SIEBER 1987, vgl. Gleichung [16]) ergab sich für  $\ln K(t) \div I(t)$  entsprechend der Regressionsgleichung in Abb. 10 eine lineare Korrelation zu  $\ln I(t)$  mit  $r=0,9138$  (PEARSON  $t=-17,717$ ,  $p<0,0001$ ;  $N=63$ ).

$$\begin{aligned}
 [16] \quad & \frac{\ln K(t)}{I(t)} \cong 1,2882 + (-0,734 \cdot \lg I(t)) = 1,2882 + 0,434 \cdot (-0,734 \cdot \ln I(t)) \\
 & \Leftrightarrow \frac{\ln K(t)}{I(t)} \cong 1,2882 - 0,3186 \cdot \ln I(t)
 \end{aligned}$$

In Näherungsgleichung [16] wurde der Quotient  $\ln K(t) \div I(t)$  nur durch die Variable  $\ln I(t)$  ausgedrückt. Damit verschwand die Wildkaninchenstrecke und der Faktor  $-0,3186 \cdot \ln I(t)$  wirkte reduzierend mit zunehmender Iltisstrecke (vgl. Abb. 11).

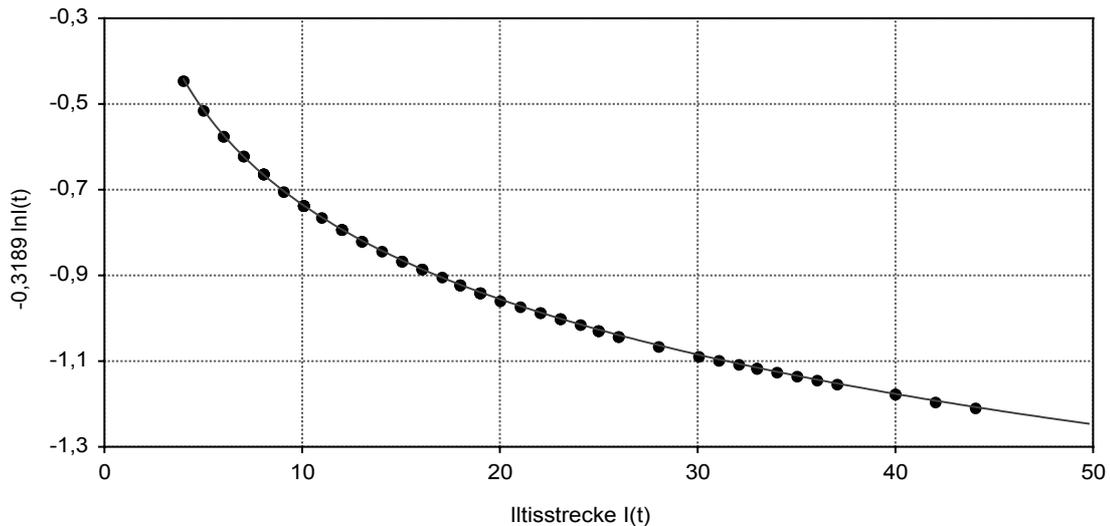


Abb. 11: Darstellung der Abnahme des Faktors  $-0,3189 \cdot \ln I(t)$  bei ansteigender Iltisstrecke  $I(t)$ .

Als Näherungsgleichung für die postulierte Zunahmerate  $(G+E)$  ergab sich mit Gleichung [16]:

$$\begin{aligned}
 [17] \quad \text{Zunahmerate } G + E &\cong 2,456 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)} \approx 2,456 \cdot [1,2882 - 0,3186 \cdot \ln I(t)] \\
 &\Rightarrow G + E \cong 3,164 - 0,783 \cdot \ln I(t)
 \end{aligned}$$

Die Zunahme der Iltisstrecke als Anzahl geborener und eingewandeter Iltisse konnte durch Multiplikation der Zunahmerate  $(G+E)$  mit  $I(t)$  formuliert werden. Die postulierte Anzahl geborener und eingewanderter Iltisse nach Näherungsgleichung [17] ergab dann:

$$\begin{aligned}
 [18] \quad \text{Zunahme} &= (G + E) \cdot I(t) \cong \left( 2,456 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)} \right) \cdot I(t) \\
 &\Rightarrow \text{Zunahme} \cong 3,164 \cdot I(t) - 0,783 \cdot \ln I(t) \cdot I(t) = 3,164 \cdot I(t) + \frac{I(t)}{\ln I(t)^{0,782}}
 \end{aligned}$$

Da die Geburtenrate  $G$  mit  $I(t)$  multipliziert wird, geht die gesamte Vorjahrestrecke der Iltisse in die Reproduktion ein, womit auch die im Vorjahr geborenen Iltisse als fortpflanzungsfähig gelten. Bei einem monogamen Verpaarungssystem ergibt sich mit einer Geburtenrate von  $G=3,164$  pro Iltispaar eine durchschnittliche Wurfgröße von 6 Jungtieren. Die Geburtenrate beinhaltet die mittlere Anzahl geborener Iltisse pro Fortpflanzungspaar. In die Berechnung ging die Anzahl geborener Jungtiere zur Anzahl adulter Iltisse ein:

$$\text{Geburtenrate} = \frac{\text{Anzahl Jungtiere}}{\text{Anzahl adulter Tiere}} \Leftrightarrow \text{Anzahl Jungtiere} = G \cdot \text{Anzahl adulter Tiere} .$$

Es gab keinerlei Angaben zum Geschlechterverhältnis der Iltisstrecke von Gut Leye. Eine Interpretation der Geburtenrate bzgl. der möglichen durchschnittlichen Wurfgröße bedingt sich aus dem Geschlechterverhältnis. In Tab. 11 wurde daher ausgehend von einer konstanten, mittleren Wurfgröße bei Iltissen von 6 Jungtieren (WOLSAN 1993), exemplarisch für verschiedene Geschlechterverhältnisse und Paarungssysteme berechnet, wie hoch die Geburtenrate liegen würde. Bei einem monogamen Paarungssystem führte ein Ungleichgewicht im Geschlechterverhältnis zur Reduzierung der Geburtenrate, da einige adulte Iltisse keinen Fortpflanzungspartner hatten. Unter der Annahme, dass ein Rüde mehrere Fähen decken kann (Polygynie), ergab sich eine Erhöhung der Geburtenrate auf 4, da im Vergleich zum monogamen Verpaarungssystem mehr Würfe geboren werden. Nach einer Untersuchung von LODÉ (2001) waren jedoch maximal  $\frac{1}{3}$  der Iltisrüden polygyn. Demnach wären 67% der Rüden rein monogam und die berechnete Geburtenrate läge bei 3,33.

Tab. 11: Berechnung der Geburtenrate G bei konstanter mittlerer Wurfgröße von 6 Jungtieren für unterschiedliche Geschlechterverhältnisse und Paarungssysteme. Die Geburtenrate berechnet sich aus dem Verhältnis der Anzahl geborener Iltisse zur Anzahl adulter Iltisse.

Geschlechterverhältnis ♂♂:♀♀	Verpaarungssystem	Anzahl adulte Tiere	Anzahl Würfe	Mittlere Wurfgröße	Geburtenrate
1 : 1	Monogam	2	1	6	3
2 : 1	Monogam, 50% ♂♂ ohne Partner	3	1	6	2
1 : 2	Monogam, 50% ♀♀ ohne Partner	3	1	6	2
1 : 2	Polygyn	3	2	6	4
2 : 3	Fakultativ polygyn, $\frac{1}{3}$ ♂♂ polygyn	5	3	6	3,33

Demnach lag die berechnete Geburtenrate  $G=3,164$ , wenn man von durchschnittlich 6 Jungtieren pro Wurf ausgeht, zwischen den Werten bei Monogamie und bei fakultativer Polygynie nach LODÉ (2001).

Der Faktor  $\frac{I(t)}{\ln I(t)^{0,782}}$  in Näherungsgleichung [18] entsprach gemäß der Umformung in Gleichung [17] der Potenzreihenentwicklung für den natürlichen Logarithmus  $\ln I(t)$  (BRONSTEIN & SEMENDJAJEW 1987).

Die postulierte Zunahme der Iltisstrecke als Anzahl von Iltissen  $(G + E) \cdot I(t)$  gehorchte dem Verlauf in Abb. 12.

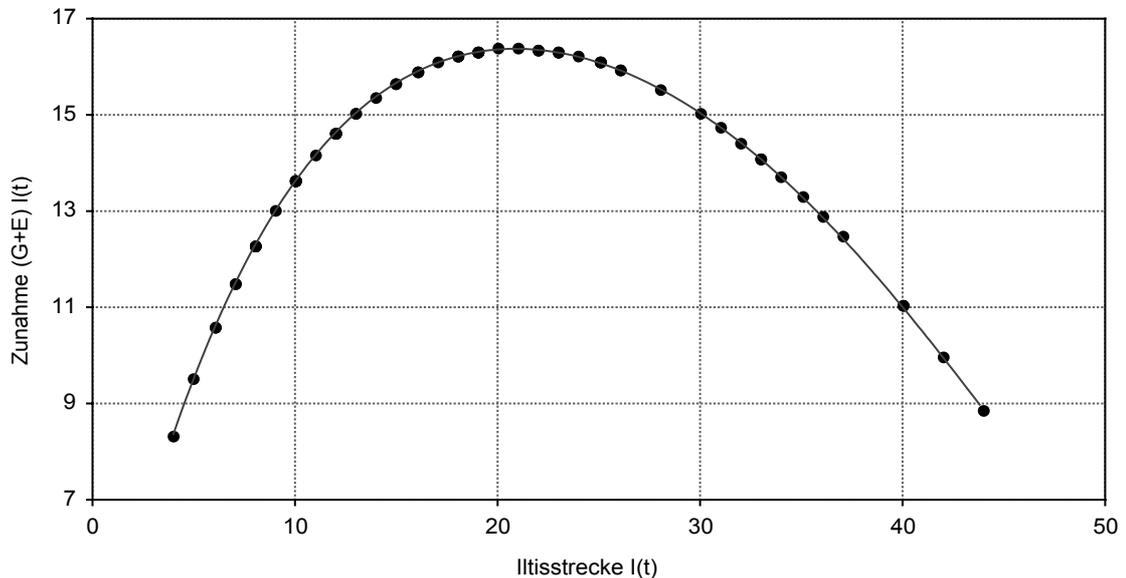


Abb. 12: Darstellung der postulierten Zunahme  $(G+E) \cdot I(t)$  gemäß Näherungsgleichung [18] bei ansteigender Iltisstrecke  $I(t)$ ;  
 $y = 2,295 + 1,854 \cdot x - 0,093 \cdot x^2 + 0,002 \cdot x^3 - 3,993 \cdot e^{-5 \cdot x^4} + 2,676 \cdot e^{-7 \cdot x^5} + \varepsilon$

Damit sank die postulierte Zunahme  $(G + E) \cdot I(t)$  nach Näherungsgleichung [18] bei einer Iltisstrecke  $I(t)$  von mehr als 22 Tieren. Diese Reduzierung der möglichen Zunahme bei höheren Streckendaten konnte als negativer Einfluss höherer Iltisdichten auf die Reproduktion angesehen werden. Es konnte auch postuliert werden, dass die Einwanderung gebietsfremder Iltisse durch den

Faktor  $\frac{I(t)}{\ln I(t)^{0,782}}$  beschrieben wurde, allerdings ging dieser Term als negativer

Wert in die Näherungsberechnungen ein (siehe Kapitel 3.1.3.4).

### 3.1.3.2 Verlustrate M+A

Die Näherungsgleichung [11] (vgl. Kapitel. 3.1.2) für die Wachstumsraten  $r_{N2}$  der Iltisstrecke beinhaltet neben einem positiven Term zwei negative Terme, die zusammen die Abnahme der Iltisstrecke bestimmten:

$$r_{N2} = 2,456 \cdot \ln K(t) \div I(t) - \underbrace{\left(0,452 + 4,752 \div I(t)\right)}_{\text{Abnahme}}$$

vgl. [15] 
$$M + A \equiv 0,452 + \frac{4,752}{I(t)}$$

Die Mortalität und Abwanderung von Itissen beinhaltet mehrere Einflussfaktoren, die getrennt berücksichtigt werden sollten. Im ersten Ansatz wurde die Abnahmerate im direkten Zusammenhang mit der in Kapitel 3.1.3.1 bestimmten

Zunahmerate  $G + E \equiv 2,456 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)}$  betrachtet (Abb. 13):

[19] 
$$\begin{aligned} M + A &\equiv \left(0,452 + \frac{4,752}{I(t)}\right) \cdot \left(0,407 \cdot \frac{I(t)}{\ln K(t)}\right) \cdot (G + E) \\ &= \left(0,183 \cdot \frac{I(t)}{\ln K(t)} + \frac{1,934}{\ln K(t)}\right) \cdot (G + E) \end{aligned}$$

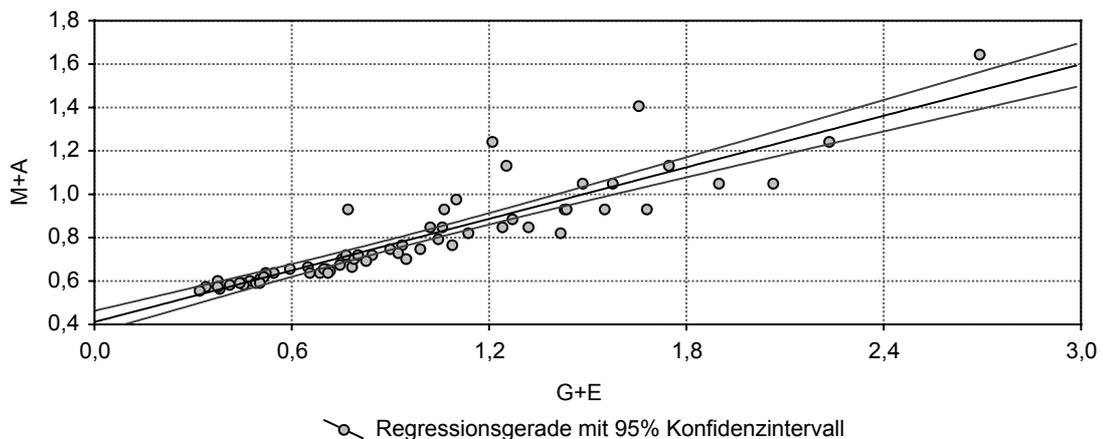


Abb. 13: Lineare Korrelation der postulierten Abnahmerate  $M + A \equiv 0,452 + \frac{4,752}{I(t)}$  zur

postulierten Zunahmerate  $G + E \equiv 2,456 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)}$ .

Nach Abb. 13 ergab sich für die lineare Regression (PEARSON:  $r=0,9$ ;  $t=16,68$ ;  $p<0,0001$ ;  $N=64$ ) die Korrelationsfunktion:

[20] 
$$M + A \cong 0,41 + 0,4 \cdot (G + E)$$

Nach der Umrechnung gemäß Gleichung [19] ergab sich aber auch:

$$M + A \cong 0,452 + \frac{4,752}{I(t)} = \left( 0,183 \cdot \frac{I(t)}{\ln K(t)} + \frac{1,934}{\ln K(t)} \right) \cdot (G + E)$$

[21]  $\Leftrightarrow M + A \cong 0,45 + \underbrace{\frac{1,934}{\ln K(t)}}_{VG} \cdot (G + E) \cong 0,41 + 0,4 \cdot (G + E)$

Damit ergab sich nach der Korrelationsfunktion [20] für  $\frac{1}{\ln K(t)}$  ein annähernd

konstanter Wert von 0,4, während nach Gleichung [21] der Faktor  $\frac{1,934}{\ln K(t)}$  als abhängig von der Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$  auf die Zunahmerate  $(G+E)$  wirkte. Dieser Faktor wurde als „Verlustrate der Geburten (VG)“ interpretiert („Jungtiermortalität“). Nach der Regressionsgleichung in Abb. 13 hätte diese Abnahme konstant ca. 40% der Geburten beinhaltet. Demgegenüber schwankte der Faktor  $\frac{1,934}{\ln K(t)}$  wesentlich stärker und wies je nach Wildkaninchenstrecke  $K(t)$  Werte von 0,25 bis 0,66 auf (Abb. 14).

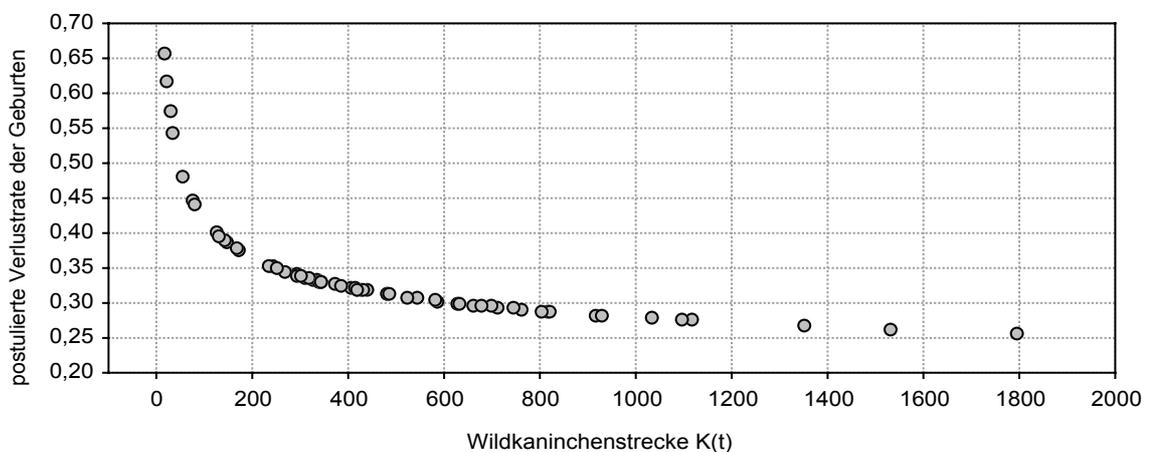


Abb. 14: Darstellung der geringer werdenden Verlustrate  $VG = \frac{1,934}{\ln K(t)}$  bei Zunahme der Wildkaninchenstrecke  $K(t)$ .

Nach Abb. 14 lag die höchste Verlustrate der Geburten bei ca. 66% und beim Maximum der Wildkaninchenstrecke noch bei ca. 25% der Geburten.

Die Abnahme der Iltisstrecke als Anzahl verstorbener und abgewanderter Tiere ergab sich aus der Multiplikation der Rate  $(M+A)$  gemäß Gleichung [21] mit  $I(t)$ :

$$\begin{aligned}
 [22] \quad \Leftrightarrow M + A &\equiv 0,45 \cdot I(t) + \underbrace{\frac{1,934}{\ln K(t)}}_{VG} \cdot (G + E) \cdot I(t) \\
 &\equiv 0,41 \cdot I(t) + 0,4 \cdot (G + E) \cdot I(t)
 \end{aligned}$$

Im Gegensatz zur postulierten Verlustrate der Geburten VG wies der zweite Term in beiden Gleichungen einen Faktor für  $I(t)$  zwischen 0,41 und 0,45 auf. Dieser Term bezog sich auf die Iltisstrecke  $I(t)$ . Der postulierte Anteil abgewandelter oder verstorbener Iltisse lag damit bei 45% der Iltisstrecke, bzw. bei ca. 41% der Iltisstrecke nach der Näherungsgleichung [20]. Dieser Anteil ergab sich als konstanter Faktor der Iltisstrecke  $I(t)$  und wurde zunächst als Abwanderungs- bzw. Mortalitätsrate der subadulten und adulten Iltisse interpretiert, wobei sich dieser Wert auf das Jahr  $t$  bezog, und getrennt von VG zu betrachten war, da die Geburtenrate zum Zeitpunkt  $(t+1)$  wirkte. Für die weitere Analyse wird die konstante Abnahme zum Zeitpunkt  $t$  mit AM bezeichnet.

### 3.1.3.3 Wachstumsrate $r_i$

Nach den vorangegangenen Kapiteln ergaben sich für die einzelnen Terme der Wachstumsrate  $r_{N2}$  (vgl. Gleichungen [11], [14] und [15]) die Näherungsgleichungen [23] für die Zunahmerate und [24] für die Abnahmerate:

$$[23] \text{ (vgl. [18])} \quad \text{Zunahmerate} = G + E \equiv 2,456 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)} \equiv \underline{\underline{3,164 + \frac{1}{\ln I(t)^{0,782}}}}$$

$$[24] \text{ (vgl. [22]):} \quad \text{Abnahmerate} \quad \underline{\underline{M + A \equiv 0,45 \cdot I(t) + \underbrace{\frac{1,934}{\ln K(t)}}_{VG} \cdot (G + E) \equiv 0,41 + 0,4 \cdot (G + E)}}$$

Unter der Annahme, dass die Näherungsgleichung für die Zunahmerate in Gleichung [23] (unterstrichen) und die Abnahmerate in Gleichung [24] (unterstrichen) die Populationsdynamik der Iltisse in Beziehung zur Wildkaninchenstrecke am günstigsten wiedergeben, wurden die Wachstumsraten  $r_i$  in

Gleichung [25] als Differenz von den gewählten Näherungswerten der Zu- und Abnahmeraten bestimmt: Wachstumsrate =  $r_W \equiv \text{Zunahmerate} - \text{Abnahmerate}$

$$[25] \quad r_W \cong r_i = \underbrace{3,164 - 0,783 \cdot \ln I(t)}_{G+E} - \underbrace{0,45}_{AM} - \underbrace{\frac{1,934}{\ln K(t)}}_{VG} \cdot \underbrace{(3,164 - 0,783 \cdot \ln I(t))}_{G+E}$$

Während für die Zunahmerate G+E der Näherungswert nach Gleichung [18] eingesetzt wurde, entfiel die Wahl für die Abnahmerate M+A gegen die Näherungsgleichung [20], da diese sich als konstanter Faktor ergab. Eine Abnahme der Iltisstrecke wurde als von der Wildkaninchenstrecke abhängig interpretiert. Somit beinhaltet die Abnahme der Iltisstrecke zwei Faktoren: zum einen die konstante Abnahme der Iltisstrecke AM zum Zeitpunkt t, zum anderen die von der Kaninchenstrecke abhängige Verlustrate der Geburten VG zum Zeitpunkt t+1.

Zu den Wachstumsraten  $r_W$ , berechnet aus den Originaldaten, wiesen die nach Näherungsgleichung [25] berechneten Näherungswerte  $r_i$  einen Korrelationswert von 0,52 auf (PEARSON:  $t=4,81$ ;  $p<0,0001$ ;  $N=63$ ) und folgten der Regressionsgleichung in Abb. 15 mit  $r_W = -0,05 + 1,28 \cdot r_i$ .

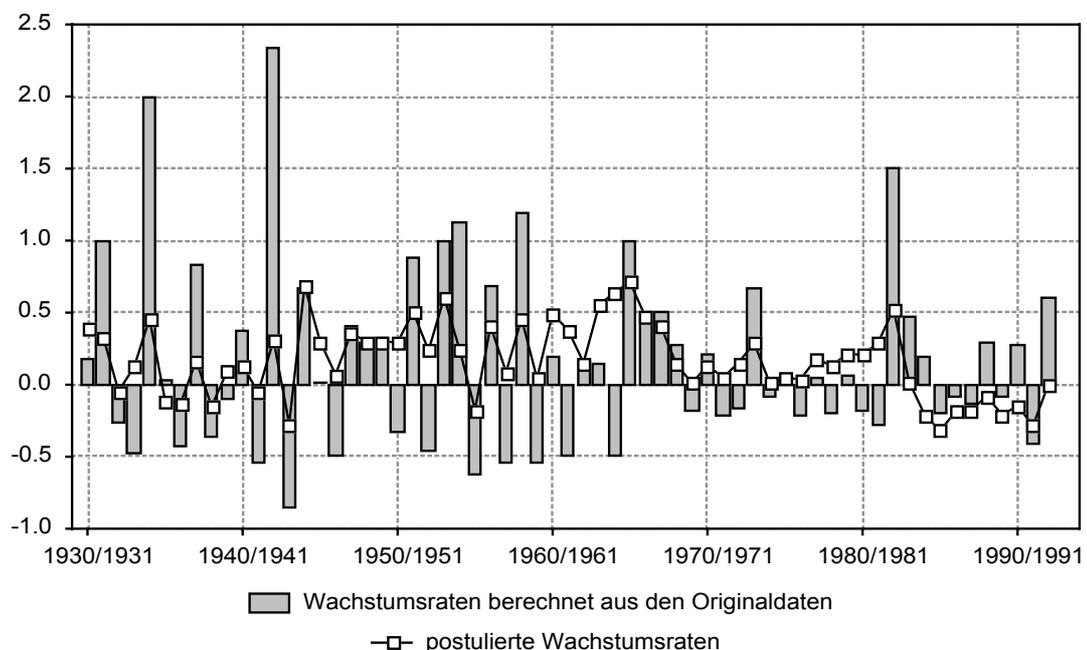


Abb. 15: Verlauf der postulierten Wachstumsraten  $r_i$  nach Näherungsgleichung [25] (Linie) im Vergleich zu den Werten von  $r_W$  berechnet aus den Originaldaten (Balken).

Die Geburtenrate  $G$  wurde als konstant festgelegt:  $G=3,164$ . Der Faktor  $AM$  beinhaltet eine konstante Abnahme der Iltisstrecke  $I(t)$  um 45% und wurde als Abwanderungs- und Mortalitätsrate der subadulten und adulten Iltisse im Jahr  $t$  interpretiert. Die Verlustrate der Geburten  $VG$  wurde als Faktor von  $G+E$  bestimmt. Bei Multiplikation von  $VG$  mit der Zunahmerate  $G+E$  ergaben sich zwei Terme. Zum einen der Term  $VG \cdot G$  der die Verlustrate der Geburten beschreibt. Zum anderen der Term  $VG \cdot E$ , wobei der Faktor der Einwanderungsrate  $E = -0,783 \cdot \ln I(t)$  als negativer Wert in der Zunahmerate auftrat. Analog ergab sich für die postulierte „Verlustrate der Geburten“  $VG$  bei Multiplikation mit dem Faktor  $E$  ein positiver Wert. Der Betrag von  $E$  stieg mit Zunahme der Iltisstrecke (Abb. 16).

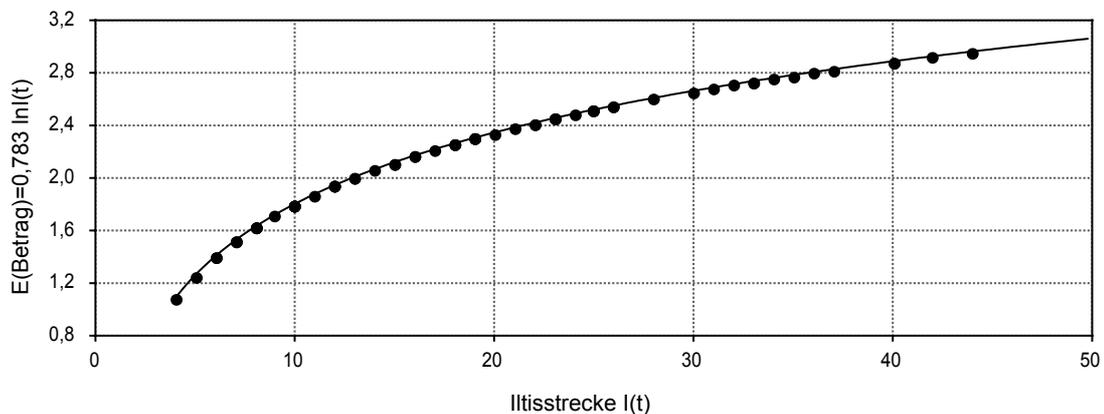


Abb. 16: Darstellung der Zunahme von  $|E| = 0,783 \cdot \ln I(t)$  bei Zunahme der Iltisstrecke  $I(t)$ .

### 3.1.3.4 Abwanderungs- und Einwanderungsrate

Eigentlich sollte  $E$  den Faktor der Einwanderung wiedergeben, da dieser Wert allerdings negativ war, wurde im Folgenden  $E$  nicht mehr als Einwanderungsrate betrachtet. Bei Multiplikation von  $E$  mit der Verlustrate der Geburten  $VG$  ergab sich ein positiver Wert.

Es folgt ein Exkurs bzgl. der beiden Terme  $E$  und  $E \cdot VG$  in Näherungsgleichung [25]. Um eine Verwirrung bzgl. des Buchstaben  $E$ , ursprünglich für „Einwanderung“, zu vermeiden wurde der Betrag des negativen Faktors  $E$  im Folgenden mit  $K$  für „Kapazitätsfaktor“ bezeichnet:

$$[26] \quad "K" \equiv |E| = 0,783 \cdot \ln I(t)$$

Scheinbar wirkte der Faktor  $K$ , da in Gleichung [25] negativ, bei hohen Iltisstrecken regulierend, so dass mit steigender Anzahl von Iltissen eine stärkere Reduzierung der Iltisstrecke durch  $K$  erfolgte (vgl. Abb. 16). Daher konnte angenommen werden, dass es sich möglicherweise um einen Faktor der Abwanderung bei höheren Iltisstrecken handelte. Dieser Faktor wirkte damit additiv zur postulierten konstanten Abnahme  $AM = 0,45 \cdot I(t)$ . Gleichung [25] konnte unter Verwendung der Definition von  $K$  umformuliert werden als:

$$[27] \quad r_i \cong \underbrace{3,164}_G - \underbrace{0,783 \cdot \ln I(t)}_K \cdot \underbrace{\left(\frac{1,934}{\ln K(t)}\right)}_{VG} - \left( \underbrace{0,45}_{AM} + \underbrace{0,783 \cdot \ln I(t)}_K + \underbrace{\left(\frac{1,934}{\ln K(t)}\right)}_{VG} \cdot \underbrace{3,164}_G \right)$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{K \cdot VG} \qquad \qquad \qquad \underbrace{\hspace{10em}}_{VG \cdot G}$

Bei Berechnung der möglichen Folgestrecke  $I(t+1)$  ohne Berücksichtigung des Faktors  $K \cdot VG$ , gemäß:  $I(t+1) \approx G - (AM + K + VG \cdot G)$  ergaben sich allerdings für die Abnahme  $(AM + K + G \cdot VG)$  höhere oder gleiche Werte wie für  $G$ . Damit wäre der Bestand des Folgejahres nur vom Term  $K \cdot VG$  abhängig gewesen. Es wurde entschieden, dass der Term  $(AM + K + VG \cdot G)$  zu hohe Abnahmeraten beinhaltete, und der Faktor  $K$  daher nicht als Abwanderungsrate in Frage kam. Betrachtet man  $K = 0,783 \cdot \ln I(t)$  als „Kapazitätsfaktor“, der bei hohen Iltisstrecken stärker wirkt als bei niedrigen, so ergab sich aus Gleichung [27]:

$$\text{mit [28]} \quad VG \cdot K - K = (VG - 1) \cdot K$$

$$r_i \cong 3,164 - 0,45 - \frac{1,934}{\ln K(t)} \cdot 3,164 + \underbrace{0,783 \cdot \ln I(t)}_K \cdot \underbrace{\left(\frac{1,934}{\ln K(t)} - 1\right)}_{VG}$$

Es wurden also die beiden Terme bzgl.  $K$  wieder addiert.

Da  $VG$  Werte zwischen 0 und 1 annahm (vgl. Abb. 14), resultierten aus Gleichung [28] für  $(VG - 1)$  negative Werte zwischen 0 und -1. Damit ergaben sich für  $(VG - 1) \cdot K$  negative Werte.

Bei hohen Verlustraten, die sich aus geringen Wildkaninchenstrecken  $\ln K(t)$  ergaben (vgl. Abb. 14), reduzierte sich der Betrag  $(VG - 1) \cdot K$ , und umgekehrt stieg dieser Betrag bei niedrigen Verlustraten und entsprechend hohen Wildkaninchenstrecken (Abb. 17).

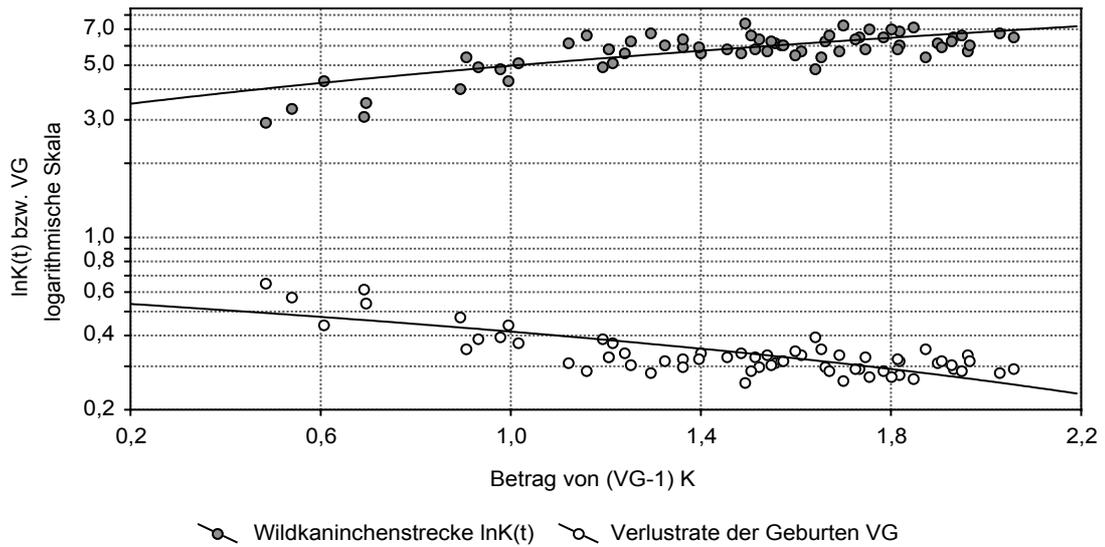


Abb. 17: Darstellung der Zunahme des Betrages von  $(VG-1) \cdot K$  bei Zunahme der Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$  (dunkle Kreise) und bei Abnahme der Verlustrate der Geburten VG (helle Kreise); PEARSON Prüfstatistik siehe ANHANG 9.21 und 9.22.

Man konnte daher postulieren, dass bei hohen Verlustraten der Geburten (VG) die Abwanderung von Iltissen aus dem Gebiet heraus gering ausfiel. Bei geringen Verlustraten beim Nachwuchs hingegen musste ein höherer Anteil von Iltissen das Gebiet verlassen (Abb. 18).

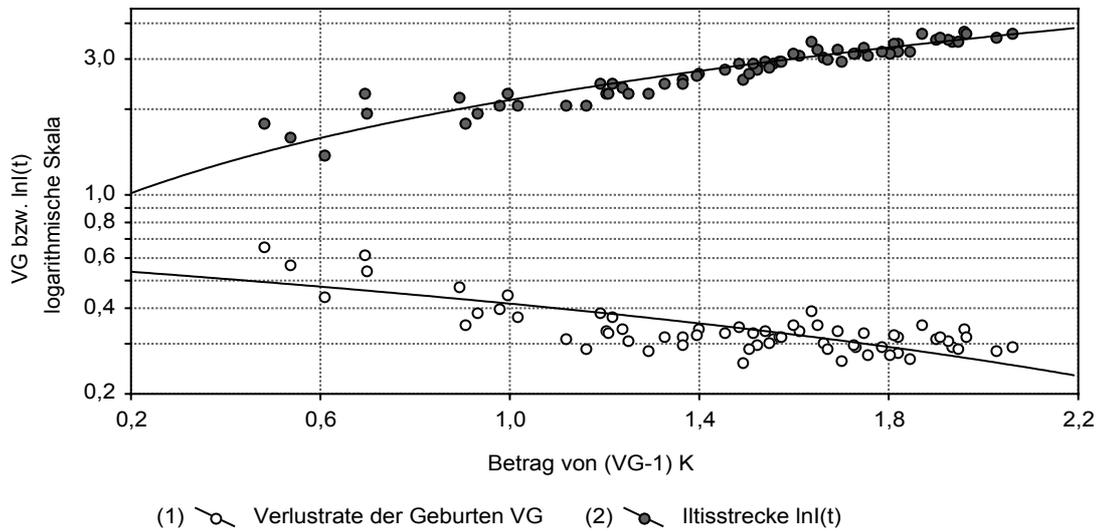


Abb. 18: Darstellung der Zunahme des Betrages  $(VG-1) \cdot K$  bei (1) Abnahme der Verlustrate der Geburten VG (helle Kreise) und (2) als Zunahme der Iltisstrecke  $\ln I(t)$  (dunkle Kreise). PEARSON Prüfstatistik siehe ANHANG 9.22 und 9.23.

Die höchste Abnahme durch  $(VG - 1) \cdot K$  fand sich in den Jahren mit den geringsten Verlustraten der Geburten  $VG$  (vgl. Abb. 18 (1)), und beinhaltete zugleich die höchste Abnahme der Iltisstrecke (vgl. Abb. 18 (2)).

Da sich  $VG = \frac{1,934}{\ln K(t)}$  aus der Wildkaninchenstrecke berechnet, verteilen sich die Werte der Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$  in Abb. 17 deckungsgleich zu den Werten der Verlustrate  $VG$  mit einer Spiegelebene bei 1,934.

Insgesamt ergab sich damit kein Term bzgl. der Einwanderung, sondern nur ein weiterer Term bzgl. der Abwanderung von Iltissen aus dem Gebiet heraus. Damit konnte die Näherungsgleichung für die Wachstumsrate  $r_i$  formuliert werden als Gleichung [29]:

$$VG \cdot K - K = (VG - 1) \cdot K$$

$$r_i \cong \underbrace{3,164}_G - \underbrace{0,45}_{AM} - \underbrace{\frac{1,934}{\ln K(t)} \cdot 3,164}_{VG \cdot G} + \underbrace{0,783 \cdot \ln I(t) \cdot \left( \frac{1,934}{\ln K(t)} - 1 \right)}_{K \cdot (VG - 1)}$$

$$\Leftrightarrow r_i \cong \underbrace{3,164}_G - \underbrace{\frac{1,934}{\ln K(t)} \cdot 3,164}_{VG \cdot G} - \underbrace{0,45}_{AM} - \underbrace{0,783 \cdot \ln I(t) \cdot \left( 1 - \frac{1,934}{\ln K(t)} \right)}_{K \cdot (1 - VG)}$$

Diese Näherungsgleichung [29] für die Wachstumsrate  $r_i$  wies damit drei Abnahmefaktoren auf: den als Verlustrate der Geburten  $VG$  definierten Faktor  $VG \cdot G$ , den mit  $AM$  bezeichneten konstanten Abnahmefaktor bzgl. der möglichen Mortalität und Abwanderung adulter Iltisse aus dem Gebiet heraus sowie den Faktor  $K \cdot (1 - VG)$  als Abnahmefaktor, der sich mit der Verlustrate der Geburten  $VG$  zusammen ergab (vgl. Abb. 18).

Geht man davon aus, dass vornehmlich die erfolgreich aufgezogenen Jungtiere das Gebiet verlassen, so läge der Anteil von verstorbenen und abgewanderten Iltisjungtieren insgesamt zwischen 63% und 96% der Geburten (Abb. 19).

Die Abnahme über den Faktor  $AM$  mit 45% der aktuellen Iltisstrecke  $I(t)$  für Abwanderung oder Mortalität erreichte im Minimum der Iltisstrecke 1965 mit 4 Iltissen eine Abnahme um 2 Tiere und im Maximum der Iltisstrecke 1985 mit 44 Iltisse eine Abnahme von 20 Tieren. Im Jahr 1965 mit der geringsten Iltisstrecke von nur 4 Iltissen betrug die Anzahl geborener Tiere  $G \cdot I(t)$  13 Iltisse, hierzu ergab sich ein Verlust bei den Geburten von 6 Tieren, was 46% des

Nachwuchses entsprach. Im Maximum der Iltisstrecke 1985 betrug die Anzahl geborener Iltisse 139 und der Verlust VG beinhaltete davon 47 Tiere, womit der postulierte Anteil verstorbenen Iltisse 34% des Nachwuchses ausmachte.

Der Abnahmefaktor  $K \cdot (1 - VG) \cdot I(t)$  erreichte die höchsten Abnahmewerte von bis zu 130 Iltissen im Maximum der Iltisstrecke 1985. Im Minimum der Iltisstrecke 1965 lag die Abnahme bzgl. des Kapazitätsfaktors  $K$  bei 4 Iltissen und fiel damit geringer aus als der Anteil für den Verlust der Geburten von 6 Tieren (Abb. 19).

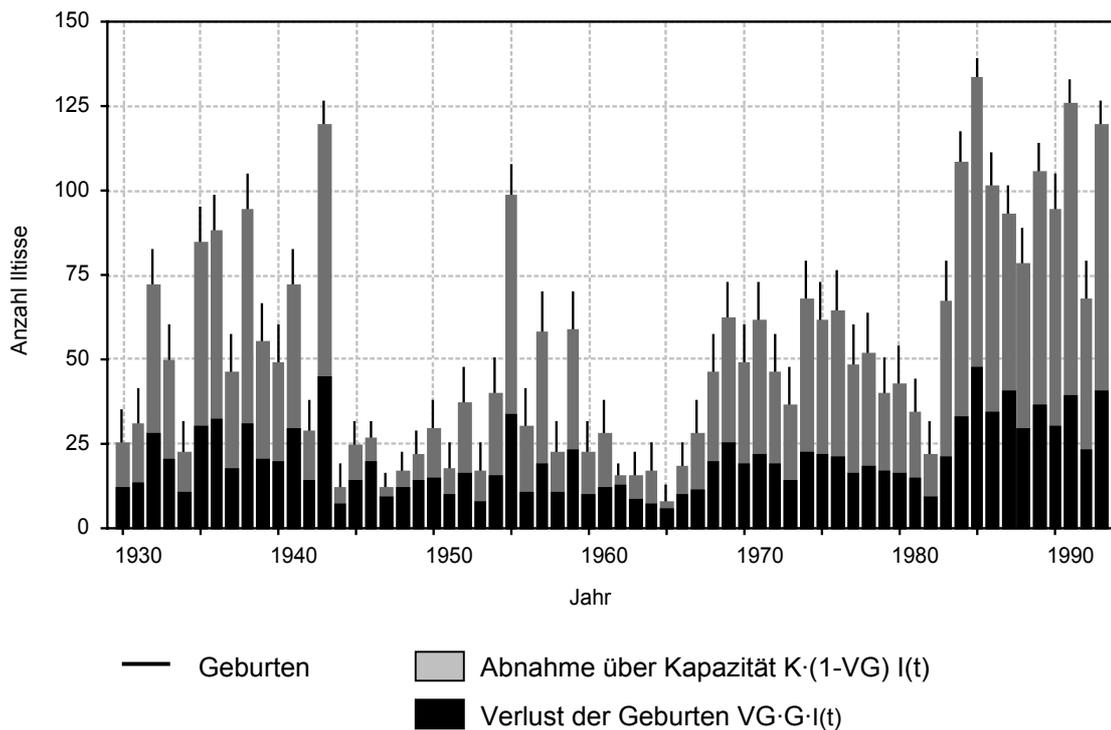


Abb. 19: Abnahme der Iltisstrecke über die Verlustrate der Geburten (schwarz) und über den Kapazitätsfaktor (hellgrau) im Vergleich zur Anzahl geborener Jungtiere (Strich).

Die absoluten Werte erschienen sehr hoch, allerdings beinhaltete der Zuwachs der Iltisstrecke  $I(t)$  durch Geburten mit  $G \cdot I(t) = 3,164 \cdot I(t)$  hohe Zuwachsraten von bis zu 139 Tieren im Jahr 1985. Da der jährliche Zuwachs eine Zunahme von maximal 30 Iltissen umfasste (vgl. Abb.7) mussten die Abnahmefaktoren ähnlich hoch liegen wie die Zunahme über die Geburten.

## 3.1.4 Prognosegleichung für die Iltisstrecke

Um auch Aussagen bzgl. der Folgejahrstrecke  $I(t+1)$  machen zu können, musste wieder auf den jährlichen Zuwachs gemäß Definition (vgl. Gleichung [3])  $\text{Zuwachs} = r_i \cdot I(t)$  zurückgegriffen werden, da bei der MULTIPLEN REGRESSION die Mittelwerte der einzelnen Variablen als Güte für die Anpassung eingingen. Die Folgejahrstrecke  $I(t+1)$  beinhaltete die um ein Jahr versetzten Daten von  $I(t)$ , daher waren die Mittelwerte von  $I(t+1)$  und  $I(t)$  gleich. Trotz der teilweise sehr hohen Werte für die Zunahme der Iltisstrecke  $G \cdot I(t) = 3,164 \cdot I(t)$  und für die Abnahme der Iltisstrecke  $-(M+A) \cdot I(t) = -(VG \cdot G + AM + (1-VG) \cdot K) \cdot I(t)$  (vgl. Gleichung [29] und Abb. 19), nahmen die Mittelwerte beider Variablen annähernd ähnliche Werte an. Somit war die zugrundeliegende Matrix der Multiplen Regression schlecht konditioniert und es konnten keine Faktoren bestimmt werden (STATSOFT 1995). Bei Formulierung einer Regressionsfunktion für  $I(t+1)$  hätte man die Variablen  $I(t)$  und  $r_i \cdot I(t)$  angeben müssen (vgl. Definition [1a]), wodurch sich für die Näherungsgleichung wieder Werte für  $I(t)$  ergaben statt für  $I(t+1)$ .

Aus den Näherungswerten der Wachstumsraten  $r_i$  nach Gleichung [29] konnte der jährliche Zuwachs bestimmt werden. Diese Näherungswerte ( $Z_N$ , vgl. Gleichung [30]) unterschieden sich nicht wesentlich von den Näherungswerten der Multiplen Regression (vgl. Kapitel 3.1.2, Abb. 7) mit einem Korrelationskoeffizienten von  $r=0,956$  (PEARSON:  $t=25,63$ ;  $p<0,0001$ ;  $N=64$ ). Zum jährlichen Zuwachs, berechnet aus den Originaldaten (vgl. Kapitel 3.1.2, Abb. 7), wiesen die Näherungswerte  $Z_N$  eine lineare Korrelation von  $r=0,525$  auf (PEARSON:  $t=4,81$ ;  $p<0,0001$ ;  $N=63$ ; siehe Gleichung [30]). Dies entsprach der Korrelation der Näherungswerte für die Wachstumsraten  $r_i$  nach Gleichung [25] zu den Wachstumsraten  $r_W$  berechnet aus den Originaldaten (vgl. Abb. 9). Die Regressionsgleichung für den jährlichen Zuwachs bzgl.  $Z_N$  wurde als Näherungsgleichung betrachtet („Zuwachs Korrektur“:  $Z_{\text{Korr}}$ ):

$$[30] \quad \text{Zuwachs} \equiv I(t+1) - I(t) \cong -0,53 + 1,2 \cdot \underbrace{[I(t) \cdot r_i]}_{Z_N} = Z_{\text{Korr}}$$

$$r_W \cong \underbrace{3,164}_G - \underbrace{\frac{1,934}{\ln K(t)}}_{VG} \cdot 3,164 - 0,45 - \underbrace{0,783 \cdot \ln I(t)}_{\text{Abnahme}} \cdot \left(1 - \frac{1,934}{\ln K(t)}\right) = r_i$$

mit [31]:

$$\Rightarrow r_i = 2,714 - 6,12 \cdot \ln K(t) - 0,783 \cdot \ln I(t) + 1,514 \cdot \ln I(t) \cdot \ln K(t)$$

Die Gleichung [25] für die Näherungswerte  $r_i$  der Wachstumsraten  $r_w$  konnte durch obige Umformung [31] einfacher ausgedrückt werden.

Anhand der LINEAREN REGRESSION MIT STRUKTURBRUCH ergab sich für die korrigierten Werte  $Z_{\text{Korr.}}$  („Zuwachs Korrektur“) ein Strukturbruch bei Zuwachs=0,46 ( $R=0,8$ ;  $N=63$ ; Anteil erklärter Varianz ca. 64%). Damit konnte die Anpassung der Prognosewerte bzgl. der Originalstrecke unter Anwendung der Linearen Regression mit Strukturbruch deutlich gesteigert werden. Es erfolgte eine Trennung der Daten bzgl. einer Abnahme (Zuwachs  $\leq 0,46$  Iltisse) und einer Zunahme (Zuwachs  $> 0,46$  Iltisse) der Folgejahrstrecke  $I(t+1)$ . Bei einem jährlichen Zuwachs von gleich oder weniger 0,46 Iltissen fiel die Folgejahrstrecke  $I(t+1)$  geringer oder gleich der Iltisstrecke des Vorjahres  $I(t)$  aus:

[32a] Abnahme der Iltisstrecke:

$$\begin{aligned} I(t+1) \leq I(t): \text{Zuwachs} \leq 0: \text{Zuwachs} &\cong 0,622 \cdot Z_{\text{Korr.}} - 6,75 \\ \text{Zuwachs} &\cong 0,622 \cdot (-0,53 + 1,2 \cdot Z_N) - 6,75 \\ &\cong -0,33 + 0,75 \cdot r_i \cdot I(t) - 6,75 = \underline{\underline{0,75 \cdot r_i \cdot I(t) - 7,08}} \end{aligned}$$

Damit ging die Iltisstrecke  $I(t)$  zu 75% in die Folgejahrstrecke  $I(t+1)$  ein und die Konstante lag bei  $-7,08$ .

Bei Zunahme der Iltisstrecke betrug der Zuwachs mindestens ein Tier und die Folgejahrstrecke  $I(t+1)$  lag höher als die Strecke  $I(t)$ :

[32b] Zunahme der Iltisstrecke:

$$\begin{aligned} I(t+1) > I(t): \text{Zuwachs} > 0: \text{Zuwachs} &\cong 0,246 \cdot Z_{\text{Korr.}} + 6,97 \\ \text{Zuwachs} &\cong 0,246 \cdot (-0,53 + 1,2 \cdot Z_N) + 6,97 \\ &\cong -0,13 + 0,3 \cdot r_i \cdot I(t) + 6,97 = \underline{\underline{6,84 + 0,3 \cdot r_i \cdot I(t)}} \end{aligned}$$

Bei der Näherungsgleichung [32b] für eine Zunahme der Iltisstrecke zum Folgejahr ( $t+1$ ) ging die Iltisstrecke  $I(t)$  nur zu 30% ein und die Konstante lag bei 6,84.

Die Anwendung der Linearen Regression mit Strukturbruch konnte auf die verschiedenen Kenngrößen (Wachstumsrate  $r_i$ , Iltisstrecke  $I(t)$ , Folgejahrstrecke

$I(t+1)$ ) angewendet werden, allerdings führte der Umweg über den Zuwachs zur am besten nachzuvollziehenden Unterscheidung bzgl. des Strukturbruchs.

Nach Abb. 20 gaben die berechneten Prognosewerte für den Zuwachs insgesamt den tatsächlichen Zuwachs berechnet aus den Originaldaten annähernd wieder (PEARSON:  $r = 0,8$ ;  $t=10,45$ ;  $p<0,0001$ ;  $N=63$ ).

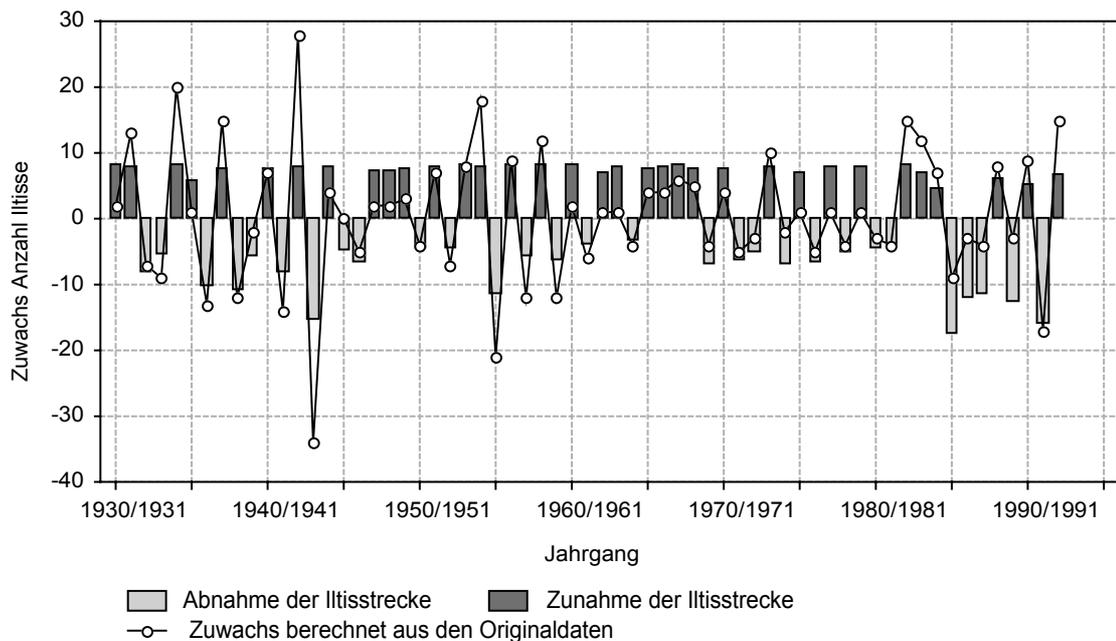


Abb. 20: Zuwachs der Iltisstrecke berechnet aus den Originaldaten (Punkte) und Prognosewerte für den Zuwachs berechnet aus Näherungsgleichung [32a] bei Zunahme der Iltisstrecke (dunkle Balken) und aus Näherungsgleichung [32b] bei Abnahme der Iltisstrecke (helle Balken).

Die Folgejahrstrecke  $I(t+1)$  ergab sich nach Definition [1a] aus der Addition der Iltisstrecke  $I(t)$  mit dem jährlichen Zuwachs. Somit konnte aus den Prognosewerten für den jährlichen Zuwachs gemäß [32a] und [32b] die postulierte Iltisstrecke  $I(t+1)$  berechnet werden (Abb. 21; PEARSON  $r=0,81$ ;  $t=10,87$ ;  $p<0,0001$ ;  $N=63$ ;  $r^2=0,66$ ):

$$[33] \quad I(t+1) = \text{Zuwachs} + I(t) = r_i \cdot I(t) + I(t)$$

$$\text{mit (vgl. [31]):} \quad r = 2,714 - \frac{6,12}{\ln K(t)} - 0,783 \cdot \ln I(t) + 1,514 \cdot \frac{\ln I(t)}{\ln K(t)}$$

$$[34a] \quad \text{bei Abnahme der Iltisstrecke: } I(t+1) = 0,75 \cdot r_i \cdot I(t) - 7,08 + I(t)$$

PEARSON:  $r=0,83$ ;  $t=8,69$ ;  $p<0,0001$ ;  $N=35$ ;  $r^2=0,69$ .

$$[34b] \quad \text{bei Zunahme der Iltisstrecke: } I(t+1) = 6,84 + 0,3 \cdot r_i \cdot I(t) + I(t)$$

PEARSON:  $r=0,73$ ;  $t=5,49$ ;  $p<0,0001$ ;  $N=29$ ;  $r^2=0,53$ .

Für das Jahr 1994 wurden zwei Prognosewerte aus den Daten von 1993 bestimmt: einer bei Abnahme der Iltisstrecke gemäß [34a] (Rechteck in Abb. 21), und einer bei einer Zunahme der Iltisstrecke gemäß [34b] (Dreieck in Abb. 21). 1993 wies die Iltisstrecke  $I(t)$  40 Tiere auf, die Wildkaninchenstrecke lag bei 420 Tieren, so dass sich eine Wachstumsrate  $r_i$  (nach [31]) von  $-0,264$  ergab:

$$r_i = 2,714 - \frac{6,12}{\ln K(t)} - 0,783 \cdot \ln I(t) + 1,514 \cdot \frac{\ln I(t)}{\ln K(t)} = \underline{\underline{-0,264}}$$

Damit betrug die postulierte Iltisstrecke im Jahr 1994:

nach [34a] bei Abnahme der Iltisstrecke:  $I(t + 1) = 0,75 \cdot r_i \cdot I(t) - 7,08 + I(t) \approx \underline{\underline{25}}$ ,

nach [34b] bei Zunahme der Iltisstrecke:  $I(t + 1) = 6,84 + 0,3 \cdot r_i \cdot I(t) + I(t) \approx \underline{\underline{44}}$ .

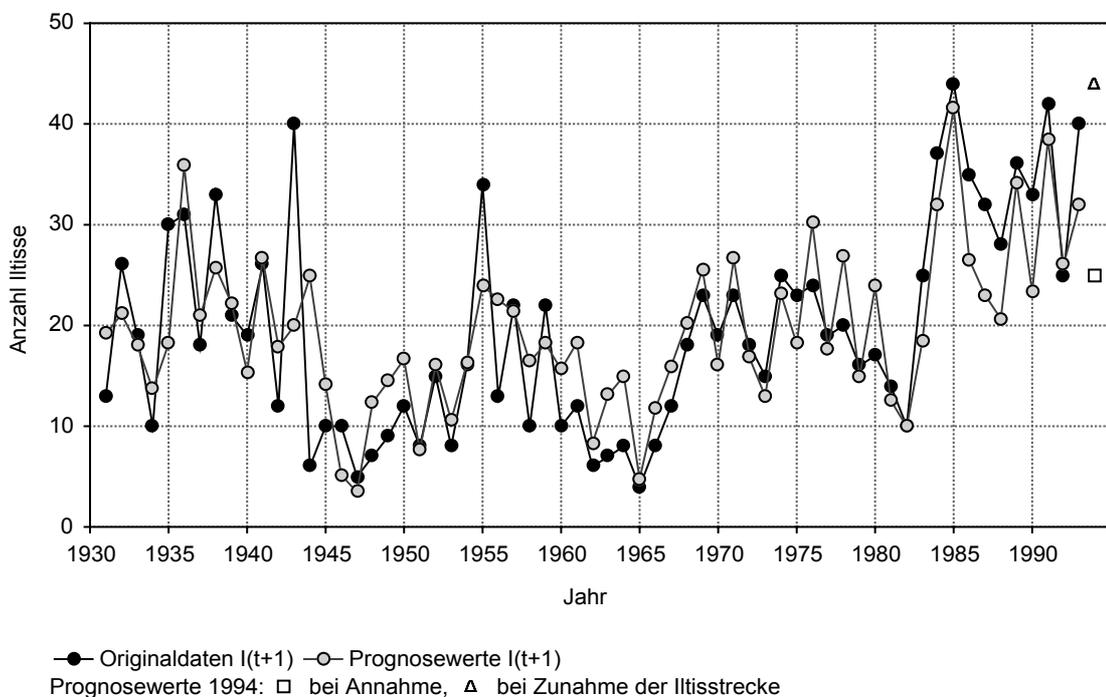


Abb. 21: Originaldaten der Folgejahrstrecke  $I(t+1)$  und berechnete Prognosewerte  $I(t+1)$  gemäß [34a und b].

### 3.1.4.1 Prognosewerte

Während bei einer Abnahme der Iltisstrecke (nach Gleichung [34a]) von 1993 der Unterschied zum Vorjahr bei 15 Tieren lag, beinhaltete ein möglicher Anstieg der Strecke (nach Gleichung [34b]) nur 4 Iltisse. Die postulierte Abnahme war damit gravierender als eine mögliche Zunahme. Dies resultiert aus den

Faktoren bzgl. der Zuwachsraten  $r_i \cdot I(t)$ , da bei einer Abnahme der Faktor bei 0,75 lag, während er bei einer postulierten Zunahme nur 0,3 betrug. Bei einer postulierten Abnahme der Iltisstrecke waren die Werte der Wachstumsrate  $r_i$  nicht generell negativ und analog fanden sich bei einer postulierten Zunahme der Iltisstrecke auch negative Wachstumsraten. Die Prognosewerte für den Zuwachs basieren auf den aus den Originaldaten berechneten Zuwächsen. Somit ergab sich eine Abnahme nach [32a], wenn bei den Originaldaten eine Abnahme der Iltisstrecke  $I(t)$  zum Folgejahr hin festgestellt wurde, unabhängig von der berechneten Wachstumsrate  $r_i$ . Entsprechend ergab sich ein Prognosewert für eine Zunahme nach [32b], wenn die Iltisstrecke  $I(t)$  zum Folgejahr anstieg. Inwieweit die Iltisstrecke zum Jahr 1994 stieg oder abnahm, ließ sich nicht abschätzen. Die jährlichen Zuwächse der Iltisstrecke beinhalten sowohl bei hohen als auch geringen Wildkaninchenstrecken des Folgejahres positive und negative Werte. Auch bei höheren Iltisstrecken  $I(t)$  des Vorjahres fand sich nicht generell eine Abnahme der Folgejahrstrecke  $I(t+1)$ . Erst bei Iltisstrecken  $I(t)$  von mehr als 40 Tieren fanden sich immer Abnahmen, so dass der Prognosewert für die Iltisstrecke  $I(t+1)$  niedriger lag als  $I(t)$ . Damit konnte eine Abnahme der Iltisstrecke von 1993 zu 1994 eher in Betracht gezogen werden als eine Zunahme. Somit erscheint der postulierte Wert für die Iltisstrecke von 1994 mit 25 Iltissen eher wahrscheinlich als eine Zunahme auf 44 Iltisse. Im Gegensatz zu den Prognosewerten [34a und b] ergab sich bei der Multiplen Regression für den Zuwachs  $I(t+1)-I(t)$  nach Gleichung [7], (vgl. Kapitel 3.1.2) für das Jahr 1994 eine postulierte Iltisstrecke von 29 Tieren.

Trotz der guten Lage der Prognosewerte für die Folgejahrstrecke  $I(t+1)$  in Abb. 21 konnte insgesamt keine Gesetzmäßigkeit gefunden werden, die eine Zu- oder Abnahme der Iltisstrecke zum Folgejahr nur anhand der Wildkaninchenstrecke erklärt. Die Witterung kann hier nicht als direkte Einflussgröße für die Zu- bzw. Abnahme der Iltisstrecke trotz einer anderslautender Wachstumsrate  $r_i$  angeführt werden, da diese bereits über die Wildkaninchenstrecke wirkte und damit indirekt auch die Iltisstrecke beeinflusste (SCHRÖPFER et al. 2000). Vielmehr muss es sich um einen oder mehrere Faktoren handeln, die unabhängig von der Wildkaninchenstrecke in einigen Jahren wirken, während in anderen Jahren nur die Wildkaninchenstrecke den postulierten Zuwachs der Iltisstrecke beeinflusst hat. Die Zunahmen bei negativer Wachstumsrate  $r_i$

wurden auf günstige Bedingungen bzw. bei Abnahmen trotz positiver Wachstumsrate  $r_i$  auf ungünstige Bedingungen zurückgeführt, die neben der Wildkaninchenstrecke den Bestand der Iltisse beeinflussen (Tab. 12).

In Tab. 12 wurden die Prognosegleichungen [34a] und [34b] in Beziehung zum Betrag der Wachstumsrate  $r_i$  betrachtet.

Tab. 12: Prognosegleichungen für die Folgejahrstrecke  $I(t+1)$  in Zusammenhang mit der Wachstumsrate  $r$  und Interpretation.

Prognose	Wachstumsrate $r_i$ [30]	Iltisstrecke $I(t)$	Formel in Abhängigkeit vom Betrag $r_i$	Interpretation
Abnahme	$r_i \leq 0$	$I(t) > 25$	$I(t+1) = I(t) - 0,75 \cdot  r_i  \cdot I(t) - 7,08$	Dichteabhängig
Zunahme	$r_i \leq 0$	$I(t) > 25$	$I(t+1) = I(t) - 0,3 \cdot  r_i  \cdot I(t) + 6,84$	Günstige Bedingungen
Abnahme	$r_i > 0$	$I(t) \leq 25$	$I(t+1) = I(t) + 0,75 \cdot  r_i  \cdot I(t) - 7,08$	Ungünstige Bedingungen
Zunahme	$r_i > 0$	$I(t) \leq 25$	$I(t+1) = I(t) + 0,3 \cdot  r_i  \cdot I(t) + 6,84$	Dichteabhängig

Die Näherungswerte  $r_i$  entsprachen vom Vorzeichen her nicht immer den aus den Originalwerten bestimmten Wachstumsraten  $r_w$ , daher ergaben sich neben den beiden Prognosegleichungen im Sinne der postulierten Populationsdynamik zwei weitere Formeln für die Prognosestrecke  $I(t+1)$ .

Bei positiver Wachstumsrate  $r_i$  fiel eine Abnahme der Iltisstrecke geringer aus als bei negativer Wachstumsrate. Umgekehrt lag eine Zunahme bei negativer Wachstumsrate niedriger als bei positiver Wachstumsrate  $r_i$ . Damit fallen die nicht der Wachstumsrate  $r_i$  folgenden Zuwächse geringer aus als jene nach der Prognosegleichung im Sinne der Populationsdynamik.

Eine negative Wachstumsrate  $r_i$  ergab sich immer bei einer Iltisstrecke  $I(t)$  von mehr als 25 Tieren. Von den 63 Streckendaten ergaben sich 15 mal negative Wachstumsraten, davon entsprachen 11 Daten der Prognosegleichung für eine Abnahme, was am ehesten auf eine Dichteabhängigkeit hinweist. In den anderen vier Jahrgängen fand sich eine Zunahme zum Folgejahr. Im Gegensatz zur postulierten Abnahme gemäß Formel [32a] ging bei einer Zunahme der Iltisstrecke zum einen die Abnahme über die Wachstumsrate  $r_i$  gemäß Gleichung [32b] nur mit dem Faktor 0,3 ein, zum anderen wurde die Konstante addiert. Es konnten keine Unterschiede gefunden werden zwischen den elf

Ittisstrecken  $I(t)$  sowie den zugehörigen Wildkaninchenstrecken  $K(t)$ , die einer Abnahme folgten und den vier Ittisstrecken, die eine Zunahme aufwiesen.

Von den 48 Ittisstrecken, die positive Wachstumsraten  $r_i$  aufwiesen, folgten in 18 Jahrgängen die Prognosewerte für  $I(t+1)$  der Gleichung für eine Abnahme [32a], was auf ungünstige Bedingungen unabhängig vom Wildkaninchenbestand hinweisen könnte, die zur Abwanderung oder zum Tod einiger Tiere führten. Bei 30 der 63 Ittisstrecken fanden sich positive Wachstumsraten  $r_i$  und Prognosewerte für  $I(t+1)$  entsprechend einer Zunahme im Sinne der postulierten Populationsdynamik des Iltis.

Die Wildkaninchenstrecke aus dem Revier Gut Leye wies für die Jahre von 1930 bis 1993 einen zyklischen Verlauf mit einer Periode von ca. 16 Jahren auf (SCHRÖPFER et al. 2000). In Abb. 22 wurde die jährliche Wildkaninchenstrecke von Gut Leye als Balken (linke Skala) eingetragen, darüber wurden die Prognosewerte der Ittisstrecke (rechte Skala) gelegt, wobei die weißen Kreise eine Abnahme und die weißen Rechtecke eine Zunahme gemäß des Betrages der Wachstumsrate  $r_i$  kennzeichnen. Die schwarzen Kreise kennzeichnen hingegen einen prognostizierten Zuwachs der Ittisstrecke trotz negativer Wachstumsrate  $r_i$ , während die schwarzen Rechtecke die Jahre mit einer prognostizierten Abnahme trotz positiver Wachstumsrate  $r_i$  bezeichnen.

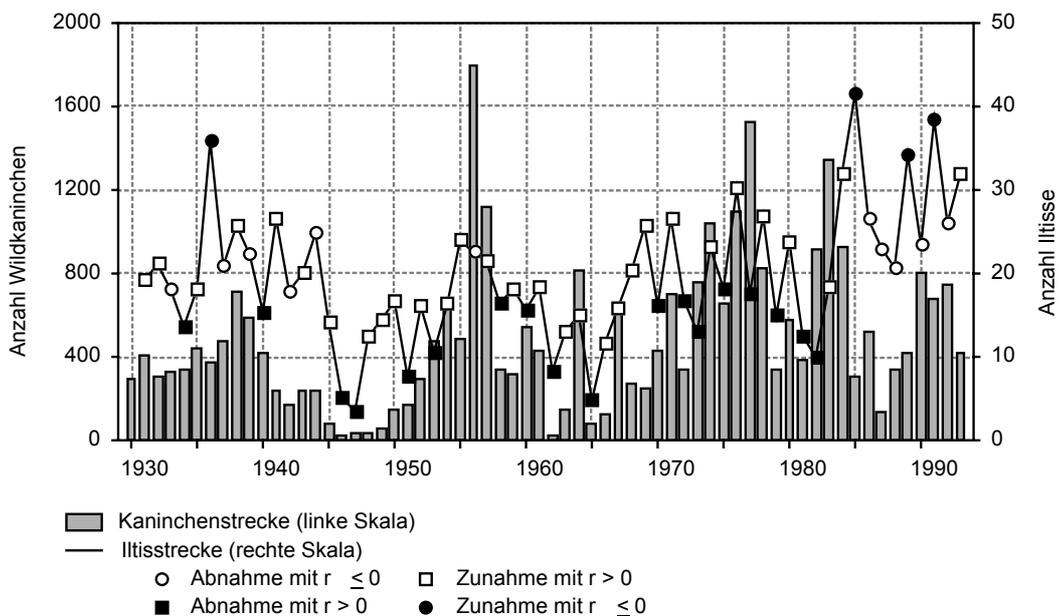


Abb. 22: Wildkaninchenstrecke  $K(t)$  (graue Balken) und Prognose für die Ittisstrecke  $I(t+1)$  unterteilt nach den vier verschiedenen Prognosegleichungen gemäß Tab. 11. Erläuterungen siehe Text.

Aus Abb. 22 wird ersichtlich, dass die prognostizierten Abnahmen der Iltisstrecke zum Folgejahr trotz positiver Wachstumsraten  $r_i$  zwischen den Jahren mit einer prognostizierten Zunahme der Iltisstrecke im Sinne der Populationsdynamik lagen. Die prognostizierten Zunahmen trotz negativer Wachstumsrate  $r_i$  (schwarze Kreise in Abb. 22) führten zu einem Anstieg der Iltisstrecke auf mehr als 30 Tiere, im Jahr danach folgte eine Abnahme (weiße Kreise in Abb. 22). Demgegenüber lagen die auf „ungünstige“ Bedingungen zurückgeführten Abnahmen der Iltisstrecke trotz positiver Wachstumsrate  $r_i$  zwischen Jahren mit einer Zunahme im Sinne der Populationsdynamik, so dass sich insgesamt ein stetiger Wechsel von Zuwächsen im Sinne der Populationsdynamik (weiße Rechtecke) und geringeren Abnahmen trotz positiver Wachstumsrate  $r_i$  (schwarze Rechtecke) in Abb. 22 fanden.

Über den Zeitraum mit einer langsamen Zunahme der Wildkaninchenstrecke fand sich ein Wechsel von Zu- und Abnahmen bei der Iltisstrecke. Entsprechend präsentierte sich das Bild bei Absinken der Wildkaninchenstrecke: Die Iltisstrecke wies über mehrere Jahre einen Wechsel von Zu- und Abnahme auf, wobei insgesamt ein stetiges Absinken über den Zeitraum der sinkenden Beutestrecke erfolgte. Die Prognose der Iltisstrecke beinhaltete die Werte, die zu den Originalwerten des Zuwachses die niedrigste Differenz aufwiesen, so dass sich insgesamt keine lineare Folgereaktionen der Prognose für die Iltisstrecke auf die Wildkaninchenstrecke ergab. Vielmehr folgte die postulierte Iltisstrecke dem Trend der Beutestrecke durch eine Abfolge von Zu- und Abnahmen.

#### 3.1.4.2 Wachstumsgesetz

Zu Anfang dieser Auswertung wurde von dem einfachen Wachstumsgesetz  $I(t+1) = I(t) + r_w \cdot I(t)$  (Gleichung [1a]) ausgegangen. Nach Bestimmung der Wachstumsrate  $r_i$  anhand der Näherungsgleichung, konnte die Iltisstrecke für das Folgejahr nach diesem einfachen Wachstumsgesetz berechnet werden (Abb. 23, grüne Linie). Bei Anwendung der Prognosegleichungen für das Folgejahr ohne Abgleich zu den Originaldaten kam bei negativen Wachstumsraten die Prognosegleichung für eine Abnahme zum Einsatz, wäh-

rend bei positiven Wachstumsraten die Gleichung für den Zuwachs gewählt wurde. Bei diesen gemäß dem Betrag der Wachstumsrate  $r_i$  bestimmten Prognosewerten (Abb. 23, blaue Linie) lagen die Werte höher als nach dem einfachen Wachstumsgesetz, wobei sich der Verlauf nicht deutlich von den Werten nach dem einfachen Wachstumsgesetz unterschied. Demgegenüber zeigten die anhand der Zuwächse aus den Originaldaten abgeglichenen Prognosewerte (Abb. 23, rote Linie) teilweise einen gegenläufigen Verlauf mit starken Schwankungen.

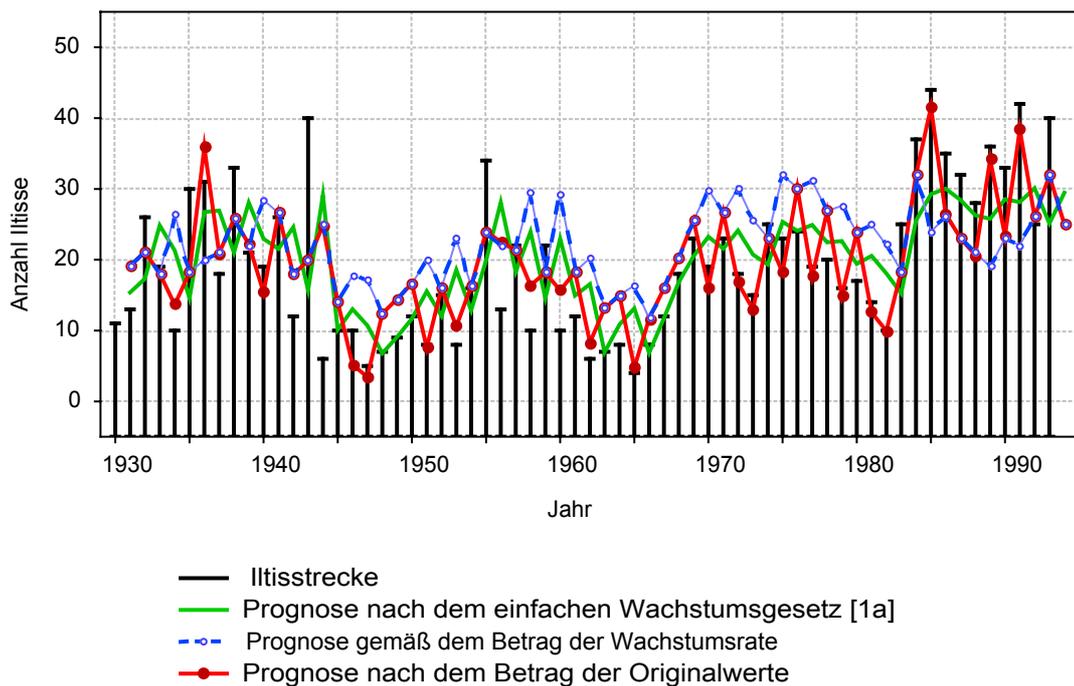


Abb. 23: Vergleich der Iltisstrecke von Gut Leye mit den Prognosewerten berechnet mit  $r_i$  nach: dem einfachen Wachstumsgesetz (grüne Linie), den beiden Prognosegleichungen [34a und b] gemäß dem Betrag der Wachstumsrate  $r_i$  (blaue Linie) sowie den beiden Prognosegleichungen unter Berücksichtigung der Originalstrecke (rote Linie).

Trotz der unterschiedlichen Werte folgten die prognostizierten Strecken nach den drei verschiedenen Berechnungsmodellen in Abb. 23 insgesamt dem Verlauf der Originaldaten. Es konnte daher abschließend nicht festgestellt werden, mit welcher Gesetzmäßigkeit die Populationsdynamik der Iltisstrecke am besten beschrieben wird.

## 3.1.5 Streckendaten nach 1993

Erst kurz vor Fertigstellung dieser Arbeit konnten weitere Daten zur Jagdstrecke der Iltisse und Wildkaninchen im Gebiet Gut Leye bezogen werden und gingen nicht mit in die vorangegangene Analyse ein. Die Daten lagen deutlich niedriger als die Strecken der Jahre 1930 bis 1993. Im Jahr 1994 sank die Wildkaninchenstrecke auf 141 Tiere. Seit 1998 lag die Wildkaninchenstrecke immer bei weniger als 30 Tieren (Tab. 13). Die Iltisstrecken der Jahre von 1994 bis 2002 überschritten nicht den Wert von 11 Tieren. Nach der Näherungsgleichung für die Wachstumsraten  $r_i$  (vgl. [25] bzw. [31]) ergaben sich allerdings nicht nur positive Wachstumsraten, obwohl die Iltisstrecke weniger als 25 Tiere aufwies. Eine positive Wachstumsrate  $r_i$  nach Gleichung [31] bei einer Iltisstrecke von weniger als 25 Tieren würde sich erst ergeben, wenn der Wert der Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$  höher liegen würde als:

$$[35] \text{ nach } [31] \quad \ln K(t) > \frac{6,12 - 1,514 \cdot \ln I(t)}{2,714 - 0,7873 \cdot \ln I(t)}$$

Für die Jahre 2000 bis 2003 hätte die Wildkaninchenstrecken mehr als 16 Tiere betragen müssen, um positive Wachstumsraten  $r_i$  für die Iltisstrecke zu erreichen. Die in Abhängigkeit zu den Originaldaten bestimmten Prognosewerte wurden in Tab. 13 grau unterlegt. Diese Prognosewerte folgten nicht immer der postulierten Populationsdynamik, die anhand der Näherungsgleichung [31] für die Wachstumsrate  $r_i$  beschrieben wurde.

Tab. 13: Daten der Iltis- und Wildkaninchenstrecke vom Revier Gut Leye für die Jahre 1994 bis 2002 mit den Wachstumsraten  $r_w$  und den Näherungswerten  $r_i$  für die Iltisstrecke sowie nach den Näherungsgleichungen [34a und b] bestimmte Prognosewerte für die Iltisstrecke des Folgejahres. Die anhand der Originalstrecke bestimmten Prognosewerte sind grau unterlegt.

Jahr	Iltisstrecke $I(t)$	Wildkaninchenstrecke $K(t)$	Wachstumsraten		Prognosewerte für $I(t+1)$	
			$r_w$ [2]	$r_i$ [31]	Abnahme [34a]	Zunahme [34b]
1994	5	141	-0,875	-0,263	25	44
1995	7	118	0,400	0,710	1	13
1996	11	78	0,570	0,525	3	15
1997	11	99	0,000	0,265	6	19
1998	11	26	0,000	0,295	6	19
1999	10	19	-0,091	0,072	5	18
2000	7	13	-0,300	0,017	3	17
2001	6	4	-0,143	-0,047	0	14
2002	8	13	0,333	-1,147	-6	11
2003				-0,073	0	15

Für 1994 lagen beide Prognosewerte für  $I(t+1)$  deutlich höher als die festgestellte Iltisstrecke von nur 5 Tieren. Da die Wildkaninchenstrecke in den folgenden Jahren sehr geringe Werte annahm, sanken die Prognosewerte für die Iltisstrecke. Gegenüber den anhand der Prognosegleichungen [34a und 34b] bestimmten Werten entsprachen die nach dem einfachen Wachstumsgesetz [1a] errechneten Werte für  $I(t+1)$  eher den Originaldaten (Abb. 24), allerdings war der Datenumfang zu gering für eine gesicherte Prüfstatistik. Unter Einbeziehung aller Streckendaten von 1930 bis 2002 veränderten sich die Prognosewerte gemäß Gleichung [33] nicht wesentlich. Bei einer postulierten fortwährenden Abnahme der Iltisstrecke gemäß Gleichung [34a] aufgrund der geringen Wildkaninchenstrecken in den Jahren 1994 bis 2002, ergaben sich teilweise Prognosewerte von Null Tieren, einmal sogar ein negativer Wert (Tab. 13 und Abb. 24).

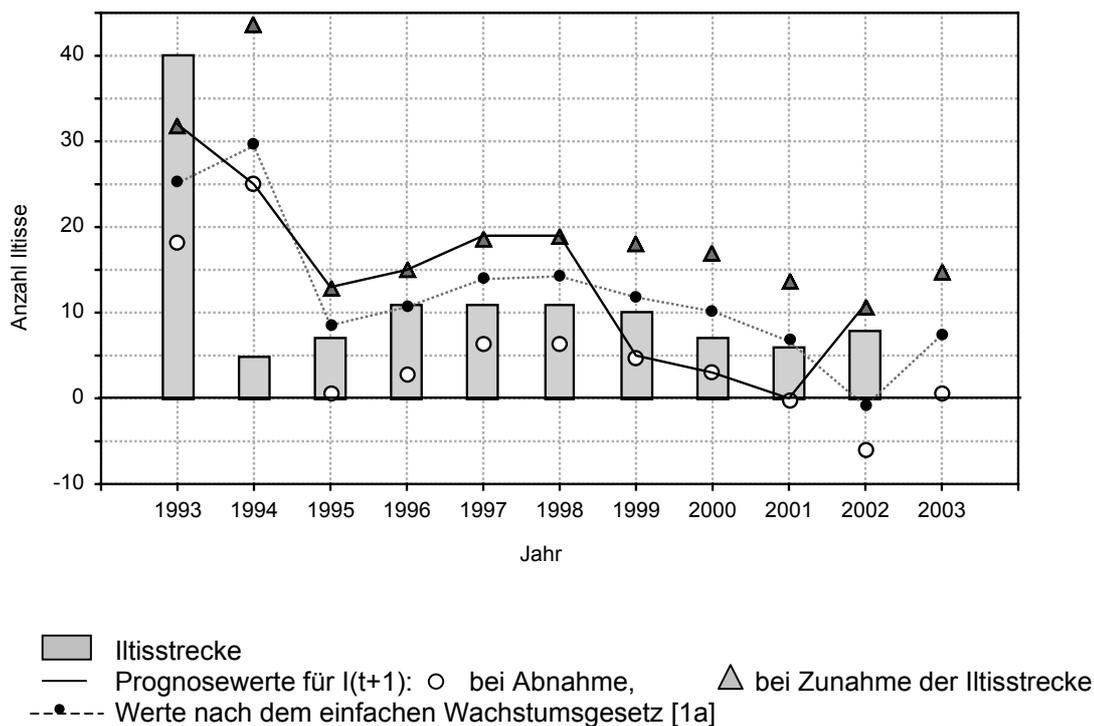


Abb. 24: Daten der Iltisstrecke von Gut Leye für die Jahre 1993 bis 2002 (Balken), sowie berechnete Prognosewerte (schwarze Linie) bei postulierter Abnahme der Iltisstrecke gemäß [34a] (Rauten) und bei postulierter Zunahme der Iltisstrecke gemäß [34b] (Dreiecke). Die graue Linie gibt die nach dem einfachen Wachstumsgesetz bestimmten Prognosewerte wieder.

Unter der Annahme, dass die geringen Wildkaninchenstrecken trotz der negativen Wachstumsraten  $r_i$  nicht unweigerlich zu einer Abnahme der Iltisstrecke führen würden, ergaben sich gemäß Gleichung [34b] Streckendaten

von maximal 19 Iltissen. Ein Anstieg der Iltisstrecke auf deutlich mehr als 20 Tiere würde erst bei höheren Wildkaninchenstrecke  $K(t)$  von mehr als 16 Wildkaninchen erfolgen. Für das Jahr 2003 ergab sich bei einer postulierten Zunahme der Iltisstrecke eine Folgejahrstrecke von 15 Tieren. Die berechnete Wachstumsrate  $r_i$  für das Jahr 2003 war negativ, so dass sich aus populationsbiologischer Sicht eine Abnahme auf Null Tiere ergeben würde. Da die Geburtenrate der Iltisse direkt mit der Wildkaninchenstrecke gekoppelt war, bedingte eine geringe Wildkaninchenstrecke auch eine höhere Verlustrate der Geburten. Da sich gleichzeitig für den Kapazitätsfaktor  $K \cdot (1 - VG)$  eine geringere Abnahmerate ergab, würden mehr Iltisse im Gebiet verbleiben (vgl. Kapitel 3.1.3.4). Wenn diese Tiere die geringe Wildkaninchendichte nicht durch andere Beutetierarten im Gebiet kompensieren können, erscheint eine weitere Abnahme der Iltisstrecke als wahrscheinlich.

### 3.1.6 Zusammenfassung

Bei der Analyse der jährlichen Schwankungen wurde für die Daten der Wildkaninchenstrecke der natürliche Logarithmus  $\ln K(t)$  gewählt. Dadurch kam es zu einer Stauchung der Daten der Wildkaninchenstrecke und bei der linearen Korrelation mit der Iltisstrecke zu einer Gewichtung von Datenpaaren bei einer Wildkaninchenstrecke von mehr als 220 Tieren.

Der jährliche Zuwachs der Iltisstrecke als Differenz zwischen den Iltisstrecken zweier aufeinanderfolgender Jahre ließ sich anhand der Vorjahresstrecke  $I(t)$  und der logarithmierten Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$  annähernd beschreiben. Diese Näherungsgleichung für den jährlichen Zuwachs diente zur Analyse der Wachstumsrate  $r_w$ , die als „spezifische natürliche Wachstumsrate“ der Iltisstrecke Aussagen zur Populationsdynamik der Iltisse im Gebiet Gut Leye ermöglichen sollte. Hierzu wurde die Näherungsgleichung der Multiplen Regression unterteilt nach dem positiven Faktor im Sinne einer Zunahme der Iltisstrecke über Geburten und Einwanderung gebietsfremder Iltisse, sowie nach den negativen Faktoren, die eine Abnahme der Iltisstrecke über Mortalität und Abwanderung von Iltissen aus dem Gebiet heraus erklären könnten. Für die Zunahmerate über die Geburten ergab sich ein konstanter Faktor bzgl. der Iltisstrecke  $I(t)$  von  $G=3,16$ . Zusätzlich fand sich ein negativer Faktor  $E=-0,32 \cdot \ln I(t)$ , der bei

Zunahme der Iltisstrecke auf mehr als 22 Iltisse reduzierend wirkte. Die Iltisstrecke ging als Faktor der Geburtenrate ein, damit galten die im Vorjahr geborenen Iltisse als reproduktionsfähig. Bei einem ausgeglichenem Geschlechterverhältnis in der Iltisstrecke und einem monogamen Verpaarungssystem beinhaltete die Fertilität pro Iltispaar durchschnittlich sechs Jungtiere. Die Abnahme der Iltisstrecke wurde über zwei Faktoren beschrieben, wobei der eine Faktor einen konstanten Betrag der Iltisstrecke  $I(t)$  ausmachte, während der zweite Faktor sich unter Berücksichtigung der Wildkaninchenstrecke  $InK(t)$  anhand der postulierten Geburtenrate  $G$  ausdrücken ließ. Die konstante Abnahme der Iltisstrecke um 45% wurde als Abwanderung und Mortalität adulter Tiere interpretiert. Demgegenüber beschrieb die Abnahme der Iltisstrecke in Zusammenhang mit der Wildkaninchenstrecke eine Beziehung zur Geburtenrate, und wurde als „Verlustrate der Geburten“ im Sinne von Jungtiermortalität interpretiert. Mit abnehmender Wildkaninchenstrecke  $InK(t)$  stieg der Faktor für die „Verlustrate der Geburten“. Die Abnahme der Iltisstrecke  $I(t)$  konnte damit über die Mortalität bzw. Abwanderung adulter Iltisse und zusätzlich über die Jungtiermortalität zum Zeitpunkt  $(t+1)$  interpretiert werden. Da der Faktor bzgl. einer postulierten Einwanderung negative Werte annahm, wurde dieser als Kapazitätsfaktor  $K$  betrachtet, der bei höheren Iltisstrecken eine Abnahme bedingt. Durch Addition der Faktoren bzgl.  $K$  ergab sich der Term  $(VG-1) \cdot K$ , der eine Abwanderung von Iltissen aus dem Gebiet heraus über die Verlustrate der Geburten erklärt. In Jahren mit hohen Wildkaninchenstrecken sank die Jungtiermortalität, was zum Anstieg des Iltisbestandes über den Wert der Kapazitätsgrenze geführt hätte. Damit konnte eine Abwanderung von Iltissen aus dem Gebiet heraus in Jahren mit geringer Jungtiersterblichkeit postuliert werden. Interpretiert man die Abwanderung bzgl. des Kapazitätsfaktors vornehmlich als Abwanderung von erfolgreich aufgezogenen, subadulten Iltissen aus dem Gebiet heraus, so lag der Anteil verstorbener und abgewanderter Iltisjungtiere zwischen 63% und 96% der insgesamt in dem Jahr geborenen Tiere.

Die Berechnung der Prognosewerte für die Iltisstrecke  $I(t+1)$  diente als Maß für die Güte der postulierten Wachstumsrate  $r_i$ . Hierzu wurde auf den jährlichen Zuwachs, als Produkt aus der Wachstumsrate  $r_i$  und der Iltisstrecke  $I(t)$ , zurückgegriffen. Als beste Näherungsgleichung ergaben sich zwei Prognosegleichungen, eine bei Abnahme und eine weitere bei Zunahme der Iltisstrecke zum Folgejahr  $(t+1)$ . Die berechneten Prognosewerte für  $I(t+1)$  folgten dem Verlauf der

Originaldaten sehr gut (Regression  $R=0,8$ ). Allerdings fanden sich in Jahren mit einer negativen Wachstumsrate  $r_i$ , was einer Abnahme der Iltisstrecke zum Folgejahr ( $t+1$ ) entsprochen hätte, auch Prognosewerte für eine Zunahme der Iltisstrecke. Insgesamt entsprachen 22 der 63 Prognosewerte für  $I(t+1)$  nicht einer Zu- oder Abnahme im Sinne der durch die Wachstumsrate  $r_i$  postulierten Populationsdynamik. Es fanden sich keine Ansätze, die anhand der Iltis- und Wildkaninchenstrecke erklärten, warum die Prognosewerte einiger Jahre nicht entsprechend der Wachstumsrate  $r_i$  den Zuwachs begründeten.

Die Iltis- und Wildkaninchenstrecken nach 1993 verzeichneten einen starken Einbruch. Die Wildkaninchenstrecke lag immer unterhalb von 150 Tieren. Die berechneten Prognosewerte für  $I(t+1)$  bei einer postulierten Zunahme der Iltisstrecke überschritten nicht mehr als 19 Iltisse. Damit erfolgte kein weiterer Anstieg der Iltisstrecke, solange die Wildkaninchenstrecke geringe Werte von weniger als 15 Wildkaninchen aufwies. Bei einer engen Beutebindung des Iltis an das Wildkaninchen, kann sich die Iltisstrecke nicht erholen und die Iltisse würden nach den Prognosewerten im Revier Gut Leye nicht mehr präsent sein. Insgesamt konnte die enge Beutebeziehung des Iltisses zum Wildkaninchen unter populationsdynamischen Gesichtspunkten interpretiert werden. Eine Beschreibung der mathematischen Gesetzmäßigkeit zur Streckenentwicklung konnte abschließend nicht geklärt werden, da sowohl die Prognosewerte nach dem einfachen Wachstumsgesetz als auch die nach den Näherungsgleichungen für den Zuwachs bestimmten Werte insgesamt den Verlauf der Originaldaten gut wiedergaben.

## 3.2 Futterwahlversuche

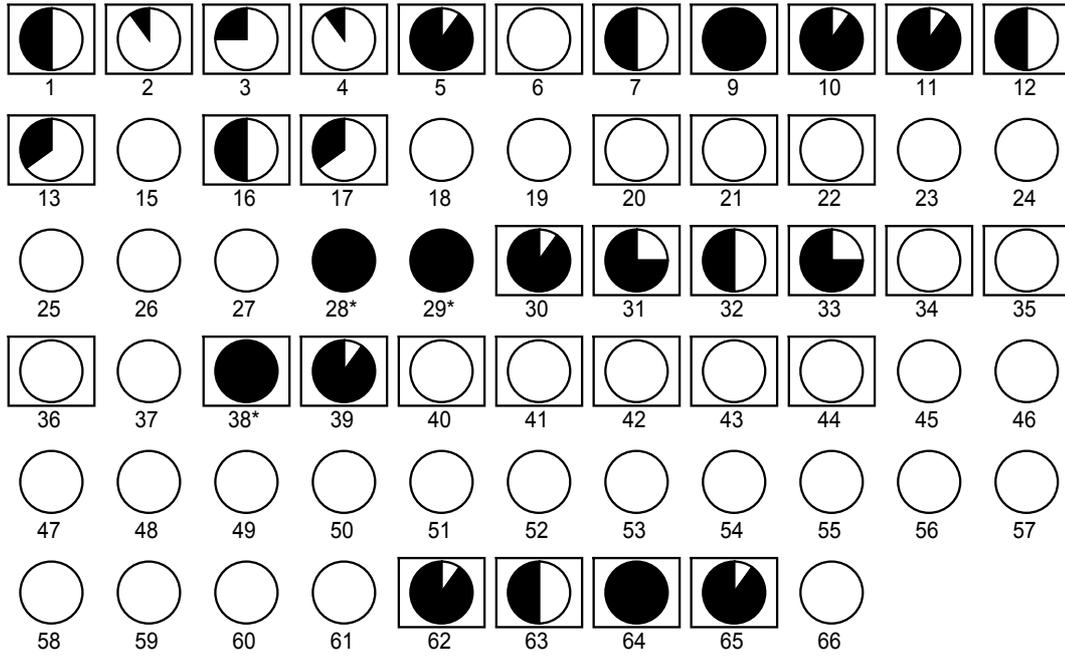
In den einzelnen Experimenten sollte überprüft werden, inwieweit die Hauptfutterkomponente gegenüber anderen Futtersorten bevorzugt wurde. Hierzu wurden sowohl die prozentualen Anteile der täglich gewählten Futtermenge visuell abgeschätzt als auch die Takthäufigkeiten für Fressen, Horten und Wittern betrachtet. Die Auswertung der Verhaltenstakte erfolgte bzgl. des gesamten Versuchszeitraums solange keine der beiden Futterschalen geleert worden war. Die Verhaltenstakte, die registriert wurden nachdem eine der beiden angebotenen Futterkomponenten nicht mehr zur Verfügung stand, werden in gesonderten Kapiteln behandelt.

### 3.2.1 Futterpräferenz des Iltiswurfs 1 (1. Experiment)

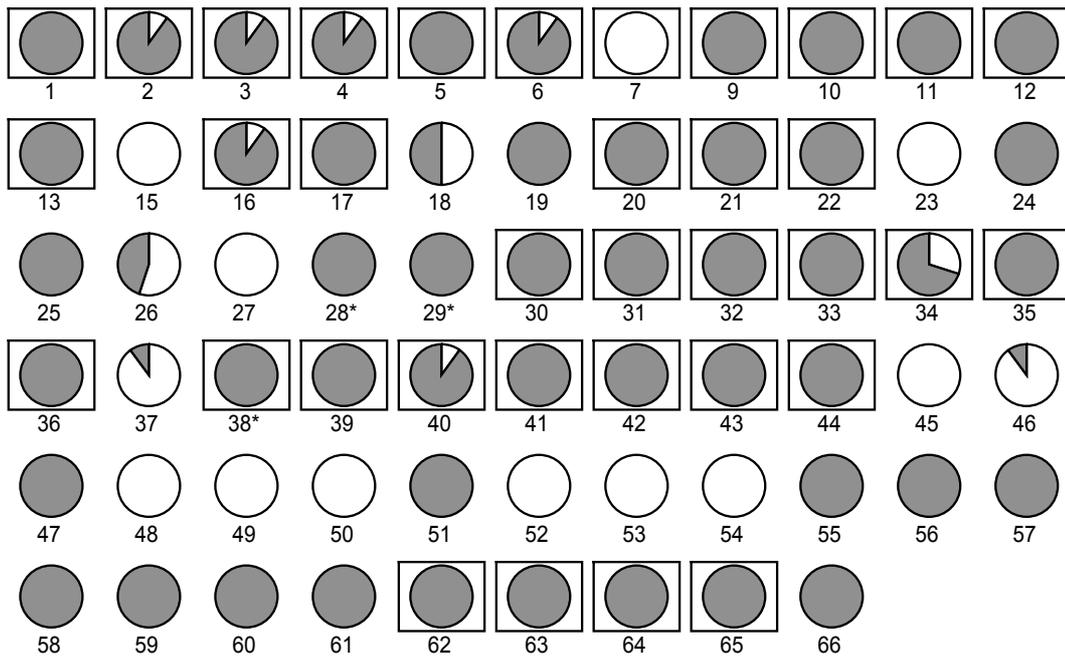
Der Iltiswurf 1 mit vier Tieren (Rüde R1, Fähen F1, F2, F3) wurde während der Aufzucht zu mehr als 50% mit Taube versorgt. Zu Beginn des ersten Futterwahlversuches waren die Iltisse ca. 6½ Monate alt. Es wurden zum einen die Takthäufigkeiten für Fressen, Horten und Wittern für alle 4 Individuen zusammen analysiert, zum anderen wurden die Takthäufigkeiten bzgl. der einzelnen Tiere betrachtet. Die beiden Kontrolltage (8. und 14. Versuchstag) wurden gesondert ausgewertet.

#### 3.2.1.1 Visuelle Abschätzung der täglich gewählten Futtermenge

Die visuelle Abschätzung der täglich entnommenen Futtermenge wurde in Prozent am Ende des jeweiligen Versuchstages festgehalten (Abb. 25) und für die einzelnen Futterkombinationen getrennt nach den beiden Konsistenzen gemittelt (Abb. 26). In Abb. 23 wurde die visuell abgeschätzte Restmenge der Hauptfutterkomponente Taube und der anderen Futterkomponenten für jeden der 64 Versuchstage dargestellt. Die Tage mit Breifütterungen sind durch die rechteckige Umrandung gekennzeichnet. Am 28., 29. und 38. Versuchstag wurden von den Eingangsröhren keine relevanten Verhaltenstakte registriert.



a) Verbliebene Restmenge der Prägungskomponente Taube (schwarz)



b) verbliebene Restmenge der anderen Futtersorten (grau)

Abb. 25: Täglich visuell abgeschätzte Restmengen a) der Hauptfutterkomponente Taube (schwarz) und b) der anderen Futterkomponenten (grau) an den jeweiligen Versuchstagen. Die Rechtecke markieren die Versuchstage mit Breifütterungen, an den anderen Versuchstagen wurden beide Futtersorten als Brocken angeboten. Der 8. und 14. Versuchstag wurden aus der Analyse herausgenommen; am 28., 29. und 38. Versuchstag wurden keine relevanten Verhaltenstakte registriert (siehe \*).

Durchschnittlich war die Schale mit der Prägungskomponente an den 64 Tagen zu 73,5% geleert worden, die anderen Futtersorten wurden im Mittel zu 23% entnommen (Abb. 26).

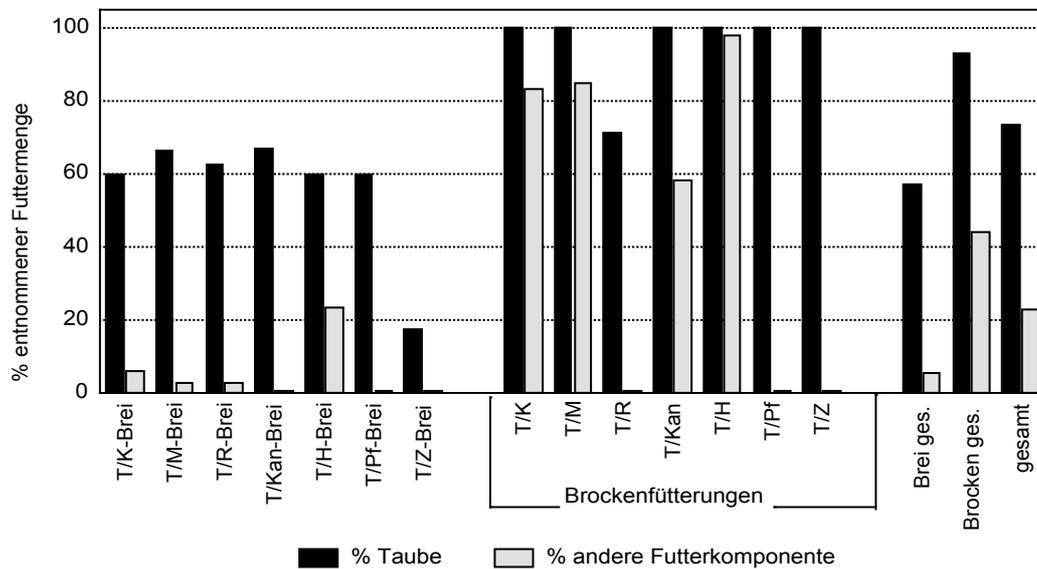


Abb. 26: Visuelle Abschätzung der gewählten Futtermenge in Prozent gemittelt (arithmetischer Mittelwert) für die jeweiligen Brei- und Brockenkombinationen (N=64). Abkürzungen für die einzelnen Futtersorten siehe Abkürzungsverzeichnis.

Bei den 35 Breifütterungen erschien die Schale mit Taubenbrei fünfmal unangerührt, damit wurde Taubenbrei durchschnittlich zu 57,3% gewählt. Bei den Fütterungen mit Brocken wurden an 27 von 29 Tagen Taubenstücke zu 100% entnommen. An den beiden verbleibenden Tagen, jeweils bei der Kombination mit Rinderherzbrocken (T/R, Abb. 25: 28. und 29. Versuchstag), wurden weder Taube noch Rinderherz angerührt. Der durchschnittliche Anteil für die Wahl von Taubenbrocken lag damit bei 93%.

Die gegen die Prägungskomponente getesteten NP-Breisorten blieben an 27 von 35 Tagen unberührt. Nur einmal wurde Huhnbrei (Abb. 25: 7. Versuchstag) vollständig geleert. Vom Kaninchen-, Pferdeherz- und Ziegenfleischbrei wurde gar nicht gefressen. Damit betrug der durchschnittliche Anteil für die Entnahme von den NP-Breisorten insgesamt nur 5,4%. Die NP-Brocken wurden hingegen im Mittel zu immerhin 44% gewählt, wobei Küken, Mäuse, Huhn und Kaninchen an insgesamt 10 von 29 Tagen zu 100% genommen wurden. Rinderherz, Pferdeherz und Ziegenfleisch blieben nach der visuellen Abschätzung immer

unangerührt. Das arithmetische Mittel für den entnommenen Anteil der NP-Sorten an allen Versuchstagen (NP-Gesamt) lag bei 23% (Abb. 26).

### 3.2.1.2 Analyse der Takthäufigkeiten

Insgesamt wurden die vier Iltisse 6984-mal an den 64 Versuchstagen registriert, davon wurden 1186 Einzeltakte aus der Auswertung genommen.

Die Häufigkeiten der Verhaltenstakte für die relevanten Verhaltensweisen Fressen, Horten und Wittern wurden für alle Individuen zusammengefasst und nur berücksichtigt, solange beide Futteralternativen noch zur Wahl standen (N=2481). Am 28., 29. und 38. Versuchstag wies keiner der Iltisse relevante Verhaltenstakte auf. Das Videomaterial für den 18. Versuchstag (Brockenfütterung Taube/Küken) konnte aufgrund mangelnder Qualität nicht ausgewertet werden. An diesem Versuchstag wurden die Taubenbrocken zu 100% und die Küken zu 50% gewählt (vgl. Abb. 25). Damit gingen 60 von 64 Versuchstagen in die Auswertung ein.

Insgesamt wurden 2481 Takte für die drei Verhaltenskategorien an den 60 Versuchstagen registriert, bevor eine Futterschale geleert worden war. Davon entfielen für das Verzehren oder Horten (Futterentnahme) der Prägungskomponente insgesamt 1737 Takte (88%) und für die anderen Futtersorten 236 Takte (12%; Abb. 27). Dagegen wies Wittern (Abb. 28), als Verhalten ohne erkennbare Futterentnahme, mit 338 Takten für Taube (66,5%) und 170 Takten für die anderen Futterkomponenten (33,5%) einen deutlich niedrigeren Datenumfang auf.

Für die Analyse der Takthäufigkeiten wurden die Daten von Fressen und Horten addiert und als Futterentnahme FE betrachtet (Abb. 27).

Der Anteil von Horten bei den Takten für die Futterentnahme betrug bei den Breifütterungen für Taubenbrei 15% (n=209) und lag bei den anderen Futterqualitäten bei nur 1% (n=2). Bei Brockenfütterungen wurde kaum innerhalb der Kammern gefressen. Die Tiere trugen Taube zu 91% (n=332) und von den NP-Brocken zu 100% (n=20) aus.

Auf die Futterentnahme von Kükenbrei (K-Brei; N=321) und Mäusebrei (M-Brei; N=329) entfielen ähnlich viele Takte von ca. 5 – 7% ( $\chi^2=1,23$ ; FG=1;  $p=0,27$ ).

Für Kaninchenbrei wurden nur drei Fresstakte registriert, auf Rinderherz-, Pferdeherz- und Ziegenfleischbrei entfielen keine Futterentnahmetakte. Bei den Brockenfütterungen wiesen Pferdeherz und Ziegenfleisch keine FE-Takte auf. Bei den anderen Brockenkombinationen lagen die Taktanteile für die Futterentnahme von den NP-Sorten zwischen 4% und 10%.

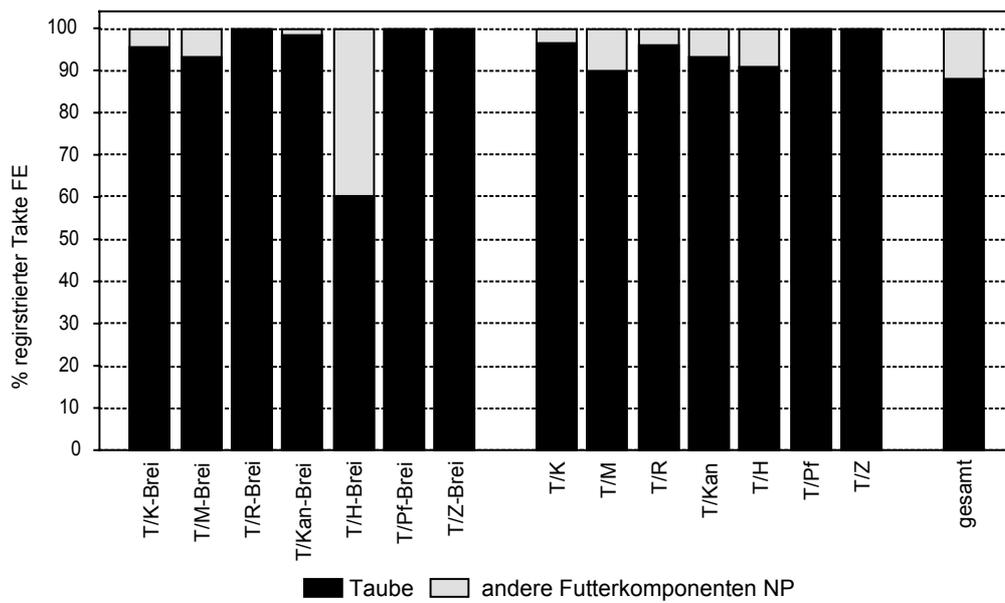


Abb. 27: Häufigkeiten der registrierten Takte für die Futterentnahme FE (Fressen oder Horten) von Taube (T) und den anderen Futterkomponenten (NP) in Prozent bei den jeweiligen Brei- und Brockenkombinationen (N=1973), bevor eine der Futterschalen geleert worden war.

Der hohe Anteil der Takte für die Wahl von Huhnbrei mit immerhin 40% (n=176) stellte in diesem Versuch die einzige Ausnahme dar. Die nähere Analyse zeigte jedoch, dass nur am ersten Tag mit dieser Futterkombination Huhnbrei von allen Iltissen gefressen wurde (n=173; 99,9%; Abb. 25: 7. Versuchstag). An den anderen fünf Versuchstagen mit der Kombination Tauben-/Huhnbrei entfielen 264 Takte (98,9%) für die Futterentnahme auf Taubenbrei (Abb. 25: 9., 10., 34., 36. und 40. Versuchstag).

Insgesamt waren die Anteile der Futterentnahmetakte für Taube und die anderen Fleischsorten bei Breifütterungen, vor Leerung einer Futterschale, den errechneten Mittelwerten der visuellen Abschätzungen recht ähnlich (vgl. Abb. 26). Bei den Brockenfütterungen hingegen lagen die Takthäufigkeiten für die Wahl von Küken, Mäusen, Huhn und Kaninchen deutlich niedriger als die Mittelwerte der visuellen Abschätzung, die bei mehr als 50% lagen. Dies

deutete darauf hin, dass diese Brocken erst gewählt wurden, nachdem die Schale mit den Taubenstücken vollständig geleert worden war (vgl. Kapitel 3.2.1.2.1).

Die Verteilung der Häufigkeiten für Wittern bzgl. der Prägungskomponente Taube und den NP-Sorten zeigte im Vergleich zur Futterentnahme ein ganz anderes, sehr uneinheitliches Bild (Abb. 28). Mit Ausnahme der Pferdeherzbrocken (Pf), wurde jede Futterqualität bewittert, auch wenn die Iltisse von einigen nicht entnahmen.

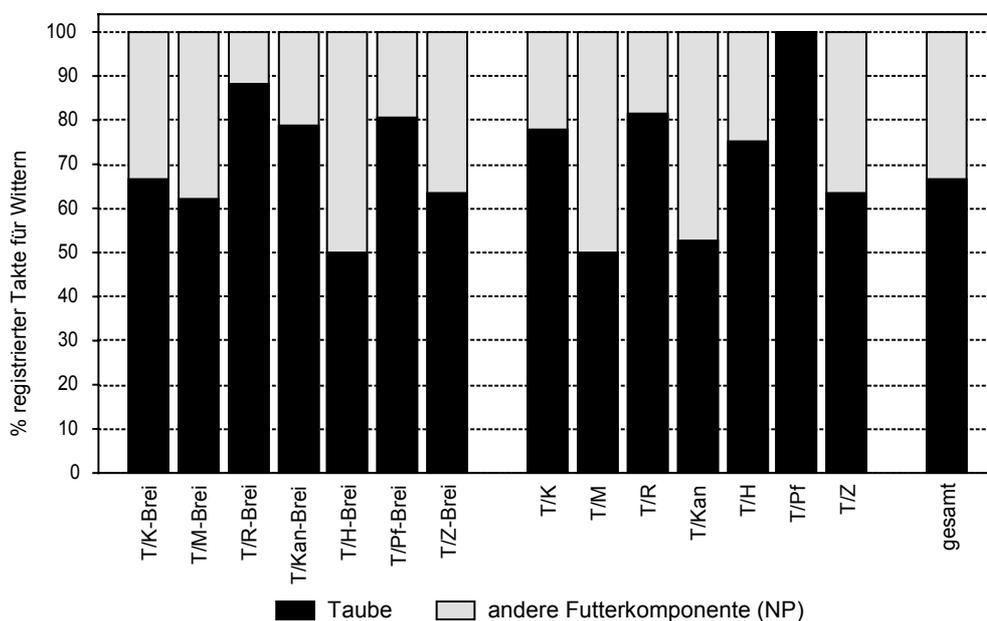


Abb. 28: Häufigkeiten der registrierten Takte für das Bewittern von Taube (T) und von den anderen Futterkomponenten (NP) in Prozent bezogen auf die jeweiligen Brei- und Brockenkombinationen (N=508), bevor eine der Futterschalen geleert worden war.

### 3.2.1.2.1 Takthäufigkeiten nach Leerung einer Futterschale

An 39 der 64 Versuchstage wurde der Teller mit der Prägungskomponente ganz geleert. Anschließend wurden an 25 Versuchstagen noch 210 relevante Verhaltenstakte für die anderen Futtersorten registriert (Tab. 14). Von diesen verteilten sich 21 Takte auf den Verzehr, 116 Takte auf Horten und 65 Takte auf Wittern. Für den zuvor unangerührten Pferdeherzbrei wurden vier Takte für Horten und 19 Takte für Wittern registriert. Auch für die Pferdeherzbrocken, die

nicht bewittert wurden solange die Prägungskomponente zur Wahl stand, gingen zehn Takte für Wittern ein. Bei der Futterentnahme der NP-Sorten, nachdem die Futterschale mit der Prägungskomponente geleert worden war, wurden hauptsächlich Takte für Horten festgestellt (85%).

Tab. 14: Registrierte Verhaltenstakte aller vier Ittisse, nachdem die Schale mit der Prägungskomponente geleert worden war. Die Striche bezeichnen, dass keine Takte registriert wurden.

Futterkomponente	Fressen	Horten	Wittern	Gesamt
Kaninchen-Brei	---	---	2	2
Huhn-Brei	10	7	13	30
Pferdeherz-Brei	---	4	19	23
Küken	---	23	1	32
Mäuse	---	24	5	29
Rinderherz	---	---	2	2
Kaninchen	6	16	7	29
Huhn	5	42	2	49
Pferdeherz	---	---	10	10
Ziege	---	---	4	4
	21	116	65	202

### 3.2.1.3 Verhalten der Wurfgeschwister im Vergleich

Dieses erste Futterwahlexperiment wurde mit den vier Ittissen zusammen in einem Gemeinschaftsgehege durchgeführt. Für die einzelnen Tiere folgt ein Vergleich der Verhaltenstakte, wobei die registrierten Takte nach Leerung der Schale mit der Prägungskomponente gesondert in Kapitel 3.2.1.5 betrachtet werden.

Tab. 15: Takthäufigkeiten für die Futterentnahme (FE) und Wittern (W) in Bezug auf die Prägungskomponente Taube (P) und die anderen Futtersorten (NP), bei den einzelnen Tieren von Wurf 1, vor Leerung einer Futterschale.

Tier	FE P	FE NP	Gesamt FE	W P	W NP	Gesamt W	Takte ges.
Fähe F1	178	37	215	47	56	103	318
Fähe F2	631	25	656	104	40	144	800
Fähe F3	393	132	525	94	33	127	652
Rüde R1	535	42	577	93	41	134	711
Gesamt	1737	236	1973	338	170	508	2481

Die Verteilung der Takthäufigkeiten für die Futterentnahme und für Wittern (Tab. 15) unterschied sich bei den Geschwistern R1, F2 und F3 nicht signifikant ( $\chi^2=0,53$ ;  $FG=2$ ;  $p=0,77$ ). Ihre Wurfswester F1 wies deutlich geringere Takthäufigkeiten bei den Verhaltensweisen bzgl. der Prägungskomponente auf ( $\chi^2=32,3$ ;  $FG=3$ ;  $p<0,0001$ ).

Die vier Geschwister wählten alle bevorzugt die Hauptfutterkomponente Taube, wobei der Anteil der Takthäufigkeiten für die Futterentnahme von Taube bei der Fähe F3 mit 75% der geringste war (Abb. 29). Der Anteil der Wittertakte für die Taubenkomponente lag bei der Fähe F1 mit nur 46% deutlich niedriger als bei ihren Geschwistern, die keine signifikanten Unterschiede bzgl. der Verteilung der Wittertakte zeigten ( $X^2=0,7$ ;  $FG=2$ ;  $p=0,7$ ). Nur die Fähe F3 wies für die Takte von Fressen und Horten bzgl. der Prägungskomponente Taube und den anderen Futtersorten eine ähnliche Verteilung auf wie für Wittern ( $\chi^2=0,038$ ;  $FG=1$ ;  $p=0,84$ ). Ihre drei Geschwister hatten im Vergleich zur Futterentnahme beim Bewittern deutlich höhere Anteile für die NP-Komponenten.

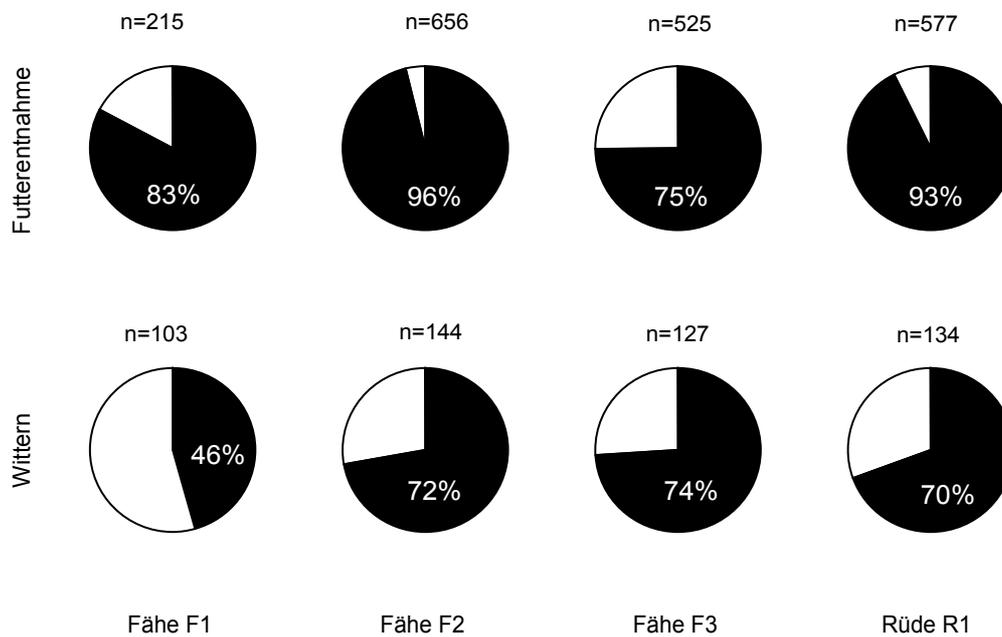


Abb. 29: Vergleich der Takthäufigkeiten bei den einzelnen Individuen im ersten Experiment von den Verhaltenskategorien Futterentnahme und Wittern für die Prägungskomponente Taube (schwarz, mit Angabe in Prozent) und die anderen Futtersorten (weiß), bevor eine der Futterschalen geleert worden war.

Bei allen vier Iltissen entfielen die meisten Takte jeweils auf die Futterwahl von Taube (vgl. Tab. 15). Die Fähe F3 wies einen höheren Anteil der Takte für die

Futterentnahme von NP auf als ihre Wurfgeschwister. Allerdings wurden diese Takte für FE NP (n=132) nur am 7. Versuchstag bei der Kombination mit Taubenbrei/Huhnbrei registriert (vgl. Kapitel 3.2.1.2). Dies galt auch für ihre Schwester F2, die ebenfalls nur an diesem Versuchstag von der NP-Sorte wählte (n=25).

Demgegenüber entnahmen die anderen beiden Iltisse an mehreren Versuchstagen von den NP-Sorten (Tab. 16). Die Fähe F1 wies insgesamt 37 Takte für die Entnahme von vier verschiedenen Futtersorten auf. Dabei wählte sie an zwei verschiedenen Versuchstagen von Mäusebrei und von den anderen NP-Komponenten nur an jeweils einem Versuchstag. Der Rüde R1 entnahm an insgesamt 13 Versuchstagen acht verschiedene NP-Sorten. Vom Huhnbrei und den Huhnbrocken wählte er jeweils an drei verschiedenen Versuchstagen, von den Kaninchenbrocken an zwei verschiedenen Versuchstagen.

Tab. 16: Registrierte Futterentnahmetakte der einzelnen Iltisse für die neben Taube angebotenen anderen Futtersorten, bevor die Schale mit Taube geleert worden war.

Futtersorte	Fähe F1	Fähe F2	Fähe F3	Rüde R1	Gesamt
Kükenbrei	15	---	---	---	15
Mäusebrei	9	---	---	13	22
Kaninchenbrei	---	---	---	3	3
Huhnbrei	11	25	132	8	176
Küken	---	---	---	1	1
Mäuse	2	---	---	3	5
Rind	---	---	---	3	3
Kaninchen	---	---	---	5	5
Huhn	---	---	---	6	6
	37	25	132	42	236

Der Anteil von Horten bei den Takten für die Futterentnahme lag beim Iltisrüden R1 mit 253 Takten von insgesamt 577 Takten für FE bei 44%, wobei davon 20 Takte für das Austragen von NP-Sorten eingingen. Die Fähe F1 wies 11% (n=23 Takte) der FE-Takte für Horten auf, davon wurden zwei Takte für das Austragen der anderen Futtersorten registriert. Ihre beiden Wurfgeschwestern F2 und F3 trugen nur Taubenbrei aus und die Anteile für Horten bzgl. aller Futterentnahmetakte waren mit 26,5% bei der Fähe F2 (n=174) und 21,5% (n=113) bei der Fähe F3 recht ähnlich ( $\chi^2=3,96$ ; FG=1;  $p=0,0465$ ).

Während des Futterwahlversuches wurden nicht immer alle vier Iltisse an jedem Tag registriert, bevor eine der beiden Futterschalen geleert worden war. An drei

Versuchstagen wurden für keines der Tiere relevante Verhaltenstakte festgestellt (Kapitel 3.2.1.2). Der Iltisrüde R1 wurde an 59 der 60 Versuchstage registriert (Belauf=98%), wobei er zu 88% zuerst die Kammer mit der Prägungskomponente betrat. Die beiden Schwestern F1 und F2 wurden an 37 bzw. 35 Tagen registriert (Belauf 62% bzw. 58%). Die dritte Iltisfähe F3 wies an 33 Versuchstagen Verhaltenstakte auf (55% Belauf). Auch die Fähen betraten zu 88% (F1) bis 94% (F2 und F3) zuerst die Kammer mit der Taubenkomponente. Die Unterschiede im Belauf der Versuchsapparatur spiegelten sich nicht in den Häufigkeiten für die Verhaltenstakte wider (Abb. 30, vgl. auch Tab. 15).

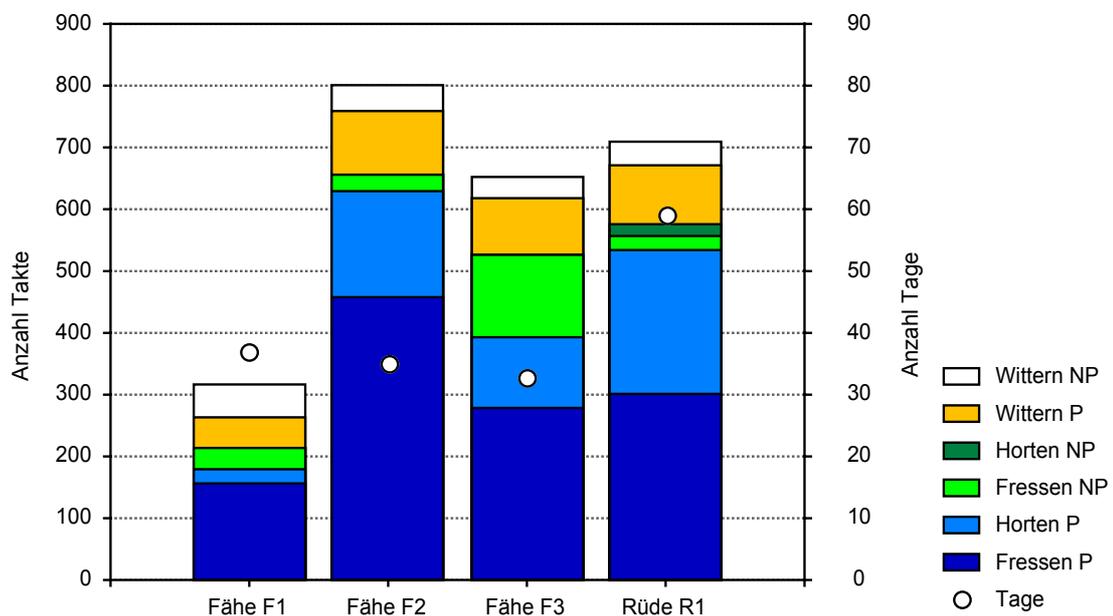


Abb. 30: Anzahl der registrierten Verhaltenstakte der einzelnen Tiere bzgl. der verschiedenen Verhaltenskategorien (linke Skala) zur Anzahl Versuchstage mit relevanten Verhaltenstakten (rechte Skala), jeweils bevor eine der Futterschalen geleert worden war.

#### 3.2.1.4 Taktfrequenzen und mittlere Taktlängen

Für den Iltisrüden R1 wurden 711 Takte an 59 Tagen registriert, was einer Gesamtfrequenz von 12,1 Takten pro Tag entsprach (Tab. 17). Seine Wurfchwester F2 hatte mit 800 Takten an 35 Tagen einen wesentlich größeren Datenumfang, ihre Gesamtfrequenz betrug 22,9 Takte/Tag. Die Fähe F3 erreichte mit 652 Takten an 33 Tagen eine ähnlich hohe Gesamtfrequenz mit

19,8 Takten/Tag wie die Fähe F2. Ihre Wurfchwester F1 hatte mit 318 Takten an 37 Tagen die geringste Gesamtfrequenz mit nur 8,6 Takten/Tag (Tab. 17). Nur der Rüde wies an jedem Tag, an dem er registriert wurde (n= 59 Tage), auch Takte für die Futterentnahme auf. Die Fähen wählten an einigen Tagen trotz Belauf der Kammern nicht vom angebotenen Futter, witterten aber an diesen. Die Taktfrequenzen für Fressen/Horten, berechnet für die Tage an denen die Tiere Takte für die Futterentnahme aufwiesen, lagen bei den Fähen F2 mit 28,5 und bei der Fähe F3 mit 20,2 deutlich höher als beim Rüden R1 mit 9,8 Takten FE/Tag. Die Fähe F1 hatte die geringste Frequenz mit 7,4 Takten FE/Tag (Tab. 17).

Tab. 17: Registrierte Verhaltenstakte für Wittern (W) und die Futterentnahme (FE) sowie Anzahl der Tage an denen diese registriert wurden, jeweils bevor eine der Futterschalen geleert worden war. Die Gesamt – bzw. Futterwahlfrequenzen berechneten sich als Quotient aus der Anzahl Takte zur Anzahl Tage (vgl. Kapitel 2.2.3.4).

Tier	Takte			Anzahl Tage	Gesamtfrequenz N <sub>i</sub> /Tag	Tage mit Takten für Futterentnahme (FE)	Frequenz N(FE)/Tag
	W	FE	Ges. N <sub>i</sub>				
Fähe F1	103	215	318	37	8,6	29	7,4
Fähe F2	144	656	800	35	22,9	23	28,5
Fähe F3	127	525	652	33	19,8	26	20,2
Rüde R1	134	577	711	59	12,1	59	9,8

Betrachtet man den Median bzgl. der Dauer aller registrierten Verhaltenstakte für Fressen, Horten und Wittern über den gesamten Versuchszeitraum bei den einzelnen Tieren als Maß für die mittlere Aufenthaltsdauer innerhalb der Versuchsapparatur, so fand sich für die Fähe F1 mit der geringsten Takthäufigkeit der höchste Median mit 24 Sekunden (Tab. 18).

Die Gesamtaufenthaltsdauer bzgl. der relevanten Verhaltenstakte lag beim Iltisrüden R1 mit 13,5 Stunden wesentlich höher als bei den drei Fähen. Damit wies zwar die Fähe F1 die höchste mittlere Taktlänge auf, ihr Bruder R1 hatte aber insgesamt wesentlich mehr Zeit innerhalb der Versuchsapparatur verbracht, was auf die hohe Anzahl von Verhaltenstakten des Rüden R1 gegenüber der Fähe F1 zurückzuführen war. Bei den beiden Fähen F2 und F3 mit ähnlich hohen Gesamtfrequenzen (vgl. Tab. 17) betragen die Mediane 11 und 15 Sekunden (MANN-WHITNEY U-TEST: U=191710; Z=-8,69; p<0,0001) und waren damit deutlich geringer als die ihrer Wurfgeschwister. Allerdings lag die

Gesamtdauer bei diesen beiden Fähen in einem ähnlichen Bereich wie bei der Fähe F1 (KRUSKAL-WALLIS-TEST:  $H(2, N=1770)=168,8$ ;  $p<0,0001$ ).

Tab. 18: Deskriptive Statistik zur Aufenthaltsdauer der einzelnen Tiere innerhalb der Versuchsdauer für den gesamten Versuchszeitraum, jeweils bevor eine Futterschale geleert worden war.

Tier	N <sub>i</sub>	Gesamtdauer D		Minimum [s]	Maximum [s]	Q25 [s]	Median [s]	Q75 [s]
		Sekunden [s]	Stunden [h]					
Fähe F1	318	16644	4,62	2	517	12	24	58
Fähe F2	800	12345	3,43	2	268	7	11	18
Fähe F3	652	21393	5,94	1	460	9	15	32
Rüde R1	711	48688	13,52	2	915	12	20	48
Gesamt	2481	99070	27,52			9	15	31

Damit wiesen die beiden Fähen F2 und F3 mit einer hohen Gesamtfrequenz eine ähnlich hohe Gesamtdauer auf wie ihre Wurfchwester F1, die eine höhere mittlere Taktlänge bei wenigen Takten insgesamt hatte.

Die Streubreiten für die einzelnen Taktlängen lagen bei allen vier Ittissen sehr hoch. Der Rüde hatte eine maximale Taktlänge von 915 Sekunden (15,25 Minuten). Die maximalen Taktlängen bei den Fähen F1 und F3 erreichten ca. 8 bis ca. 8½ Minuten, während ihre Wurfchwester F2 sich maximal für ca. 4½ Minuten für einen Verhaltenstakt innerhalb der Versuchsdauer aufhielt. Die Fähe F2 war damit zwar häufiger in der Versuchsdauer als ihre Wurfchwester, ließ sich aber pro Verhaltenstakt im Mittel wesentlich weniger Zeit.

Bei Auftragung der Mediane für die Taktlängen der einzelnen Tiere unterteilt nach den drei Verhaltenskategorien Fressen, Horten und Wittern in Abb. 31, zeigte sich, dass die höchsten Streuungen in der Taktlänge bei der Fähe F1 und bei dem Rüden R1 bzgl. der Fresstakte zu finden waren. Die Mediane nur für die Taktlängen bzgl. Fressen betragen bei diesen beiden Ittissen ca. 46 Sekunden (MANN-WHITNEY U-TEST:  $U=30496$ ;  $Z=-0,37$ ;  $p=0,71$ ;  $n_1, n_2=192, 324$ ) und lagen damit wesentlich höher als die mittleren Taktlängen für Horten und Wittern. Nur bei der Fähe F2 unterschied sich der Median für die Taktlängen der Fresstakte nicht signifikant von denen bzgl. Horten und Wittern (MEDIAN-TEST:  $\chi^2=5,03$ ;  $FG=2$ ;  $p=0,08$ ). Für ihre drei Wurfchwester wurden in Abb. 31 die p-Werte (MANN-WHITNEY U-TEST) für den Vergleich der Mediane bzgl. der Taktlängen von Wittern und Horten eingetragen.

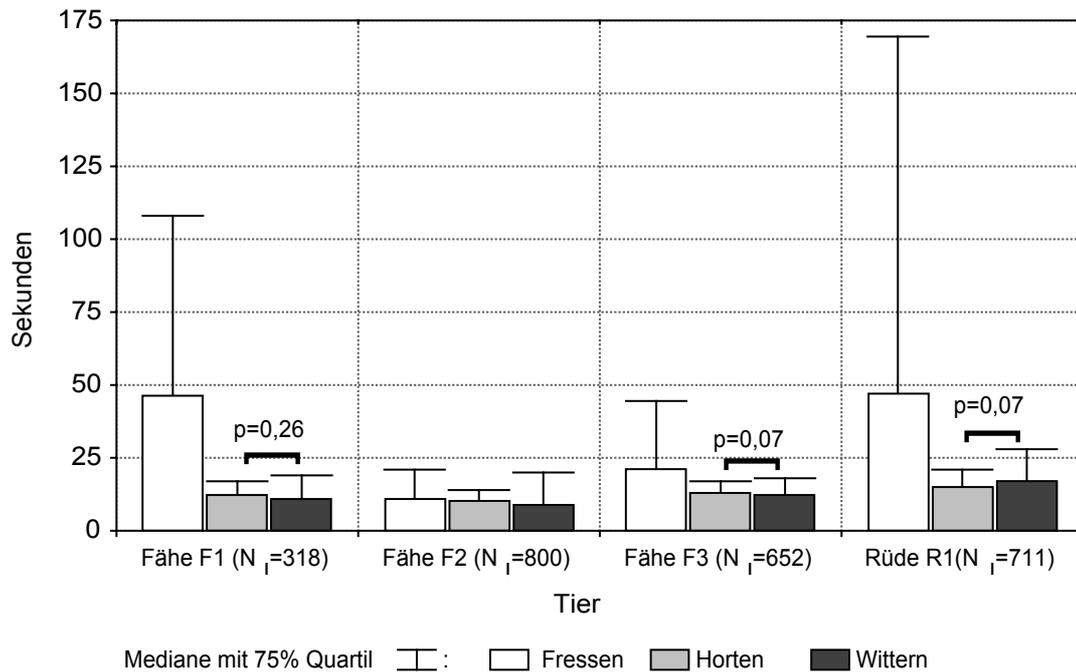


Abb. 31: Darstellung der Mediane für die Dauer der Takte von Fressen, Horten und Wittern, die im gesamten Versuchszeitraum bei den vier Ittissen registriert wurden, jeweils bevor eine der Futterschalen geleert worden war. Die Whisker markieren das 75%-Quartil. Die p-Werte kennzeichnen die Ergebnisse der Medianvergleiche nach MANN-WHITNEY (siehe Text).

Bei der Fähe F2 nahm der Median bzgl. der Taktlängen für Fressen mit 11 Sekunden den gleichen Wert an, wie der Gesamtmedian für die Taktlängen aller drei Verhaltenskategorien (vgl. Tab. 17). Bei den drei anderen Ittissen lagen die Mediane für die Dauer der einzelnen Fresstakte höher als die in Tab. 17 angegebenen Gesamtmediane bzgl. der Dauer aller relevanten Verhaltenstakte. Damit wirkten bei diesen drei Ittissen die geringen Taktlängen von Horten und Wittern reduzierend auf den Gesamtmedian, während die Fähe F2 bzgl. Fressen im Mittel ähnlich schnell agierte wie für Horten und Wittern. Die mittlere Taktlänge bzgl. Wittern unterschied sich bei den drei Fähen mit 9 bis 12 Sekunden nicht signifikant (KRUSKAL-WALLIS-TEST:  $H(2, N=374)=0,74$ ;  $p=0,7$ ), während der Rüde mit einem Median für die Wittertakte von 17 Sekunden im Mittel länger witterte als seine Wurfgeschwestern ( $H(3, N=508)=40,1$ ;  $p<0,0001$ ). Die Mediane für die Taktlängen von Horten lagen bei den vier Ittissen zwischen 10 und 15 Sekunden, unterschieden sich aber signifikant (KRUSKAL-WALLIS-TEST:  $H(3, N=563)=69,9$ ;  $p<0,0001$ ).

### 3.2.1.5. Verhalten der Wurfgeschwister nach Leerung einer Futterschale

Von den in Tab. 14 (vgl. Kapitel 3.2.1.2.1, Seite 70) aufgelisteten 202 Verhaltenstakten, die registriert wurden, nachdem die Futterschale mit der Prägungskomponente Taube geleert worden war, entfielen 142 Takte auf den Rüden R1, wobei er vornehmlich Brocken austrug (Tab. 19). Seine drei Wurfgeschwestern wiesen wesentlich geringere Takthäufigkeiten für Fressen oder Horten auf. Die Fähe F3 wählte gar nicht von den NP-Sorten nachdem die Taubenkomponente geleert worden war.

Tab. 19: Registrierte Verhaltenstakte bei den einzelnen Tieren, nachdem die Schale mit der Prägungskomponente geleert worden war.

	Fressen	Horten	Wittern	Gesamt
Fähe F1	5	10	14	29
Fähe F2	---	5	20	25
Fähe F3	---	---	6	6
Rüde R1	16	101	25	142
	21	116	65	202

### 3.2.1.6 Kontrolltage

An zwei Versuchstagen wurde das Futterwahlverhalten der Iltisjungen bzgl. Küken- und Mäusebrei bzw. Küken- und Huhnbrei untersucht. Sowohl Küken als auch Mäuse wurden während der Aufzucht regelmäßig als Brocken an die Iltisse verfüttert.

Bei der Kombination Küken- und Mäusebrei am 8. Versuchstag wurde von beiden Breisorten weniger als 10% entnommen. Insgesamt wurden für diesen Versuchstag 165 Takte ausgewertet (Tab. 20). Davon entfielen auf die Fähe F2 128 Takte, wobei sie als einziges Tier vom Mäusebrei fraß (n=120). Die Fähe F3 wies nur Takte für das Bewittern des Mäusebreis auf (n=12). Ihre Geschwister hatten an beiden Futtersorten gewittert, allerdings fraß der Rüde R1 nur einmal vom Kükenbrei, seine Schwester F1 wählte fünfmal von diesem.

Tab. 20: Registrierte Verhaltenstakte für die Iltisse am 8. Versuchstag.

Tier	Kükenbrei			Mäusebrei			Gesamt
	Fressen	Wittern	Horten	Fressen	Wittern	Horten	
Fähe F1	5	7	---	---	3	---	15
Fähe F2	0	1	---	120	7	---	128
Fähe F3	---	---	---	---	12	---	12
Rüde R1	1	6	---	---	3	---	10
	6	14	---	120	25	---	165

Am 14. Versuchstag wurde Kükenbrei gegen Huhnbrei getestet. Auch hier wurde von beiden Breisorten nur wenig (Anteil  $\leq 10\%$ ) entnommen. Insgesamt wurden 51 Takte ausgewertet (Tab. 21).

Tab. 21: Registrierte Verhaltenstakte für die Iltisse am 14. Versuchstag.

Tier	Kükenbrei			Huhnbrei			Gesamt
	Fressen	Wittern	Horten	Fressen	Wittern	Horten	
Fähe F1	0	1	0	18	7	0	26
Fähe F2	0	0	0	0	1	0	1
Fähe F3	0	0	0	0	1	0	1
Rüde R1	0	0	0	16	7	0	23
	0	1	0	34	16	0	51

Kein Iltis fraß vom Kükenbrei und nur die Fähe F1 witterte einmal an diesem. Am Huhnbrei haben alle Individuen gewittert ( $n=16$ ) aber nur die Fähe F1 und der Rüde R1 fraßen auch davon. Sie wiesen beide ähnliche Taktanteile von Fressen und Wittern für den Huhnbrei auf ( $\text{Chi}^2=0,034$ ;  $\text{FG}=1$ ;  $p=0,85$ ).

### 3.2.1.7 Zusammenfassung

Die vier subadulten Iltisse wählten alle bevorzugt die Prägungskomponente Taube. Die bekannten, schon während der Aufzucht angebotenen Futtersorten Küken und Mäuse wurden sowohl bei Brei- als auch bei Brockenfütterungen zu maximal 10% entnommen, bevor die Futterschale mit der Prägungskomponente geleert worden war. Bei den Brockenfütterungen lag der Anteil für Horten am Futterwahlverhalten bei über 90% für die Prägungskomponente. Die anderen Futterbrocken wurden nur gehortet und nicht innerhalb der Kammer verzehrt.

Am 7. Versuchstag wurde Huhnbrei zum ersten Mal angeboten und von allen vier Iltissen gewählt. Die Schale wurde ganz geleert. Bei den weiteren Versuchstagen mit der Kombination Tauben-/Huhnbrei entfielen 99% der Takte für Fressen oder Horten auf Taubenbrei, bevor diese Futterschale geleert worden war.

Die Takthäufigkeiten für das Bewittern der beiden Futterqualitäten bzgl. der einzelnen Futterkombinationen entsprachen nicht der Verteilung für die Futterentnahmetakte. Trotz Bevorzugung der Prägungskomponente wiesen einige Futtersorten hohe Anteile für Wittern auf.

Alle vier Iltisse wiesen mindestens 75% der Takte für die Futterentnahme der Prägungskomponente auf. Die Fähe F1 bewitterte die anderen Futtersorten häufiger als die Prägungskomponente, während ihre drei Wurfgeschwister maximal 30% der Wittertakte für die anderen Futtersorten erreichten.

Die drei Fähen wurden an deutlich weniger Versuchstagen registriert als der Rüde R1. Er wies an jedem Tag, an dem er die Versuchsanlage betreten hatte, Takte für Fressen oder Horten auf. Die beiden Fähen F2 und F3 hatten im Vergleich zu ihren beiden Wurfgeschwistern deutlich höhere Taktfrequenzen. Demgegenüber lagen die Mediane als Maß für die mittlere Taktlänge beim Rüden R1 und bei der Fähe F1 deutlich höher als bei den anderen beiden Fähen. Die Iltisse R1 und F1 mit ihren geringeren Taktfrequenzen verweilten damit im Mittel länger innerhalb der Versuchsanlage als die Fähen mit hohen Taktfrequenzen. Insbesondere bei den Fresstakten wiesen die Tiere hohe Streubreiten auf. Nur bei der Fähe F2 unterschieden sich die Mediane für die mittleren Taktlängen von Fressen, Horten und Wittern nicht signifikant. Die anderen drei Iltisse nahmen sich für Fressen im Mittel mehr Zeit als für Wittern und Horten.

Alle vier Tiere betraten zu mindestens 88% zuerst die Kammer mit der Prägungskomponente.

Nachdem die Schale mit der Prägungskomponente geleert worden war, trug vornehmlich der Rüde R1 von den NP-Brocken aus.

Am 8. Versuchstag mit der Kombination Küken-/Mäusebrei wurden von beiden Futtersorten weniger als 10% entnommen. Dabei wählte die Fähe F2 als einziges Tier vom Mäusebrei und wies 120 Fresstakte auf. Demgegenüber entfielen nur sechs Fresstakte vom Rüden R1 und von der Fähe F1 auf den Kükenbrei.

### 3.2.2 Futterpräferenz des adulten Iltisrüden R1 (2. Experiment)

Ein Jahr nach Beginn des ersten Experiments sollte überprüft werden, ob der Rüde R1 die Prägungskomponente Taube gegenüber einer anderen Futtersorte weiterhin bevorzugen würde. In der Zwischenzeit wurde Taube nur selten gefüttert (Anteil < 5%). Der Rüde war zu Beginn des zweiten Experiments 18 Monate alt. Dieser zweite Futterwahlversuch wurde mit dem Iltisrüden in einem Einzelgehege durchgeführt.

#### 3.2.2.1 Visuelle Abschätzung der täglich gewählten Futtermenge

Die visuelle Abschätzung der entnommenen Futtermenge in Prozent zeigte eine eindeutige Präferenz des Rüden für die Prägungskomponente Taube (vgl. Abb. 33, Seite 81): Taube wurde an jedem der 31 Versuchstage gewählt und die Schale war nur an acht Tagen nicht ganz leer. Dies entsprach einem Mittelwert von 88% entnommener Menge an Taube (Abb. 32). Dagegen erschienen die anderen Futterkomponenten an 22 der 31 Versuchstage unangerührt. Nur viermal war die Schale von NP ganz leer. Damit betrug der Anteil für die entnommene Menge von NP im Mittel 18%.

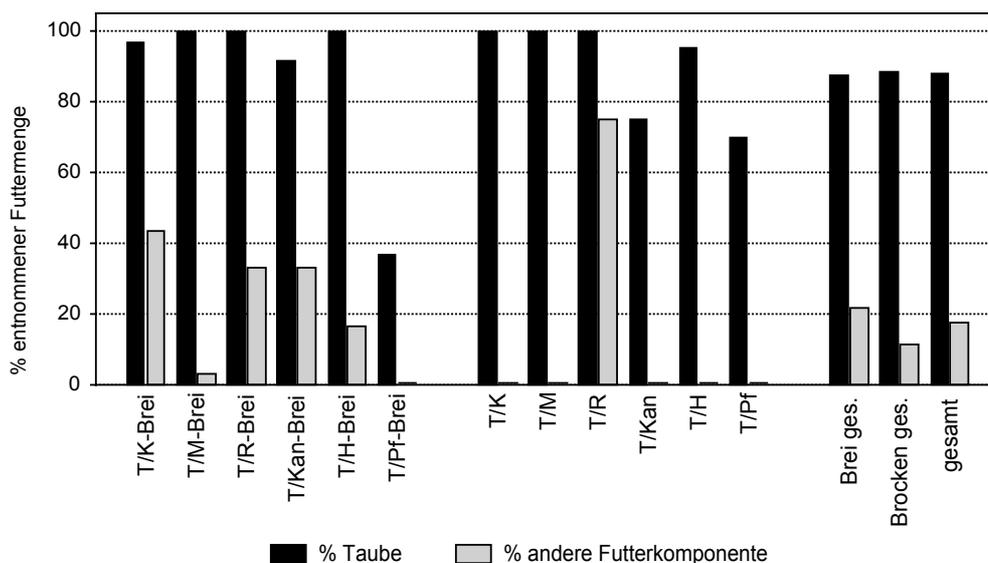
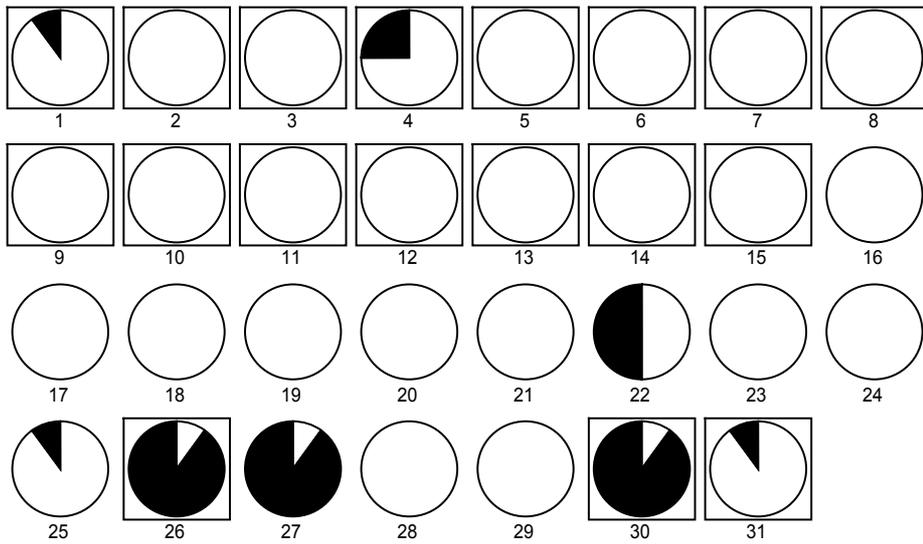
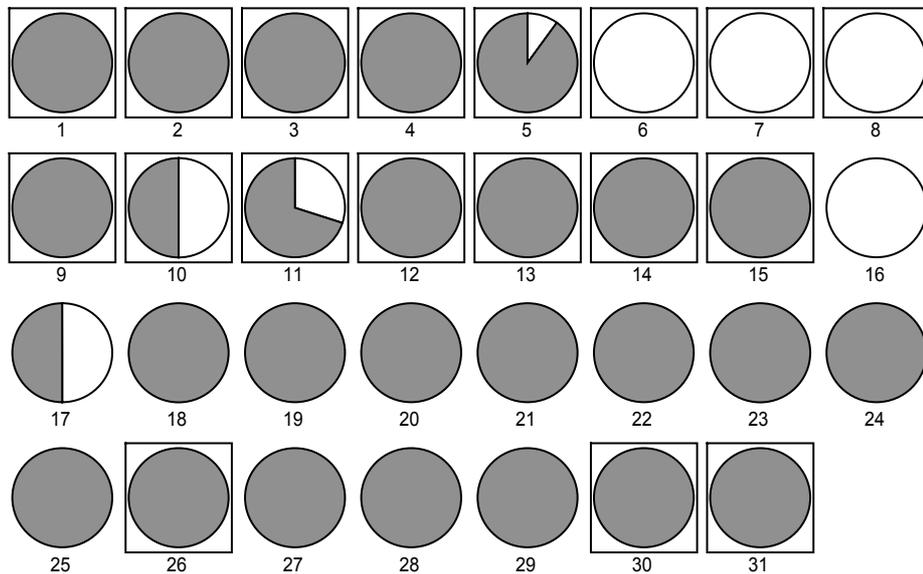


Abb. 32: Visuelle Abschätzung der gewählten Futtermenge in Prozent gemittelt für die jeweiligen Brei- und Brockenkombinationen (N=31).

Insbesondere bei den Brockenfütterungen wählte der Rüde fast ausschließlich Taube, nur die Rinderherzbrocken (R) wurden durchschnittlich zu 75% gewählt. Dagegen blieben Küken, Mäuse, Kaninchen-, Huhn- und Pferdeherzbrocken unangerührt. Bei den Breifütterungen wurde nur Pferdeherzbrei gar nicht entnommen.



a) Verbliebene Restmenge der Prägungskomponente Taube (schwarz)



b) Verbliebene Restmenge der anderen Futtersorten (grau)

Abb. 33: Täglich visuell abgeschätzte Restmengen a) der Hauptfutterkomponente Taube (schwarz) und b) der anderen Futterkomponenten (grau) an den jeweiligen Versuchstagen für den Rüden R1 im zweiten Experiment. Die Rechtecke markieren die Versuchstage mit Breifütterungen, an den anderen Versuchstagen wurden beide Futtersorten als Brocken angeboten.

## 3.2.2.2 Analyse der Takthäufigkeiten

Insgesamt wurde der Iltisrüde an 31 Versuchstagen 900-mal registriert. Davon wurden 180 Einzeltakte bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt. Die Analyse der Verhaltenstakte für Fressen, Horten und Wittern (N=340) erfolgte, solange keine der beiden Futterschalen geleert worden war.

Der Rüde wählte an jedem der 31 Versuchstage von der Taube, und 96% der Takte für Fressen und Horten (FE n=137) entfielen auf Taube. Nur fünfmal fraß der Rüde von den anderen Fleischsorten bevor die Schale mit der Prägungskomponente geleert worden war. Am 6. Versuchstag leerte er zuerst die Schale mit Kükenbrei (n=2) und erst anschließend den Taubenbrei (n=2). Horten trat ausschließlich bei den Taubenbrocken auf und beinhaltete 12% der Takte für die Futterentnahme (n=17). Im ersten Experiment (Gemeinschaftsversuch) entfielen beim Rüden 93% der Takte für die Futterentnahme FE auf Taube (n=535). Somit fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Experimenten ( $\chi^2=2,63$ ; FG=1;  $p=0,1$ ; Abb. 34).

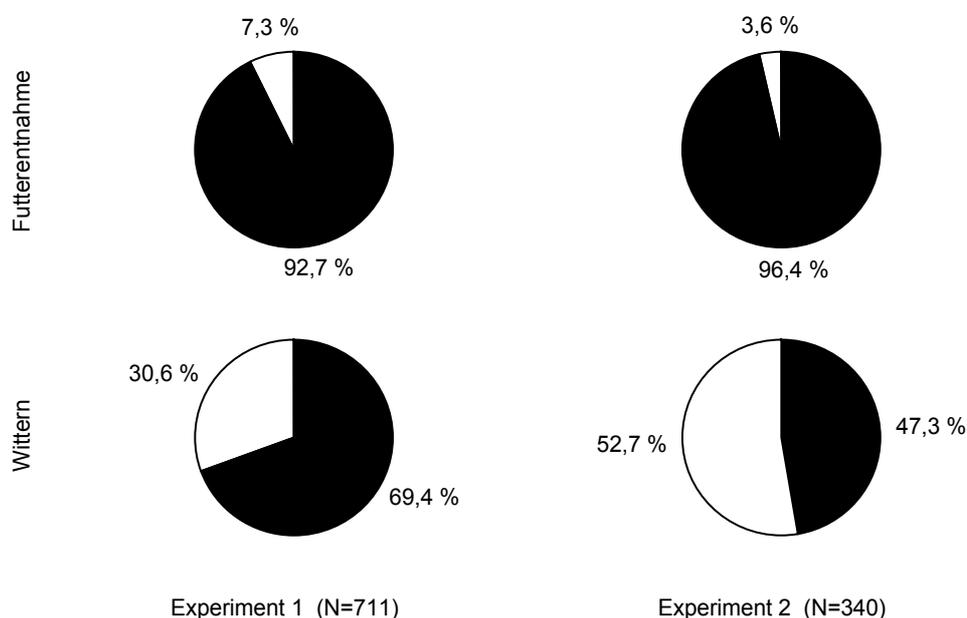


Abb. 34: Vergleich der prozentualen Anteile der Takte bzgl. der Futterentnahme und Wittern für Taube (schwarz) und für die anderen Futterqualitäten (weiß) des Iltisrüden R1 in den Experimenten 1 (Gemeinschaftsversuch) und 2 (Einzelversuch).

Allerdings lag der Anteil des Hortens bei den Takten für FE im ersten Versuch mit 44% (n=253) deutlich höher als im zweiten Versuch mit 12,4% (n=17), wobei der Rüde im Einzelversuch nur Taubenbrocken und einmal Taubenbrei austrug.

Dagegen sank der prozentuale Anteil für Wittern bzgl. Taube von 70% im ersten Experiment (Abb. 29, Kapitel 3.2.1.3: n= 94) auf nur noch 47% (n=88) nach einem Jahr. Damit bewitterte der Rüde die anderen Futtersorten häufiger als die Taubenkomponente (Abb. 34 und 35), zeigte aber weiterhin bei der Futterentnahme eine deutliche Präferenz für Taube.

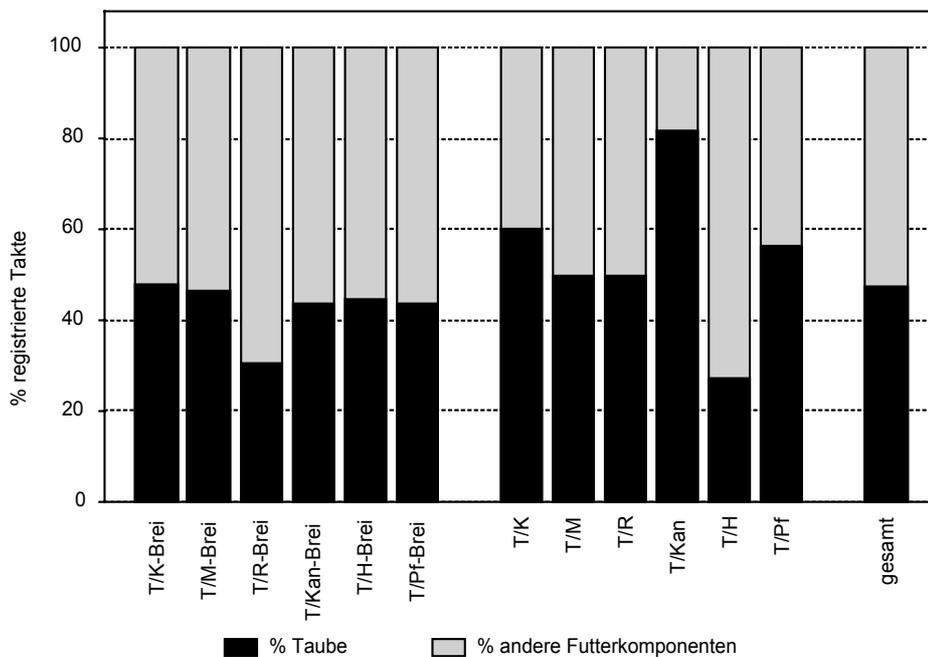


Abb. 35: Prozentuale Anteile der Takte für das Bewittern von Taube (schwarz) und von den anderen Futterqualitäten (grau) beim Iltisrüden R1 im zweiten Experiment (N=186).

### 3.2.2.2.1 Verhalten des Rüden nach Leerung einer Futterschale

Nachdem die Schale mit der Prägungskomponente geleert worden war, entfielen noch 18 Takte auf Fressen und zwei auf Horten, die sich auf 10 der 12 Futterqualitäten verteilten. Nur Küken und Mäuse wurden vom Rüden nicht entnommen, nachdem die Schale mit Taube geleert worden war (Tab. 22). Außer Pferdeherzbrei wurden alle Futtersorten vom Rüden bewittert (n= 26 Takte).

Auf die Rinderherzbrocken, von denen nach der visuellen Abschätzung (vgl. Abb. 32) durchschnittlich 75% gewählt wurden, entfielen fünf Takte auf den Verzehr und zwei Takte auf das Austragen nachdem die Schale mit Taube geleert worden war.

Tab. 22: Registrierte Verhaltenstakte, nachdem die Schale mit der Prägungskomponente geleert worden war.

Futterkomponente	Fressen	Horten	Wittern	Gesamt
Kükenbrei	1	---	3	4
Mäusebrei	3	---	1	4
Rinderherzbrei	2	---	2	4
Kaninchenbrei	4	---	3	7
Huhnbrei	1	---	1	2
Küken	---	---	6	6
Mäuse	---	---	2	2
Rinderherz	5	2	4	11
Huhn	1	---	1	2
Pferdeherz	1	---	3	4
	18	2	26	46

### 3.2.2.3 Taktfrequenz und mittlere Taktlänge

An 22 von 31 Versuchstagen (74%) wählte der Iltisrüde R1 zuerst die Kammer mit der Taubenkomponente. Die Gesamtfrequenz von 11 Takten pro Versuchstag unterschied sich nicht wesentlich von der im ersten Experiment mit 12,1 Takten/Tag. Die Frequenz der Futterwahlakte des Rüden sank hingegen deutlich von 9,8 auf nur noch 4,6 Takte pro Tag. Die Mediane als Maß für die mittleren Taktlängen lagen für Fressen und Wittern deutlich höher als im ersten Experiment (Abb. 36). Der Median für Horten war im zweiten Futterwahlversuch mit 16 Sekunden nur um eine Sekunde höher als im ersten Gemeinschaftsversuch (MANN-WHITNEY U-TEST:  $U=2126$ ;  $Z=0,0786$ ;  $p=0,9$ ;  $n_1, n_2=253,17$ ). Der Median für Fressen stieg hingegen von 47 Sekunden im ersten Versuch auf 708 Sekunden im Einzelversuch (MANN-WHITNEY U-TEST:  $U=2846$ ;  $Z=-14,1$ ;  $p<0,0001$ ;  $n_1, n_2=324,125$ ). Damit ließ sich der Rüde im Mittel für Fressen mehr als 10 Minuten Zeit. Die Gesamtdauer, die der Rüde R1 innerhalb der Versuchsanlage verbrachte, betrug im ersten Versuch ca. 13,5 Stunden an insgesamt 59 Versuchstagen. Im Einzelversuch lag die Gesamtdauer mit 29,3 Stunden an nur 31 Versuchstagen mehr als doppelt so hoch, wie im ersten Versuch.

Auch für das Bewittern der Futtersorten ließ sich der Rüde im zweiten Versuch mit 31 Sekunden wesentlich mehr Zeit als im ersten Gemeinschaftsversuch, in

welchem er einen Median von 17 Sekunden für die Wittertakte erreichte (MANN-WHITNEY U-TEST:  $U=7574$ ;  $Z=-6,63$ ;  $p<0,0001$ ;  $n_1, n_2=134, 198$ ).

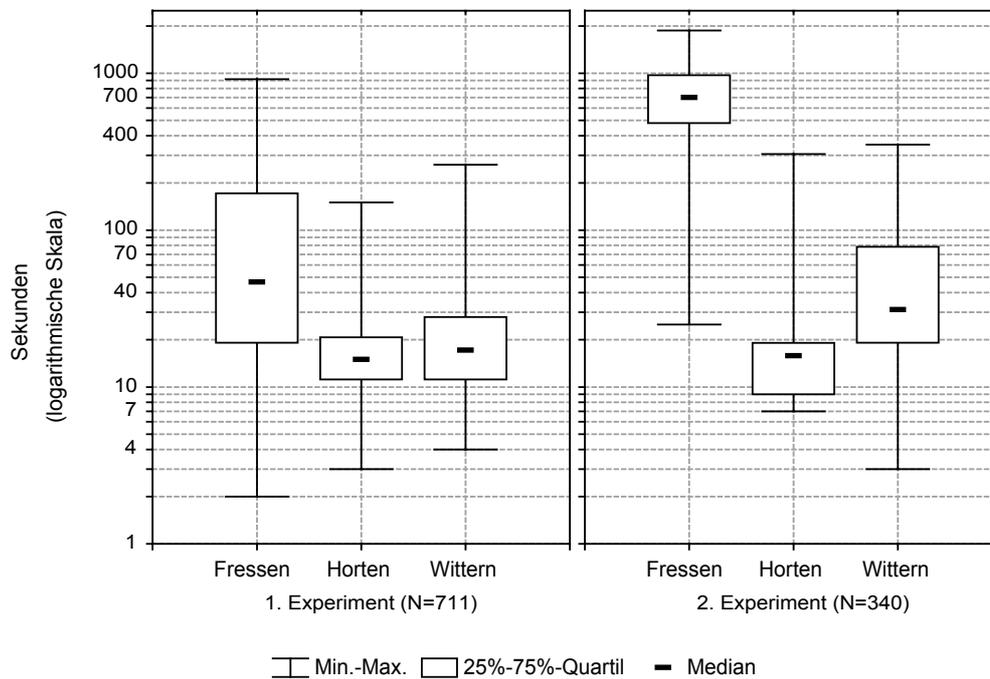


Abb. 36: Mediane für die Taktlängen von Fressen, Horten und Wittern des Iltisrüden R1 im ersten und zweiten Futterwahlversuch.

### 3.2.2.4 Zusammenfassung

Im Einzelversuch wies der adulte Rüde R1 im Alter von 18 Monaten eine deutliche Präferenz für Taube auf, obwohl er in den 10 Monaten nach Ende des Gemeinschaftsversuchs bis zum Beginn des zweiten Experiments im Einzelgehege nur selten mit Taube versorgt wurde.

Insgesamt fanden sich bei ihm wenige Verhaltenstakte für die Futterentnahme. Er leerte häufiger eine der Futterschalen innerhalb von vier FE-Takten. Seine Taktfrequenz für die Futterentnahme lag deutlich niedriger als im ersten Gemeinschaftsversuch, wobei er sich im Mittel pro Verhaltenstakt signifikant länger innerhalb der Versuchsanordnung aufhielt als im ersten Versuch.

Horten fand sich mit einem Anteil von 12% bei den Takten für die Futterentnahme seltener als im ersten Experiment, wobei er nur Taubenbrocken und einmal Taubenbrei austrug, solange keine der Futterschalen geleert worden

war. Nachdem Taube nicht mehr zur Wahl stand, wählte der Rüde außer von Küken und Mäusen von allen anderen Futtersorten, wobei er hauptsächlich von diesen direkt fraß und nur zweimal Brocken austrug.

Alle Futtersorten wurden von ihm bewittert. Der Anteil für das Bewittern der anderen Futtersorten lag mit ca. 53% höher als der für Taube. Damit hatte der Rüde R1 die anderen Futtersorten häufiger bewittert als die Taubenkomponente, obwohl er in seinem Futterwahlverhalten eine deutliche Präferenz für Taube zeigte.

### 3.2.3 Iltisfähe F2 (3. Experiment)

Die Iltisfähe F2 wurde 19 Monate nach Ende des ersten Experiments erneut bzgl. einer Präferenz für Taube überprüft. Die Fähe F2 erhielt nach Ende des Gemeinschaftsversuches nur selten Taube (Anteil < 5%), und war zu Beginn des 3. Experimentes 28 Monate alt. Der dritte Futterwahlversuch wurde mit der Fähe allein in einem Einzelgehege durchgeführt.

Am 12. Versuchstag (Taube/Mäuse) wurden von beiden Datensammlern keine Takte registriert, daher wurde dieser Tag aus der Auswertung genommen. Insgesamt wurden 35 Versuchstage ausgewertet.

#### 3.2.3.1 Visuelle Abschätzung der täglich gewählten Futtermenge

An 15 von 21 Versuchstagen blieb der Taubenbrei unangerührt. An den beiden Versuchstagen mit der Kombination Tauben-/Kaninchenbrei war die Schale mit Taubenbrei von der Fähe geleert worden (vgl. Abb. 38: 18. und 19. Versuchstag). Damit wurde die Prägungskomponente in Breiform durchschnittlich nur zu 17,1% gewählt (Abb. 37).

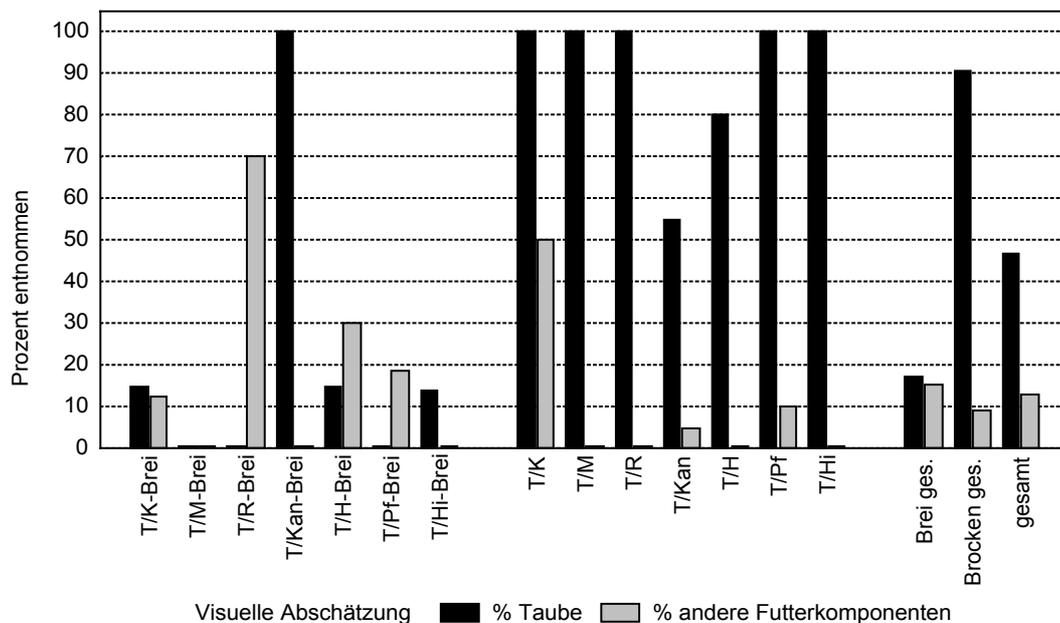
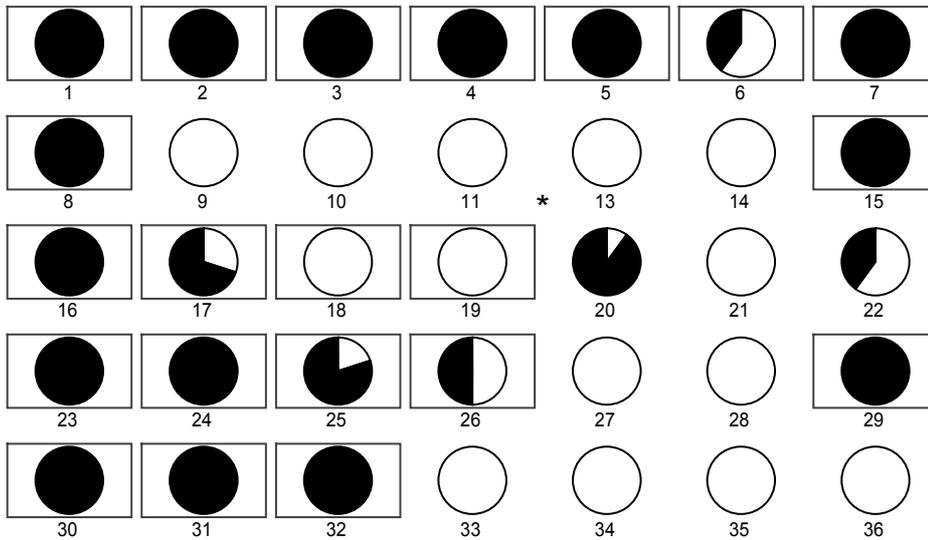
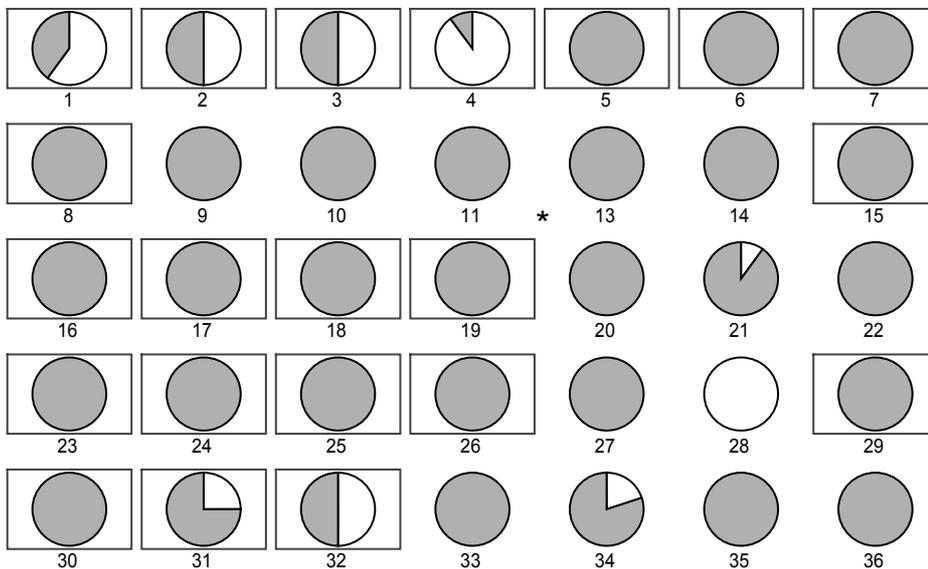


Abb. 37: Visuelle Abschätzung der gewählten Futtermenge in Prozent für die jeweiligen Brei- und Brockenkombinationen im dritten Experiment mit der Fähe F2 (N=35).

Bei den Brockenfütterungen war an 12 von 14 Versuchstagen der Teller mit den Taubenbrocken ganz geleert worden. Damit entnahm die Fähe im Mittel 91% der Taubenbrocken. Der Anteil für die Wahl von Taube an allen Versuchstagen (Taube gesamt) betrug im Durchschnitt 46,6%. Nur an 9 von 35 Versuchstagen wählte die Fähe auch von den anderen Futterkomponenten. Dies entsprach einem durchschnittlichen Anteil für NP gesamt von 13%.



a) Verbliebene Restmenge der Prägungskomponente Taube (schwarz)



b) Verbliebene Restmenge der anderen Futtersorten (grau)

Abb. 38: Täglich visuell abgeschätzte Restmengen a) der Hauptfutterkomponente Taube (schwarz) und b) der anderen Futterkomponenten (grau) an den jeweiligen Versuchstagen für die Fähe F2 im dritten Experiment. Die Rechtecke markieren die Versuchstage mit Breifütterungen. An den anderen Versuchstagen wurden beide Futtersorten als Brocken angeboten. Der 12. Versuchstag wurde aus der Analyse herausgenommen (\*).

### 3.2.3.2 Analyse der Takthäufigkeiten

An den 35 Versuchstagen wurde die Fähe insgesamt 2910-mal von den Lesegeräten registriert. Davon gingen 880 Einzeltakte nicht in die weitere Auswertung ein. Insgesamt wurden 1015 relevante Verhaltenstakte ausgewertet, wobei 33 Takte nach Leerung einer Futterschale registriert wurden.

Für Fressen und Horten entfielen 576 Takte, bevor eine der Futterschalen geleert war. Taube wurde mit 315 Takten insgesamt zu 55% gewählt. Dabei betrug der Anteil bei den Breifütterungen 46% (n=215), bei den Brockenfütterungen hingegen 93% (n=100) der Takte für die Futterentnahme (Abb. 39).

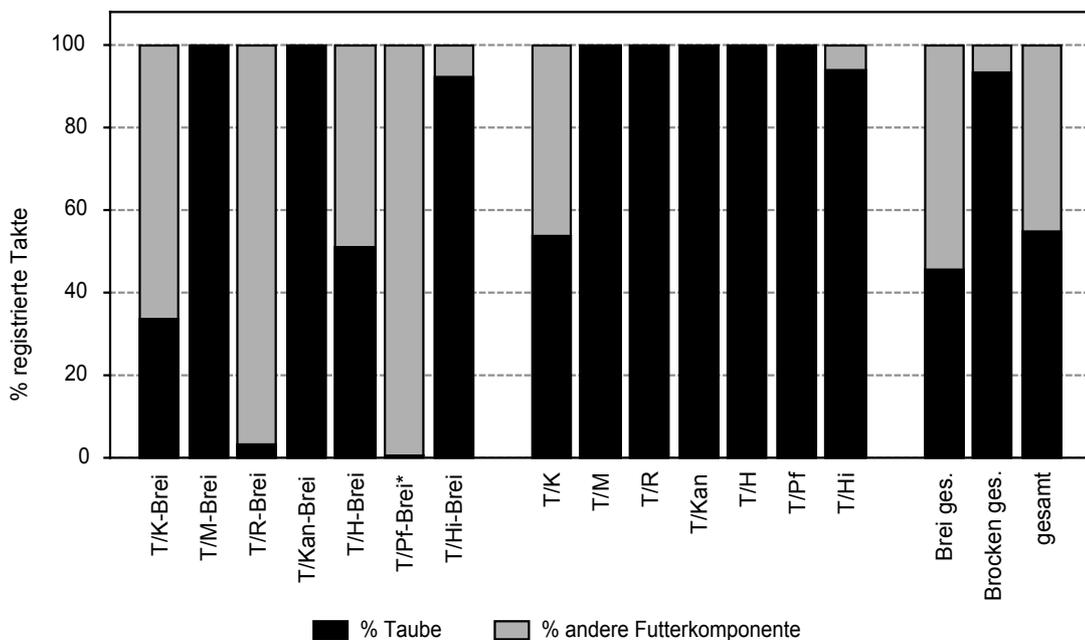


Abb. 39: Häufigkeiten der registrierten Takte für Fressen und Horten von Taube (T) und den anderen Futterqualitäten in Prozent bei den jeweiligen Brei- und Brockenkombinationen bei der Fähe F2 im dritten Experiment (N=576). T/Pf-Brei\* siehe Text.

Bei der Futterkombination mit Taubenbrei/Pferdeherzbrei (T/Pf-Brei\* in Abb. 39) wählte die Fähe nicht vom Taubenbrei. Für die Entnahme vom Pferdeherzbrei wies sie 11 Takte auf. Dies entsprach einer entnommenen Menge von ca. 20%. Allerdings trug die Fähe bei dieser Breikombination Brocken in eine der Kammern ein und verzehrte diese anschließend. Dieses Eintragen und Fressen von Brocken an Versuchstagen mit Breifütterungen zeigte die Fähe insgesamt 24 mal bei den Kombinationen mit Mäuse-, Hirsch- und Pferdeherzbrei.

Zusätzlich konnte 18-mal an Tagen mit Brockenfütterung beobachtet werden, dass die Fähe Taubenbrocken von der einen Kammer in die andere umtrug und anschließend dort verzehrte.

Der Anteil des Hortens bei den Takten für die Futterentnahme FE betrug für Taube 55% (n=173), wobei sich keine nennenswerten Unterschiede bzgl. der Konsistenz fanden ( $\chi^2=0,26$ ; FG=1; p=0,61). Von den NP-Breisorten wurde zu 68% (n=178) gehortet. Bei den NP-Brocken entfielen drei von sieben FE-Takten auf Horten.

An fünf Versuchstagen wurden keine Takte für Fressen oder Horten registriert, wohl aber Wittertakte für beide Futterqualitäten. Hierbei handelte es sich immer um Tage mit Breifütterungen. An acht weiteren Versuchstagen entfielen Fress-takte nur auf die NP-Komponenten, allerdings waren diese Futterentnahmen teilweise bei der visuellen Abschätzung nicht erkennbar. Nur am 28. Versuchstag bei der Kombination Taube/Küken waren beide Futterschalen geleert worden, wobei die Fähe zuerst alle Küken (n=6) wählte und anschließend erst die Taubenbrocken nahm.

91% (n= 238) der Takte für die Futterentnahme der NP-Komponenten entfielen an den ersten vier Versuchstagen; dagegen wurden für die Entnahme der Taubenkomponente 331 der 333 Takte erst nach dem vierten Versuchstag registriert.

Am ersten Versuchstag fraß die Fähe nur vom Huhnbrei (n=80 Takte), die Kammer mit dem Taubenbrei betrat sie gar nicht. Am zweiten Versuchstag entfielen 20 Takte auf die Entnahme von Rinderherzbrei. Nach 24 Stunden war die Futterschale zu ca. 50% geleert. Dagegen entfielen nur zwei FE-Takte auf den Taubenbrei, der nach Ende des Versuchstages bei der visuellen Abschätzung unangerührt war. Am dritten und vierten Versuchstag betrat die Fähe die Kammer mit dem Taubenbrei gar nicht. An den vier Versuchstagen mit der Kombination Kükenbrei wurden insgesamt 103 Futterentnahmetakte für Kükenbrei festgestellt, allerdings wies die Fähe davon 101 Takte am dritten Versuchstag auf. Am vierten Versuchstag fraß die Fähe ca. 90% des Rinderherzbreis (n=37 Fress-takte). Nach diesen vier Versuchstagen änderte die Fähe ihr Verhalten: 93,5% aller Takte für die Futterentnahme entfielen danach auf Taube.

Im ersten Versuch (Gemeinschaftsversuch) wies die Fähe mit 96% (631 Takten) der Futterentnahmetakte bzgl. der Taubenkomponente eine deutliche Gewichtung für die Prägungskomponente auf. Die 25 Fresstakte für NP entfielen nur auf Huhnbrei und wurden alle am 7. Versuchstag registriert (siehe Kapitel 3.2.1.2). Der Anteil für Horten betrug im ersten Versuch bei Taube 21% der FE-Takte. Die Fähe wies im Gemeinschaftsversuch für die NP-Sorten keine Takte für Horten auf. Im späteren Einzelversuch lag der Anteil für Horten mit 60% (n=351) aller Takte für die Futterentnahme wesentlich höher als im Gemeinschaftsversuch. Allerdings entfielen im Einzelversuch für Horten 74 Takte am ersten Versuchstag auf das Austragen von Huhnbrei und 80 Takte am 3. Versuchstag auf das Austragen von Kükenbrei. An allen anderen Versuchstagen im Einzelversuch wurden insgesamt nur fünf Takte für das Austragen von NP-Sorten festgestellt.

Wie bei ihrem Bruder R1 im zweiten Versuch (vgl. Kapitel 3.2.2.2., Abb. 34), entfielen auch bei der Fähe F2 im Einzelversuch die Takte für Wittern zu fast gleichen Anteilen auf Taube (n=217, 53%) und auf die anderen Fleischsorten NP (n=189; 47%). Hierbei zeigten sich keinerlei Unterschiede bzgl. der beiden Konsistenzen Brei oder Brocken (Chi<sup>2</sup>=0,0053; FG=1; p=0,94; Abb. 40).

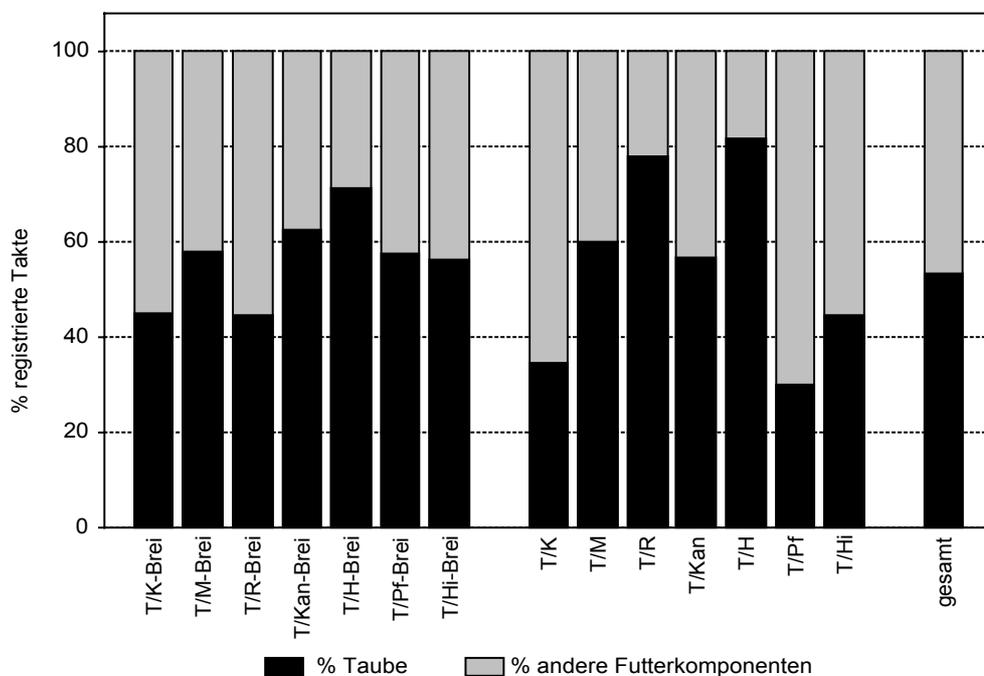


Abb. 40: Häufigkeiten der registrierten Wittertakte der Fähe F2 im dritten Experiment für das Bewittern von Taube (T) und von den anderen Futterkomponenten in Prozent bei den jeweiligen Brei- und Brockenkombinationen (N=406).

Der Anteil für Wittern lag im ersten Experiment mit 72% (n=104), ähnlich dem bei ihrem Bruder, auf Seiten der Taube (Abb. 41).

Betrachtet man nur die Takthäufigkeiten für die Futterentnahme und für das Bewittern bei Taube und bei den anderen NP-Fleischsorten, so zeigte die Fähe F2 im dritten Experiment keinerlei Präferenzen für die Prägungskomponente ( $\chi^2=0,66$ ;  $FG=1$ ;  $p=0,41$ ; Abb. 41). Bei Ausschluss der ersten vier Versuchstage, d.h. nach der auffallenden Verhaltensänderung, näherte sich die Taktverteilung für die Futterentnahme jedoch der des ersten Experimentes an ( $\chi^2=4,44$ ;  $FG=1$ ;  $p=0,035$ ; Abb. 41: Experiment 3\*).

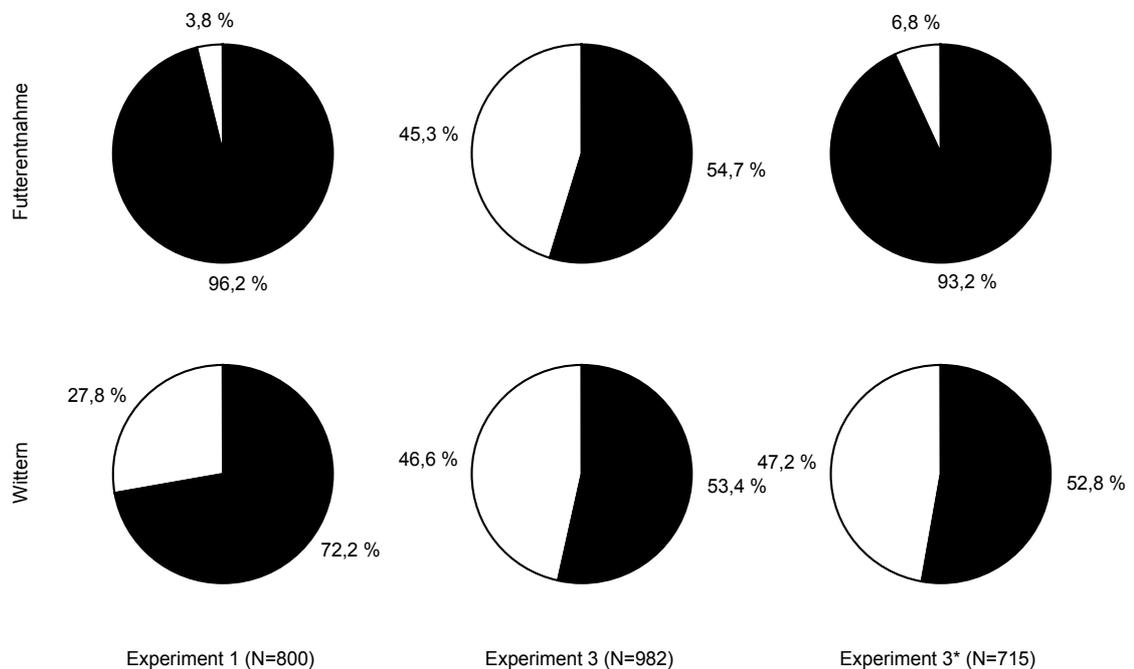


Abb. 41: Vergleich der prozentualen Anteile der Takte bzgl. der Futterentnahme und des Bewitterns von Taube (schwarz) und von den anderen Futterqualitäten (weiß) bei der Iltisfähe F2 in den beiden Experimenten 1 (Gemeinschaftsversuch) und 2 (Einzelversuch). Erklärung Experiment 3\* siehe Text.

Anders als im ersten Experiment, fand sich bei der Fähe F2 im Einzelversuch kein direkter Zusammenhang zwischen der gewählten Futtermenge und den Takthäufigkeiten.

Nachdem die Futterschale mit den Taubenbrocken geleert war, entfielen noch 32 Takte auf das Bewittern der anderen Futterbrocken und nur ein Fresstakt auf Pferdeherz.

### 3.2.3.3. Taktfrequenz und mittlere Taktlänge

Die Fähe belief an allen 35 Versuchstagen die Versuchsanordnung und hatte insgesamt 982 relevante Verhaltenstakte. An fünf Versuchstagen wählte sie von keiner der beiden Futterkomponenten, wies aber Takte für Wittern auf. An 60% ( $n=21$ ) der Versuchstage betrat die Fähe zuerst die Kammer mit der Taubenkomponente.

Die Gesamtfrequenz von 28,6 Verhaltenstakten pro Tag lag deutlich höher als im ersten Experiment mit 22,9 Takten/Tag (vgl. Kapitel 3.2.1.3). Die Frequenz bzgl. der Futterentnahme bezogen auf die Anzahl von Tagen an denen sie von dem Futter wählte, war dagegen mit 17 FE-Takten/Tag deutlich niedriger als im ersten Versuch, in dem sie eine Frequenz von 28,5 FE-Takten/Tag hatte.

Wie bei ihrem Bruder R1 im Einzelversuch fand sich auch bei der Fähe F2 ein deutlicher Anstieg beim Median für die Taktlänge von Fressen (Abb. 42).

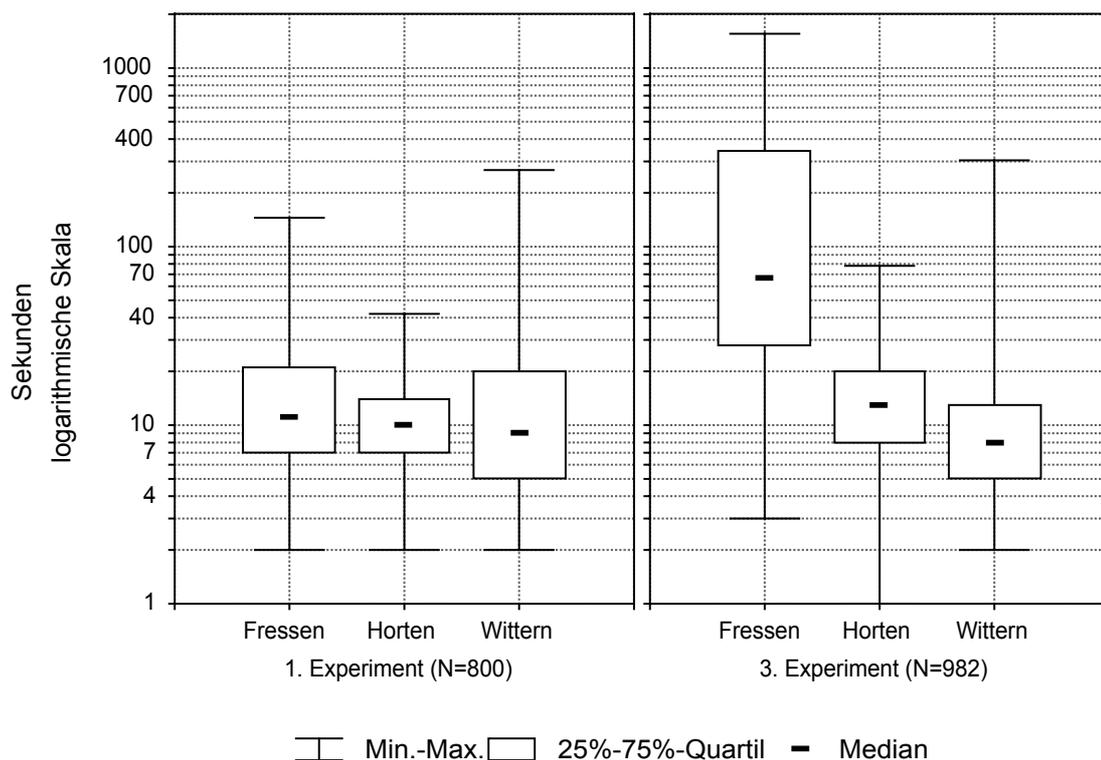


Abb. 42: Mediane für die Taktlängen von Fressen, Horten und Wittern der Iltisfähe F2 im ersten und dritten Experiment.

Während die Fähe F2 im ersten Gemeinschaftsversuch mit einem Median von 11 Sekunden die geringste Verweildauer im Vergleich zu ihren Wurfgeschwi-

stern aufwies, lag der Median für die Länge der Fresstakte im Einzelversuch bei 66,5 Sekunden (MANN-WHITNEY U-TEST:  $U=13650,5$ ;  $Z=-16,56$ ;  $p<0,001$ ;  $n_1, n_2=482,236$ ). Die maximale Dauer eines Fresstaktes betrug 26 Minuten. Für Horten lag der Median im Einzelversuch bei 13 Sekunden, zuvor im Gemeinschaftsversuch betrug der Median 10 Sekunden (MANN-WHITNEY U-TEST:  $U=22867,5$ ;  $Z=-4,98$ ;  $p<0,001$ ;  $n_1, n_2=174,358$ ). Der Median für die Wittertakte sank dagegen im dritten Experiment um eine Sekunde auf 8 Sekunden (MANN-WHITNEY U-TEST:  $U=25014,5$ ;  $Z=-2,6$ ;  $p=0,009$ ;  $n_1, n_2=144,407$ ). Insgesamt verbrachte die Fähe F2 im dritten Versuch an 35 Tagen 17,4 Stunden innerhalb der Versuchsapparatur, während es im ersten Gemeinschaftsversuch an ebenso vielen Tagen nur 3,43 Stunden waren.

#### 3.2.3.4 Zusammenfassung

Im Alter von 28 Monaten wählte die Fähe F2 im Einzelversuch an den 35 Versuchstagen nach der visuellen Abschätzung im Durchschnitt zu ca. 47% die Prägungskomponente Taube. Der Anteil für die Wahl der anderen Futtersorten lag mit einem Mittelwert von ca. 13% deutlich niedriger. Demgegenüber wies die Verteilung der Takte für die Futterentnahme ein recht uneinheitliches Bild auf. Bei der Futterkombination mit Pferdeherzbrei wählte die Fähe nicht vom Taubenbrei, allerdings trug sie an den Versuchstagen mit dieser Breikombination Brocken in eine der Kammern ein und verzehrte sie. Der Anteil von Horten an den Takten für die Futterentnahme lag für Taube bei ca. 55%, wobei sich kein Unterschied bzgl. der Konsistenz fand. Damit trug die Fähe F2 nicht nur Brocken sondern auch Taubenbrei aus der Kammer. Auch der Anteil für das Horten der anderen Breisorten war mit 68% sehr hoch.

An 9 der 35 Versuchstage wies die Fähe nur Takte für die Entnahme der NP-Sorten auf, wobei 91% der FE-Takte für die anderen Futtersorten an den ersten vier Versuchstagen auftraten und fast alle Takte für die Entnahme von Taube nach diesen vier Tagen registriert wurden. Die Takthäufigkeiten bzgl. der Entnahme von Taube und den anderen Futtersorten zeigten keine Präferenz für die Prägungskomponente. Nach den ersten vier Versuchstagen bevorzugte die Fähe jedoch eindeutig die Prägungskomponente. Es fand sich in diesem Expe-

riment kein direkter Zusammenhang zwischen der gewählten Futtermenge und den Takthäufigkeiten, da nach der visuellen Abschätzung die Fähe nur an 9 Versuchstagen zu ca. 13% von den NP-Sorten wählte, während sie an 22 Versuchstagen zu ca. 47% die Prägungskomponente entnahm.

Ähnlich wie beim Rüden R1 im Einzelversuch entfielen die Takte für Wittern bei der Fähe zu fast gleichen Anteilen auf die beiden Futterkategorien P und NP.

Die Fähe betrat an allen 35 Versuchstagen die Apparatur, wobei sie in 60% der Fälle zuerst die Kammer mit der Prägungskomponente betrat. Für die Fähe wurde ein hoher Datenumfang von 982 Verhaltenstakten festgestellt. Damit lag ihre Gesamtfrequenz höher als im ersten Experiment, wobei ihre Frequenz für die Futterentnahme niedriger war als im ersten Versuch. Der Median für die Länge der Fresstakte stieg deutlich. Damit ließ sich die Fähe, wie ihr Bruder R1 im Einzelversuch, mehr Zeit für das Fressen.

### 3.2.4 Iltisrüde R2 (4. Experiment)

Der Iltisrüde R2 wurde während der Aufzucht im täglichen Wechsel mit Küken, Mäusen, Huhn und seltener mit dem Misch-Brei versorgt. Im Alter von neun Monaten wurde der Rüde in einem Einzelgehege an 13 Tagen auf eine mögliche Futterpräferenz überprüft. Taube bekam der Rüde bis zum Versuchsbeginn nur selten angeboten (Anteil < 5%).

#### 3.2.4.1. Visuelle Abschätzung der täglich gewählten Futtermenge

An den ersten sieben Versuchstagen wurde Taubenbrei gegen unterschiedliche andere Breisorten getestet, anschließend erfolgten Brockenfütterungen. In Abb. 43 wurden die beiden Futterkomponenten eines Versuchstages nebeneinander dargestellt. Die Zahl in Klammern hinter den Komponenten bezeichnet den jeweiligen Versuchstag.

Der Rüde R2 leerte an den ersten acht Versuchstagen immer die Futterschale mit der Taubenkomponente.

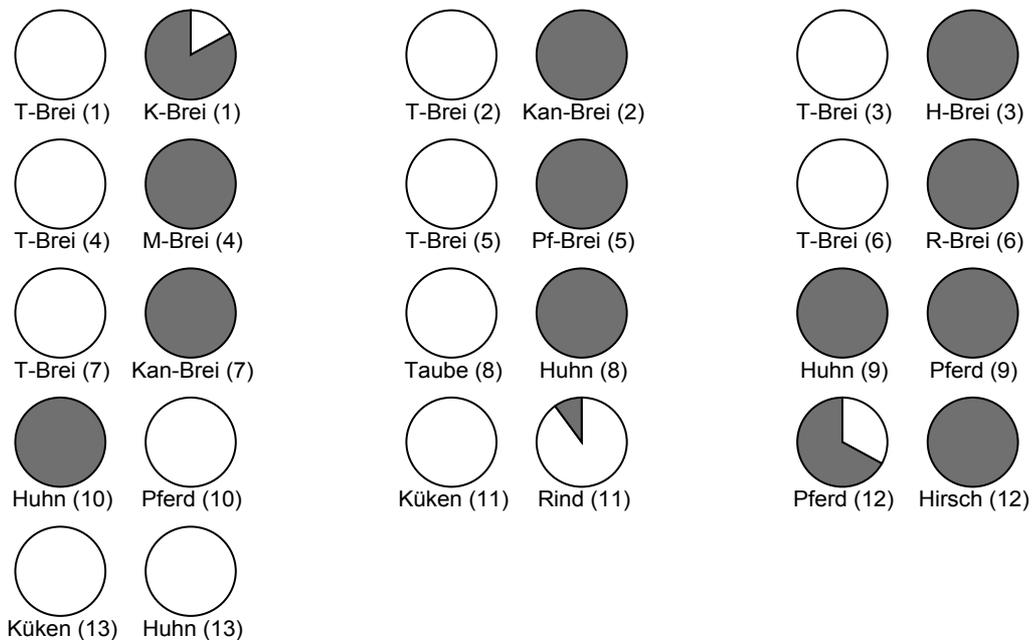


Abb. 43: Täglich visuell abgeschätzte Restmengen (grau) der beiden Futterkomponenten an den jeweiligen Versuchstagen (in Klammern) für den Rüden R2 im vierten Experiment.

Die für den Rüden R2 bekannte Futtersorte Huhn wurden von ihm nur am letzten Versuchstag (13. Tag) gewählt. Am 10. Versuchstag mit der Kombination Huhn/Pferd bevorzugte der Rüde R2 die Pferdeherzbrocken

### 3.2.4.2 Analyse der Takthäufigkeiten

Die Auswertung der Takthäufigkeiten für Fressen, Horten und Wittern erfolgte je Versuchstag bis jeweils eine der Futterschalen geleert war. Insgesamt wurden für den Rüden R2 290 Takte für die Futterentnahme registriert. Davon entfielen an den ersten sieben Versuchstagen 229 Takte auf Taubenbrei und 13 Takte auf die Taubenbrocken am 8. Versuchstag (Abb. 44). Am 9. Versuchstag mit der Kombination Huhn/Pferd wurden keine FE-Takte registriert. Am darauf folgenden Versuchstag mit derselben Kombination entfielen 11 Takte auf das Horten der Pferdeherzbrocken.

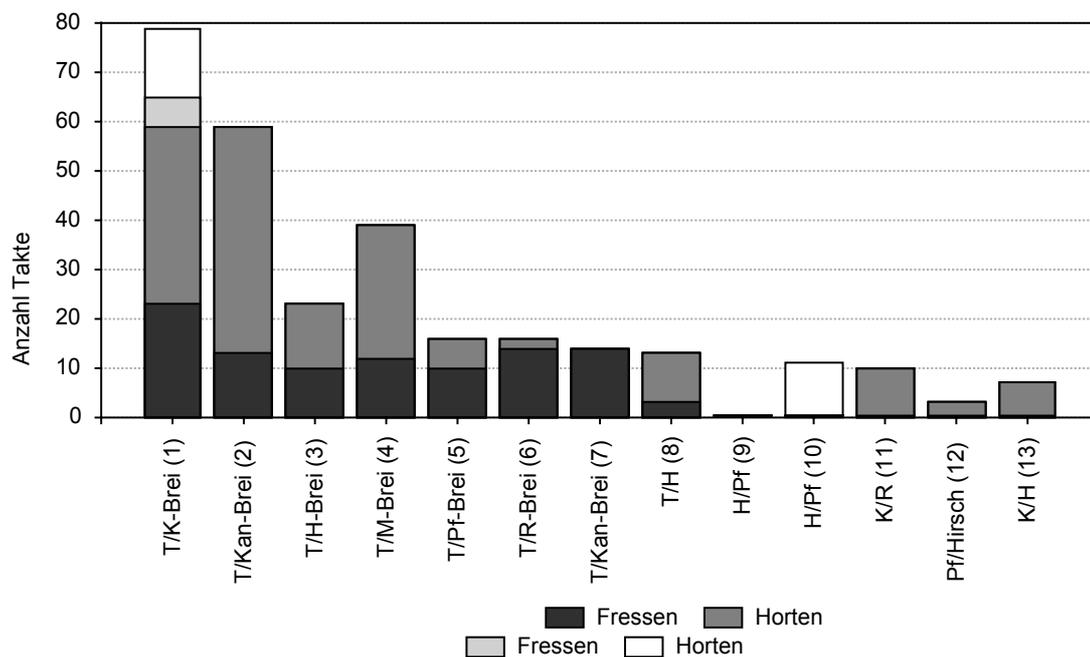


Abb. 44: Vergleich der Takthäufigkeiten von Fressen und Horten bzgl. der beiden angebotenen Futterkomponenten an den verschiedenen Versuchstagen (Tag in Klammern) beim Iltisrüden R2 im vierten Experiment (N=290).

Am 11. und 13. Versuchstag jeweils bei Kombinationen mit Küken wurden diese ausgetragen. Bei der visuellen Abschätzung der gewählten Futtermenge (vgl.

Abb. 43) waren auch die beiden Futterkomponenten Rind (11. Versuchstag) und Huhn (13. Versuchstag) entnommen worden. Die Takte für die Entnahme dieser Futterkomponenten wurden aber erst registriert, nachdem die Schale mit den Küken vollständig geleert worden war.

An den einzelnen Versuchstagen fanden sich sehr unterschiedliche Takthäufigkeiten für die Futterentnahme (Abb. 44). Von den 290 Futterwahlaktent fielen 105 Takte (36%) auf Fressen und 185 Takte (64%) auf Horten; bei den Brockenfütterungen (8. bis 13. Versuchstag) wurden kaum Takte für Fressen sondern vermehrt für Horten registriert.

Insgesamt bevorzugte der Rüde R2 die für ihn als wenig bekannt eingestufte Taube, wobei er an jedem der ersten acht Versuchstage Fresstakte aufwies. Takte für Horten fanden sich an sieben der acht Tage für Taube. Die ihm bereits bekannten Huhnbrocken wurden kaum gewählt.

Obwohl der Iltisrüde R2 nur am ersten Versuchstag für beide Fleischsorten Futterentnahmetakte aufwies, bewitterte er an 8 der 13 Versuchstage beide Futterkomponenten (Abb. 45). Dabei wies er für die bevorzugte Taubenkomponente weniger Wittertakte auf als für die jeweils andere Futtersorte.

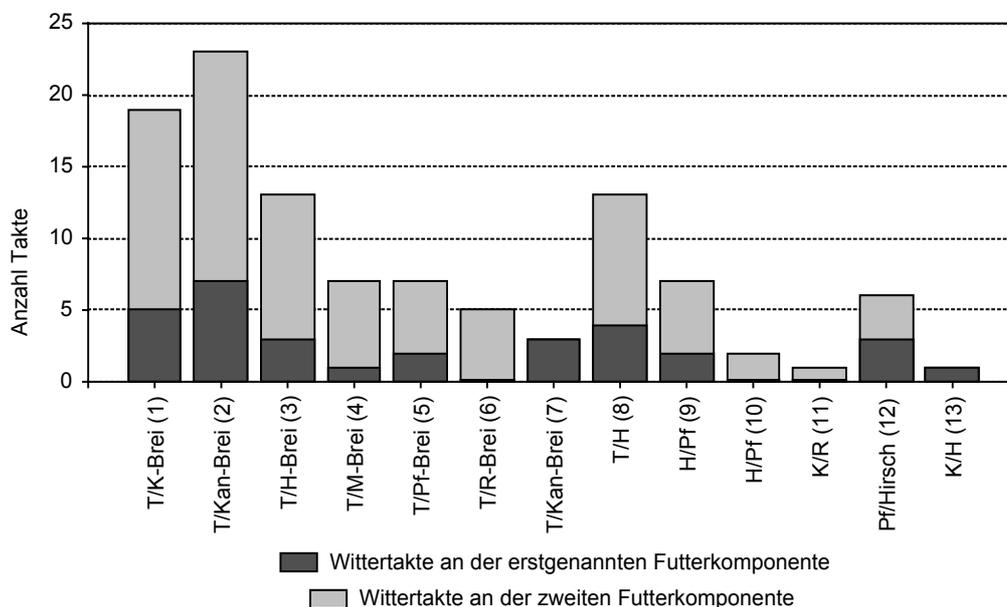


Abb. 45: Vergleich der Takthäufigkeiten von Wittern an den verschiedenen Versuchstagen (Tag in Klammern) beim Iltisrüden R2 im vierten Experiment (N=107).

Nachdem eine der beiden Schalen geleert worden war, entfielen noch 34 Takte auf die verbliebene Futterkomponente. Allerdings gingen vornehmlich Takte auf

das Bewittern (N=14) und Horten (N=17) ein. Die 17 Takte für Horten wurden alle am 11. (n=9) und 13. Versuchstag (n=8) registriert und beinhalteten damit das Austragen von Rinderherz- bzw. Huhnbrocken.

Da der Rüde R2 die Taubenkomponente immer bevorzugte, konnte er nicht als Kontrolltier für die Iltisse aus Wurf 1 herangezogen werden. Im anschließenden letzten Experiment mit sechs subadulten Iltissen aus Wurf 2, die eine Präferenz für Rinderherz ausbilden sollten, wurde - in Konsequenz aus diesem 4. Experiment - an den letzten sieben Versuchstagen Taube gegen die Prägungskomponente Rind getestet (Kapitel 3.2.5.).

### 3.2.5 Iltiswurf 2 (5. Experiment)

Der Iltiswurf 2 wurde während der Aufzucht zu mehr als 50% mit Rinderherzfleisch versorgt. Im fünften Experiment sollte an insgesamt 64 Versuchstagen überprüft werden, ob die sechs Iltisse Rinderherz anderen Futtersorten gegenüber bevorzugt wählen würden. Känguruhfleisch konnte nur in Breiform getestet werden. Küken, Mäuse und Huhn wurden während der Aufzucht regelmäßig angeboten und galten im Gegensatz zu den anderen Futtersorten als bekannt. Die Iltisse waren zu Beginn des Experimentes sieben Monate alt.

Die Analyse der Takthäufigkeiten erfolgte zum einen für alle sechs Iltisse zusammen und zum anderen bzgl. der einzelnen Tiere (Rüde M1, M2, M3, Fähen W1, W2, W3).

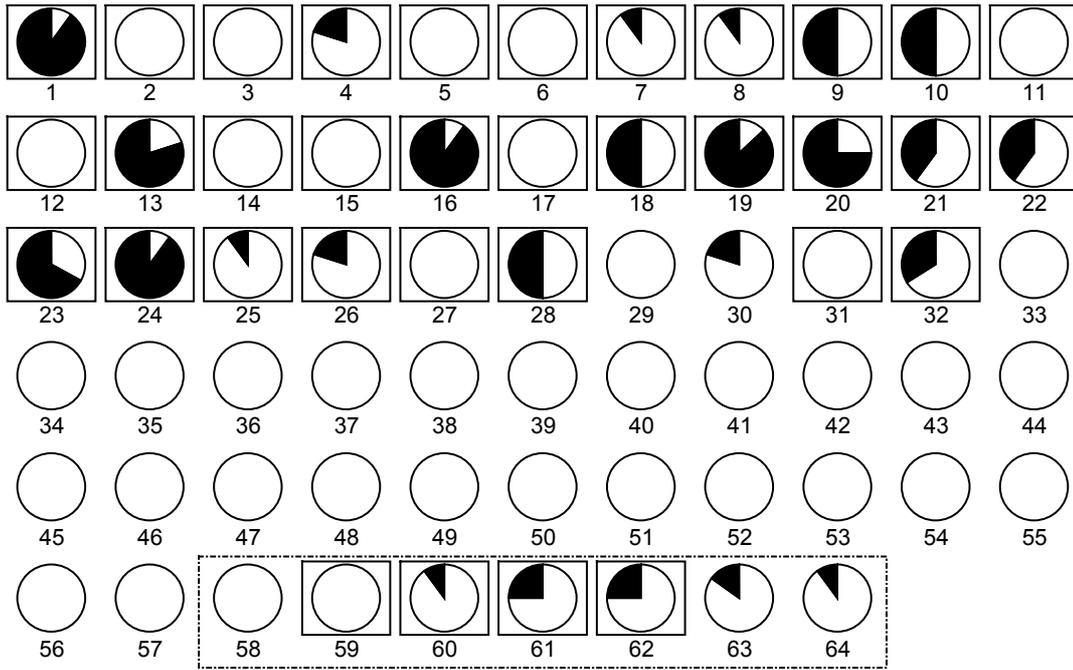
#### 3.2.5.1 Visuelle Abschätzung der täglich gewählten Futtermenge

Die visuelle Abschätzung der täglich entnommenen Futtermenge wurde in Prozent festgehalten (Abb. 46) und für die einzelnen Futterkombinationen getrennt nach den beiden Konsistenzen gemittelt (Abb. 47).

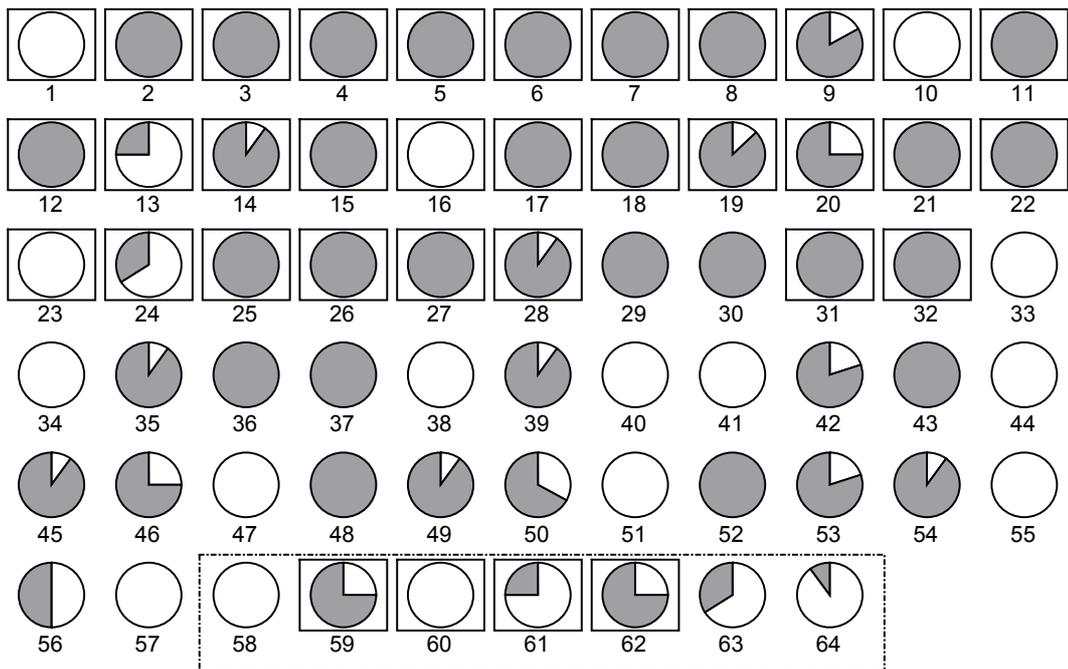
An den vier Tagen mit der Kombination Rinderherz-/Kükenbrei (Abb. 46: 1., 10., 16. und 23. Versuchstag) wurde die Schale mit dem Kükenbrei immer zu 100%, die Schale mit dem Rinderherzbrei zu 10% bis 50% geleert. Bei den Brockenfütterungen Rind/Mäuse (Abb. 46: 34., 38., 40. und 47. Versuchstag) und Rind/Küken (Abb. 46: 33., 41., 44., 51. und 57. Versuchstag) waren die Futterschalen beider Futterkomponenten immer zu 100% geleert worden.

An den Versuchstagen mit der Kombination Rinderherz-/Huhnbrei (Abb. 46: 9., 13., 19., 20. und 24. Versuchstag) wurde keine der Futterschalen ganz geleert.

An den letzten sieben Versuchstagen wurde Taube gegen die Prägungskomponente Rind getestet (Umrandung in Abb. 46). Bei den Brockenfütterungen mit Rind/Taube (Abb. 46: 58., 63. und 64. Versuchstag) wurde von beiden Fleischsorten ähnlich viel entnommen.



a) Verbliebene Restmenge der Prägungskomponente Rind (schwarz)



b) verbliebene Restmenge der anderen Futtersorten (grau)

Abb. 46: Täglich visuell abgeschätzte Restmengen a) der Hauptfutterkomponente Rind (schwarz) und b) der anderen Futterkomponenten (grau) an den jeweiligen Versuchstagen. Die Rechtecke markieren die Versuchstage mit Breifütterungen, an den anderen Versuchstagen wurden beide Futtersorten als Brocken angeboten. Vom 58. bis 64. Versuchstag wurde Taube gegen Rinderherz getestet (Umrandung).

Die sechs Iltisse wählten an den insgesamt 64 Versuchstagen von der Prägungskomponente im Durchschnitt zu 83%. Für die jeweiligen Futteralternativen betrug der Mittelwert für die entnommene Menge 36% (Abb. 47).

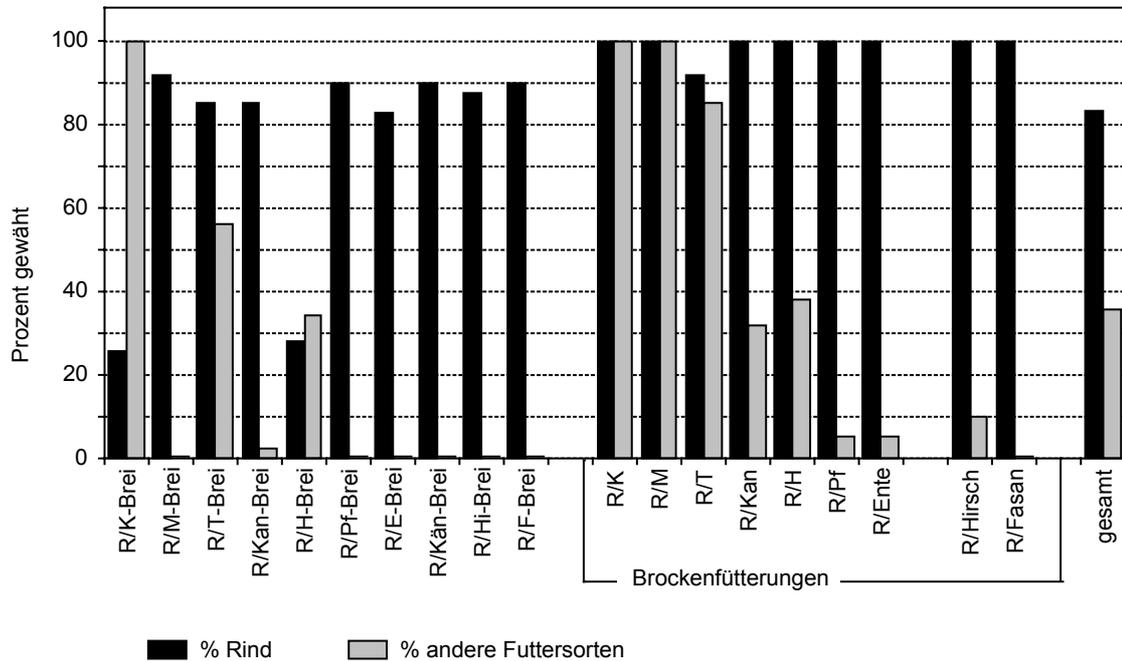


Abb. 47: Visuelle Abschätzung der gewählten Futtermenge in Prozent gemittelt für die jeweiligen Brei- und Brockenkombinationen (N=64).

### 3.2.5.2 Analyse der Takthäufigkeiten

Während der 64 Versuchstage wurden die Tiere 14883-mal von einer der Eingangsröhren registriert. Davon gingen 4073 Einzeltakte nicht mit in die weitere Auswertung ein.

Im Gegensatz zur visuellen Abschätzung der entnommenen Futtermenge, wurden die Takthäufigkeiten nur ausgewertet, bis eine der beiden Futterschalen geleert war. Die Auswertung der Takte, die registriert wurden, nachdem eine der Futterschalen geleert worden war, erfolgt gesondert in Kapitel 3.2.5.2.1.

Insgesamt wurden für die sechs Iltisse an den 64 Versuchstagen 4360 relevante Verhaltenstakte registriert, davon gingen 2897 Takte (66%) für die Futterentnahme und 1463 Takte für Wittern ein.

Von insgesamt 2897 Takten für Fressen oder Horten entfielen 81% (n=2352) aller Futterentnahmetakte auf die Prägungskomponente Rinderherz (Abb. 48).

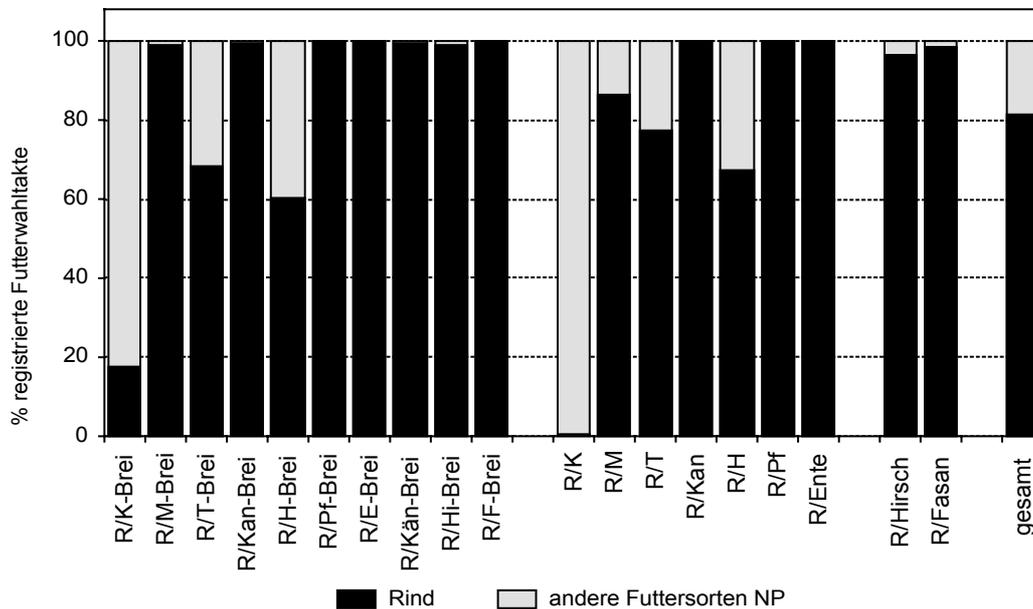


Abb. 48: Häufigkeiten der registrierten Takte für die Futterentnahme (Fressen oder Horten) von Rinderherz (R) und von den anderen Futterqualitäten in Prozent bei den jeweiligen Brei- und Brockenkombinationen (N=2897).

Die Taktverteilung für die Futterwahl von Rind und Taube unterschieden sich bzgl. der beiden Konsistenzen (Brei und Brocken) nicht signifikant ( $\chi^2=3,63$ ;  $FG=1$ ;  $p=0,057$ ). Bei der Futterkombination mit Rind und Huhn wurden ca. 60% der Futterentnahmetakte für die Prägungskomponente registriert, auch hier fanden sich bzgl. der Konsistenzen keine signifikanten Unterschiede ( $X^2=2,39$ ;  $FG=1$ ;  $p=0,12$ ). Alle sechs Iltisse wählten statt Rinderherz bevorzugt Kükenbrei und Küken. Auf den Mäusebrei entfielen nur drei Futterentnahmetakte (1%), bei den Mäusen, ganz oder halbiert, 14 Takte (13,5%). Mit Ausnahme der Fütterungen mit Taube, lagen die Anteile für die Takte von Fressen/Horten bei den wenig bekannten und fremden Futtersorten bei maximal 3,3%.

32% (n=919) der Futterentnahmetakte wurden für Horten registriert, wobei davon 44% (n=406) für das Austragen von Brei eingingen.

Im Gegensatz zu den Häufigkeiten der Futterentnahmetakte verteilten sich die Takte für Wittern recht einheitlich (Abb. 49). Insgesamt wurden für das Bewittern der Prägungskomponente 54,3% (n=794) aller Wittertakte registriert. Die

Takthäufigkeiten für das Bewittern der Futterkomponenten in Breiform unterschieden sich nicht signifikant ( $\chi^2=8,59$ ;  $FG=9$ ;  $p=0,48$ ). Bei den Brockenfütterungen wurden Küken ( $n=19$ ) im Vergleich zur Prägungskomponente Rind ( $n=2$ ) wesentlich häufiger bewittert. Die Anteile von Wittern bei der Kombination Taube und Rinderherz verteilten sich bei Brei- und Brockenfütterungen ähnlich ( $\chi^2=0,85$ ;  $FG=1$ ;  $p=0,36$ ).

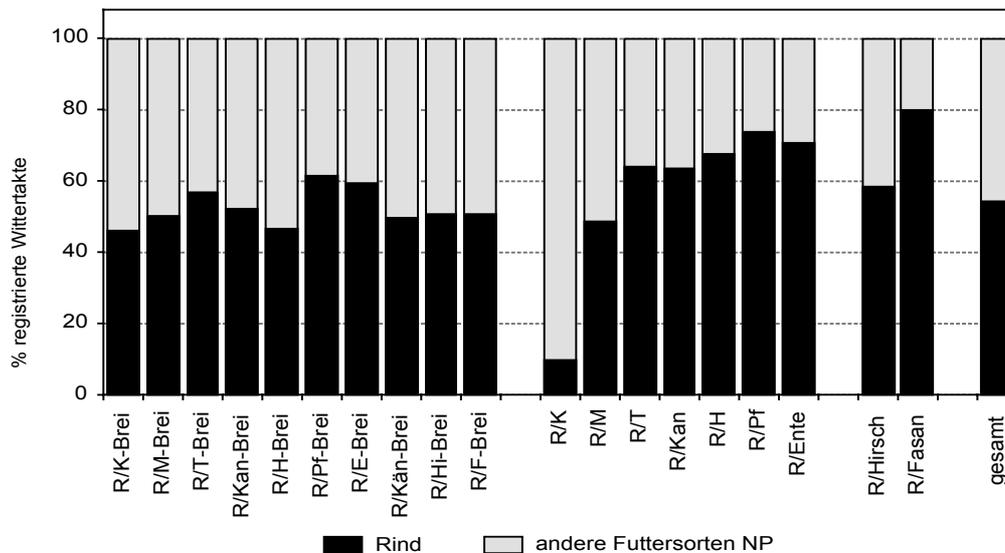


Abb. 49: Häufigkeiten der registrierten Takte für das Bewittern von Rinderherz (R) und von den anderen Futterqualitäten in Prozent bei den jeweiligen Brei- und Brockenkombinationen ( $N=1463$ ).

### 3.2.5.2.1 Takthäufigkeiten nach Leerung einer Futterschale

An 26 Versuchstagen wurde die Schale mit der Prägungskomponente Rinderherz zuerst geleert. Anschließend entfielen insgesamt noch 535 relevante Verhaltenstakte auf die anderen Futterqualitäten (Tab. 23). Kaninchen-, Huhn-, Pferdeherz-, Enten- und Fasanbrei wurden in Tab. 23 nicht aufgelistet, da bei den Fütterungen mit diesen Komponenten die Schale mit der Prägungskomponente nicht vollständig geleert wurde.

Von den 63 Fresstakten, die registriert wurden, entfielen acht auf den Taubenbrei, alle anderen Fresstakte fanden sich bei Brockenfütterungen. Die 114 Takte für Horten wurden nur bei Brockenfütterungen registriert. Mäusebrei

wurde nur bewittert. Bei Fütterung mit Mäusen (ganz oder halbiert) wurde die Futterschale immer vollständig geleert (n=54).

Tab. 23: Registrierte Verhaltentakte nachdem die Schale mit der Prägungskomponente Rind geleert worden war.

Futterkomponente	Fressen	Horten	Wittern	Gesamt
Mäusebrei	---	---	34	34
Taubenbrei	8	---	5	13
Hirschbrei	---	---	9	9
Mäuse	12	42	62	116
Taube	9	10	13	32
Kaninchen	10	9	73	92
Huhn	---	11	9	20
Pferd	6	7	21	34
Ente	5	17	42	64
Hirsch	10	16	63	89
Fasan	3	4	25	32
	63	114	358	535

Die Schalen mit Kükenbrei und Küken wurden stets zuerst geleert. Für den Rinderherzbrei wurden anschließend noch 41 Takte für Fressen und 16 Takte für Horten registriert. Die Rinderherzstücke wurden, nachdem die Schale mit den Küken geleert worden war, immer vollständig entnommen. Hier konnten 84 Takte für Fressen und 51 Takte für Horten festgestellt werden (Tab. 24).

Tab. 24: Registrierte Verhaltenstakte für die Prägungskomponente nachdem die Schale mit Kükenbrei bzw. Küken geleert worden war.

	Fressen	Horten	Wittern	Gesamt
Rinderherzbrei	41	16	33	90
Rind	84	51	82	217
	125	67	115	307

An den Tagen mit Brockenfütterungen trugen die Iltisse in 203 Fällen Brocken wieder in eine der Kammern ein und verzehrten diese teilweise (n=190 Takte für Fressen). Dieses Um- bzw. Eintragen von Brocken konnte 27-mal beobachtet werden, bevor eine der Schalen geleert worden war, 25-mal nachdem eine Futterschale und 151-mal nachdem beide Futterschalen geleert worden waren.

### 3.2.5.3 Verhalten der Wurfgeschwister im Vergleich

Bei diesem fünften Futterwahlversuch wurden drei Rüden (M1, M2 und M3) und drei Fähen (W1, W2, W3) gemeinsam in einem Gehege auf eine Präferenz für Rind überprüft. Die Datenumfänge der sechs Iltisse lagen zwischen 553 (Rüde M1) und 913 Verhaltenstakten (Fähe W3), bevor eine der beiden Futterschalen geleert worden war (Tab. 25). Die Auswertung des Verhaltens, nachdem eine der Futterschalen geleert worden war, erfolgte gesondert im Kapitel 3.2.5.5.

Tab. 25: Takthäufigkeiten für die Futterentnahme (FE) und Wittern (W) bzgl. der Prägungskomponente Rind (P) und den anderen Futtersorten (NP), bei den einzelnen Tieren von Wurf 2, vor Leerung einer Futterschale.

Tier	FE P	FE NP	Gesamt FE	W P	W NP	Gesamt W	Summe
Rüde M1	299	125	424	53	76	129	553
Rüde M2	362	92	454	130	116	246	700
Rüde M3	371	98	469	88	78	166	635
Fähe W1	437	152	589	164	130	294	883
Fähe W2	283	12	295	228	153	381	676
Fähe W3	600	66	666	131	116	247	913
	2352	545	2897	794	669	1463	4360

Die beiden Rüden M2 und M3 hatten ähnliche Datenumfänge und Taktverteilungen für die Futterentnahme von Rinderherz und den NP-Sorten ( $\chi^2=0,056$ ;  $FG=1$ ;  $p=0,81$ ). Der dritte Rüde M1 unterschied sich bzgl. der Taktverteilung für die Futterentnahme von Rinderherz und den NP-Sorten signifikant von seinen beiden Brüdern ( $\chi^2=12,88$ ;  $FG=2$ ;  $p=0,0016$ ; Abb. 50), wies allerdings keinen signifikanten Unterschied zu seiner Wurfchwester W1 ( $\chi^2=0,168$ ;  $FG=1$ ;  $p=0,2$ ) auf. Die anderen beiden Fähen W2 und W3 hatten deutlich geringere Anteile für Fressen oder Horten an den NP-Sorten als ihre Wurfgeschwister. Bei der Fähe W2 fand sich mit insgesamt nur 295 FE-Takten der geringsten Datenumfang für die Futterentnahme. Bei ihr wurden für Fressen oder Horten von NP nur 12 Takte registriert und damit deutlich weniger als bei der Fähe W3 ( $\chi^2=9,36$ ;  $FG=1$ ;  $p=0,0022$ ).

Bei allen sechs Iltissen entfielen mindestens 70% der Futterentnahmetakte auf die Prägungskomponente Rinderherz, bevor eine der Futterschalen geleert worden war (Abb. 50).

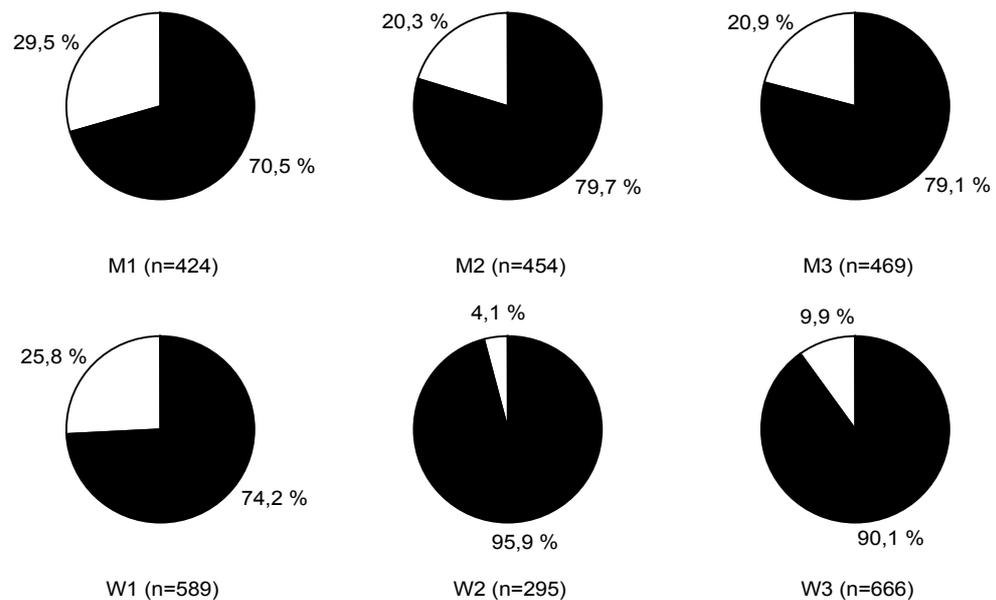


Abb. 50: Vergleich der Taktanteile bei den einzelnen Individuen im fünften Experiment für die Futterwahl (Fressen oder Horten) von Rinderherz (schwarz) und den anderen Futtersorten NP (weiß); N=2897.

Bei den Breifütterungen lagen die Taktanteile von Horten am Futterwahlverhalten bei der Fähe W3 mit 55% (n=303 Takte) und beim Rüden M1 mit 19% (n=59 Takte) wesentlich höher als bei ihren Wurfgeschwistern, deren Taktanteile für das Austragen von Brei bei 1,4% bis 2,7% lagen. Bei den Brockenfütterungen wiesen die Iltisse sehr unterschiedliche Anteile für Horten auf, von 21% (n=39 Takte) beim Rüden M3 bis 83% (n=60 Takte) bei der Fähe W3.

Die sechs Iltisse wählten in unterschiedlichem Maße von den verschiedenen NP-Sorten, wobei insbesondere Küken und Huhn sowohl als Brei als auch als Brocken von jeweils mindestens fünf der sechs Individuen gewählt wurden. An dritter Stelle ist Taube zu nennen, die ebenfalls in beiden Konsistenzen von mindestens 4 Individuen genommen wurde (Tab. 26). Bei der Fähe W2 verteilten sich die 12 Takte bzgl. Fressen oder Horten auf sieben verschiedene NP-Sorten an 11 Versuchstagen. Die anderen fünf Iltisse wiesen für die Entnahme von Kükenbrei ähnliche Datenumfänge auf. Demgegenüber bestimmte bei der Entnahme von Küken die Fähe W1 mit 77 von insgesamt 87 FE-Takten vornehmlich das Bild. In Bezug auf die Entnahme von Taube und Taubenbrei erreichten die Iltisrüden deutlich mehr FE-Takte, als ihre Wurfgeschwistern.

Tab. 26: Registrierte Takte für die neben Rind angebotenen anderen Futterkomponenten, jeweils bevor eine der Schalen mit den beiden Futterqualitäten geleert worden war. Die Schale mit den Küken bzw. dem Kükenbrei wurde immer zuerst geleert.

	Rüde M1	Rüde M2	Rüde M3	Fähe W1	Fähe W2	Fähe W3	Ges.
Kükenbrei	26	43	25	32	2	38	166
Mäusebrei	1	1	---	1	---	---	3
Huhnbrei	42	9	22	7	---	24	104
Taubenbrei	26	12	19	1	---	---	58
Kaninchenbrei	---	---	---	---	1	---	1
Känguruhbrei	---	1	---	---	---	---	1
Hirschbrei	---	---	---	1	---	2	3
Küken	1	2	5	77	2	---	87
Mäuse	4	6	1	2	1	---	14
Huhn	12	5	15	28	2	2	64
Taube	12	11	11	3	3	---	40
Hirsch	1	2	---	---	---	---	3
Fasan	---	---	---	---	1	---	1
	125	92	98	152	12	66	545

Die Verteilung der Wittertakte ergab nur beim Itisrüden M1 mit 58,9% (n(NP)=76) einen höheren Anteil für die NP-Sorten (Abb. 51).

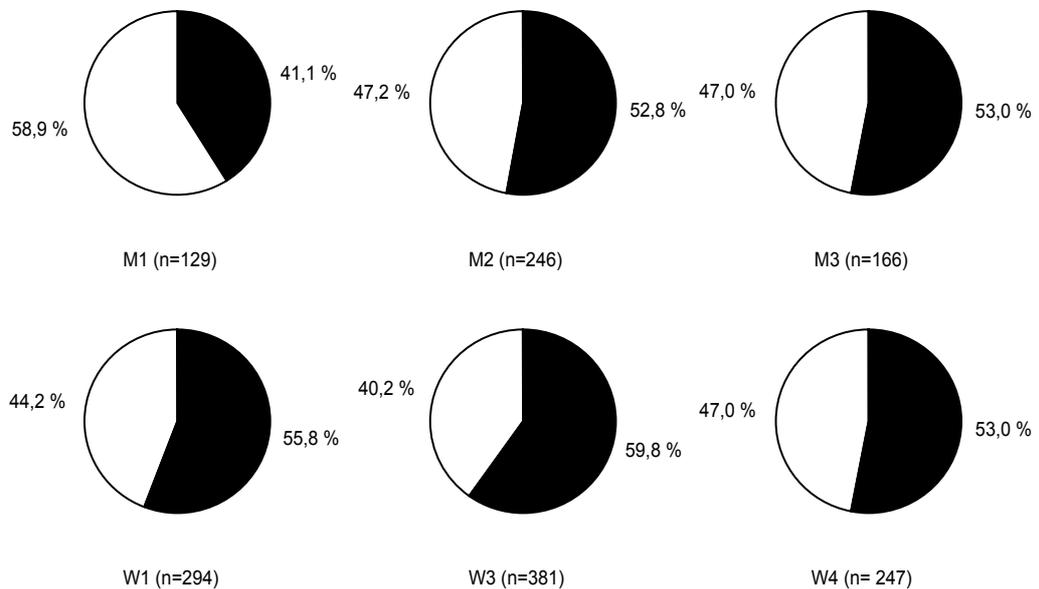


Abb. 51: Vergleich der Taktanteile bei den einzelnen Individuen im fünften Experiment für Wittern bei Rinderherz (schwarz) und bei den anderen Futtersorten NP (weiß); N=1463.

Damit bewitterte der Rüde M1 die anderen Futterqualitäten häufiger als Rinderherz und unterschied sich bzgl. der Verteilung der Wittertakte signifikant von

seinen Wurfgeschwistern ( $\chi^2=14,5$ ;  $FG=5$ ;  $p=0,013$ ), die für das Bewittern der Prägungskomponente Anteile von ca. 53% bis ca. 60% aufwiesen ( $\chi^2=4,64$ ;  $FG=4$ ;  $p=0,33$ ).

Alle Tiere beliefen an jedem Versuchstag die Apparatur. Die Fähe W1 wies jeden Tag Verhaltenstakte auf, bevor eine der Futterschalen geleert worden war. Demgegenüber wurde die Fähe W3 nur an 56 der 64 Versuchstage (Belauf 87,5%), die anderen Iltisse an 60 bis 62 Versuchstagen (Belauf 94% bis 97%) registriert, solange beide Futteralternativen zur Wahl standen (vgl. Abb. 52).

Der Rüde M1 betrat an 29 der 64 Versuchstage (45%), seine Wurfgeschwister zu 55% bis 69%, zuerst die Kammer mit der Prägungskomponente.

Bei der Fähe W2 entfielen für die Prägungskomponente Rind 42% aller Takte auf die Futterentnahme und 34% aller Takte auf das Bewittern. Bei allen anderen Iltissen gingen mindestens 50% aller Takte für die Futterentnahme der Prägungskomponente Rind aber maximal 19% aller Verhaltenstakte für das Bewittern von Rinderherz ein (Abb. 52).

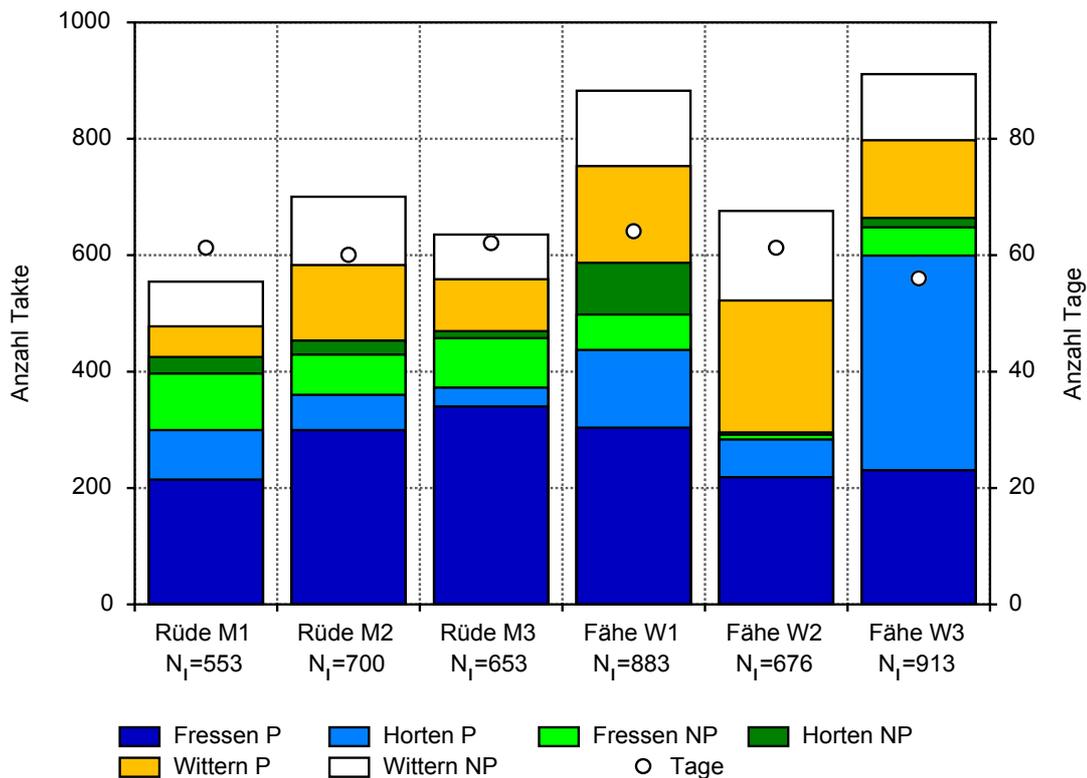


Abb. 52: Anzahl der registrierten Verhaltenstakte der einzelnen Tiere bzgl. der Verhaltenskategorien (linke Skala;  $N=4360$ ) und Anzahl der Tage (rechte Skala), an denen die Takte registriert wurden, jeweils bevor eine der Futterschalen geleert worden war.

Nur die Fähe W1 hortete häufiger NP-Sorten (10,4%). Bei den anderen Ittissen lagen die Anteile für das Austragen von NP-Futtersorten zwischen 1% bis 5%. Demgegenüber wies die Fähe W3 mit 40% einen höheren Taktanteil für das Horten von Rind auf als ihre Wurfgeschwister, deren Taktanteile für das Austragen der Prägungskomponente zwischen 5% und 15% betragen.

#### 3.2.5.4 Taktfrequenzen und mittlere Taktlänge

Die Gesamtfrequenzen der sechs Ittisse lagen bei den drei Rüden und bei der Fähe W2 in einem Bereich von 9,1 bis 11,7 Takten/Tag. Bei den beiden anderen Fähen waren die Gesamtfrequenzen mit 13,8 Takten/Tag bei der Fähe W1 und 16,3 bei der Fähe W3 höher (Tab. 27). Die Frequenzen der FE-Takte berechnet für die Tage, an denen das jeweilige Tier tatsächlich Takte für Fressen oder Horten aufwies, betragen bei den drei Rüden 7,2 bis 7,8 FE-Takten/Tag. Die drei Fähen unterschieden sich in dieser Hinsicht stärker. Während die Fähe W2 nur 4,9 FE-Takte/Tag erreichte, wurden bei ihren beiden Wurfgeschwestern Frequenzen von 9,2 (W1) und 12,8 (W3) FE-Takten/Tag festgestellt.

Tab. 27: Registrierte Verhaltenstakte für Wittern (W) und für die Futterentnahme (FE) sowie Anzahl der Tage an denen diese registriert wurden. Die Gesamt – bzw. Futterentnahmefrequenzen berechneten sich als Quotient aus der Anzahl Takte zur Anzahl Tage (Kapitel 2.2.3.4).

Tier	Takte			Tage gesamt	Gesamtfrequenz N/Tag	Tage mit Takten für Futterentnahme FE	Frequenz N(FE)/Tag
	W	FE	Ges. N <sub>i</sub>				
Rüde M1	424	129	553	61	9,1	59	7,2
Rüde M2	454	246	700	60	11,7	60	7,6
Rüde M3	469	166	635	62	10,2	60	7,8
Fähe W1	589	294	883	64	13,8	64	9,2
Fähe W2	295	381	676	61	11,1	60	4,9
Fähe W3	666	247	913	56	16,3	52	12,8

Die Mediane als Maß für die mittlere Taktlänge wiesen bei den drei Fähen ein einheitlicheres Bild mit 14 bis 18 Sekunden auf (MEDIAN-TEST:  $\chi^2=14,9$ ; FG=2,  $p<0,001$ ) als bei den drei Rüden (Tab. 28). Während sich die Mediane bei den beiden Rüden M1 mit 44 Sekunden und M2 mit 39,5 Sekunden nicht signifikant unterschieden (MANN-WHITNEY U-TEST:  $U=181700$ ;  $Z=1,86$ ;  $p=0,06$ ;

$N_1, N_2=553,70$ ), hatte der Rüde M3 mit einem Median von 93 Sekunden wesentlich höhere mittlere Taktlängen.

Tab. 28: Deskriptive Statistik zur Aufenthaltsdauer der einzelnen Tiere innerhalb der Versuchsdauer für alle im gesamten Versuchszeitraum registrierten Verhaltenstakte, jeweils vor Leerung einer Futterschale.

Tier	$N_i$	Gesamtdauer D		Minimum [s]	Maximum [s]	Q25 [s]	Median [s]	Q75 [s]
		Sekunden [s]	Stunden [h]					
Rüde M1	553	51652	14,34	4	2453	14	44	170
Rüde M2	700	64957	18,04	2	637	12	39,5	158
Rüde M3	635	72481	20,13	2	623	16	93	174
Fähe W1	883	89719	24,92	1	1006	9	18	175
Fähe W2	676	61883	17,19	1	738	8	15	150,5
Fähe W3	913	37345	10,37	1	455	8	14	33
Gesamt	4360	384037	106,68			10	22	143

Die Gesamtverweildauer der einzelnen Itisse über alle Versuchstage lag zwischen 10 und 25 Stunden. Die maximale Taktlänge erreichte der Rüde M1 mit 2453 Sekunden (=40,9 Minuten). Allerdings fand sich kein offensichtlicher Zusammenhang zwischen einer hohen Anzahl von Verhaltenstakten und einer geringen mittleren Taktlänge, wie bei den Tieren im ersten Experiment (vgl. Kapitel 3.2.1.4).

Die Taktlängen für Fressen erreichten bei den drei Rüden mit Medianen von 144 bis 154 Sekunden ähnliche Werte (KRUSKAL-WALLIS-ANOVA: H-TEST:  $H(2, N=1106)=0,0087$ ;  $p=0,9957$ ; Abb. 53). Bei den beiden Fähen W1 und W2 lagen die Mediane für die Dauer der Fresstakte zwischen 222 und 258 Sekunden (MANN-WHITNEY U-TEST:  $U=37208$ ;  $Z=-2,03$ ;  $p=0,04$ ;  $N_1, N_2=364,227$ ). Demgegenüber hatte die Fähe W3 mit einem Median von 76 Sekunden im Mittel für Fressen weniger Zeit innerhalb einer Kammer verbracht als ihre Wurfgeschwister (Abb. 53). Der Median für die Länge der Fresstakte war aber auch bei ihr noch immer deutlich höher als bei den Itissen im ersten Gemeinschaftsversuch.

Die Mediane für die Taktlängen von Horten betragen bei den drei Rüden und der Fähe W2 jeweils 14 Sekunden (KRUSKAL-WALLIS-Test:  $H(3, N=309)=1,8$ ;  $p=0,62$ ). Bei den anderen beiden Fähen W1 und W3 erreichten die Mediane für Horten jeweils 11 Sekunden (MANN-WHITNEY U-TEST:  $U=42724,5$ ;  $Z=-0,28$ ;  $p=0,78$ ;  $N_1, N_2=225,385$ ).

Der Rüde M1 hatte sich mit einem Median von 13 Sekunden für die Taktlängen von Wittern im Mittel etwas mehr Zeit für das Bewittern der Futtersorten gelassen als seine Wurfgeschwister, die für Wittern mittlere Taktlängen von 9 bis 11 Sekunden aufwiesen (MEDIAN-TEST:  $\text{Chi}^2=5,9$ ;  $\text{FG}=4$ ;  $p=0,2$ ). Beim Rüden M1 und bei der Fähe W3 unterschieden sich die Mediane bzgl. Horten und Wittern nicht signifikant (vgl. Abb. 53).

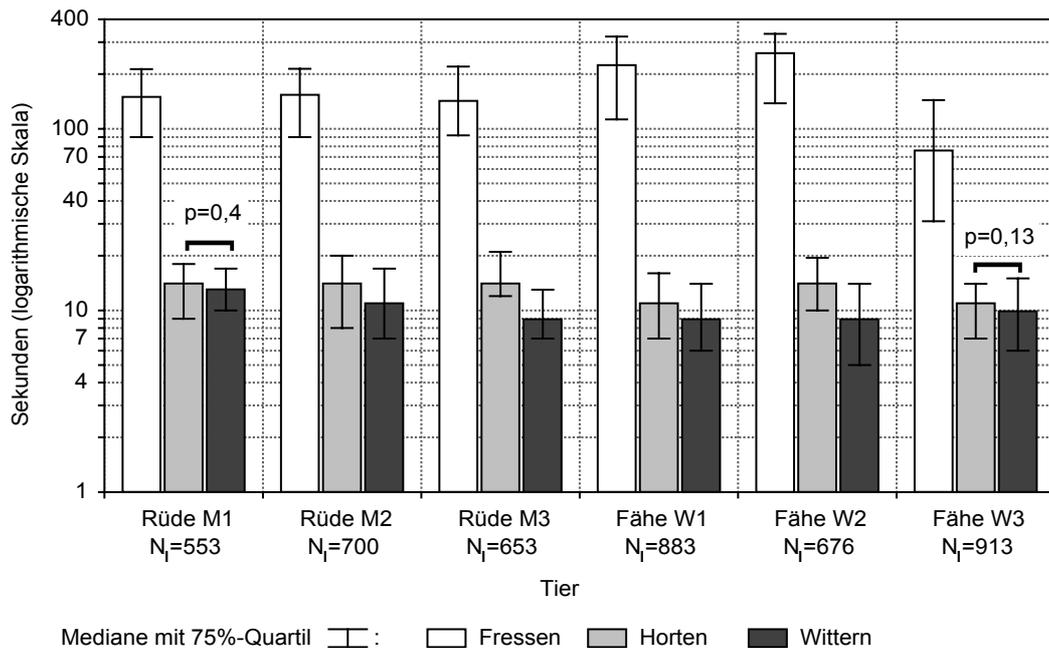


Abb. 53: Darstellung der Mediane mit 75%-Quartil für die Dauer der Takte von Fressen, Horten und Wittern, die im gesamten Versuchszeitraum bei den sechs Iltissen registriert wurden, jeweils bevor eine der Futterschalen geleert worden war. Die angegebenen p-Werte beziehen sich auf nicht signifikante Unterschiede von Medianen eines Tieres nach dem MANN-WHITNEY U-TEST (vgl. Text).

### 3.2.5.5 Verhalten der Wurfgeschwister nach Leerung einer Futterschale

Bei jedem der sechs Iltisse konnten Verhaltenstakte festgestellt werden, nachdem die Schale mit der Prägungskomponente Rind geleert worden war (Tab. 29). Von den Verhaltenstakten, die registriert wurden nachdem die Schale mit der Prägungskomponente Rind geleert worden war, entfielen mindestens 46% (Rüde M1) der Takte auf Wittern. Bei der Fähe W2 wurden insgesamt nur 9 Takte für die Futterentnahme registriert. Damit wies sie für Wittern einen

Anteil von 86% auf. Die Fähe W3 hortete die NP-Sorten zu 34%. Sie fraß dagegen selten innerhalb der Versuchsanlage.

Tab. 29: Verhaltenstakte bei den einzelnen Tieren im 5. Experiment, nachdem die Schale mit der Prägungskomponente geleert worden war.

	Fressen	Horten	Wittern	Gesamt
Rüde M1	20	21	38	79
Rüde M2	8	25	102	135
Rüde M3	12	5	34	51
Fähe W1	15	21	64	100
Fähe W2	4	5	53	62
Fähe W3	4	37	67	108
	63	114	358	535

An den Versuchstagen mit Kükenbrei wurden, nachdem die Schale mit diesem geleert worden war, insgesamt 90 Verhaltenstakte für die Prägungskomponente Rind registriert. Der Rüde M3 hatte als einziges Tier keine Takte für Fressen oder Horten und nur zwei Takte für Wittern. Bei der Fähe W3 gingen 77% aller registrierten Verhaltenstakte für Fressen (n=13) und Horten (n=15) ein. Für die anderen vier Iltisse wurden vier bis acht Takte für Fressen festgestellt. Horten fand sich nur einmal beim Rüden M1.

Bei den Futterkombinationen mit Küken wurden 217 Verhaltenstakte bzgl. der Prägungskomponente Rind registriert, nachdem die Küken nicht mehr zu Wahl standen. Für jeden der sechs Iltisse konnten dabei Takte für Fressen, Horten und Wittern festgestellt werden.

### 3.2.5.6 Zusammenfassung

Nach der visuellen Abschätzung wählten die sechs subadulten Iltisse im Alter von ca. sieben Monaten im Durchschnitt die Prägungskomponente Rinderherz zu 83%, die anderen Futtersorten zu 36%. Küken wurden sowohl in Brei- als auch in Brockenform gegenüber Rinderherz bevorzugt entnommen. Auf Huhn und Taube entfielen in beiden Konsistenzen mindestens 20% der Futterentnahmetakte. Der Anteil von Horten betrug insgesamt 32%. Die Wittertakte bzgl. Rinderherz und den anderen Futterqualitäten verteilten sich bei

den einzelnen Futterkombinationen recht einheitlich, wobei auf die Prägungskomponente ca. 54% aller Wittertakte entfielen.

Während die beiden Fähen W2 und W3 nur wenige Takte für Fressen/Horten der NP-Sorten aufwiesen, gingen bei den anderen Iltisse zu mindestens 20% Futterentnahmetakte für die anderen Futtersorten ein. Der Rüde M1 bewitterte mit einem Anteil von 54% die NP-Sorten häufiger als die Prägungskomponente. Bei seinen Wurfgeschwistern bezogen sich mindestens 52% der Wittertakte auf Rinderherz.

Die Tiere wurden an jedem Versuchstag registriert, allerdings hatte nur die Fähe W1 an jedem Versuchstag Verhaltenstakte, bevor eine der Futterschalen geleert worden war. An 45% bis 69% der Tage betraten die Iltisse zuerst die Kammer mit der Prägungskomponente. Die drei Rüden und die Fähe W1 hatten ähnliche Gesamtfrequenzen von 9 bis 12 Takten/Tag. Die beiden anderen Fähen W2 und W3 erreichten höhere Taktfrequenzen von 14 – 16 Takten pro Tag auf. Die Taktfrequenzen bzgl. der Futterentnahme lagen für die drei Rüden bei 7 FE-Takten/Tag. Demgegenüber ergaben sich für die drei Fähen mit 5 – 13 FE-Takten/Tag keine derartig einheitlichen Futterentnahme-Frequenzen, wie bei ihren Wurfbrüder. Die Gesamtmediane als Maß für die mittlere Taktlänge aller Verhaltenstakte lagen bei den Fähen zwischen 14 und 18 Sekunden. Die beiden Rüden M1 und M2 erreichten Mediane von 44 bzw. 39,5 Sekunden, während für den Rüde M3 ein Median von 93 Sekunden festgestellt wurde. Bei den Medianen für die Taktlängen der Fresstakte fanden sich bei den drei Rüden keine signifikanten Unterschiede. Bei den beiden Fähen W1 und W2 lagen die Mediane 80-100 Sekunden höher als bei ihren Wurfbrüdern. Die Fähe W3 mit der geringsten Frequenz bzgl. der Futterentnahmetakte hatte den geringsten Median für die Taktlängen von Fressen.

Die an den letzten sieben Versuchstagen durchgeführten Futterwahlversuche mit der Komponente Taube, sollten aufzeigen, inwieweit die Ergebnisse des 4. Experimentes mit dem Iltisrüden R2 (vgl. Kapitel 3.2.4) bzgl. einer möglichen Präferenz für Taube erklärbar waren. Die Iltisse aus Wurf 2 wurden während der Aufzucht bis zum Beginn des Futterwahlversuches zu 7,5% aller Fütterungen mit Taube versorgt. Bei der im Versuch angebotenen Kombination Rinderherz-/Taubenbrei wurde Taubenbrei im Mittel zu ca. 50% entnommen.

Bei Brockenfütterungen lag der Mittelwert für den Anteil der entnommenen Menge von Taube bei ca. 85%. An zwei Versuchstagen mit der Kombination Rinderherz/Taube wurde zuerst die Schale mit der Prägungskomponente geleert. An einem weiteren Versuchstag war die Schale mit Taubenbrocken vollständig geleert worden. Allerdings gingen an diesem Tag keine weiteren Takte auf die verblieben Restmenge Rinderherzbrocken (ca. 10%) ein, nachdem Taube nicht mehr zur Wahl stand. Sowohl hinsichtlich der Takte für die Futterentnahme als auch in Bezug auf die Takte für Wittern fanden sich bzgl. Rind und Taube bei beiden Konsistenzen keine signifikanten Unterschiede, solange beide Futterqualitäten zur Wahl standen. Insgesamt wählten die sechs Iltisse von Taube ähnlich viel und ähnlich häufig wie von der Prägungskomponente Rind.

### 3.3 Gesamtvergleich

Die Futterwahlversuche mit den Iltissen aus Wurf 1 (1. – 3. Experiment) und Wurf 2 (5. Experiment) wurden nach unterschiedlichen Aspekten einer Futterpräferenz bzgl. der Hauptfutterkomponente (P) ausgewertet. Die visuelle Abschätzung der täglich gewählten Menge beider Futterkomponenten diene als Hinweis für eine Präferenz. Allerdings erfolgte diese Abschätzung erst am Ende eines jeden Versuchstages und ließ keine Rückschlüsse zu, welche der beiden Komponenten zuerst gewählt wurde. Die Analyse der gezeigten Verhaltensweisen Fressen, Horten und Wittern innerhalb der Versuchsanordnung erfolgte bzgl. der Takthäufigkeiten solange beide Futterkomponenten zur Wahl standen, sowie gesondert, nachdem eine Futterschale geleert worden war. Hierbei wurden die Takthäufigkeiten zum einen bzgl. der Futterwahl insgesamt und zum anderen bei den Gemeinschaftsversuchen bzgl. des individuellen Verhaltens der Wurfgeschwister betrachtet.

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Einzelanalysen vergleichend dargestellt werden.

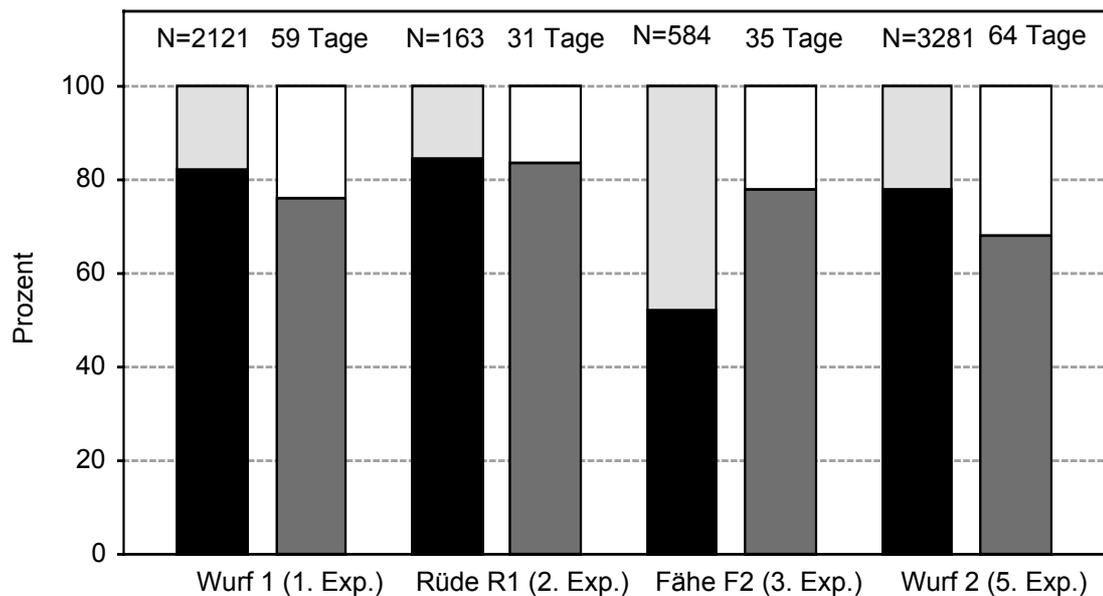
Da der Iltisrüde R2 aus dem 4. Experiment aus hier nicht überprüfbareren Gründen, eine deutliche Präferenz für Taube zeigte, obwohl er diese bis zum Beginn des Futterwahlversuches im Alter von 9 Monaten mit einem Anteil von 5% nur selten gefüttert bekam, wurden die Daten dieses Versuches nicht berücksichtigt.

#### 3.3.1 Vergleich der Takthäufigkeiten mit der entnommenen Futtermenge

Bei der visuellen Abschätzung der gewählten Futtermengen wurde bei wenig entnommenen Anteilen pauschal 10% gewertet. Da diese Abschätzung immer erst am Ende eines Versuchstages erfolgte, wurde dabei nicht berücksichtigt, welche der Schalen mit den beiden Futterkomponenten zuerst geleert worden war. Ein Vergleich der entnommenen Futtermenge mit der Anzahl registrierter Futterentnahmetakte (FE-Takte) sollte aufzeigen, inwieweit die Takthäufigkeiten ein Maß für die entnommene Menge an Futter darstellten. Daher erfolgte der Vergleich mit allen Futterentnahmetakten, anders als bei den Einzelauswertun-

gen, in welchen die nach Leerung einer Schale registrierten Takte immer gesondert betrachtet wurden.

In Abb. 54 ist die gewählte Futtermenge anteilig zu 100% über den gesamten Versuchszeitraum berechnet worden. Die daneben dargestellten Anteile für die Futterentnahmetakte (FE) beinhalten alle im jeweiligen Versuch registrierten Takte für Fressen und Horten, bei Wurf 1 und Wurf 2 für alle Individuen zusammengefasst.



Häufigkeiten der Futterentnahmetakte: ■ Prägungskomponente; ■ andere Futtersorten

Visuelle Abschätzung: gewählte Futtermenge: ■ Prägungskomponente; □ andere Futtersorten

Abb. 54: Vergleich der Takthäufigkeiten für die Futterentnahme (Fressen/Horten) mit der visuellen Abschätzung der gewählten Futtermenge für den gesamten Versuchszeitraum der einzelnen Experimente, anteilig zu 100% für die Prägungskomponente und die anderen Futtersorten berechnet.

Außer bei der adulten Fähe F2 im Einzelversuch (3. Experiment) lagen die relativen Takthäufigkeiten für die Futterentnahme im Bereich der prozentualen Anteile für die entnommene Futtermenge der Prägungskomponente und den anderen Fleischsorten. Beim statistischen Vergleich unterschieden sich die Verteilungen von Wurf 1 im ersten ( $\text{Chi}^2=2,68$ ;  $\text{FG}=1$ ;  $p=0,1$ ) und vom Iltisrüden R1 im Einzelversuch (2. Experiment;  $\text{Chi}^2=0,02$ ;  $\text{FG}=1$ ;  $p=0,89$ ) nicht signifikant. Im 5. Experiment mit dem zweiten Wurf lag der Anteil entnommener NP-Sorten signifikant höher als die entsprechende Takthäufigkeit ( $\text{Chi}^2=5,44$ ;  $\text{FG}=1$ ;  $p=0,027$ ).

Bei der Fähe F2 entfielen 45% (n=262) aller Futterentnahmetakte auf die anderen Futtersorten, wobei dies einer gewählten Menge von 22% entsprach ( $\text{Chi}^2=18,38$ ;  $p<0,0001$ ). Damit wählte die Fähe F2 im Einzelversuch pro FE-Takt von der Prägungskomponente Taube eine größere Menge als von den anderen Fleischsorten.

Insgesamt konnten die Häufigkeiten der Futterentnahmetakte außer bei der Fähe F2 im Einzelversuch als Maß für die gewählte Futtermenge näherungsweise herangezogen werden. In Konsequenz bedeuten viele Futterentnahmetakte für eine Futterqualität damit auch einen entsprechend hohen Anteil für die entnommene Futtermenge.

### 3.3.2 Takthäufigkeiten und Gesamtdauer der Futterentnahme

Um die Diskrepanz zwischen den Takthäufigkeiten für die Futterentnahme und der gewählten Futtermenge bei der Fähe F2 im Einzelversuch (3. Experiment) aufzuklären, wurde die Gesamtdauer D für die FE-Takte in Abb. 55 als Summe der Taktlängen aller im Versuchszeitraum registrierten Takte anteilig zu 100% für P und NP berechnet.

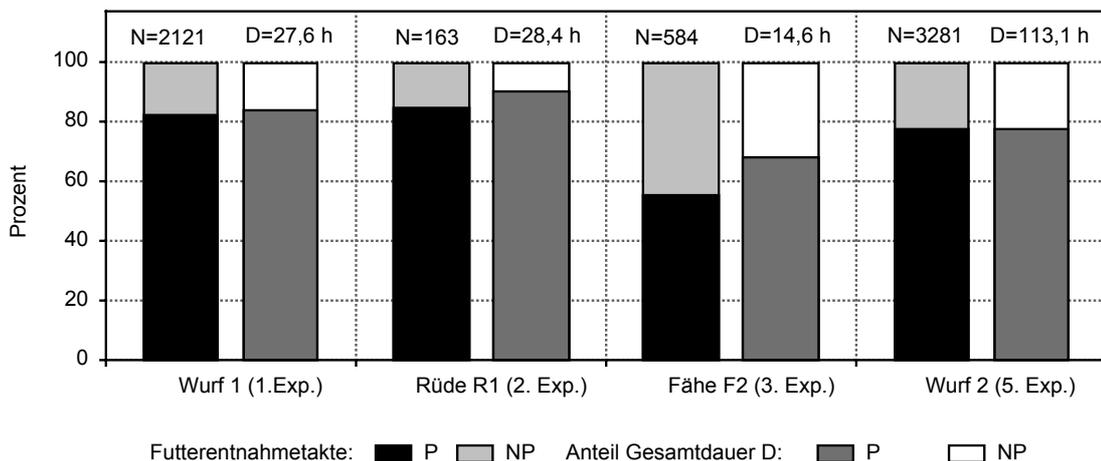


Abb. 55: Vergleich der Takthäufigkeiten für die Futterentnahme (Fressen/Horten) mit der Gesamtdauer D der Futterentnahmetakte (Sekunden), für den gesamten Versuchszeitraum der einzelnen Experimente anteilig zu 100% für die Prägungskomponente P und die anderen Futtersorten NP berechnet (N=6149 FE-Takte; Gesamtdauer=407101 Sekunden).

In beiden Gemeinschaftsversuchen ergaben sich für die Futterentnahme sehr ähnliche Verteilungen der Gesamtdauer und der Takthäufigkeiten (Wurf 1:  $\text{Chi}^2=1,6$ ;  $\text{FG}=1$ ;  $p=0,21$ ; Wurf 2:  $\text{Chi}^2=0,0$ ;  $\text{FG}=1$ ;  $p=0,99$ ).

Damit entsprachen in den Gemeinschaftsversuchen die für die Futterentnahme insgesamt aufgewendete Zeit den relativen Taktanteilen.

Beim Iltisrüden R1 im Einzelversuch (2. Experiment) lag der Anteil für die Gesamtdauer aller FE-Takte für die NP-Sorten niedriger als die relative Häufigkeit für diese Takte ( $\text{Chi}^2=4,76$ ;  $\text{FG}=1$ ;  $p=0,03$ ). Er wies insgesamt nur 25 Takte an 12 Versuchstagen für die Futterentnahme der NP-Sorten auf. Für die Entnahme der NP-Sorten ergab sich bei ihm eine Gesamtdauer von ca. 3 Stunden, gegenüber einer Gesamtdauer von ca. 25,5 Stunden für Fressen und Horten von der Prägungskomponente an 31 Versuchstagen.

Bei der Fähe F2 im Einzelversuch (3. Experiment) lag die Gesamtdauer für die Entnahme der NP-Sorten ( $n=262$  FE-Takte) bei 4,6 Stunden an 13 Versuchstagen, während sie für die Entnahme der Prägungskomponente ( $n=322$  FE-Takte) an insgesamt 22 Versuchstagen eine Gesamtdauer von ca. 10 Stunden erreichte ( $\text{Chi}^2=46,5$ ;  $\text{FG}=1$ ;  $p<0,001$ ).

Die beiden adulten Iltisse in den Einzelversuchen ließen sich damit im relativen Vergleich insgesamt signifikant weniger Zeit für die Entnahme der NP-Sorten als bei Entnahme von der Prägungskomponente Taube.

### 3.3.3 Mittlere Taktlängen für Fressen und Horten

Die Gesamtdauer der Futterentnahmetakte in Abb. 55 setzt sich zusammen aus den Taktlängen für Fressen und Horten. In den einzelnen Versuchen fanden sich bei den Längen der Fresstakte höhere Mediane und Streubreiten als bei den Takten für Horten (Abb. 56). Die mittlere Taktlänge für Horten lag bei den Iltissen zwischen 10 und 16 Sekunden. Horten charakterisierte damit eine zielgerichtete Verhaltensweise, bei der die Iltisse schneller agierten und sich im Mittel weniger Zeit ließen als beim Fressen.

Nur bei der Fähe F2 im ersten Gemeinschaftsversuch fand sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Medianen bzgl. der Taktlängen von Fressen und Horten (MEDIAN-TEST:  $\text{Chi}^2=3,56$ ;  $\text{FG}=1$ ;  $p=0,0592$ ; vgl. Kapitel 3.2.1.4).

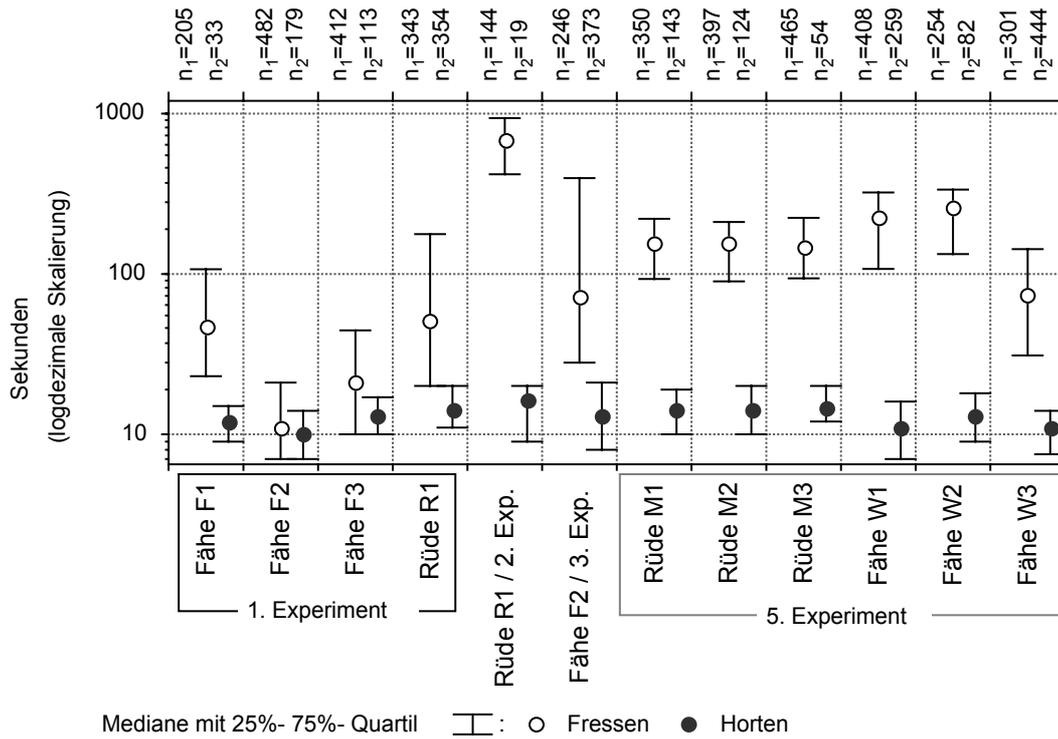


Abb. 56: Mediane für die Taktlängen von Fressen (Fr; n<sub>1</sub>) und Horten (H; n<sub>2</sub>) bei den einzelnen Iltissen in den 4 verschiedenen Experimenten.

Damit resultiert bei den Tieren mit einem hohen Anteil von Horten, aufgrund der geringeren Taktlänge für diese Verhaltensereignisse, eine niedrigere Gesamtdauer für die Futterentnahme in Abb. 55 als bei den Iltissen, die weniger von dem Futter austragen.

Da der Iltisrüde R1 im Gemeinschaftsversuch sehr viele NP-Brocken gehortet hatte, *nachdem* die Schale mit der Prägungskomponente geleert worden war (vgl. Kapitel 3.2.1.5), werden in den weiteren Kapiteln von 3.3 nur die Takte betrachtet, die registriert wurden solange beide Futterkomponenten noch zur Wahl standen.

### 3.3.4 Horten: Austragen von Futter

Die Taktanteile für Horten am Futterentnahmeverhalten von den beiden Futterqualitäten P und NP wiesen bei den einzelnen Tieren deutliche Unterschiede auf (Abb. 57).

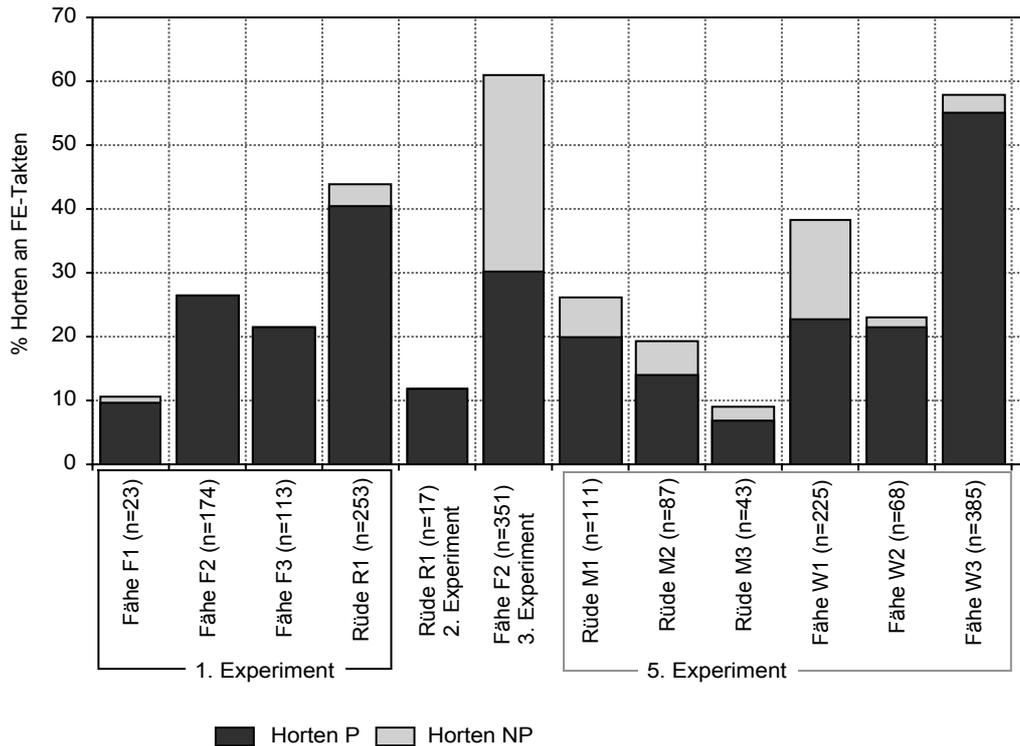


Abb. 57: Prozentuale Anteile der Takthäufigkeiten für Horten (n) von der Prägungskomponente P und von den anderen Futtersorten NP bzgl. aller Futterentnahmetakte, die bei den einzelnen Iltissen registriert wurden, bevor eine der Futterschalen geleert worden war (N=5588).

Bei der adulten Fähe F2 im 3. Experiment (Einzelversuch) und bei der Fähe W3 im 5. Experiment (Gemeinschaftsversuch) wurden mehr Takte für Horten als für Fressen festgestellt.

Die beiden Fähen F2 und F3 im ersten Gemeinschaftsversuch und der Iltisrüde R1 im Einzelversuch (2. Experiment) horteten lediglich die Prägungskomponente Taube. Demgegenüber lagen die prozentualen Anteile für das Austragen der NP-Sorten bei der Fähe W1 im letzten Gemeinschaftsversuch (5. Experiment) mit ca. 16% und bei der adulten Fähe F2 im Einzelversuch (3. Experiment) mit ca. 30% deutlich höher als bei allen anderen Iltissen.

Bei der adulten Fähe F2 im Einzelversuch entfielen 82% (n=291) aller Takte für Horten auf das Austragen von Breisorten. Sie hatte als einziges Tier auch häufiger NP-Breisorten ausgetragen (n=175; Abb. 58). Die Fähe W3 im letzten Gemeinschaftsversuch trug mit einem Anteil von 84% (n=325) aller Takte für Horten ebenfalls besonders häufig die Breisorten aus, wobei sie die Prägungskomponente Rind jedoch eindeutig bevorzugte.

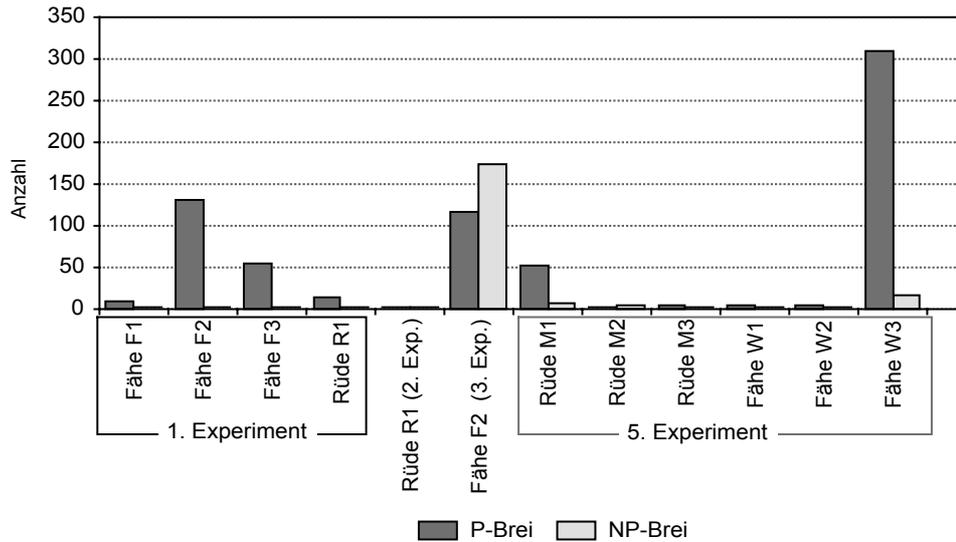


Abb. 58: Takthäufigkeiten für das Horten von Brei bzgl. der Prägungskomponente P und den anderen Futtersorten NP bei den einzelnen Tieren, jeweils bevor eine Futterschale geleert worden war (N=909).

Von den weiteren Individuen erreichten nur die Fähen F2 und F3 (1. Experiment) sowie der Rüde M1 (5. Experiment) für das Austragen von Brei mehr als 50 Takte. Bei allen anderen Iltissen wurden weniger als 20 Takte für das Austragen von Brei registriert.

Damit beeinflusst häufiges Austragen von Brei entscheidend den Datenumfang der Futterentnahmetakte insgesamt. Bei der adulten Fähe F2 im Einzelversuch (3. Experiment) erklärte sich so der hohe Datenumfang von FE-Takten bzgl. der NP-Komponenten bei einer effektiv entnommenen Menge von ca. 20% durch den hohen Anteil von Takten für das Austragen von NP-Brei.

Sowohl in den Gemeinschaftsversuchen als auch bei den beiden Tieren in den Einzelversuchen fanden sich Iltisse mit geringen Taktanteilen für Horten, wobei hier keine geschlechtsspezifischen Unterschiede zu finden waren.

### 3.3.5 Fressen: Verzehr von Futter

Die Längen der Fresstakte, bevor eine der Futterschalen geleert wurde, waren bei den Iltissen in den verschiedenen Versuchen von sehr unterschiedlicher Dauer (Abb. 59). Beim adulten Iltisruden R1 im Einzelversuch (2. Experiment)

fanden sich nur 5 Takte und bei der Fähe W2 nur 7 Takte für den Verzehr der NP-Sorten, daher sind diese Mediane als nicht gesichert anzusehen.

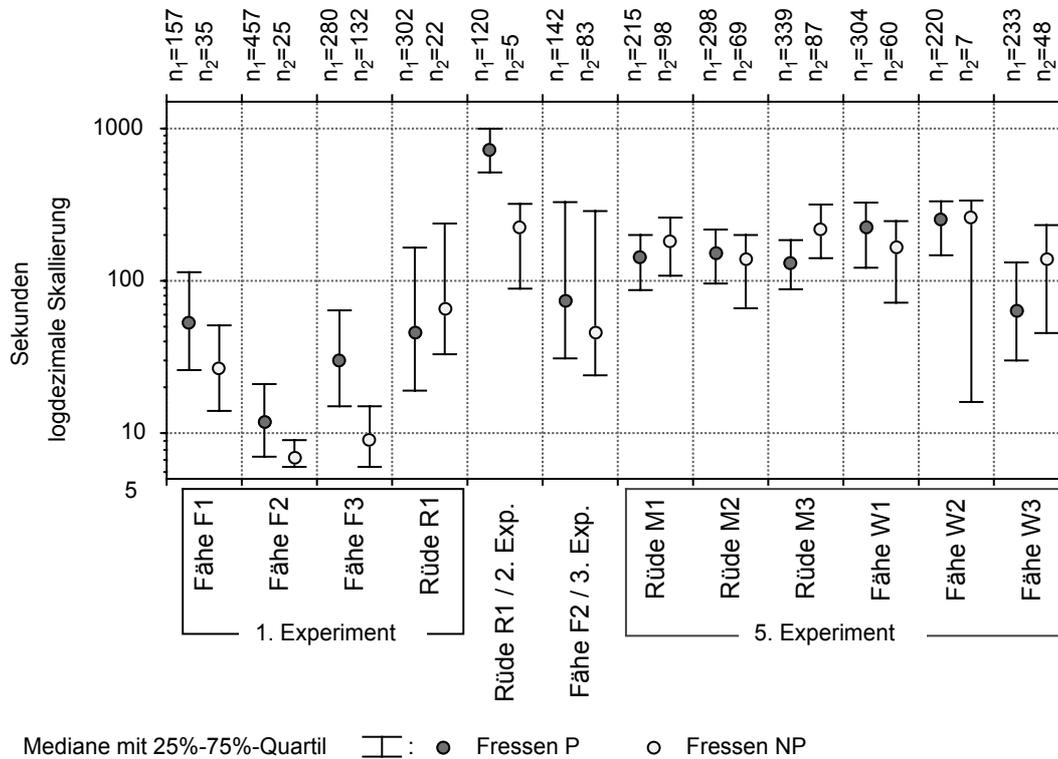


Abb. 59: Mediane mit 25% - 75%-Quartil der Taktlängen für Fressen bzgl. der Prägungskomponente P und den anderen Futtersorten NP bei den einzelnen Tieren, jeweils vor Leerung einer Futterschale (N=3738).

Für den adulten Rüden R1 konnte mit 721,5 Sekunden der höchste Median von allen Ittissen ermittelt werden (für Fressen P, Abb. 59). Bei den sechs Ittissen im letzten Gemeinschaftsversuch ergaben sich für die mittleren Taktlängen von Fressen deutlich höhere Mediane, als bei den vier Ittissen im ersten Gemeinschaftsversuch. Insgesamt lagen die Mediane für den Verzehr der NP-Sorten darüber hinaus nicht generell niedriger als die für die Prägungskomponente.

### 3.3.5.1 Verzehr der Prägungskomponente

Das Verhältnis der Taktfrequenzen bzgl. Fressen (berechnet aus der Anzahl aller Takte bevor eine Futterschale geleert worden war) zur Anzahl der Versuchstage, an denen die Fresstakte registriert wurden, stellt die durchschnittliche tägliche Takthäufigkeit eines Tieres dar. Bei Auftragung der mittleren Dauer

der Fresstakte für die Prägungskomponente P zur mittleren täglichen Taktfrequenz in Abb. 60 fand sich eine Aufteilung der Tiere in drei Gruppen.

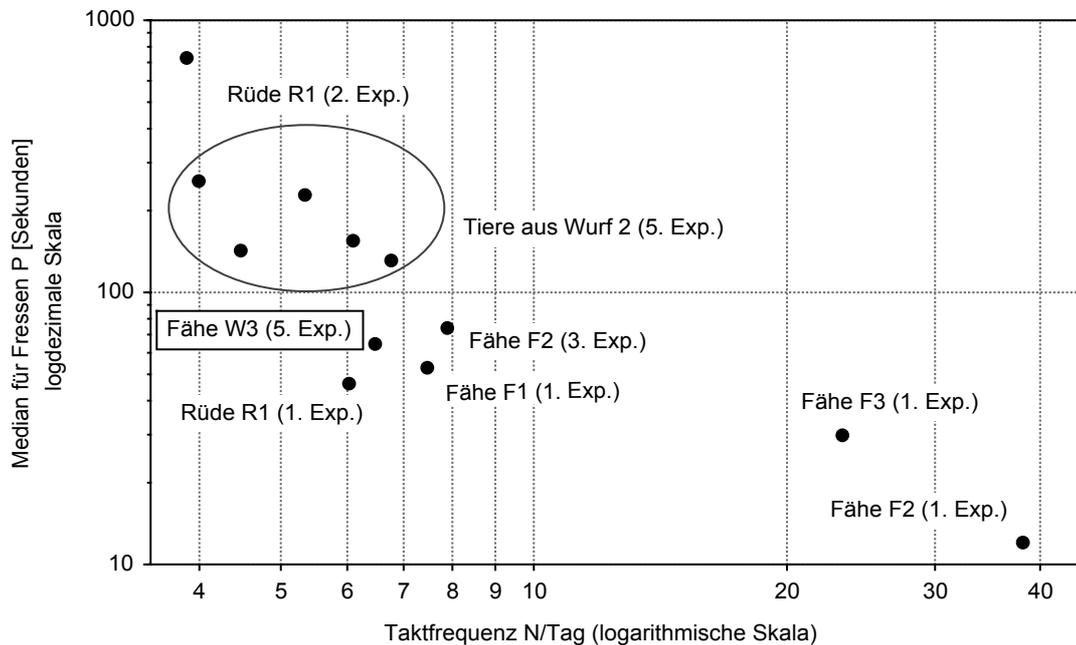


Abb. 60: Auftragung der Mediane für die mittleren Taktlänge der Fresstakte bzgl. der Prägungskomponente P zur berechneten Taktfrequenz (Fresstakte P)/Tag der einzelnen Iltisse in den jeweiligen Versuchen.

Für den Rüden R1 im Einzelversuch (2. Experiment) konnte die geringste Taktfrequenz aller Tiere mit 3,8 Fresstakten/Tag und der höchste Median mit mehr als 700 Sekunden festgestellt werden.

Außer der Fähe W3 ließen sich die Tiere im zweiten Gemeinschaftsversuch beim Fressen von der Prägungskomponente im Mittel mehr als 100 Sekunden Zeit. Ihre Taktfrequenzen erreichten Werte zwischen 4 und 7 Fresstakte/Tag. Die Taktfrequenz der Fähe W3 im 5. Experiment lag mit 6,5 Fresstakten/Tag im Bereich ihrer Wurfgeschwister, allerdings war bei ihr der Median für die mittlere Taktlänge mit 65 Sekunden deutlich geringer. Sie bildete mit der adulten Fähe F2 im Einzelversuch (3. Experiment) sowie dem Rüden R1 und der Fähe F1 aus dem ersten Gemeinschaftsversuch eine Gruppe von Tieren, die für den Verzehr der Prägungskomponente im Mittel pro Takt 45 - 75 Sekunden innerhalb der Versuchsanlage verweilten. Bei den beiden Fähen F2 und F3 im ersten Gemeinschaftsversuch waren die Mediane für die Länge der Fresstakte niedriger bei gleichzeitig höheren Taktfrequenzen von 23 – 38 Fresstakten/Tag als bei allen anderen Iltisse.

Hohe Taktfrequenzen (>20) bzgl. der Fresstakte P pro Tag beinhalteten geringe mittlere Taktlängen (<30 Sekunden), während bei Taktfrequenzen im Bereich von 6 – 8 Fresstakten/Tag die Mediane zwischen 46,5 bis 155 Sekunden lagen. Bei einem Median von mehr als 100 Sekunden wurden Taktfrequenzen von weniger als 7 Fresstakten pro Tag festgestellt.

Bei Taktfrequenzen von weniger als 4 Fresstakten für die Prägungskomponente P pro Tag, lag die mittlere Taktlänge deutlich höher (Rüde R1 im 2. Experiment). Die Iltisse ließen sich aufgrund ihres Fressverhaltens unterscheiden in Tiere, die schnell aber häufiger fraßen und jene, die sich für Fressen innerhalb der Apparatur mehr Zeit ließen und daher weniger häufig die Kammer anliefen.

### 3.3.6 Entnahme von den anderen Futtersorten NP

Im ersten Experiment fanden sich bei den beiden Fähen F2 (n=25) und F3 (n=132) Fresstakte für die NP-Sorten, bevor eine der Futterschalen geleert worden war, nur am 7. Versuchstag mit der Kombination Tauben-/Huhnbrei (vgl. Kapitel 3.2.1.3). Bei der Fähe F3 wurden an diesem Versuchstag 132 Fresstakte für Huhnbrei registriert (25%), 393 weitere Fresstakte verteilten sich auf 25 Versuchstage für die Wahl der Prägungskomponente.

Der adulte Rüde R1 im 2. Experiment (Einzelversuch) entnahm insgesamt fünfmal von den NP-Sorten an vier verschiedenen Tagen. Die sechs Iltisse des letzten Gemeinschaftsversuches (5. Experiment) wählten an mindestens sieben Versuchstagen von den NP-Komponenten. Allerdings wurden an den neun Versuchstagen mit den neben der Prägungskomponente angebotenen Futteralternativen Kükenbrei und Küken, die Schale mit diesen NP-Sorten immer vor der Schale mit der Prägungskomponente Rind geleert.

Um die Bevorzugung von Küken und Kükenbrei gegenüber der Prägungskomponente im 5. Experiment darzustellen, wurden alle Takte für Fressen und Horten (Futterentnahmetakte) betrachtet, bevor eine der Schalen geleert war. Für Abb. 61 wurden bei jedem Iltis die registrierten FE-Takte für die NP-Komponente anteilig zu 100% aller FE-Takte der entsprechenden Kombinationen berechnet. Hierbei wurden nur die bekannten Futtersorten Küken, Mäuse, Huhn, sowie die im jeweils anderen Versuch als Prägungskomponente

eingesetzte Futtersorte (Rind R bzw. Taube T) getrennt nach der Konsistenz (Brei und Brocken) betrachtet.

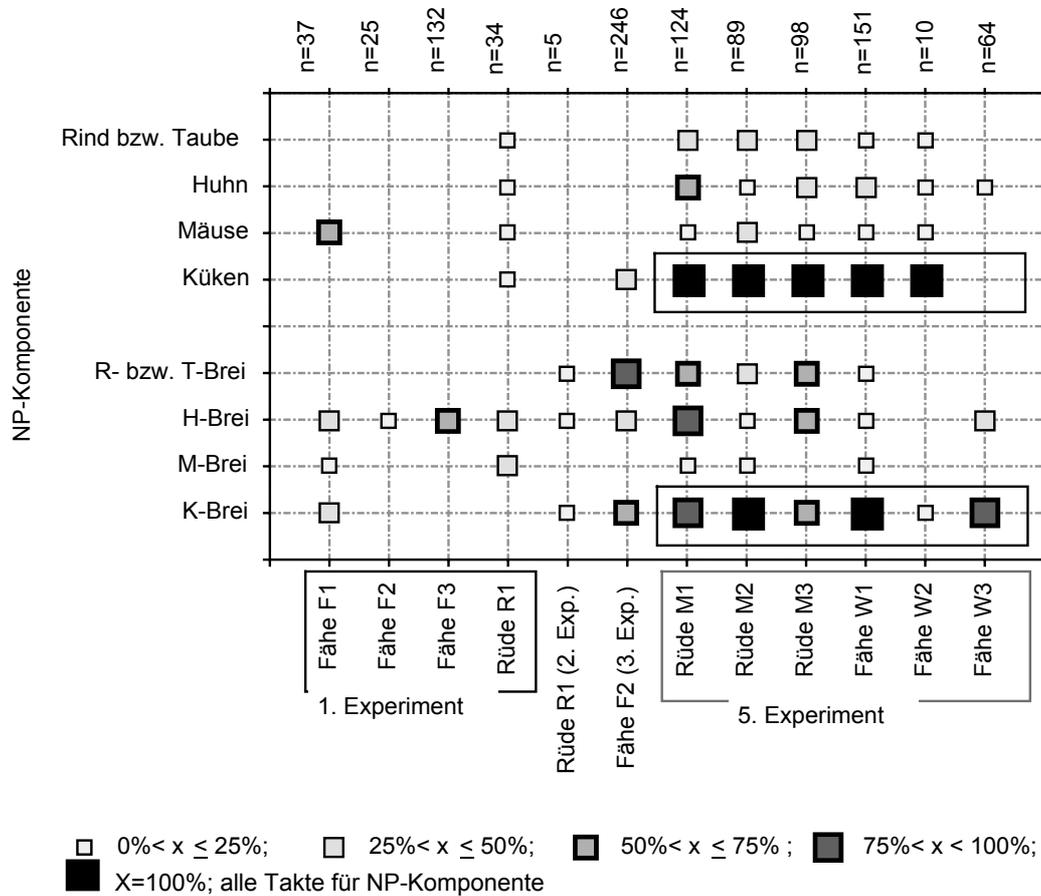


Abb. 61: Anteil der FE-Takte (Fressen oder Horten) für die bekannten NP-Komponenten (n) bzgl. aller FE-Takte, die bei den entsprechenden Futterkombinationen registriert wurden, bevor eine der Futterschalen geleert worden war.

Die Iltisse im zweiten Gemeinschaftsversuch nutzten – mit Ausnahme der Fähe W2 – Kükenbrei zu hohen Anteilen, wobei sich mindestens 50% ihrer FE-Takte auf diese Futterkomponente bezogen (Abb. 61). Bei der Kombination mit Küken entfielen sogar sämtliche Takte für Fressen und Horten auf diese NP-Sorte. Die Fähe W3 allerdings wies an keinem der Versuchstage mit der Kombination Küken/Rind Takte für Fressen oder Horten auf, bevor eine der Futterschalen geleert worden war.

Die drei Rüden und die Fähe W1 wählten von mindestens sieben der acht bekannten NP-Sorten. Bei der Fähe W2 verteilten sich 10 FE-Takte neben der Wahl von Küken zu geringen Anteilen auf drei weitere Brockensorten. Ihre

Schwester W3 entnahm neben dem Kükenbrei nur von Huhn in beiden Konsistenzen.

Den Itissen aus Wurf 2 war Taube während der Aufzucht an 7,5% aller Fütterungen angeboten worden. Bei den drei Rüden entfielen mindestens 25% der Futterentnahmetakte auf Taubenbrei und Taube. Die Fähe W1 wies bei den Futterkombinationen mit Taube einen Anteil von maximal 25% der Takte für die Wahl von Taube auf. Ihre Wurfchwester W2 nahm nur von den Taubenbrocken.

Im ersten Gemeinschaftsversuch wählten der Rüde R1 von sechs verschiedenen und seine Wurfchwester F1 von vier verschiedenen NP-Sorten (Abb. 61), dies allerdings zumeist zu geringen Anteilen, bevor die Schale mit der Prägungskomponente geleert worden war.

Obwohl Mäuse während der Aufzucht den Itissen aus Wurf 1 und Wurf 2 regelmäßig abgeboten wurden, wählten die Tiere insgesamt nur wenig vom Mäusebrei. Mäuse wurden von den Itissen öfters entnommen.

Von den fremden Futterkomponenten wählten die Itisse in den einzelnen Versuchen nur wenig oder gar nicht. Der Rüde R1 wies im Gemeinschaftsversuch (1. Experiment) 8 Takte (19%) für Fressen oder Horten von Kaninchenbrei oder -brocken auf. Bei der adulten Fähe F2 (3. Experiment) wurden 15 Takte für die Entnahme der fremden Futterkomponenten registriert, hiervon entfielen 11 Takte auf Pferdeherzbrei.

### 3.3.7 Wittern: Olfaktorische Futterprüfung

Die Kategorie Wittern umfasste Verhaltensereignisse, die keine erkennbare Futterentnahme beinhalteten. In die weitere Auswertung gingen nur Verhaltenstakte ein, bevor eine der Futterschalen geleert worden war. In Abb. 62 wurden die Takthäufigkeiten für Wittern bzgl. der Summe von Witter- und Futterentnahmetakten anteilig zu 100% dargestellt.

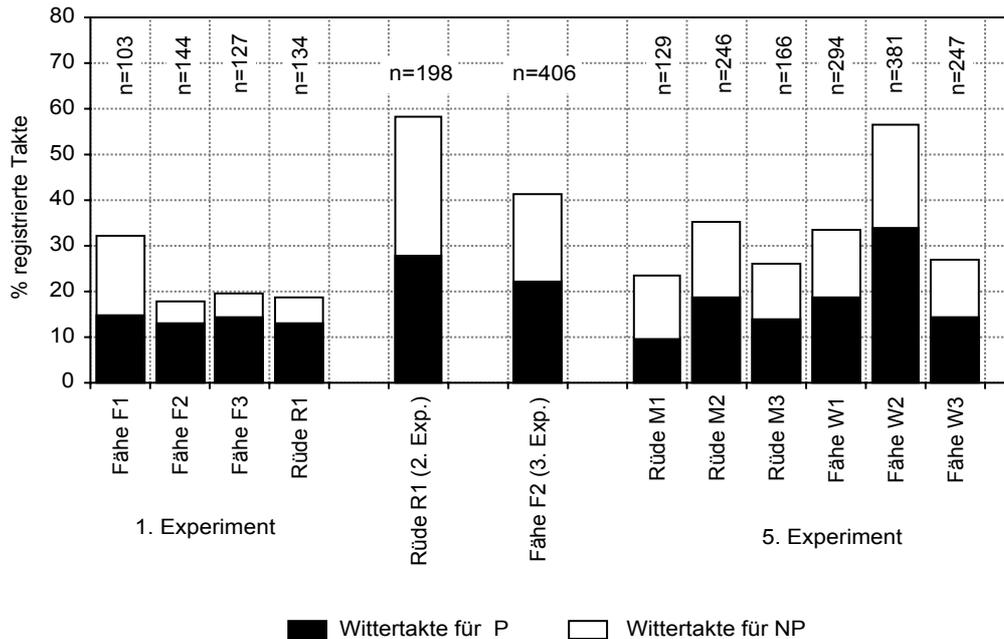


Abb. 62: Anteil der Wittertakte (n) bzgl. der Prägungskomponente P und den anderen Futtersorten NP bei den einzelnen Tieren in den jeweiligen Experimenten an allen Verhaltenstakten (100% Witter- und Futterentnahmetakte eines Tieres; N gesamt =8163).

Im ersten Gemeinschaftsversuch fanden sich für die drei Iltisse F2, F3 und R1 mit ca. 20% der Takte ähnliche Anteile für Wittern ( $\chi^2=0,7$ ;  $FG=2$ ;  $p=0,7$ ), wobei die Prägungskomponente deutlich häufiger bewittert wurde als die anderen Fleischsorten. Ihre Wurfchwester F1 witterte dagegen häufiger ( $\chi^2=26$ ;  $FG=3$ ;  $p<0,0001$ ) und die Takte verteilten sich zu annähernd gleichen Anteilen auf die Prägungskomponente Taube und die anderen Futtersorten.

In beiden Einzelversuchen (Rüde R1, 2. Exp. und Fähe F2, 3. Exp.) wurden die Komponenten P und NP ähnlich häufig bewittert ( $\chi^2=1,59$   $FG=1$   $p=0,21$ ). Für den Rüden R1 wurden dabei mehr Takte für das Bewittern als für die Futterwahl festgestellt.

Im letzten Gemeinschaftsversuch (5. Experiment) bewitterten die sechs Iltisse die Komponenten P und NP unterschiedlich häufig. Bis auf den Rüden M1, der die anderen Futtersorten häufiger bewittert hatte als die Prägungskomponente, ergaben sich für die Takthäufigkeiten der Wurfgeschwister annähernd ähnliche Verteilungen von Wittertakte bzgl. der Prägungskomponente und den NP-Sorten ( $\chi^2=4,6$ ;  $FG=4$ ;  $p=0,33$ ). Die Fähe W2 hatte im Vergleich zu ihren Wurfgeschwistern einen hohen Anteil für Wittern, womit für sie wie für den

Rüden R1 im Einzelversuch (2. Experiment) mehr Takte für Wittern als für die Futterentnahme ermittelt wurden.

Die Mediane als Maß für die mittlere Taktlängen bzgl. Wittern (Abb. 63) lagen außer beim Rüden R1 im Einzelversuch (2. Experiment), zwischen 8 und 20 Sekunden. Von den meisten Tieren wurde die Prägungskomponente länger bewittert als die NP-Sorten.

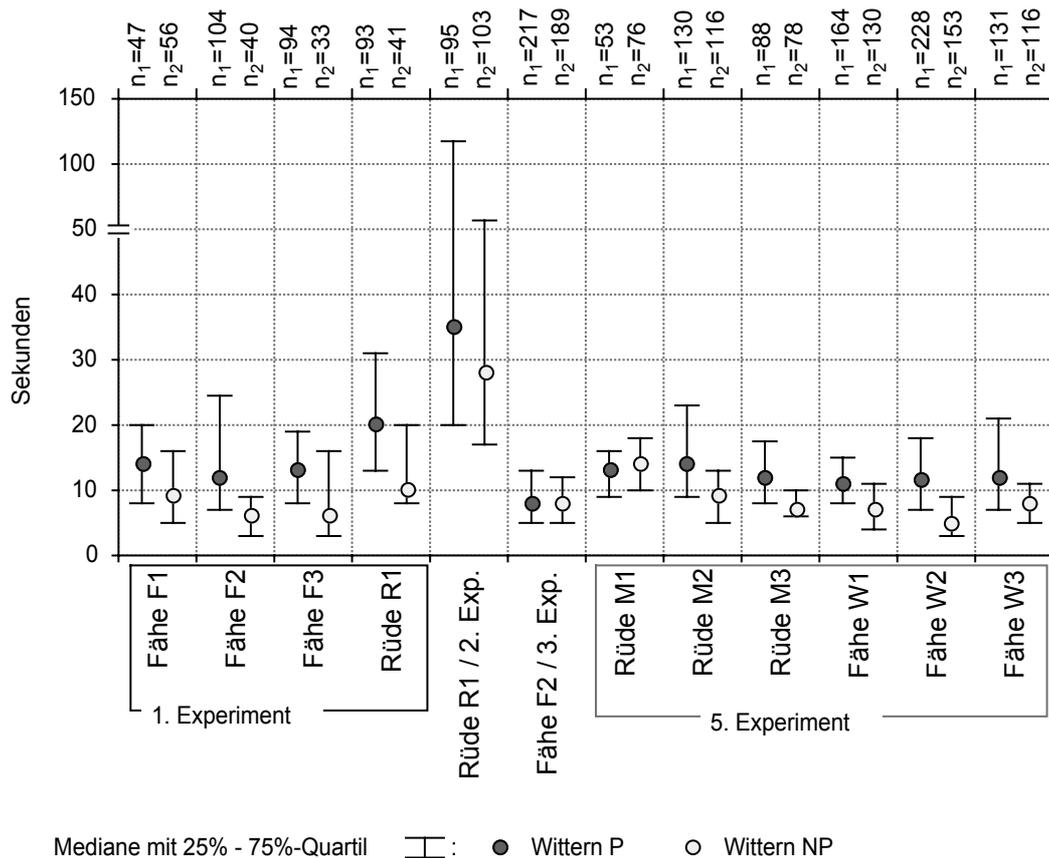


Abb. 63: Mediane mit 25%-75%-Quartil für die Taktlängen bzgl. des Bewitterns der Prägungskomponente P und den anderen Futtersorten NP für die einzelnen Tiere in den jeweiligen Versuchen; Skalenunterbrechung bei 50 Sekunden.

Beim adulten Rüden R1 im Einzelversuch (2. Experiment) betrug der Median für das Bewittern der Prägungskomponente 35 Sekunden, der Median für das Bewittern der anderen Futtersorten lag bei 28 Sekunden (U=4294,5; Z=1,48; p=0,14).

Um Wittern als Entscheidungsfindung für die anschließende Wahl einer Futterkomponente zu charakterisieren, wurde jedem Verhaltenstakt eines Individuums (Ersttakt) der folgende Verhaltenstakt (Folgetakt) eines Tieres zugeordnet (Tab. 30), sofern ein solcher Folgetakt innerhalb von 3 Minuten registriert

wurde. Dabei folgte auf Wittern entweder ein erneuter Wittertakt oder ein Futterentnahmetakt, für die gleiche oder die andere Futterqualität. Die Datenumfänge für diese Analyse (Ges., vgl. Tab. 30) waren daher wesentlich geringer als die Gesamtanzahl der Wittertakte eines Tieres (N W) und entsprachen bei den einzelnen Tieren ca. 34% - 59% aller registrierten Wittertakte in dem jeweiligen Versuch. Damit wiesen alle Iltisse einen hohen Anteil von Wittertaktionen auf, denen innerhalb von drei Minuten kein weiterer relevanter Verhaltenstakt folgte.

Tab. 30: Takthäufigkeiten für Wittertakte (Ersttakt) mit Folgetakten, die innerhalb von 3 Minuten registriert wurden. W – FE P: Wittertakt mit anschließendem FE-Takt für P; W X – W Y: Jeweils ein Wittertakt für die beiden verschiedenen Futterkomponenten.

Kombination	W – FE P		W – FE NP		W X - W Y		W X – W X			
	W P	W NP	W P	W NP	W P	W NP	W P	W NP		
Folgetakt	FE P		FE NP		W NP	W P	W P	W NP	Ges.	N W
Fähe F1	7	12	0	3	11	13	4	3	53	103
Fähe F2	34	2	0	7	1	7	18	11	80	144
Fähe F3	37	4	0	7	4	3	18	2	75	127
Rüde R1	28	14	0	1	4	6	9	1	63	134
Rüde R1 (2. Exp.)	5	40	2	0	15	35	2	2	101	198
Fähe F2 (3. Exp.)	20	11	6	5	55	62	21	18	198	406
Rüde M1	5	23	10	1	5	6	0	0	50	129
Rüde M2	13	45	13	11	10	12	2	2	108	246
Rüde M3	7	13	6	5	10	10	1	5	57	166
Fähe W1	39	40	11	12	20	25	2	4	153	294
Fähe W2	27	42	5	0	20	29	9	2	134	381
Fähe W3	28	43	9	3	17	16	4	5	125	247

Die Häufigkeiten der Taktkombinationen wurden anteilig zu 100% berechnet, wobei in Abb. 64 nur die prozentualen Häufigkeiten für die Taktkombinationen „Wittern – Futterwahl Prägungskomponente“ (W – FE P) sowie „Wittern Futterkomponente – Wittern andere Futterkomponente“ (W X – W Y) eingetragen wurden (vgl. Kapitel 2.2.3.3, Tab. 4).

Im ersten Gemeinschaftsversuch wechselte die Fähe F1 als einziges Tier aus diesem Wurf häufiger nach dem Bewittern der einen Komponente in die andere Kammer, um die zweite Futterqualität zu bewittern. Ihre drei Wurfgeschwister wählten zumeist nach einem Wittertakt von der Prägungskomponente. Bei den beiden adulten Iltissen R1 und F2 in den Einzelversuchen folgte bei mindestens 50% aller Takte nach dem Bewittern der einen Futterqualität ein weiterer Wittertakt für die andere Futterkomponente. Damit wechselten vornehmlich die

beiden adulten Iltisse in den Einzelversuchen häufig die Kammer, um die andere Futtersorte zu bewittern.

Im letzten Gemeinschaftsversuch beliefen alle sechs Iltisse zu mindestens 20% nach dem Bewittern der einen Futterkomponente die zweite Kammer, um die andere Futtersorte zu bewittern. Der Anteil für die Entnahme von der Prägungskomponente Rind nach einem Wittertakt betrug beim Rüden M3 35%. Seine Wurfgeschwister wiesen Anteile von mehr als 50% auf.

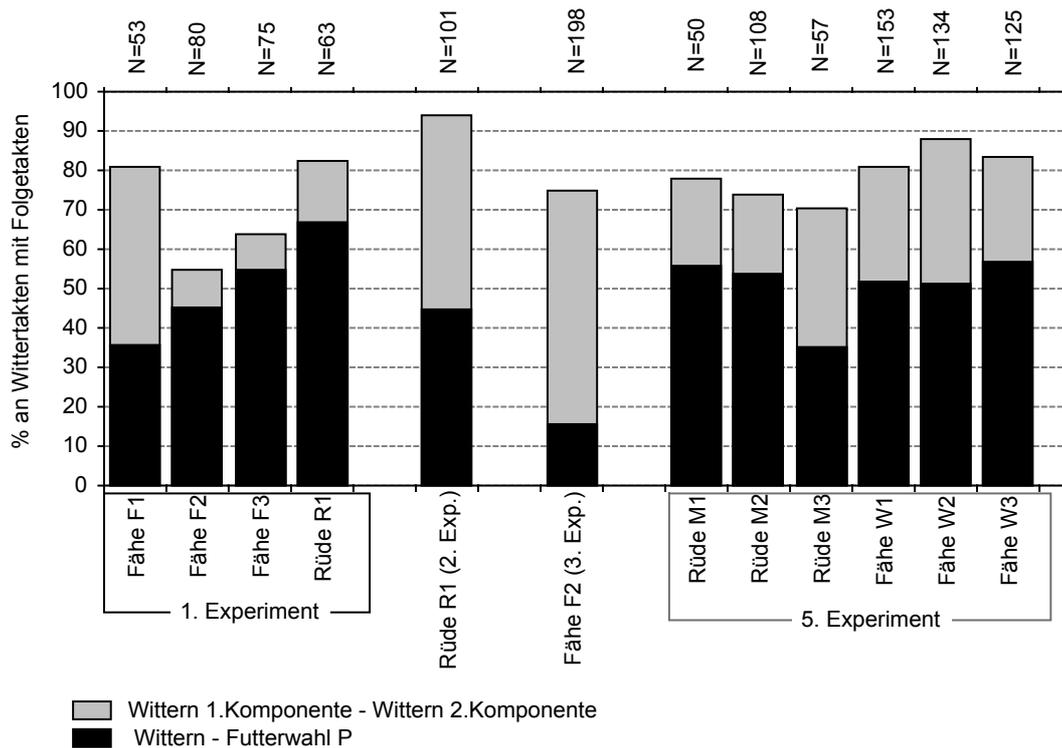


Abb. 64: Prozentualer Anteil der Wittertakte mit Folgetakten innerhalb von 3 Minuten für die Kombinationen des Ersttakts Wittern und dem Folgetakt „Futterwahl Prägungskomponente“ sowie des Erst- und Folgetakts für das Bewittern der beiden Futterkomponenten bei den Individuen in den einzelnen Experimenten (N gesamt=1197).

### 3.3.8 Zusammenfassung

Im ersten Gemeinschaftsversuch konnten bei den beiden Fähen F2 und F3 für die Fresstakte bzgl. der Prägungskomponente geringere mittlere Taktlängen und gleichzeitig höhere Taktfrequenzen festgestellt werden als bei alle anderen

Tieren. Sie beließen damit die Versuchsanordnung häufiger, ließen sich aber zum Fressen weniger Zeit. Ihre Wurfgeschwister hatten demgegenüber geringere Taktfrequenzen bei gleichzeitig höheren Medianen für die Fressstakte. Beim Rüden R1 fand sich ein höherer Anteil von FE-Takten für Horten als bei seinen drei Wurfgeschwestern, wobei er vornehmlich Brocken austrug. Er hortete, nachdem die Schale mit der Prägungskomponente geleert worden war, auch Brocken von den NP-Sorten.

Die Fähe F1 im ersten Gemeinschaftsversuch zeigte bei den Wittertakten mit Folgetakten innerhalb von 3 Minuten ein ähnlich häufigen Wechsel zwischen den beiden Kammern der Versuchsanordnung wie die beiden adulten Iltisse in den Einzelversuchen.

Im anschließenden Einzelversuch mit dem adulten Iltisrüden (2. Experiment) bevorzugte dieser weiterhin die Prägungskomponente Taube. Horten fand sich in diesem Experiment sowohl bevor die Schale mit der Prägungskomponente als auch nachdem diese geleert worden war selten. Für Fressen ließ er sich im Mittel mehr als 20 Minuten Zeit.

Die adulte Fähe im Einzelversuch (3. Experiment) wies 45% aller FE-Takte für die NP-Komponenten auf, obwohl sie effektiv nur eine Menge von 22% entnahm. Der hohe Anteil von FE-Takten für die NP-Komponenten resultierte allerdings aus dem häufigen Austragen von Brei. Für Fressen ließ sie sich im Vergleich zum Gemeinschaftsversuch (1. Experiment) wesentlich mehr Zeit, und auch die zuvor hohe Taktfrequenz sank deutlich. Von den bekannten NP-Sorten wählte sie bei Brockenfütterungen nur Küken.

Beim Wittern, einer Verhaltensweise ohne erkennbare Futterentnahme, fand sich eine deutliche Trennung zwischen den Gemeinschaftsversuchen (1. und 5. Experiment) und den beiden Einzelversuchen mit dem adulten Rüden R1 (2. Experiment) und der adulten Fähe F2 (3. Experiment). Bei beiden adulten Individuen bezogen sich mindestens 40% aller relevanten Verhaltenstakte auf das Wittern. Davon betrug der Anteil für Wittern mit Folgetakten innerhalb von 3 Minuten bzgl. des Bewitterns der Futterqualität in der anderen Kammer mindestens 48%. Obwohl beide adulten Iltisse weiterhin eine Präferenz für Taube zeigten, wurden die anderen Futtersorten mit vergleichbarer Intensität bewittert. Hierbei bewitterte der adulte Rüde im Mittel länger aber weniger häu-

fig, während die adulte Fähe sich im Mittel wenig Zeit ließ, dafür aber bei ihr höhere Datenumfänge für die Wittertakte bzgl. P und NP festgestellt wurden.

Bei der Fähe W2 aus Wurf 2 (5. Experiment) lag ebenso wie bei der Fähe F1 im ersten Experiment der Anteil für Wittern auffallend höher als bei ihren Wurfgeschwistern. Allerdings hob sie sich bzgl. der Verteilung von Wittertakten mit Folgetakten nicht von ihren Wurfgeschwistern ab.

Die sechs Ittisse des letzten Gemeinschaftsversuches leerten die Futterschale mit Kükenbrei und Küken immer vor der Prägungskomponente Rind. Bei Fütterungen mit Küken entfielen zuerst alle FE-Takte auf diese. Die Fähe W1 trug im Vergleich zu ihren Wurfgeschwistern mehr Brocken aus, wobei sie vornehmlich die Küken hortete.

Nur bei der Fähe W3 wurden keine Takte für Fressen oder Horten von Küken registriert. Sie trug häufiger Rinderherzbrei aus, als dass sie von diesem fraß. Bei ihr lag - als einziges Tier aus Wurf 2 - der Median für Fressen von der Prägungskomponente bei weniger als 100 Sekunden, während bei den anderen fünf Ittissen aus Wurf 2 die Mediane für den Verzehr der Prägungskomponente deutlich höher als bei den Ittissen im ersten Gemeinschaftsversuch lagen.

Bei den Ittissen im letzten Gemeinschaftsversuch wurden für die wenig bekannte Futterkomponente Taube bis zu 75% der Futterentnahmetakte registriert, bevor eine der Schalen geleert war.

## 4. Diskussion

### 4.1 Jagdstreckenanalyse

Die Problematik der Analyse von Jagdstrecken bedingt sich aus ihrer Erhebung und durch den Umstand, dass die auswertende Person diese Daten nicht selbst erfasst hat. Angaben zur Jagd sowie Änderungen in ihrer Methode und in der Intensität sind insbesondere bei langjähriger Erfassung der Strecken selten zu beziehen. Die Schwankungen der Iltis- und Wildkaninchenstrecken könnten sich auch aus jährlich ändernden Jagdintensitäten begründen (JENSEN & JENSEN 1972; WEBER 1988; BIRKS & KITCHENER 1999), und somit eher das Verhalten des Jägers widerspiegeln. Unter der Annahme, dass durch die kontinuierliche Nebenerwerbsjagd bis zum Jahr 1993 sich keine gravierenden Änderungen in der Jagdintensität ergeben haben, wurden jagdmethodische Einflüsse als konstant bewertet. Mit dieser Prämisse sollten die jährlichen Schwankungen der Iltisstrecke ursächlich auf die Beutebindung des Iltis an das Wildkaninchen zurückgeführt werden. Es kann nicht abgeschätzt werden, wie hoch der tatsächliche Bestand der Iltisse und der Wildkaninchen im Gut Leye, noch wie groß der Einfluss der Jagd auf den Iltisbestand war. Die berechneten jährlichen Zuwächse beziehen sich auf die Iltisstrecke als Anzahl erlegter Tiere. Demgegenüber sollten die bestimmten Wachstumsfaktoren als Raten der Iltisstrecke, wenn die Iltisstrecke fortwährend einen konstanten Anteil des Iltisbestandes von Gut Leye ausmacht, sowohl für die Iltisstrecke als auch für den tatsächlichen Iltisbestand vor Ort gleichermaßen gelten.

#### 4.1.1 Streckendaten des Reviers Gut Leye

Vorteil der Strecken von Iltis und Wildkaninchen aus dem Revier Gut Leye war die Erfassung über den relativ langen Zeitraum von 64 Jahren bis zur Aufgabe der Nebenerwerbsjagd im Jahr 1993. Die Streckendaten von Iltis und Wildkaninchen bezogen sich auf die Reviergröße von Gut Leye mit 374 Hektar. Der ausgeübte Jagddruck durch die Berufsjäger (Nebenerwerbsjagd) bis zum Jahr 1993 war sehr hoch und beeinflusste deutlich die von RABE (1994) für den

Kreis Osnabrück angegebenen hohen mittleren Jagdstrecken (mdl. W. GALISCH).

Für den Iltis werden mittlere Dichten je nach Gebiet von 0,2-12,7 Individuen pro 10 km<sup>2</sup> angegeben (WOLSAN 1993). Bei Umrechnung der mittleren Iltisstrecke vom Revier Gut Leye bis zum Jahr 1993 auf 10 km<sup>2</sup> ergibt sich im Vergleich zu den Literaturangaben eine wesentlich höhere Iltisstrecke von ca. 52 Tieren. Die mittlere Iltisstrecke lag im Revier nach 1993 bei 8,4 Tieren (22,6 Iltisse auf 10 km<sup>2</sup>) und damit immer noch sehr viel höher als die Literaturwerte. Obwohl die Jagdintensität in den Jahren nach 1993 wahrscheinlich gesunken ist und die Wildkaninchenstrecke sehr niedrige Werte annahm, zeichnete sich das Revier Gut Leye weiterhin durch hohe Iltisstrecken als gutes Iltisrevier aus.

Für Russland gibt SIDOROVICH (2000 b) in Gebieten ohne Nachweise für den Amerikanischen Mink (*Mustela vison*), der den Iltis dort aus seinem Areal verdrängt, eine Dichte von 5-6 Individuen pro 10 km<sup>2</sup> an. Allerdings traten die Iltisse dort nicht flächendeckend auf, sondern zeigten eine von Gebietsstrukturen abhängige Abundanz (SIDOROVICH & MACDONALD 2001). Einen Anstieg von Iltisstrecken konnte bei Anteilen von mehr als 50% landwirtschaftlichen Nutzflächen (SCHREIBER 1977) sowie bei hohen Grünlandanteilen an der Jagdwirtschaftsfläche (VIERHAUS 1984) festgestellt werden. Der Begriff des „Kulturfolgers“ wird in dem Sinne negiert, dass der Iltis in einer reinen Agrarsteppe nicht anzutreffen ist, sondern die Kulturlandschaft als geeignetes Habitat für den Iltis eine abwechslungsreiche Landschaft mit Feuchtgebieten, Bächen, Hecken, Flur und Wald darstellt (EIBERLE 1969; GAUTSCHI 1983; GORETZKI & LIESS 1989). Die im Winter beobachtete Tendenz des Iltis, sich in Siedlungsnähe aufzuhalten wird von GAUTSCHI (1983) aufgrund der nur im Winter erfolgten Jagd, in Frage gestellt. BIRKS (1998) fand in Kotproben von Iltissen, die im Winter Bauernhöfen aufsuchten, einen hohen Anteil von Ratten (*Rattus norvegicus*). Eine engere Bindung des Iltis an menschliche Siedlungen beschreibt BAUER (1960) für das Gebiet um den Neusiedler-See (Österreich), was den Iltis aber nicht als obligaten Kulturfolger charakterisiert. Der Iltis scheint allgemein in Siedlungsnähe und auf Bauernhöfen vorzukommen, wobei insbesondere im Winter Gehöfte mit wenig Störeinflüssen durch den Menschen Unterschlupfe mit ausreichend hohem Kleinnagetierangebot bieten (BLANDFORD 1987; WEBER 1989 d). Da keine näheren Angaben zur Gebietstruktur vom

Revier Gut Leye und bzgl. einer möglicherweise exponierten Lage vorliegen, kann nicht abgeschätzt werden, inwieweit besondere Strukturen das Gebiet als ideales Iltishabitat kennzeichnen. Allerdings verfälscht das Hochrechnen der Streckendaten eines kleineren Jagdreviers auf eine höhere Gebietsfläche die Daten entscheidend und dient hier nur zum Vergleich mit Literaturwerten.

Da die Streckendaten für die Jahre nach 1993 erst im Frühjahr 2003 bezogen werden konnten, wurden diese in einem gesonderten Kapitel betrachtet. Die Daten hätten zwar noch in die Berechnungen mit einbezogen werden können, jedoch lag die Wildkaninchenstrecke im Vergleich zu den Jahren 1930 bis 1993 derartig niedrig, dass von einer gravierenden Änderung im Gebiet ausgegangen werden muss. Die hohe Abnahme der Wildkaninchenstrecke kann nicht allein auf eine ungünstige Witterung zurückgeführt werden, zumal die Strecke sich bis 2002 nicht erholte.

Der extreme Einbruch der Wildkaninchenstrecke in den Jahren nach 1993 wird sich zum einen aus einem geringeren Jagddruck durch die Aufgabe der Nebenerwerbsjagd erklären. Zum anderen fielen die ersten Meldungen von an der Chinaseuche (Rabbit Haemorrhagic Disease RHD) erkrankten Wildkaninchen im Hegering Osnabrück in diesen Zeitraum (mdl. W. GALISCH). Ob und in welchem Maße diese Krankheit den Rückgang der Wildkaninchenstrecke im Revier Gut Leye mit begründet, konnte nicht in Erfahrung gebracht werden. Diese Krankheit stellt aber neben der Myxomatose eine der Wildkaninchen-seuchen dar, die gravierende Bestandsabnahmen von Wildkaninchen begründen (ROGER et al. 1994; MUTZE et al. 2002). In den Jahren von 1930 bis 2002 wurde kein Fall von Myxomatose im Revier Gut Leye festgestellt, so dass diese Erkrankung nicht ursächlich für die Schwankungen der Wildkaninchenstrecken in Frage kommt.

#### 4.1.2 Statistische Analyse zur Populationsdynamik des Iltis

Die Ausgangsgleichung und die auf ihr begründeten Näherungsgleichungen beinhalteten keine Ansätze zur Kapazität der Iltisstrecke im Gebiet wie bei der logistischen Gleichung (SCHWERDTFEGGER 1979, BEGON et al. 1991; Wade 1999)

oder den Ansatz eines stabilen Gleichgewichts (KENDALL et al. 2000), da derartige Größen erst anhand der Analyse herausgefunden werden konnten.

Nach der Näherungsgleichung für die Wachstumsrate  $r_i$  ([29], Kapitel 3.1.3.4) ergab sich bei Iltisstrecken von mehr als 25 Tieren ein negativer Wert. Damit stellt der Wert von 25 Iltissen eine Kapazitätsgrenze der Iltisstrecke unter optimalen Bedingungen in dem Revier dar, wobei hier nur die Wildkaninchenstrecke als Maß einging. Diese Kapazitätsgrenze bezieht sich auf die erlegten Iltisse, Aussagen bzgl. eines Grenzwert für die tatsächliche Abundanz von Iltissen im Gebiet Gut Leye sind nicht möglich.

Die Regressionsmodelle dienten als Ansatz für die Bestimmung von Näherungsgleichungen, da sie ein gutes Maß für die Lage einzelner Daten zueinander sind. Jede Regressionsgleichung führt dabei unweigerlich zur Reduzierung einiger Werte, wenn die Lage einzelner Datenpaare zu stark von der Regressionsgeraden abweicht. Durch den hohen Datenumfang von 64 Streckenjahren konnten evtl. auftretende Abweichungen in den Strecken außer Acht gelassen werden und das zugrundeliegende Muster mit der Prüfstatistik abgesichert werden. Die Effizienz der einzelnen Berechnungen konnte direkt verfolgt werden. Zudem waren die so bestimmten Modellgleichungen zu interpretieren und boten Ansätze zur Erklärung einzelner Aspekte der Populationsdynamik des Iltis, die in den folgenden Kapiteln diskutiert werden sollen.

#### 4.1.3 Reproduktionsbiologie des Iltis

Die Elimination der Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$  aus der Formel für die Zuwachsrate  $G+E$  (Kapitel 3.1.3.1) ergab sich aus der Potenzreihenentwicklung der Iltisstrecke  $\ln I(t)$  (BRONSTEIN & SEMENDJAJEW 1987). Aufgrund der Stauchung der Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$ , wies ein Großteil der Wildkaninchenstrecke Werte zwischen 5,5 und 6,5 auf. Rein mathematisch nahm die Wildkaninchenstrecke  $\ln K(t)$  bzgl. der Potenzreihenentwicklung von  $\ln I(t)$  einen konstanten Wert an, der sich im Potenzfaktor wiederfand. Der Kapazitätsfaktor  $K = 0,783 \cdot \ln I(t)$  verhielt sich dabei so, wie nach dem logistischen Modell die Kapazitätsgrenze (carrying capacity) mit einem dichteabhängigen Exponent  $Z=0,783$  (WADE 1999). Dieser mathematische Umweg diente dazu, die

Geburtenrate als unabhängig vom Beutetierangebot zu bestimmen, da zwar ein geringer Beutebestand auch einen Einfluss auf die Trächtigkeit von Iltisfähen haben kann, sich aber hierzu keinerlei Angaben fanden. Damit wurde davon ausgegangen, dass im Mittel eine bestimmte Anzahl von Jungtieren geboren wurde, unabhängig von der Wildkaninchenstrecke. Allerdings bedingte die Wildkaninchenstrecke als Maß für das Beutetierangebot den Anteil aufgezogener Iltisse (vgl. Kapitel 4.1.4). Für die Zunahme der Iltisstrecke wurde die Geburtenrate als Haupteinflussgröße definiert, da es sich bei dem Iltis nach KING & MOORS (1979) um eine reproduktionsstarke Musteliden-Art handelt. Die Wurfgröße reicht bei Iltissen von 1 bis 12 Jungtieren, die mittlere Wurfgröße liegt allerdings zwischen 5 und 6 Jungtieren (WOLSAN 1993). Nach LODÉ (2001) weist der Europäische Iltis ein sukzessiv polygynes Verpaarungssystem auf, wonach bis zu drei Fähen von einem Rüden gedeckt werden können. Die Wahrscheinlichkeit für das Decken von zwei Iltisfähen betrug bei LODÉ (2001) 33,3% und Verpaarungen eines Rüden mit drei Iltisfähen wurde nur einmal beobachtet (11,1%). Zwar kann ein Polyoestrus bei Iltissen nicht ausgeschlossen werden, doch wird die Aufzucht eines zweiten Wurfes innerhalb eines Jahres durch eine Iltisfähe wohl nur erfolgen, wenn die Jungtiere des ersten Wurfes verstarben (REMPE 1957; HABERMEHL & RÖTTCHER 1967; TUMANOV 1977). Die Iltisse erreichen im ersten Jahr nach ihrer Geburt die Geschlechtsreife, so dass zum Zeitpunkt der Ranz im Frühjahr alle Iltisse als reproduktionsfähig anzusehen sind (BLANDFORD 1987). Allerdings legen DANILOV & RUSAKOV (1980) für Nordwest-Russland den Reproduktionsbeginn bei einigen Iltissen erst in das zweite Lebensjahr. Hierbei könnte es sich um eine klimatisch bedingte Verzögerung der Reproduktion handeln. Für die Analyse der Jagdstrecke von Gut Leye wurde davon ausgegangen, dass alle Iltisse des Vorjahres an der Reproduktion beteiligt sind, da sich keine näheren Angaben bzgl. des Anteil reproduzierender einjähriger Iltisse fanden und vom körperlichen Status her die Iltisse im Alter von 9 Monaten als reproduktionsfähig gelten (GOETHE 1939; BLANDFORD 1987). Die Geburtenrate wurde daher als Faktor der Vorjahresstrecke  $I(t)$  bestimmt.

Geht man von durchschnittlich sechs Jungtieren pro Wurf einmal jährlich aus (BLANDFORD 1987; WOLSAN 1993) ergibt sich bei einem monogamen Verpaarungssystem eine Geburtenrate von 3. Nach den Angaben von LODÉ (2001)

würde bei einem sukzessiv polygynen Verpaarungssystem die Geburtenrate von 3 eine durchschnittliche Wurfgröße von 5,5 Jungtieren bedingen. Umgekehrt ergäbe sich bei Festhalten an einer mittleren Wurfgröße von 6 Tieren nach den Angaben von LODÉ (2001) eine Geburtenrate von 3,33.

Die berechnete Geburtenrate von 3,16 entsprach sehr gut den Literaturwerten. Es wurde daher an der Näherungsformel für die Zuwachsrate mit dem Faktor aus der Potenzreihenentwicklung festgehalten (vgl. Seite 38), obwohl sich dadurch kein weiterer Faktor für die Einwanderung gebietsfremder Iltisse ergab.

#### 4.1.4 Jungtiersterblichkeit

Bei der Verlustrate wurde auf die Zuwachsrate  $G+E$  zurückgegriffen, um die Abnahme der Iltisstrecke in direktem Zusammenhang zur Zuwachsrate zu sehen. Damit ergab sich ein Abnahmefaktor bzgl. der Geburtenrate in Abhängigkeit von der Wildkaninchenstrecke  $lnK(t)$ . Diese als „Verlustrate der Geburten“ bezeichnete Größe trägt dem Umstand Rechnung, dass sich eine Abnahme zum Zeitpunkt  $(t+1)$  fand, die direkt mit der Geburtenrate zusammenhing. Hier wurde der Begriff Jungtiermortalität gewählt, da es sich zwar um eine Reduzierung der Geburtenrate handelt, aber in Anlehnung an STUBBE (1965) sich nicht die Geburtenrate ändert, sondern eher die Zahl aufgezogener Jungtiere. Es kann nicht direkt abgeschätzt werden, ob die Mortalität von juvenilen Iltissen während der Aufzucht durch die Mutter auf ein geringes Beuteangebot oder auf ungünstige Witterung zurückzuführen ist, da beide Einflüsse über die Wildkaninchenstrecke ausgedrückt werden. Allerdings weisen HABERMEHL & RÖTTCHER (1967) darauf hin, dass die Empfindlichkeit neugeborener Iltisse gegenüber ungünstigen Witterungseinflüssen eine hohe Verlustrate birgt. Hierbei wird wohl vornehmlich die Höhe der Niederschläge im Sommer einen entscheidenden Einfluss auf die Überlebensrate der Jungtiere haben.

Bei der definierten Mortalitätsrate von juvenilen Iltissen kann es sich allerdings auch um eine Abwanderung von subadulten Iltissen aus dem Gebiet heraus nach Auflösen der Mutter-Kind-Familie im Herbst handeln, da beide Ereignisse, - Jungtiermortalität und Dismigration - im selben Jahr liegen (DANILOV & RUSAKOV 1980; BLANDFORD & WALTON 1991). Als Vergleichsgröße zu Literatur-

angaben wurde die Abnahme bzgl. der Geburten als Jungtiermortalität definiert, während eine Abwanderung von Iltissen aus dem Gebiet heraus über den Kapazitätsfaktor und damit in Abhängigkeit von der Bestandsdichte der Iltisse interpretiert wurde. Zu beachten bleibt, dass die negativen Faktoren der Näherungsgleichung für die Wachstumsrate  $r_i$  sowohl eine Mortalität im Gebiet als auch eine Abwanderung aus dem Gebiet hinaus bedeuten konnten. Eine Trennung der Faktoren erfolgte anhand der verfügbaren Literaturangaben zu Mortalität und Dismigration von Iltissen (BLANDFORD 1987; WEBER 1989 e; WOLSAN 1993).

Betrachtet man die Abnahme der im dem Jahr geborenen Iltisse als reine Mortalität, so hängt der Erfolg der Jungtieraufzucht direkt von der Wildkaninchenstrecke ab. Damit bedingt der Wildkaninchenbestand in den Sommermonaten die Überlebenschancen der geborenen Iltisse. Da der Wildkaninchenbestand in den Sommermonaten direkt durch hohe Niederschläge negativ beeinflusst wird, kann eine hohe Jungtiersterblichkeit bei Iltissen sowohl auf hohe Niederschläge als auch auf damit einhergehende geringe Beutedichten zurückgehen.

BLANDFORD & WALTON (1991) beziffern den Anteil verstorbenen subadulter Iltisse mit Beginn der Dismigration aus dem Gebiet der Mutter auf mindestens 52%. Nach WEBER (1987) sterben im ersten Lebensjahr 70% bis 90% der Iltisse und zwar hauptsächlich zu Beginn ihrer „Raubmündigkeit“ im Herbst und Frühwinter. Dabei liegt der Anteil verstorbenen Rüden anscheinend höher (80%) als der verstorbenen Fähen (70%). WEBER (1989 e) gibt eine konstante Mortalität juveniler Iltisse von 0,7 bis 0,797 an, während der in dieser Arbeit bestimmte Näherungswert sich als Term bzgl. der Wildkaninchenstrecke ergab. Dieser Ansatz ermöglicht es die Sterberate des Nachwuchses in Abhängigkeit von der Wildkaninchenstrecke zu interpretieren, wobei sich durch die Kopplung der Jungtiermortalität mit der Wildkaninchenstrecke für die Iltisstrecke von Gut Leye eine Verlustrate unter den Iltisjungtieren von 25% bis maximal 66% ergab. Der Anteil von subadulten Iltissen, die nach der Aufzucht das Gebiet verließen, konnte nicht direkt bestimmt werden, da die Altersstruktur der Iltisstrecke nicht bekannt war.

#### 4.1.5 Mortalität adulter Iltisse

Eine direkte Abnahme der Iltisstrecke  $I(t)$  zum Folgejahr ( $t+1$ ) wurde durch den konstanten Faktor von 0,45 ausgedrückt und bezog sich damit auf den Bestand des Vorjahres. Dieser Ansatz wurde gewählt, um zwischen der postulierten Jungtiersterblichkeit und einer Abnahme unter den adulten Iltissen unterscheiden zu können, zumal für mehrjährige Iltisse eine geringere Mortalität angegeben wird als für subadulte Tiere (WEBER 1987; BLANDFORD & WALTON 1991). Die konstante Abnahme von 45% unter adulten Iltissen beschreibt die altersbedingte Mortalität im Gebiet.

Nach WEBER (1987) beträgt die Sterblichkeit von Iltisrüden im 2. Lebensjahr 40%. Besonders viele Rüden sterben wahrscheinlich während der Ranzzeit mit Beginn des Frühjahrs (ab Februar / März), in der sie lange Wege zurücklegen und einen Großteil ihrer Fettreserven aufbrauchen (WEBER 1987). Demgegenüber weisen die Fähen im 2. Lebensjahr eine ähnlich hohe Mortalität auf wie im ersten Lebensjahr. Dies führt WEBER (1987; 1992) auf die schlechtere Winterkondition der Fähen gegenüber den Rüden zurück. Subadulte Fähen zeigten im Winter eine bessere Kondition als ältere. Daher scheinen insbesondere die Fähen im ersten Jahr einer Trächtigkeit durch die Welpenaufzucht stark belastet zu werden und der Zeitraum vom Selbstständigwerden ihres Nachwuchses im Herbst bis zum Beginn des Winters ist anscheinend zu kurz, um ausreichend Fettreserven aufzubauen. Nach dem 2. Lebensjahr sinkt allerdings die Mortalität der Fähen auf nur noch 20% (WEBER 1987). Das Höchstalter freilebender Iltisse wird mit 7 bis 8 Jahren angegeben (BUCHALCZYK & RUPRECHT 1977; WEBER 1987).

Eine geschlechtsspezifische Unterteilung der Mortalitätsrate adulter Iltisse nach den Werten von WEBER (1987; 1989 e) konnte aufgrund des unbekanntes Geschlechterverhältnisses der Iltisstrecke von Gut Leye nicht vorgenommen werden. Der Anteil verstorbener adulter Iltisse mit 45% stellt aber einen guten Mittelwert zu den Angaben von WEBER (1987, 1989 e) dar.

#### 4.1.6 Kapazitätsgrenze und Dismigration

Die definierte Jungtiersterblichkeit beinhaltet keine Abwanderung subadulter Iltisse aus dem Gebiet heraus, sondern wurde als Mortalität von juvenilen Iltissen während der Aufzuchtphase angesehen, die direkt mit der Beuteabundanz und der Witterung im Frühjahr und Sommer zusammenhängt.

Aus populationsbiologischer Sicht hätte der Faktor bzgl. der Dismigration bei den Iltisjungtieren nach Auflösen der Mutter-Kind-Familie recht hoch liegen müssen, zumal nach allgemeiner Ansicht Iltissen eine eher solitäre Lebensweise zugesprochen wird (BLANDFORD 1987; LODÉ 1993).

WOLF (1997) definiert Auswanderung als eine Phase der Migration, in der Juvenile ihr Geburtsgebiet oder ihre soziale Gruppe verlassen. Das Abwandern von Iltisjungtieren aus dem Gebiet der Mutter wird von DANILOV & RUSAKOV (1980) und BLANDFORD & WALTON (1991) für den Herbst, Ende September beschrieben. Demnach fällt die Dismigration von subadulten Iltissen mit dem Beginn der Jagdtätigkeit im Revier Gut Leye zusammen, womit sich ein höherer Anteil von subadulten Iltissen an der Jagdstrecke ergeben haben könnte. Die Dismigration von Iltissen aus dem Gebiet der Mutter heraus aufgrund des Verfolgens einer Beutetierart erscheint unwahrscheinlich, da zumindest für Wildkaninchen keine höheren Migrationstendenzen nachgewiesen wurden (WOOD 1980).

Erst über die weiteren Berechnungen mit dem Kapazitätsfaktor  $K$  konnte ansatzweise eine Aussage zur Anzahl abwandernder Iltisse gemacht werden. Allerdings war dieser Faktor mit der Jungtiersterblichkeit gekoppelt und nicht - wie eher zu erwarten war - direkt mit der Geburtenrate. Eine Abwanderung resultiert aus dem Verschwinden von Individuen vor Ort, so dass die lokale Populationswachstumsrate sinkt und somit das Erreichen oder Überschreiten des Kapazitätsmaximums vor Ort verhindert wird (WOLF 1997).

In Jahren mit hoher Wildkaninchenstrecke sank die postulierte Jungtiermortalität, so dass nach Aufzucht der Iltisse ein großer Anteil von diesen aufgrund der Kapazitätsgrenze das Gebiet verlassen musste. Nach der Näherungsformel für die Wachstumsrate  $r_i$  ergab sich aber keine Trennung zwischen subadulten und adulten Iltissen. Es konnte damit kein Ansatz gefunden werden, der eine Abwanderung nur bzgl. der subadulten Iltisse aufzeigte. Vielmehr fand sich eine

allgemeine Abnahme des Iltisbestandes in Zusammenhang mit der Aufzuchtquote der geborenen Iltisse. Allerdings ergab sich bei Addition der Jungtiermortalität mit der postulierten Dismigration von Iltissen über die Kapazitätsgrenze ein Anteil von 63% - 95% der Geburten. Dieser Anteil liegt im Bereich der verfügbaren Literaturwerte (BLANDFORD 1987; WEBER 1989 e; WOLSAN 1993), daher wird es sich vornehmlich um subadulte Iltisse handeln, die nach Auflösen der Mutter-Kind-Familie abwandern. In Jahren mit hohen Wildkaninchenstrecken verlassen wesentlich mehr subadulte Iltisse das Gebiet, als in Jahren mit einer geringen Wildkaninchenstrecke und einer damit einhergehenden hohen Jungtiersterblichkeit. Somit ergibt sich eine negative Beziehung zwischen der Hauptbeuteabundanz und dem Anteil von subadulten Iltissen, die im Gebiet verbleiben können. POWELL & KING (1997) konnten feststellen, dass in Neuseeland die Überlebenswahrscheinlichkeit junger Hermeline dichteabhängig variierte: Aus einer hohen Abundanz der Hermeline bei guter Nahrungsverfügbarkeit im Sommer resultierte eine geringere Überlebensrate von Jungtieren. Für das Gebiet Gut Leye wurde eine Abwanderung von Iltissen aus dem Gebiet heraus über den Kapazitätsfaktor ausgedrückt, während die beiden Verlustarten als reine Mortalität definiert wurden. Allerdings beinhalten beide Faktoren – Mortalität und Dismigration – *de facto* nur das Verschwinden von Tieren vor Ort, so dass die vermeintliche Abwanderung von Iltissen mit Beginn ihrer Selbstständigkeit auch als Mortalität interpretiert werden kann.

Der Beginn der jährlichen Jagd in Gut Leye fällt mit dem Zeitpunkt der Dismigration von subadulten Iltissen zusammen (DANILOV & RUSAKOV 1980; WEBER 1987; BLANDFORD & WALTON 1991). Die berechnete Kapazitätsgrenze und die Jungtiersterblichkeit wurden beide als direkt von der Kaninchenstrecke abhängig bestimmt. Damit geht die Kaninchenstrecke als Maß für den Sommerbestand der Wildkaninchen ein, während die Iltisstrecke den Bestand der Iltisse zu Beginn der Reproduktion im Frühjahr kennzeichnet. Die Iltisstrecke repräsentiert somit als Anzahl erlegter Tiere im Rückschluss zugleich die Anzahl von Iltissen, die erfolgreich den Winter überlebten und sich reproduzierten. Sie ist damit der Wildkaninchenstrecke zeitlich vorgelagert (Abb. 65). Im Sommer beträgt die Iltisstrecke durch den Zuwachs über die Geburten  $I(t)+G \cdot I(t)$ .

Wildkaninchen weisen eine hohe Reproduktionsleistung auf, wobei die Fortpflanzungsphase im Frühjahr beginnt (SIEFKE 1988). Frettchen in Neuseeland dringen in die Baue von Wildkaninchen ein und erbeuten vornehmlich juvenile Tiere (GIBB et al. 1978). Legt man dieses Verhalten auch für die Iltisse zu Grunde (WEBER 1987), wird die Reproduktion der Wildkaninchen im Frühjahr den Aufzuchtserfolg der Iltisfähen mitbestimmen. Dieser Umstand wurde in der Jagdstreckenanalyse über die Wildkaninchenstrecke zum Zeitpunkt  $t$  ausgedrückt. Damit wurde der Zuwachs der Wildkaninchenstrecke im Frühjahr nicht berücksichtigt, sondern vielmehr stellt die im Herbst und Winter erhobene Wildkaninchenstrecke die vermeintliche Sommerstrecke dar. Da in der Jagdstreckenanalyse die Wildkaninchenstrecke als Maß für den Sommerbestand steht, ging sie wahrscheinlich mit zu niedrigen Werten in die Berechnung ein. Dieser Umstand führt jedoch zu keiner Änderung der Modellrechnung, wenn die Wildkaninchenstrecke ein Vielfaches der Iltisstrecke darstellte und durch eine hohe Reproduktion im Frühjahr und Sommer der Faktor nur noch mehr erhöht wurde. Das Verhältnis von Iltisstrecke zur Wildkaninchenstrecke ( $I(t) \div K(t)$ ) im Frühjahr entspräche nach diesem Ansatz auch dem Verhältnis im Sommer ( $[I(t)+G \cdot I(t)] \div [K(t)+G_{\text{Kan.}} \cdot K(t)]$ ).

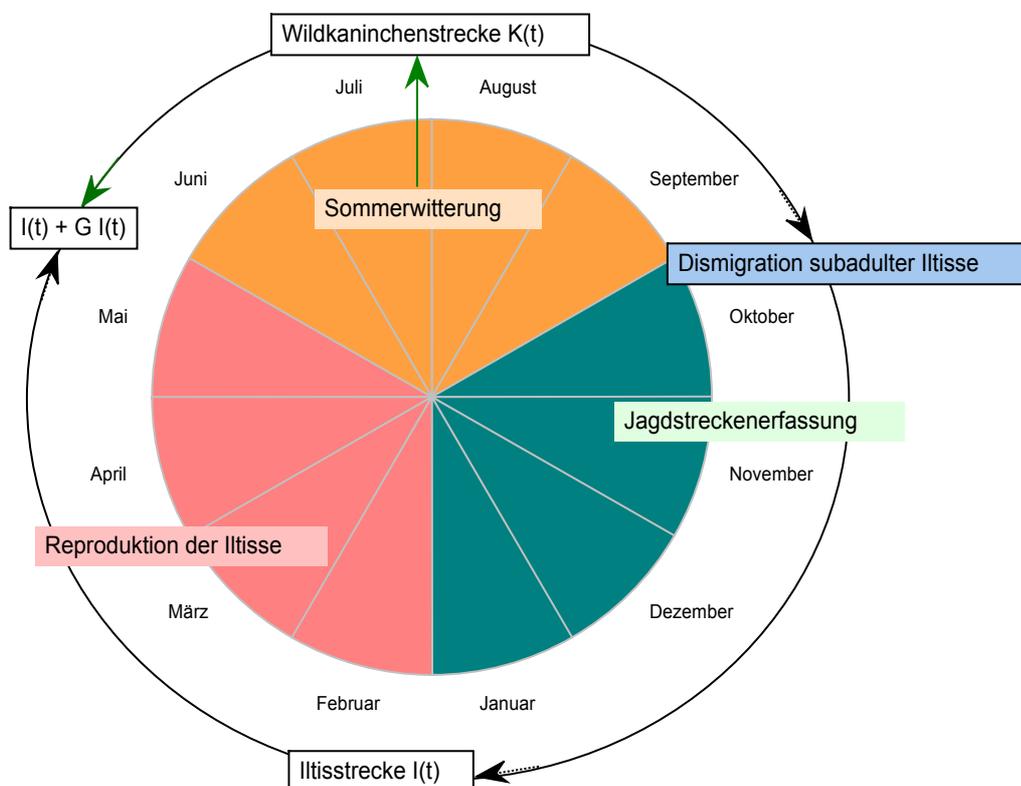


Abb. 65 : Darstellung der populationsbeeinflussenden Faktoren und ihre Einbindung in die Modellrechnung.

#### 4.1.7 Geschlechterverhältnis in Jagdstrecken

Bei einigen Musteliden-Arten fanden sich signifikant höhere Anteile von Rüden an den Streckendaten, was in Zusammenhang mit dem ausgeprägten Sexualdimorphismus der Marderartigen stehen könnte, da die größeren Rüden in geringerer Zeit ihr home-ranges ablaufen könnten und damit eher gefangen werden als die kleineren Fähen (BUSKIRK & LINNSTEDT 1989).

Bei Totfunden von Iltissen in der Schweiz (WEBER 1989 e) überwog der Anteil der Rüden sowohl bei der Gruppe der Juvenilen (jünger als 7 Monate: ♂♂:♀♀=1,64) als auch bei der Gruppe der Subadulten (jünger als 9 Monate: ♂♂:♀♀=1,80). Da bei dieser Untersuchung als Totfunde vornehmlich Verkehrsoffer eingingen, folgert WEBER (1989 e) eine erhöhte Mortalität der Rüden während der Ranzzeit, womit die Anzahl überfahrener adulter Iltisse in der Schweiz auf eine geringere Mobilität von Fähen hindeutet. Bei MERMOD et al. (1983) lag das Geschlechterverhältnis von 19 in der westlichen Schweiz gefangenen bzw. tot aufgefundenen Iltissen bei 17:2 auf Seiten der Rüden, der Anteil von juvenilen Tieren lag bei 35%. Der hohe Anteil von 79% subadulten Rüden unter den erlegten männlichen Tieren begründet HARTUNG (1980) mit der hohen Fortpflanzungsrate. Bei GOETHE (1939) lag der Anteil von Rüden an den Jagdstrecken vom Iltis bei 64%, wobei er sogar meint, dass der Anteil von Rüden eigentlich noch höher liegen sollte. Allerdings wird das Geschlechterverhältnis bei der Geburt von GOETHE (1939) insgesamt als ausgeglichen angesehen und der hohe Anteil von Rüden an Jagdstrecken auf ein stärkeres Wanderverhalten und evtl. auf das Einhalten gewisser Pässe zurückgeführt. Dieses Einhalten bestimmter Wege beim Verlassen und der Rückkehr zum Bau beschrieb LABHARDT (1980), bei seinen Beobachtungen an einer Iltisfähe.

Nach SIDOROVICH (2000 b) fand sich bei Iltisfängen in Weißrußland ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis von 1:1. Allerdings überwog der Anteil von Rüden in Gebieten mit sich ausbreitenden Minkpopulationen. Damit kam es in Gebieten mit Konkurrenzdruck durch den Amerikanischen Mink zu einer höheren Präsenz von Iltisrüden in den Jagdstrecken.

Insgesamt überwogen in den Literaturangaben beim Geschlechterverhältnis gefangener oder tot aufgefundener Iltisse die Rüden (STUBBE 1988), was an der höheren Mobilität der Rüden über größere Gebiete und einer daraus resultie-

renden höheren Mortalität durch den Autoverkehr liegen könnte, zum anderen könnten adulte Rüden höhere Überlebenschancen haben als Fähen (BLANDFORD 1987). Die Rüden erreichen zu Beginn der Ranz in den Monaten Februar bis April ihr maximales Körpergewicht, anschließend erfolgt ein extremer Gewichtsverlust innerhalb von höchstens 2 Monaten, wobei der Fettabbau im Frühling in einer Periode gesteigerter lokomotorischer Aktivität erfolgt (KORHONEN & HARRI 1986; WEBER 1992).

Bei der Jagdstreckenanalyse von Gut Leye wurde von einem ausgeglichenen Geschlechterverhältnis der Iltisstrecke ausgegangen. Geht man von einem ausgewogenen Geschlechterverhältnis bei den Geburten aus, aber einem wesentlich höheren Anteil von Iltisrüden an der Jagdstrecke, so würden mehr Fähen im Gebiet verbleiben. Iltisse sind im ersten Frühjahr nach ihrer Geburt reproduktionsfähig, so dass zum Zeitpunkt der Ranz alle Iltisse am Reproduktionsgeschehen beteiligt sein können (GOETHE 1939; BLANDFORD 1987). Die Näherungsgleichung der Wachstumsrate  $r_i$  ermöglicht Rückschlüsse auf die Populationsdynamik. Allerdings ergibt sich bei einem höheren Anteil von Rüden an der Iltisstrecke vom Gut Leye eine andere Interpretation der postulierten Geburtenrate von 3,16 bzgl. der mittleren Wurfgröße. Bei der Jagdstreckenanalyse geht die Geburtenrate als Faktor der Iltisstrecke ein, und damit werden alle erlegten Iltisse eines Jahres bzgl. der Reproduktion berücksichtigt.

Nach den von WEBER (1989 e) angegebenen Mortalitätsraten fand sich kein deutlicher Unterschied zwischen den Geschlechtern im ersten Lebensjahr. Bei einem ausgewogenem Geschlechterverhältnis unter den geborenen Iltissen sollte die Jungtiersterblichkeit zu keiner Änderung des Verhältnisses führen. Zum Zeitpunkt der Jagd im Herbst und Winter wurde der Status der subadulten Iltisse als reproduktionsfähig festgelegt (nach GOEHE 1939; BLANDFORD 1987). Wenn die Rüden höhere Migrationstendenzen aufweisen und daher zu einem höheren Anteil erjagt werden als die Fähen, kommt es im Gebiet zu einer Verschiebung des Geschlechterverhältnisses zu Gunsten der Fähen.

Würde die Jagdstatistik beispielweise  $\frac{2}{3}$  Iltisrüden und nur  $\frac{1}{3}$  Fähen beinhalten, und der Anteil einjähriger Tiere davon noch einmal 80% ausmachen, ergäbe sich die Verteilung: 53% einjährige Rüden, 13% ältere Rüden, 27% einjährige Fähen und 7% ältere Fähen. Das Reproduktionspotential im Gebiet läge somit vorwiegend bei den älteren Rüden. Wenn im Frühjahr mit Beginn der Ranz und

nach Ende der Jagdsaison keine Ein- bzw. Auswanderung von Iltissen in und aus dem Gebiet heraus erfolgt, erhöht sich der Anteil von Fähen im Gebiet. Werden alle Fähen erfolgreich gedeckt, ergibt sich bei durchschnittlich 6 Jungtieren pro Wurf ein Zuwachs des Bestandes vor Ort von  $4 \cdot I(t)$ , oder bei Festhalten an der über die Näherungsgleichung bestimmten Geburtenrate  $G=3,1$  eine geringere Durchschnittsgröße pro Wurf von 4,5 Tieren. WEBER (1992) fand bei Fähen die schlechteste körperliche Kondition während der Welpenaufzucht, erklärbar als Folge ungenügender Nahrungsversorgung. Bei einjährigen Fähen kann die Aufzucht des Nachwuchses zu einer starken Belastung führen, so dass der Aufzuchtserfolg von einjährigen Fähen geringer liegen könnte als der älterer Fähen. Dies könnte die nach WEBER (1989 e) hohen Mortalitätsraten der zweijährigen Fähen erklären, wonach das erste Jahr einer Trächtigkeit das Überleben von Iltisfähen negativ beeinflusst. Da die Jungtiersterblichkeit als vom Wildkaninchenbestand abhängig bestimmt wurde, findet sich hier keine Unterscheidung bzgl. der Altersstruktur der Fähen. Eine höhere Geburtenrate aufgrund eines größeren Anteils von Fähen im Gebiet kann durch eine höhere Jungtiermortalität kompensiert worden sein. Deutliche Zuwächse der Iltisstrecke, die mit der Prognosegleichung nicht erreicht wurden, könnten demgegenüber aus Jahren mit einer hohen Beutedichte und einem damit einhergehenden höheren Aufzuchtserfolg der Jungtiere von einjährigen Fähen resultieren.

Insgesamt ändert eine Verschiebung des Geschlechterverhältnisses der Iltisse im Gebiet die Aussagen zur Populationsdynamik nicht gravierend, da eine höhere Geburtenrate auch eine Erhöhung der Verlustraten bedingt hätte.

#### 4.1.8 Territorialität und Raumnutzung

Nach einer Telemetrie-Studie von LODÉ (1993) fand sich für Iltisse in Westfrankreich eine deutlich solitäre Lebensweise, und nur juvenile Tiere wurden bis zum Beginn des nächsten Frühjahres im März in Begleitung ihrer Mutter beobachtet.

Allgemein gilt der Iltis als solitär lebend, allerdings finden sich widersprüchliche Angaben für eine intrasexuelle Territorialität (BLANDFORD 1987; BRZEZIŃSKI et al.

1992). Die Theorie, dass der deutliche Sexualdimorphismus auf einer strengen intrasexuellen Territorialität (POWELL 1979) beruht, konnte nicht belegt werden (WEBER 1987). Für Iltisse in der Schweiz bezeichnet WEBER (1989 a, b, d) die Raumnutzung als nomadisch, wobei er dies auf die Beutesuchstrategie des Sammeln von Beute bis zum Erschöpfen des Beuteangebots und Aufsuchen eines neuen Gebiets mit ausreichend hohem Beuteangebot zurückführt. Die Streifgebiete von Iltissen in der Schweiz waren zu groß, um als Territorien verteidigt zu werden, so dass WEBER (1989 a) für die Raumorganisation der Iltispopulationen eher eine intrasexuelle Nutzung der gleichen Flächen annimmt, wobei die Tiere Begegnungen nach Möglichkeit vermeiden werden.

LODÉ (1996) fand sich überlagernde home-ranges von Iltisrüden und Fähen zu 30% und geht von einer Meidung der Fähen von durch Rüden genutzten Sektoren aus. Im Sommer und Herbst konnte LODÉ (1996) einen Anstieg der intraspezifischen (intersexuellen) Toleranz verzeichnen, wobei in diesem Zeitraum auch ein Zunahme der Beuteabundanzen erfolgte. Die Perioden intraspezifischer (intersexueller) Toleranz scheinen zeitlich begrenzt zu sein und vom Hormonzyklus oder von Verbesserungen der Nahrungsressourcen beeinflusst zu werden. Fähen und Rüden zeigten eine zeitlich-räumliche Einnischung (LODÉ 1996). KING (1985) kennzeichnet nomadische oder migratorische Prädatoren durch Verweilen und Ablaufen weiter Distanzen in Abhängigkeit von der lokalen Nagetierdichte, in Kontrast zum residenten Prädator, der in einem abgegrenzten Areal unabhängig von den Schwankungen der Beutetierdichte lebt. Die Jagdstreckenanalyse erfolgte unter dem Gesichtspunkt einer engen Räuber-Beute-Beziehung womit den Iltissen im Revier Gut Leye nach KING (1985) eine residente Lebensweise oder nur geringe Migrationstendenzen zugeschrieben wurde.

BYROM (2002) konnte bei Frettchen in Neuseeland, die eine hohe Beutebindung an Wildkaninchen aufweisen (GIBB et al. 1978), keinerlei geschlechtsspezifische Unterschiede im Dismigrationsverhalten der Jungtiere nach Auflösen der Mutterfamilie nachweisen. Auch fand er keinen direkten Zusammenhang zwischen Migration und Mortalität. Haupteinflussgrößen der Mortalität waren bei den Frettchen in Neuseeland das Nahrungsangebot und soziale Faktoren. Das dritte überraschende Ergebnis seiner Studie war die Tatsache, dass sich keine dichteabhängige Migration fand. RAGG (1998) fand ebenfalls für Frettchen in

Neuseeland einen höheren Grad an Toleranz, wobei hier die Lage von Unterschlupfen, die gemeinsam von Tieren beiderlei Geschlechts (intersexuell) genutzt wurden, gegen die These der intersexuellen Territorialität spricht. Allerdings schwächen NORBURY et al. (1998) die These der intraspezifischen Territorialität in Bezug auf ein hohes Beuteangebot bei Frettchen ab.

Anhand der Jagdstreckenanalyse als rein mathematische Modellierung der Populationsdynamik von Iltissen lassen sich nur bedingt Aussagen zur Territorialität und Raumnutzung formulieren. Das Siedlungsmuster der Wildkaninchen ist durch Gruppenbildung mit lokal hohe Dichten gekennzeichnet (DELIBES & HIRALDO 1981; SIEFKE 1988) und ihr Habitat kann bei einer engen Beutebindung des Iltis auch als Iltishabitat angesehen werden. Der Anteil der Jagdstrecke von Gut Leye an der tatsächlichen Population kann nicht abgeschätzt werden. Da im Vergleich zu Literaturdaten jedes Jahr sehr viele Iltisse im Revier Gut Leye erlegt wurden, handelt es sich wohl um eine Iltispopulation mit recht hoher Bestandsdichte. Entweder weisen die Iltisse in diesem Gebiet aufgrund der Beuteverfügbarkeit eine höhere artspezifische Toleranz auf, oder bei strenger intraspezifischer Intoleranz begründet diese sehr kleinräumige home-ranges.

#### 4.2 Wachstumsgesetz und Prognosegleichung

Die Bestimmung der Prognosegleichung erfolgte unter Einbeziehung der Näherungsformel für die Wachstumsrate  $r_i$ . Hierbei beschreibt  $r_i$  die der Iltisstrecke zugrunde gelegte Populationsdynamik, bot aber nach dem einfachen Wachstumsgesetz  $I(t+1) = I(t) + r_i \cdot I(t)$  bzgl. der Originaldaten nicht die höchste Anpassungsgüte. Mittels der Linearen Regression mit Strukturbruch konnte die Anpassung der Prognosewerte bzgl. der Originalstrecke deutlich gesteigert werden. Es ergaben sich für den jährlichen Zuwachs der Iltisstrecke zwei Gleichungen, wonach eine Abnahme der Strecke einer anderen Gesetzmäßigkeit folgt als eine Zunahme. Diese Trennung entspricht der Beschreibung einer robusten Räuber-Beute-Beziehung nach EKERHOLM et al. (2001), wonach als Reaktion auf die Beuteabundanz ein Anstieg der Räuberabundanz langsamer verlaufen sollte als eine Reduzierung. Die beiden

Prognosegleichungen für den jährlichen Zuwachs der Iltisstrecke bestätigen diese Ansicht. Bei einer postulierten Abnahme geht die Wachstumsrate  $r_i$  zu 75% in die Berechnung ein, während bei einer postulierten Zunahme die Wachstumsrate  $r_i$  nur zu 30% eingerechnet wird. Ein Anstieg der Iltisstrecke beinhaltet nach der Prognosegleichung somit eine geringere Anzahl von Iltissen als bei einer Abnahme der Iltisstrecke. Es ergaben sich allerdings trotz negativer Wachstumsrate  $r_i$  teilweise positive Zuwächse und umgekehrt bei positiven Wachstumsraten  $r_i$  negative Prognosewerte für den Zuwachs. Damit geben die Prognosewerte zwar die Schwankungen der Iltisstrecke im mathematischen Kontext mit hoher Güte wieder, allerdings folgten sie nicht immer der Populationsdynamik im Sinne der Wachstumsrate  $r_i$ . Die bestimmten Prognosewerte können ein mathematisches Artefakt sein, durch den die Güte der Prognose erhöht werden konnte. Die Wachstumsrate  $r_i$  beschreibt die Populationsdynamik der Iltisstrecke im biologischen Kontext, allerdings ergaben sich teilweise nach der Näherungsgleichung positive Wachstumsraten  $r_i$ , obwohl die aus den Originalwerten bestimmten Wachstumsraten  $r_w$  negativ waren. Die Frage, in welchem Maße die Wachstumsrate wirkt und welcher Gesetzmäßigkeit die Iltisstrecke folgt, konnte abschließend nicht beantwortet werden, da auch die nach dem einfachen Wachstumsgesetz und jene nach den Prognosegleichungen im Sinne der Populationsdynamik bestimmten Werte insgesamt dem Verlauf der Originaldaten ergaben.

#### 4.2.1 „Kritische“ Beuteabundanz

Die nicht der Wachstumsrate  $r_i$  folgenden Zuwächse fielen geringer aus als jene Zuwächse nach der Prognosegleichung im Sinne der Populationsdynamik. Die Zuweisung der Prognosewerte erfolgte anhand der tatsächlichen Zuwächse, daher folgten 35% der Werte nicht der Gleichung entsprechend der Wachstumsrate  $r_i$ . Zunahmen bei negativer Wachstumsrate  $r_i$  waren selten und wurden auf günstige Bedingungen zurückgeführt. Demgegenüber fanden sich Abnahmen trotz positiver Wachstumsrate  $r_i$ , die auf ungünstige Bedingungen zurückgeführt wurden, sehr viel häufiger und lagen zwischen den Zunahmen im Sinne der Populationsdynamik.

Wenn die Prognosewerte der tatsächlichen Bestandsentwicklung der Iltisse im Gut Leye entsprechen, müssten hier ein oder mehrere exogene Einflüsse zum Tragen kommen, die neben der Wildkaninchenstrecke und damit auch unabhängig von der Witterung den Bestand der Iltisse beeinflussen. Diese Faktoren würden in einigen Jahren unabhängig von der Wildkaninchenstrecke wirken, während in anderen Jahren nur die Wildkaninchenstrecke den postulierten Zuwachs der Iltisstrecke beeinflusst. In Frage kämen hier z.B. weitere Beutetierarten, deren Bestand neben der Wildkaninchenstrecke die Populationsdynamik des Iltis in geringem Maße mit beeinflussen, deren Abundanz aber bei Unter- bzw. Überschreiten eines Schwellenwertes einen deutlichen Einfluss auf die Iltisstrecke ausübt. Für Gebiete mit einer engen Bindung des Iltis an Wildkaninchen (BALLARIN et al. 1980 in JAKSIĆ & SORIGUER 1981; DELIBES & HIRALDO 1981; ROGER 1991) fanden sich saisonalbedingt hohe Schwankungen beim Wildkaninchenanteil an der Nahrung, daher könnten weitere Beutetierarten wie Anuren und Mäuse ebenfalls einen Einfluss auf den Iltisbestand ausüben. Da es sich hier um ein rein mathematisches Modell handelt, das die Folgejahrstrecke  $I(t+1)$  anhand der Iltis- und Wildkaninchenstrecke erklären sollte, können weitere Einflussfaktoren nur bedingt abgeschätzt werden.

Eine deutliche Abnahme der Iltisstrecke in den Jahren vor 1993 konnte anhand der Linearen Korrelation der Originalstrecken von Iltis- und Wildkaninchen nur bei Wildkaninchenstrecken von weniger als ca. 220 Tieren nachvollzogen werden (vgl. Abb. 5). Dies ist zum einen auf die gleichmäßige Datenverteilung zurückzuführen, während sich auf höhere Werte für die Wildkaninchenstrecke häufiger mehrere unterschiedliche Iltiswerte verteilten, und damit eine Korrelation bzgl. der Iltisstrecke in diesem Bereich keine hohe Güte aufwies. Zum anderen ist anzunehmen, dass bei niedrigeren Wildkaninchenstrecken der dichteabhängige Einfluss bzgl. der Iltisstrecke weniger bedeutend war, als vielmehr die Beutetierdichte selber. So fand sich nach der Linearen Regression mit Strukturbruch, dass bei Iltisstrecken von weniger als 20 Tieren ein direkter Zusammenhang mit der Wildkaninchenstrecke bestand, während dies bei Iltisstrecken von mehr als 20 Tieren nicht der Fall war (vgl. Abb. 6). Niedrige Wildkaninchenstrecken hatten demnach einen wesentlich stärkeren Einfluss auf die Populationsdynamik des Iltis als höhere Wildkaninchenstrecken.

Wildkaninchen in Neuseeland stellten bei hohen Abundanzen die Hautbeute der Prädatoren dar, während bei geringer Wildkaninchendichte, die verbliebenen Räuber sowohl auf andere Beutetierarten auswichen als auch weiterhin Wildkaninchen bejagten (GIBB et al. 1978). SINCLAIR et al. (1990) zeigten, dass die Abundanz von Prädatoren gerade zu Zeiten geringer Beutedichte (Hausmäuse *Mus musculus*) entscheidend beeinflusst wurden. Dabei nahm bei sinkenden Beutetierdichten der Anteil der Beute in der Nahrung der Räuber im gleichen Verhältnis ab, während bei höheren Beutetierdichten keine derartig lineare Beziehung vorlag.

Dass keine lineare Korrelation der Iltis- und Wildkaninchenstrecke bei Iltisstrecken von mehr als 20 Tieren vorlag, ist auf den dichteabhängigen, negativen Einfluss zurückzuführen. Dieser Umstand wurde über den Kapazitätsfaktor ausgedrückt und bedingte bei höheren Iltisstrecken eine stärkere Abnahme. Die Wildkaninchenstrecke ging in Relation zur Iltisstrecke in die Berechnung der Wachstumsrate  $r_i$  ein, so dass bei niedrigeren Wildkaninchenstrecken der dichteabhängige Einfluss bzgl. der Iltisstrecke weniger bedeutend war, als vielmehr die Beutetierdichte selber. Dies zeigt die Jungtiermortalität, die bei Wildkaninchenstrecke unterhalb von 250 Tieren auf bis zu 66% des Nachwuchses anstieg, während bei höheren Wildkaninchenstrecken die Jungtiersterblichkeit zwischen 25% und 35% lag (vgl. Abb. 14). Damit ergibt sich ein enger Zusammenhang zwischen Räuber und Hauptbeute insbesondere für Jahre mit geringer Beutedichte, wonach das Unterschreiten einer bestimmten „kritischen“ Wildkaninchenstrecke von ca. 220 Tieren einen direkten Einfluss auf die Abnahme der Iltisstrecke hat. Für die Jahre von 1994 bis 2002 mit geringer Wildkaninchenstrecke folgten die nach dem einfachen Wachstumsgesetz berechneten Werte dem Verlauf der Iltisstrecke eher als die Prognosewerte. Somit scheint zumindest bei sehr niedrigen Wildkaninchenstrecken, das einfache Wachstumsgesetz die Populationsentwicklung des Iltis eher wiederzugeben als die Prognosegleichungen. Ein Ausweichen des Iltis auf andere Hauptbeutetierarten ermöglichte aber nicht mehr die hohen Iltis-Abundanzen, wie sie in den Jahren vor 1994 festgestellt wurden.

Da eine Abnahme der Wildkaninchendichte als vornehmlich witterungsgesteuert galt, könnten sich diese ungünstigen Bedingungen zugleich auf potentielle,

andere Beutetierarten (Kleinsäugetiere) auswirken, so dass auch diese nicht als Nahrungsalternativen verfügbar wären.

Einen Rückgang der Iltisstrecke im Kanton Graubünden (Österreich) konnten EIBERLE & MATTER (1986) in Zusammenhang mit einer geringen Kleinsäugetierdichte im Winter feststellen. Bei unzureichender Schneebedeckung und häufigen Regenfällen sanken die ohnehin schon geringen Winterbestände der Mäuse auf einen für den Iltis kritischen Wert. Im Sommer hingegen waren die Iltisse in der Lage ein niedriges Kleinsäugetierangebot mit anderen Beutetierarten vollwertig zu kompensieren. Analog fanden KORPIMÄKI et al. (1991) für ein Gebiet in West-Finnland eine hohe Abhängigkeit der Mauswiesel-Abundanz im Frühjahr von der Kleinsäugetier-Abundanz des vorausgehenden Herbstes, so dass Mauswiesel im Winter bei niedrigen Kleinsäugetierdichten geringe Überlebenschancen haben. Für *Microtus*arten in Finnland fand sich allerdings kein Hinweis, in welcher Art und Weise die Population durch die Witterung beeinflusst wird (KLEMOLA et al. 2002).

Im Winter ist die Verfügbarkeit von geeigneter Nahrung für den Iltis stark eingeschränkt und eine Abhängigkeit von Kleinsäugetieren könnte ein einschneidender Faktor für die Abnahme des Iltisbestandes sein. So beschreiben ERLINGE et al. (1983) den Iltis in ihrem Untersuchungsgebiet in Südschweden als fakultativen Kleinsäugetier-Prädator und die höchsten Anteile von Erdmäusen (*Microtus agrestis*) am Beutespektrum fanden sich beim Iltis von Oktober bis März.

In diesem Zusammenhang könnten für die Jahre bis 1994 die prognostizierten Abnahmen der Iltisstrecke trotz positiver Wachstumsrate  $r_i$  eine besonders geringe Abundanz anderer Beutetierarten beinhalten, die neben dem Wildkaninchen als Hauptbeute im Sommer, das Überleben der Iltisse im Winter bedingen. Nach dieser Interpretation würden die Iltisse im Gut Leye als fakultative Spezialisten anzusehen sein, die bei geringen Abundanzen der neben ihrer Hauptbeute wichtigen Beutetierart(en) eine Bestandsabnahme aufzeigen.

#### 4.2.2 Abundanzzyklen und Wechselwirkungen

Das Bild der Prognosewerte für die Iltisstrecke zeigte Schwingungen um die Werte nach dem einfachen Wachstumsgesetz  $I(t+1) = I(t) + r_i \cdot I(t)$  auf. Die Ursache für Schwingungen einer Räuberpopulation kann nach SHERRATT et al. (1997) entweder eine irreguläre räumlich-zeitlich bedingte Oszillation oder ein periodischer Zyklus in der Populationsdichte sein.

Die Wildkaninchenstrecke aus dem Revier Gut Leye wies für die Jahre von 1930 bis 1993 einen zyklischen Verlauf mit einer Periode von ca. 16 Jahren auf (SCHRÖPFER et al. 2000). Bei einer robusten Räuber-Beute-Beziehung kann nach EKERHOLM et al. (2001) ein einfacher Zyklus anhand von vier ineinander übergehende Phasen beschrieben werden. Der Räuber reagiert zeitlich versetzt auf den Anstieg der Beute und eine deutliche Zunahme der Beutedichte bedingt zuerst einen langsamen, später exponentiellen Anstieg der Räuberpopulation. Während eine Abnahme der Beutetierdichte zwar vorübergehend noch keine direkte Abnahme der Räuberpopulation bedingen muss, erfolgt doch relativ schnell auch eine Bestandsabnahme des Prädators und zwar in einem gravierenderen Maß als in der Phase des Populationswachstums. Anschließend beginnt ein erneuter Zyklus mit der Erholungsphase der Beute, während die Räuberpopulation sich im Minimum befindet und sich erst langsam mit steigender Beutepopulation zeitlich verzögert erholt.

Es ergab sich für die Prognosewerte der Iltisstrecke trotz positiver Wachstumsrate  $r_i$  (vgl. Abb. 22), dass

- (1) in der Phase einer ansteigender Beutestrecke die Zunahme der Iltisstrecke nicht exponentiell, sondern langsamer, eher linear erfolgte.
- (2) ein sprunghafter Anstieg der prognostizierten Iltisstrecke nur selten eintraf und zwar nachdem zuvor eine deutliche Abnahme berechnet wurde.
- (3) sich in Zeiträumen mit sinkender bzw. sich langsam erholender Wildkaninchenstrecke bei der postulierten Iltisstrecke eine direkte hohe Zunahme mit geringeren Abnahmen abwechselte.

Die als „günstig“ eingestuftten Bedingungen für den Anstieg der Iltisstrecke trotz negativer Wachstumsrate könnten als eine vorübergehende Kompensation der

abnehmenden Wildkaninchenstrecke durch andere Beutetierarten interpretiert werden, zumal diese Zunahmen bis zum Jahr 1993 nur viermal bei 15 Jahrgängen mit negativen Wachstumsraten der Iltisstrecke auftraten. Demgegenüber erfolgte in 18 von 48 Jahrgängen eine Abnahme der Iltisstrecke trotz positiver Wachstumsrate  $r_t$ . Diese als „ungünstig“ eingestuftten Bedingungen könnten aus der zeitlich verzögerten Reaktion der Iltispopulation auf das Beuteangebot resultieren, allerdings nicht als direkte exponentielle Zunahme nach EKERHOLM et al. (2001), sondern als ein Wechsel aus hohen positiven und geringeren negativen Zuwächsen. Die von KORPIMÄKI et al. (1991) für die kleineren Musteliden Mauswiesel und Hermelin aufgestellte „Mustelid predation hypothesis“ (MPH), beinhaltet ebenfalls eine zeitverzögerte Reaktionen des Räubers auf die Beute (Mäuse), wobei allerdings diese kleineren Musteliden nicht funktional auf einen Beuteeinbruch reagieren sollten, da sie nicht auf eine andere Beutetierart ausweichen können. Durch den Ansatz der Multiplen Regression beinhaltete jedoch die Folgejahrstrecke  $I(t+1)$  eine direkte Reaktion auf die Wildkaninchenstrecke des Vorjahres. Damit wurde auch das von SCHRÖPFER et al. (2000) aufgezeigte zyklische Muster der Iltisstrecke unterdrückt und der Verlauf der Prognosewerte sollte nach SHERRATT et al. (1997) eher aus einer irregulären, räumlich-zeitlich bedingten Oszillation resultieren, als aus einem periodischen Zyklus in der Populationsdichte des Iltis.

Nach NORRDAHL & KORPIMÄKI (2002 b) fand sich bei saisonalen Populationszyklen von *Microtus*-Arten im Spätsommer eine mögliche Dämpfung der Populationsdichte durch Räuber. Im Frühjahr und Frühsommer könnten sowohl residente als auch durch das Gebiet wandernde Prädatoren die Fluktuationen in der Beutepopulation verstärkt haben. Bei Beutetierarten mit einem Reproduktionsbeginn im zeitigen Frühjahr übten im Gebiet überwinternde Prädatoren und deren Nachwuchs einen deutlichen Einfluss auf die Zuwachsrate der Beutepopulation aus (NORRDAHL & KORPIMÄKI 2002 b). Ähnliches fand PEARSON (1966) für einen Abundanzzyklus von Wühlmäusen (*Microtus californicus*) in Kalifornien, wonach Räuber einen entscheidenden Einfluss auf den Zyklus ausüben können. Dieser Einfluss auf die Beutetierdichte ist dann besonders gravierend und längerandauernd, wenn sich die Beute nach dem Winter bereits in einem Minimum befindet und noch nicht zur Reproduktion gekommen ist (NORRDAHL & KORPIMÄKI 2002 b).

Einen indirekten Einfluss durch die Anwesenheit von Räuber auf eine Beutetierart beschreiben NORRDAHL & KORPIMÄKI (2002 a), die im Herbst bei Mäusejungtieren geringere Durchschnittsgewichte feststellten und dies auf die Präsenz von Musteliden im Gebiet zurückführten. Allerdings ist dieser negative Effekt auf die Beute als weniger bedeutend anzusehen im Vergleich zum direkten Einfluss durch Prädation (NORRDAHL & KORPIMÄKI 2000). Für Wildkaninchenbestände in Spanien stellten VILLAFUERTE & MORENO (1997) dar, dass das Siedlungsmuster in Relation zum Räuberdruck stehen könnte und durch die Gruppengröße der Wildkaninchen das Risiko der Prädation minimiert werden kann.

Die Schwankungen der Iltisstrecke beruhen in erster Linie auf der Wildkaninchen- und der Iltisstrecke des Vorjahres. Die Abnahmen der Wildkaninchenstrecke werden nach der Modellrechnung weniger durch den Iltis bei hohen Abundanzen beeinflusst als vielmehr durch exogene Faktoren, wie der Witterung des aktuellen Jahres. Die Iltisstrecke reagiert auf eine Zu- oder Abnahme der Wildkaninchenstrecke, wird aber eine Abnahme der hohen Beutedichten nicht bedingen. Anders sieht der Einfluss des Iltis auf geringe Wildkaninchenstrecken aus: bei sehr wenigen Wildkaninchen könnte eine Zunahme des Bestandes durch den Räuberdruck verzögert werden (GIBB 1977; LLOYD 1981), so dass die Wildkaninchenstrecke nach einer deutlichen Abnahme geringere Zuwächse aufwies. Damit wird die Wildkaninchenstrecke oberhalb eines kritischen Wertes nicht direkt durch hohe Iltisstrecken beeinflusst, was für eine hohe Reproduktionsleistung der Beutetierart im Vergleich zu der des Prädators spricht (NORRDAHL & KORPIMÄKI 1995).

Eine Kaninchenstrecke von weniger als 220 Tieren könnte eine höhere Abnahme der Iltisstrecke bedingen als die Näherungsgleichung für die Wachstumsrate  $r_i$  prognostiziert. Damit ergäbe sich als direkte Reaktion auf den Einbruch der Beutedichte auch ein Einbruch der Iltisstrecke. Durch den Abgleich der Prognosegleichung mit den tatsächlichen Zuwächsen der Iltisstrecke folgt in den Jahren nach einem Einbruch beider Strecken eine Zunahme der Prognose für die Iltisstrecke gemäß der Populationsdynamik, während sich die Wildkaninchenstrecke im Sinne von EKERHOLM et al. (2001) langsam erholt. Einem deutlichen Einbruch der Iltisstrecke zeitgleich zur Wildkaninchenstrecke wurde damit durch die Wachstumsrate  $r_i$  nicht Rechnung

getragen, was für eine Unstimmigkeit zwischen der Modellgleichung nach dem einfachen Wachstumsgesetz und der Originaliltisstrecke für niedrige Wildkaninchenstrecken bis zum Jahr 1994 spräche. Anders sieht es in den Zeiträumen aus, wo die Wildkaninchenstrecke nicht den Grenzwert von 220 Wildkaninchen unterschreitet. Der stetige Wechsel von Zu- und Abnahmen lässt vermuten, dass beim Erreichen oder Überschreiten der gebietseigenen Kapazität eine weitere Zunahme der Iltisstrecke verhindert wird (nach WOLF 1997). Dieses Schwingen der Prognosewerte zeigt in Anlehnung an SINCLAIR et al. (1990) das Bild einer inversen dichteabhängigen Reaktion eines Räubers auf hohe Beuteabundanz. Demnach findet sich zwar eine lineare Beziehung bei geringen Beutedichten und dem Anteil dieser an der Nahrung ihrer Prädatoren, aber ein Anstieg der Beutedichte führt zu keiner Maximierung des Beuteanteil an der Nahrung, sondern pendelt sich um einen konstanten Betrag ein.

#### 4.2.3 Schwingung der Prognosewerte

Durch das Überschreiten der Kapazitätsgrenze des Gebietes in Hinblick auf die Iltispopulation könnten sich häufiger Abnahmen der Iltisstrecke trotz positiver Wachstumsrate  $r_i$  bei ausreichend hohen Wildkaninchenstrecken ergeben haben. Jedes Überschreiten der Kapazitätsgrenze führt im Folgejahr zur Abnahme der Iltisstrecke. Bei der Wachstumsrate  $r_i$  geht das Verhältnis von Iltis zu Wildkaninchenstrecke ein und kennzeichnet die Populationsdynamik des Iltis in Relation zur Hauptbeutedichte als ein dynamisches Räuber-Beute-Gleichgewicht. Das Bild der um die berechneten Werte nach dem einfachen Wachstumsgesetz schwingenden Prognosewerte kann nach SCHWERDTFEGER (1979) als ein Schwanken der Prognose um das dynamische Räuber-Beute-Gleichgewicht interpretiert werden. Bei günstiger Beutedichte – weit unterhalb des Maximums der Wildkaninchenstrecke – steigt die prognostizierte Iltisstrecke, um dann im Bereich ihrer Kapazitätsgrenze scheinbar zu oszillieren.

SHERRATT et al. (1997) sehen für lokale Populationen eine oszillatorische Dynamik, so dass durch fehlende räumlich-zeitliche Schwankungen ein stabiles Gleichgewicht zwischen einer periodischen, temporären Schwingung in der Räuber- und der Beutepopulation besteht. In diesem Kontext folgt die

Wildkaninchenstrecke einem periodischen Zyklus, während die postulierte Iltisstrecke auf den Zyklus der Wildkaninchenstrecke mit Schwingungen um ein dynamisches Gleichgewicht reagiert. Dieses dynamische Gleichgewicht bezeichnet hierbei im Gegensatz zum stabilen Gleichgewicht nach SHERRATT et al. (1997) ein sich ständig änderndes Gleichgewicht, dass abhängig ist vom Verhältnis der Iltis- und Wildkaninchenstrecke und zudem durch die Dichtebeschränkung der Iltisstrecke wesentlich beeinflusst wird, aber aufgrund des Populationszyklus der Wildkaninchen keine Beständigkeit aufweisen wird. Die Daten nach dem einfachen Wachstumsgesetz folgten für die Jahre nach 1994 mit geringen Wildkaninchenstrecken dem Verlauf der Iltisstrecke besser als die Prognosewerte. Die Prognosewerte vor 1994, die anhand der Originaldaten bestimmt wurden, schwingen um die optimale Populationsdichte im Sinne des Räuber-Beute-Gleichgewichts. Diese Verstärkung der Schwankungen in den Prognosewerten um das optimale Gleichgewicht zwischen Räuber- und Beuteabundanzen gibt die Originaldaten mit hoher Güte wieder. Bei einer hohen Abundanz von Iltissen ist die Kapazitätsgrenze neben der Hauptbeuteverfügbarkeit von wesentlich größerer Bedeutung als bei geringen Iltisdichten. Der negative Einfluss hoher Iltisdichten bedingt somit bei hoher Wildkaninchendichte nach SHERRATT et al. (1991) eine „irreguläre räumlich-zeitlich bedingte Oszillation“ der Prognosewerte, die in Anlehnung an SINCLAIR et al. (1990) das Bild einer inversen dichteabhängigen Reaktion eines Räubers auf hohe Beutetierabundanzen zeigen.

Es lässt sich nicht beurteilen, inwieweit dieses Schwingen der Iltisstrecke um ein optimales Räuber-Beute-Gleichgewicht die tatsächliche Reaktion eines Iltisbestandes in einem kleinen Gebiet auf die Fluktuation der Hauptbeute widerspiegelt. Aber es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass die Prognosewerte auch im biologischen Kontext Bestand haben können, da

- (i) nur bei geringen Hauptbeutetierdichten unterhalb eines „kritischen“ Grenzwertes die Beuteverfügbarkeit entscheidend die Jungtiermortalität bedingt

und somit

- (ii) bei geringen Iltisabundanzen ein dichteabhängiger Einfluss weniger zum Tragen kommen sollte als die Beuteabundanz;

- (iii) bei guter Beuteverfügbarkeit, eine hohe Anzahl aufgezogener Iltisse zum Erreichen oder Überschreiten der gebietseigenen Kapazität führt, so dass
- (iv) es zu höheren Schwankungen um das mögliche optimale Verhältnis von Iltis- und Wildkaninchendichten kommen könnte.

Extreme Anstiege der Iltisstrecke ließen sich mit den Prognosewerten nur annähernd verfolgen, daher könnten diese besonders hohen Strecken unabhängig von der Wildkaninchenstrecke aus einem besonders hohem Angebot anderer Beutetierarten resultieren.

Die Vorgehensweise bei der statistischen Auswertung der Jagdstrecken von Iltis und Wildkaninchen aus nur einem kleinem Revier wird durch die Güte der Modellgleichung gegenüber der Originaliltisstrecke bestätigt. Übertragbar auf andere größere Gebiete sind die Ergebnisse aber wahrscheinlich nicht. Das Gut Leye zeichnet sich durch eine hohe Iltisstrecke aus, deren Schwankungen in Beziehung zur Fluktuation der Wildkaninchenstrecke betrachtet werden konnten. Zudem scheint dieses Revier auch ein optimales Iltishabitat zu sein, so dass höhere Schwankungen sich nur auf die Beuteverfügbarkeit von Wildkaninchen zurückverfolgen lassen. Insgesamt konnten die Aspekte zur Populationsdynamik des Iltis anhand der Jagdstreckenanalyse im mathematischen Kontext einer spezifischen Wachstumsrate  $r_i$  beschrieben werden. Nach der Bestimmung der Einflußfaktoren ergibt sich bei dieser Modellrechnung durch die Reproduktion als Zuwachsfaktor und den sowohl von der Wildkaninchenstrecken abhängigen Abnahmefaktoren als auch über den Kapazitätsfaktor für den Iltis die von KING & MOORS (1979) charakterisierte intermediäre Stellung zwischen einem reinen K- und r-Strategen.

#### 4.3 Beutebindung des Iltis

Bei der Jagdstreckenanalyse wurde das Wildkaninchen als Hauptbeute angesehen, und die hohe Korrelation der beiden Strecken bestätigt zumindest die enge Bindung des Iltis an das Wildkaninchen für dieses Gebiet. Inwieweit andere Nahrungsarten mit zur Streckenentwicklung des Iltis beitragen, kann nur über

die Jahre nach 1994 abgeschätzt werden. Da in dem Zeitraum von 1994 bis 2002 die Wildkaninchenstrecke extrem geringe Daten aufweist, die Iltisstrecke sich aber um einen Mittelwert von 8 Tieren einpendelt, könnte es sich hier um eine geringere Abundanz von Iltissen bei anderen Hauptbeutetierarten als dem Wildkaninchen im Gebiet handeln (nach CARBONE & GITTLEMAN 2002). Damit ergibt sich die These, dass in Gebieten mit hohen Wildkaninchenbeständen die Iltis-Abundanz wesentlich höher wäre als in „Kaninchenarmen“ Gebieten. Die Iltisdichte könnte damit auch das Gebiet anhand der verfügbaren Hauptbeute-Tierart charakterisieren.

Somit ergäbe sich aus Sicht der Streckenanalyse von Gut Leye für den Iltis das Bild eines fakultativen Opportunisten, dessen Abundanz aber entscheidend von der Hauptbeute bestimmt wird, wie es ANDERSSON & ERLINGE (1977) und KING (1985) für Generalisten in Gebieten mit wenig Nahrungsalternativen beschreiben. Demnach würde die Verfügbarkeit der Hauptbeute die Abundanz der Iltisse über die Dichtekapazität bei optimalen Räuber-Beute-Verhältnissen bestimmen. Dies wiederum hätte zur Folge, dass die Art der Hauptbeute die Kapazitätsgrenze der Iltisse bedingt. In Konsequenz würde auch die Größe der Streifgebiete bzw. die Migration der Iltisse von der Abundanz der Hauptbeute-Tierart abhängen (KING 1985).

#### 4.3.1 Abundanzschwankungen

Die Ausbreitung von Wildkaninchen und Hasen während des 19. Jahrhunderts in England (CORBET 1974 in KING & MOORS 1979) hätte der fortwährenden Abnahme des Iltisbestandes in Großbritannien Einhalt gebieten müssen. Da dies nicht eintraf, gehen KING & MOORS (1979) davon aus, dass zum einen entweder der Jagddruck auf den Iltis derartig hoch war, dass der vermeintliche Nahrungsvorteil kompensiert wurde, oder aber weitere Faktoren, z.B. anthropogen bedingte Habitatveränderungen (LANGLEY & YALDEN 1977) Einfluss übten. Allerdings konnten LLOYD (1981) und SUMPTION & FLOWERDEW (1985) sowohl eine Zunahme des Iltisbestandes als auch eine Arealausbreitung während der starken Abnahme der Wildkaninchenbestände in Großbritannien aufgrund von Myxomatose in den Jahren 1954-1955 feststellen. Daher glauben SUMPTION &

FLOWERDEW (1985), dass der Iltis nicht durch den Rückgang der Wildkaninchenbestände beeinträchtigt wurde, zumal der Iltis auf Kleinnagetiere als Nahrung ausweichen konnte. Für die weiterhin geringen bzw. abnehmenden Bestände in Großbritannien wird zunehmend eine mögliche Vergiftung von Iltissen durch Rodentizide in ihrer Nahrung als Ursache diskutiert (BLANDFORD 1987; SHORE et al. 1996; BIRKS 1998).

Nach den bisherigen Ausführungen zur Iltis-Bindung an eine Hauptbeute, kann für den deutlichen Bestandsrückgang des Iltis in Großbritannien neben anthropogen bedingten Umweltveränderungen (LANGLEY & YALDEN 1977; BLANDFORD 1987; BIRKS & KITCHENER 1999) auch der Wechsel von einer „großen“ Hauptbeute-Tierart wie dem Wildkaninchen zu einer kleineren Beutetierart eine Änderung der dichteabhängigen Kapazitätsgrenze für Iltisse in einem Gebiet begründet haben. Eine mehrere Jahre andauernde extreme Abnahme der Hauptbeutepopulation bedingt auch eine Abnahme des Iltisbestandes. In der Zeit bis zur Erholung der Hauptbeuteabundanz muss der Iltis unweigerlich auf eine andere Beutetierart ausweichen. Wenn diese Beutetierart keine Kompensation der Hauptbeute im Sinne einer gleichbleibenden Abundanz ermöglicht, folgt eine höhere Emigration bzw. eine höhere Mortalität als Zeichen einer abnehmenden Gebietskapazität. Dies könnte dem Bild einer Arealvergrößerung entsprechen, allerdings nicht eine Erhöhung der Abundanzen erklären, wie SUMPTION & FLOWERDEW (1985) sie für Großbritannien beschreiben.

#### 4.3.2 Beuteverfügbarkeit und Arealbindungen

Die mehr südliche Verbreitung des Iltis in Finnland (KALELA 1948) im Vergleich zum allochthonen Amerikanischen Mink wird sich nicht allein aus thermoregulatorischen Eigenschaften erklären, da in Bezug auf die Toleranz gegenüber Kälte sich beide Wildtierarten nicht unterscheiden (KORHONEN et al. 1983). Langandauernde Frostperioden im Winter beeinträchtigen eher die Beutetierdichte, auf die der Iltis weniger flexibel reagieren kann (KALELA 1940) als der anscheinend mit einer höheren Jagdeffizienz agierende, semiaquatisch lebende Amerikanische Mink (KORHONEN et al. 1983; vgl. auch EIBERLE & MATTER 1985). Zudem scheint die Verbreitung des Iltis in nördlichere Gebiete mit anthropogen

bedingten Veränderungen und Unterschlupfen in Gehöften zusammenzuhängen, die dem Iltis in strengen Wintern ein Überdauern der Frostperiode gewährleisten (KALELA 1940; BLANDFORD 1987; WEBER 1989 d). Je kälter der Winter und je höher die Schneelagen, desto schwieriger wird für den Iltis das Auffinden von Beute wie Nagetieren und Fröschen (KALELA 1952).

Die nordeuropäische Verbreitung des Wildkaninchens ist auf Südschweden begrenzt, so dass der Iltis in Skandinavien auf diese größere Beutetierart nicht ausweichen kann. Ebenso ist die Ausdehnung des Wildkaninchenareals bei europäischen Höhenlagen ab 400 m bis 600 m NN stark beschränkt, so dass nur sporadische Ansiedlungen anzutreffen sind (SIEFKE 1988).

Einen Ansatz für eine Beutebindung des Iltis liefern WEBER et al. (2002), bei ihrer Untersuchung im Minimum eines Schermausbestandes (*Arvicola terrestris scherman*) im Jura der Westschweiz. Die geringen Ortungen von Iltissen bei geringer Schermausdichte im Areal zeigten ihrer Ansicht nach eine Beuteabhängigkeit des Iltis für Schermäuse auf, zumal in ihrem Untersuchungsgebiet Amphibien und Kleinsäuger (Microtinae) als „essentielle Komponenten der Iltisnahrung in der Schweiz“ (WEBER 1989 b, c) selten waren. In einem Gebiet der westlichen Schweiz fanden MERMOD et al. (1983) bei Kotuntersuchungen von Iltissen vornehmlich Anteile von Feldmäusen (*Microtus arvalis*). In Österreich findet sich eine enge Bindung des Steppeniltis (*Mustela eversmanni*) an das Ziesel (*Citellus citellus*) was sich sowohl in der Nahrungsökologie als auch in der Verbreitung des Steppeniltis äußert, während der im gleichen Gebiet vorkommende und von der Körpergröße her ähnliche Iltis eine derart enge Beutebindung nicht aufzeigt (BAUER 1960; KRATOCHVIL 1962). Hier überschneidet sich die südöstliche Arealgrenze des Europäischen Iltis mit der westlichen Arealgrenze des Steppeniltis.

#### 4.3.3 Beuteerwerbsverhalten

In Abhängigkeit von lokalen, geografischen sowie saisonalen Gegebenheiten wird die Hauptbeute des Iltis bei Kleinnagetieren, Anuren oder beim Wildkaninchen liegen. WEBER (1987) beschreibt anschaulich, inwieweit die jeweilige Beutetierart vom Iltis unterschiedliche Taktiken der Nahrungssuchstrategie erfordert

(Definitionen in Anlehnung an ALCOCK 1996). Die eigentliche Nahrungssuchstrategie des Iltis ist das Stöbern, im Sinne von Suchen als unspezifisches Appetenzverhalten (GOSSOW 1970). Das Auffinden geeigneter Beute kann zufällig oder durch Verfolgen einer Geruchsspur erfolgen. Der entscheidende Reiz für eine Beutefanghandlung ist beim Iltis die Bewegung der Beute (RÄBER 1944; GOSSOW 1970; WEBER 1988). Beim Iltis wird sich ein Fangerfolg bzgl. Wildkaninchen einerseits oberirdisch ergeben, doch eine engere Beutebindung wird sich vornehmlich durch das Eindringen in ihre Baue und dem Erlegen der juvenilen Tiere begründen (WEBER 1987), wie GIBB et al. (1978) es für Frettchen in Neuseeland beschreiben.

Durch die lokale Habitatbindung von Anuren wird nach WEBER (1988) für den Iltis das Auffinden von Anuren ein größeres Problem sein, als die eigentliche Beutefanghandlung. Beim saisonal bedingten hohen Vorkommen von Anuren kann der Iltis ohne großen Aufwand viele Anuren finden, erlegen und Beutedepots anlegen. Dieser kurzfristige Nahrungsüberschuss ermöglicht ihm dann die am schmackhaftesten Teile der Anuren, vornehmlich die Beine zu verzehren (WEBER 1989 b). In diesem Zusammenhang sprechen OKSANEN et al. (1985) von einer „Überfluss-Jagd“ (surplus killing), wonach bei hoher Beutedichte ein hoher Jagddruck zwar die Beuteabundanz nachhaltig beeinflussen wird, dem Räuber aber den Vorteil einer geringern Jagdaktivität bei gleichzeitig hohem Erfolg bietet. Die Theorie der Überfluss-Jagd gilt als eine kurzfristige Bindung des Prädatoren an ein Gebiet und das Anlegen von Nahrungsdepot könnte für spätere Nahrungsengpässe oder für die Zeit der Aufzucht des Nachwuchses dienen (KOSSAK 1989).

Zwar finden sich in der Literatur zum Iltis vornehmlich Angaben zu Krötendepots (NOVIKOV 1962; WOLSAN 1993; WEBER 1989 b) doch ist das Anlegen von Nahrungsdepots für freilebende Iltisse ein typisches Verhalten, wie es sich auch bei anderen karnivoren Tierarten findet, wobei MACDONALD (1976) darauf hinweist, dass der Verzehr „überschüssiger Beute davon abhängt, wie beliebt sie ist“.

Als maximale Beutetiergröße, die dem Iltis noch einen Fangerfolg ermöglichen, scheinen Hühner und Hasen in Frage zu kommen (GOETHE 1940; BLANDFORD 1987; WOLSAN 1993). Hierbei werden aber sowohl die Fluchtgeschwindigkeit

der Beute als auch ihre „Wehrhaftigkeit“ den Fangerfolg mitbegründen (GOETHE 1940; GOSSOW 1970; EIBL-EIBELFELDT 1987).

Nach WEBER (1989 e) fanden sich bei Iltissen in der Schweiz keine geschlechtsspezifischen und nur geringe altersspezifische Unterschiede bei der Nahrungszusammensetzung von Mageninhalts- und Kotuntersuchungen, wobei die Iltisse in seinem Untersuchungsgebiet vornehmlich Anuren fraßen. Der deutliche Sexualdimorphismus bei den Musteliden korreliert nach Meinung von MOORS (1980) mit der Beutetiergröße, wonach Fähen einen höheren Anteil kleinerer Beutetierarten verzehren als die größeren Rüden. Dies galt jedoch nicht für die Iltisfähen, die einen höheren Anteil von Wildkaninchen an ihrer Nahrung aufwiesen als die Rüden. Allerdings führt MOORS (1980) dieses unstimmbild auf zu wenig Datenmaterial zurück. Keinen geschlechtsspezifischen Unterschied in der Nahrungszusammensetzung bei Mageninhaltsuntersuchungen an Iltissen fanden RZEBIK-KOWALSKA (1972) in Polen und Lodé (1994) bei Kotuntersuchungen von Iltissen in Frankreich. Da es keine Belege für eine intersexuelle Beutetierseparation unter Iltissen gibt, wurde diese in der vorliegenden Arbeit außer Acht gelassen.

Bei Versuchen von RÄBER (1944) mit unterschiedlichen Hühnerei-Attrappen fand sich bei einem Iltisrüden, dass als Hauptmerkmal ein spezifischer Ei-Geruch das Beuteschema „Ei“ bestimmt. Als Auslöser der Beuteerwerbshandlungen in Versuchen mit Vogelattrappen fand RÄBER (1944) nur Fleischgeruch, Federgeruch allein genügte nicht.

Allerdings ist die Nahrungssuchstrategie des Stöberns als ein unspezifisches Appetenzverhalten mit einem olfaktorischen Suchbild anzusehen, während beim Auffinden der Beute deren Bewegung als auslösender Reiz anzusehen ist (GOETHE 1940; RÄBER 1944; EIBL-EIBESFELDT 1987). Die Beutefanghandlung ist vom eigentlichen Nahrungserwerbsverhalten getrennt zu betrachten (GOETHE 1940). Das Erlegen von Erdkröten durch den Iltis in größerer Anzahl, ohne dass diese nach erfolgreicher Jagd in ein Beuteversteck gebracht werden (KLEWEN et al. 1984) entspricht nach GOETHE (1940) dem Bild eines „Jagdtriebes“, wonach der Iltis eine Jagdhandlung erst beendet, nachdem keine Anreize mehr erfolgen, die eine Tötungshandlung auslösen. Erst anschließend trägt der Iltis die erlegten Tiere in das Beuteversteck. Der Beutegeruch sowie taktile Stimuli,

wie die Beschaffenheit der Beute, aber sicherlich auch der Geschmack sind entscheidend für den Nahrungserwerb (APFELBACH & WESTER 1977).

Eine deutliche Habitat- und Beutespezialisierung besteht für den in Nordamerika heimischen Schwarzfußiltis (*Mustela nigripes*) in Abhängigkeit zum Präriehund (*Cynomys* ssp). VARGAS & ANDERSON (1996) bestätigten für Schwarzfußiltisse die Entwicklung der Beutetierbindung während der von APFELBACH (1986) für Frettchen in den Zeitraum des 60. – 90. Lebensjahres nachgewiesenen sensiblen Phase.

#### 4.4 Futterwahlversuche

Im Gegensatz zu den Studien von Apfelbach (1986) wurde in dieser Untersuchung das Verhalten bzgl. der Wahl von Futtersorten betrachtet, und nicht mit Geruchsstoffen gearbeitet. Dies begründet sich aus der Haltung der Iltisse in den Gehegen der Universität Osnabrück, wo kein Handling der Tiere trainiert wurde. Es wurde daher nach einem Versuchsaufbau gesucht, der es ermöglichte die Tiere ohne all zu große Störungen zu beobachten. Der recht einfach gehaltene Aufbau der Versuchsanordnung in Form einer Kiste mit mehreren Zugängen erwies sich als recht gute Methode. Damit beinhalten die Ergebnisse dieser Arbeit keine erworbene olfaktorische Präferenz im Sinne der Untersuchung von APFELBACH (1986), sondern eine erworbene Nahrungspräferenz.

##### 4.4.1 Futterwahlverhalten

Die Analyse der Verhaltentakte in Bezug auf ihre Häufigkeit, zeigt dass sowohl die Häufigkeit des Belaufen als auch die Dauer des Aufenthalts innerhalb einer Kammer das Verhalten der Iltisse bzgl. der Futterwahl widerspiegeln. Der Vergleich der Takthäufigkeiten im Sinne der Futterentnahme mit der effektiv entnommenen Menge an Futter lässt erkennen, dass die Takthäufigkeiten ein gutes Maß für die entnommene Menge darstellen. Die Futterentnahmetakte in den Gemeinschaftsversuchen lagen dabei vom Datenumfang wesentlich höher

als bei den Einzelversuchen, daher erschienen sowohl die entnommene Futtermenge als auch die Dauer der Futterentnahmetakte in den Gemeinschaftsversuchen weniger stark von der Häufigkeitsverteilung abzuweichen als in den Einzelversuchen. Die höheren Abweichungen bei den Tieren in den Einzelversuchen bedingen sich aber aus der anteiligen Berechnung in Prozent bei geringeren Datenumfängen als in den Gemeinschaftsversuchen.

Die Takthäufigkeiten und Taktlängen eines Tieres und damit das Belaufen und das Verweilen in einer der Kammern spiegeln das Futterwahlverhalten sehr gut wider, womit ein direkter Verhaltensvergleich von mehreren Tieren möglich ist.

#### 4.4.2 Wittern als olfaktorische Futterprüfung

Die Verhaltensweise Wittern wurde definiert als ein Verhalten ohne erkennbare Futterentnahme im Gegensatz zu den beiden anderen Verhaltenskategorien Fressen und Horten. Wittern charakterisierte damit eine rein olfaktorische Prüfung des Futters innerhalb der Versuchsanordnung. Nach APFELBACH & WESTER (1977) beruht das Beuteverhalten von Frettchen eher auf olfaktorischen und weniger auf visuellen Stimuli.

Auffällig war, dass die beiden Iltisse in der Einzelhaltung einen derart intensiven olfaktorischen Vergleich der angebotenen Futterkomponenten zeigten. Dieser Unterschied in den Einzelversuchen gegenüber den Tieren in der Gemeinschaftshaltung ist aber eher auf die Haltung der beiden adulten Iltissen in Einzelgehegen zurückzuführen, als auf das Alter der Tiere. Da in den Einzelversuchen kein Konkurrenzdruck durch weitere Artgenossen bestand, konnten die Iltisse sich mehr Zeit für eine eingehendere Prüfung der beiden Futterqualitäten nehmen. In den Gemeinschaftsversuchen bedingte die Konkurrenz der Wurfgeschwister eine schnelle Entscheidung für eine der beiden angebotenen Futterqualitäten.

Nach der Untersuchung von APFELBACH (1978) mit Iltisfrettchen, reagierten die Tiere mit einer entwickelten Beutebevorzugung bis zum dritten Lebensmonat auch als ausgewachsene Tiere zuverlässig auf diesen bestimmten Beutegeruch, während andere Beutegerüche unbeachtet bleiben. Demgegenüber ergibt sich in dieser Arbeit, dass Wittern als intensiver olfaktorischer Futter-

vergleich, wenn keine Störeinflüsse vorliegen, zu einer Futterwahlentscheidung führt.

Das intensive rein olfaktorische Prüfen und Vergleichen der angebotenen Futterqualitäten überrascht in Bezug auf die spätere Entscheidung für die Prägungskomponente. Dieses Prüfen unterliegt dabei keiner „Habituation“ (IMMELMANN 1982). Die Iltisse in den Einzelversuchen verglichen damit jeden Tag aufs Neue die angebotenen Futterqualitäten, wählten aber anschließend die Prägungskomponente, was für ein Beuteschema „Fleisch“ mit anschließender Entscheidung aufgrund der olfaktorischen Überprüfung für die bevorzugte Futterqualität spricht.

#### 4.4.3 Austragen von Futter

Erfolgte zu irgendeinem Zeitpunkt eines Taktes die Entnahme von Futter, wurde, selbst wenn das Tier vornehmlich gewittert hatte, ein Futterentnahmetakt gewertet. Dadurch wurde die Dauer des Bewitterns von Futter der Entscheidung von dem Futter zu nehmen untergeordnet. Die teilweise sehr lange olfaktorische Prüfung des Futters durch die Iltisse bedingt damit auch sehr hohe Fresstaktlängen. Überraschender Weise konnte Horten aber als schnell auszuführende Verhaltensweise charakterisiert werden. Damit wurde bei Austragen von Futter von den Tieren schon vorher eine Entscheidung bzgl. der Futterentnahme getroffen, ohne dass eine olfaktorische Prüfung erfolgte.

Das Austragen von Brei und Brocken fand sich bei den Individuen in den einzelnen Versuchen in unterschiedlichem Maße. Die beiden Fähen F2 im ersten und W3 im letzten Gemeinschaftsversuch trugen von der Prägungskomponente in Breiform aus, was eher darauf schließen lässt, dass sie durch Konkurrenzvermeidung das Futter außerhalb der Versuchsanlage verzehren wollten. Demgegenüber steht das Horten von Futterbrocken nachdem eine der beiden Futterschalen geleert worden war. Dieses Verhalten der Tiere diente wohl eher dem Anlegen und Auffüllen von Nahrungsdepots. In den Futterwahlversuchen zeigte sich, dass die Iltisse nur bestimmte Futtersorten austrugen, wie Küken und Mäuse. Zum einen waren diese Futterqualitäten den Iltissen bereits bekannt, zum anderen mag auch die Beschaffenheit eine Rolle gespielt haben.

So zeigten APFELBACH & WESTER (1977), anhand von „Dummy-Versuchen“, dass Objekte mit weicher Oberfläche häufiger genommen und geknautscht wurden als solche von härterer Beschaffenheit.

Nach den Beobachtungen von RÄBER (1944) an einem Iltisrüden in Gehegehaltung hatte der Iltis beträchtliche Vorräte versteckt, verschmähte aber angebotene Fleischstücke nicht, so dass keine Abhängigkeit zwischen dem Verhalten und dem Ernährungszustand festgestellt werden konnte. Nach GOETHE (1940) kann das Wegtragen von Nahrung in Unterschlupfe eher dem natürlichen Verhalten der Iltisse entsprechen. Auch HERTER (1953) konnte bei Iltissen in Gehegehaltung das Anlegen von Nahrungsdepots beobachten.

Bei den Beobachtungen von GOETHE (1940) von in Gehegen gehalten Iltissen gehörte „Probieren“, als prüfendes Beißen in den Balg der Beute zum Beuterwerbsvorgang. Anschließend folgte ein Forttragen der Beute oder eine Versteckhandlung (Beute-Verberge-Handlung). Das Beuteversteck scheint nach GOETHE (1940) auch der Fraßplatz zu sein. In den Futterwahlexperimenten verzehrten die Iltisse größere Mengen des Futters direkt in der Versuchsdapparatur.

#### 4.4.4 Verhaltensunterschiede beim Fressen

Einen deutlichen Unterschied im Verhalten der Iltisse fand sich bei der Korrelation zwischen Dauer und Häufigkeit des Verzehrs der Prägungskomponente innerhalb der Versuchsdapparatur. Hier ergibt sich in Bezug auf Dauer und Häufigkeit von Fressen ein individuelles Bild, dass nicht im Zusammenhang mit der Futterwahl an sich zu betrachten ist. Hauptsächlich bedingt die Gemeinschaftshaltung bei den Fähen einen kurzen Aufenthalt innerhalb einer Kammer, da sie durch ihrer Geschwister während der Handlung unterbrochen oder verdrängt werden konnten. Da im Einzelversuch mit der adulten Fähe sich die mittlere Aufenthaltsdauer erhöhte, kann hier ein Einfluss der Haltung eher angeführt werden als das Alter. Da sie allerdings im Vergleich zu ihrem Bruder R1 im Einzelversuch und den Iltissen des letzten Gemeinschaftsversuchs im Mittel noch deutlich weniger Zeit für Fressen aufwendete, kann hier auch ein eher von Fähen gezeigte „hastiges“ Verhaltensbild in Frage kommen

(GOETHE 1940). Der adulte Rüde verzehrte größere Futtermengen ohne Unterbrechung.

Die Fähen haben aufgrund ihrer geringeren Körpergröße einen geringeren Nahrungsbedarf; zudem konnten sie die Depots der Rüden anlaufen. Damit könnte es zusammenhängen, dass die Fähen des ersten Wurfes an nur ca. 53% der Versuchstage die Versuchsanlage beliefen und nicht an jedem Tag, an dem sie eine Kammer betraten auch Futter entnahmen. Im letzten Gemeinschaftsversuch fand sich ein derartiges Bild nicht, allerdings handelte es sich hier um sechs Iltisse in einem Gehege, so dass die Nahrungskonkurrenz wesentlich höher lag als im Versuch mit den Tieren aus Wurf 1.

Zwei der Fähen aus dem ersten Wurf und eine Fähen aus dem zweiten Wurf zeigten ein insgesamt von den anderen Tieren abweichendes Verhalten bzgl. Fressen und Horten, so dass die Änderung einzelner Verhaltensweisen, wie das Austragen von Brei oder geringere Aufenthaltsdauern innerhalb der Versuchsanlage, diesen Fähen eine Minimierung der Konkurrenz durch ihre Geschwister möglich war.

Die Iltisse mit geringer Aufenthaltsdauer in einer Kammer aber gleichzeitig häufigeren Belauf zeigten in Anlehnung an GOETHE (1940) durch rasches Reagieren ein grundverschiedenes „Temperament“ zu dem längerandauerndem Fressverhalten ihrer Geschwister, wobei dies nicht nur Ausdruck individueller Veranlagung, sondern auch des Geschlechtes sein kann.

Probieren im Sinne einer geschmacklichen Überprüfung (nach GOETHE 1940) fand sich bei einigen Iltissen und einzelnen Futterqualitäten, die den Tieren selten oder gar nicht bis zum Versuchsbeginn gefüttert wurden („Nahrungs-Neophobie“ nach JOHNSON 2000).

#### 4.4.5 Futterpräferenz und Prägungskomponente

Insbesondere die Ergebnisse des vierten Futterwahlversuches mit dem während der Aufzucht mit mehreren Futterqualitäten versorgten Iltisrüden R2 zeigten ein unstimmliges Bild auf. Obwohl der Rüde selten Taube bis zum Versuchsbeginn gefüttert bekam, bevorzugte er diese gegenüber den bekannten Futterarten Küken und Mäuse. Zum einen könnte die Breikonsistenz ein entschei-

dendes Kriterium seiner Wahl gewesen sein, da der Taubenbrei eine festere Konsistenz aufwies. Bei der olfaktorischen Prüfung fand sich, wie bei den Iltissen der anderen Experimente kein Unterschied bzgl. der einzelnen Futterqualitäten. Aber auch die Iltisse des letzten Versuches, wählten Taube ebenso häufig wie die Prägungskomponente Rind. Daher muss davon ausgegangen werden, dass die Iltisse neben der erworbenen Futterpräferenz auch ein „natürliches“ Futterspektrum aufweisen, das eine Attraktivität des Futters bedingt. In diesem Zusammenhang stellte Taube eine äußerst attraktive Nahrung dar, so dass die Iltisse des ersten Wurfes eine verstärkte Futterpräferenz ausgebildet haben könnten. Demgegenüber erwies sich Rinderherz bei den Futterwahlversuchen mit den Iltissen aus dem ersten Wurf als unattraktiv. Bei den Iltissen des zweiten Wurfs konnte erfolgreich ein Nahrungspräferenz für Rinderherz ausgebildet werden. Allerdings bevorzugten die Tiere Kükenbrei und Küken gegenüber der Prägungskomponente. Somit stellte zwar Rinderherz die attraktive Nahrungsalternative bei unbekanntem Futtersorten und gegenüber Mäusen und Huhn dar, Küken waren aber attraktiver und Taube war mindestens genauso attraktiv wie die Hauptfutterkomponente Rinderherz.

#### 4.5 Frühontogenetische Tradierung und Beutebindung

Die Futterwahlversuche zeigen Aspekte zur möglichen Beutebindung des Iltis unter optimalen Bedingungen.

Nach EIBL-EIBESFELDT (1956) muss bei Rückschlüssen beim Verhalten von Frettchen auf das von Iltissen der Einfluss der Domestikation beim Frettchen berücksichtigt werden. BETHKE (1919) fand bei der morphologischen Entwicklung von in Gehegen gehaltenen Iltis-Wildfängen keine Unterschiede zu Frettchen, so dass domestizierte Iltisse Differenzierungen zu wildlebenden Iltissen aufweisen, die allein auf die Haltung zurückzuführen sind. POOLE (1972) fand bei F1-Hybriden von *Mustela putorius* und *M. furo* Ansätze von infantilen Verhaltensweisen.

Nach TORNATZKY (1986) kann der Adultzustand von Frettchen anhand von Verhaltensänderungen auf den 250. Lebensstag gelegt werden, wobei er zwischen dem 60. und 120. Lebensstag von Frettchen einen deutlichen Anstieg der

Gesamtaktivität feststellte. Damit würde die gesteigerte Aktivität der Frettchen in den Zeitraum der von APFELBACH (1986) postulierten sensiblen Phase fallen, während mit Beginn der postulierten Dismigration im Herbst (BLANDFORD 1987; WEBER 1989 e; WOLSAN 1993) die Iltisse vom Verhalten her als adult einzuschätzen wären.

Das Erwerben eines Beutespektrums sowie das Erlernen geeigneter Jagdtechniken während der frühen Onogenese ist gerade bei Tierarten, deren Mutterbindung schon nach einem kurzen Zeitraum von wenigen Monaten aufgelöst wird, entscheidend für den selbständigen Beuteerwerb. Inwieweit die subadulten Iltisse das von der Mutter induzierte Beuteschema anwenden, wird von den lokalen Gegebenheiten abhängen. Bei ausreichender Verfügbarkeit scheint eine Bevorzugung der Hauptnahrungskomponente nicht unwahrscheinlich, so dass die Jungtiere nach dem Auflösen der Mutter-Kind-Familie eine Beutebindung aufrecht erhalten und diese unter optimalen Bedingungen wiederum an ihre Nachkommen weitergeben werden. Wildkaninchen stellen für den Iltis aufgrund ihrer lokal hohen Dichten eine attraktive Beutetierart dar, so dass es zu einer Habitatanbindung des Iltis kommen kann und nur bei Überschreiten einer gebietseigenen Kapazitätsbeschränkung eine Abwanderung aus dem Gebiet erfolgen würde. Lokale Siedlungsmuster von Iltissen ließen sich somit in Bezug auf die Abundanz der präferierten Hauptbeute aufgrund einer matrifokalen Tradierung erklären.

## 5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Beutebezug von Iltissen unter populationsbiologischen und ethologischen Gesichtspunkten untersucht. Grundlage für die Hypothese bildete die Analyse von SCHRÖPFER et al. (2000) wonach sich für die Iltisstrecke des ausgewählten Gebietes (Gut Leye, Niedersachsen) eine auffällige Korrelation zur Wildkaninchenstrecke gleicher Herkunft ergab.

Die der Iltisstrecke zugrunde liegende Populationsdynamik konnte beschrieben werden durch positive Faktoren im Sinne einer Zunahme der Iltisstrecke über Geburten und Einwanderung gebietsfremder Iltisse, sowie negative Faktoren, die eine Abnahme der Iltisstrecke über Mortalität und Abwanderung von Iltissen aus dem Gebiet heraus beinhalten. Für die Iltisstrecke konnte die Jungtiermortalität über die Abnahme der Wildkaninchenstrecke erklärt werden. Zudem ergab sich für die Abwanderung subadulter Iltisse nach Auflösen der Mutter-Kind-Familie ein dichteabhängiger Kapazitätsfaktor in Zusammenhang mit der Jungtiersterblichkeit. Als Maß für die Güte der Näherungsgleichung konnte eine Prognosegleichung für die Iltisstrecke formuliert werden, die um das dynamische Gleichgewicht von Iltis- zu Wildkaninchenstrecke oszillierte.

Die Analyse des Futterwahlverhaltens von Iltissen diente der Überprüfung einer engen Beutetierbindung aus verhaltenbiologischer Sicht. Durch Fütterung mit einer Hauptfutterkomponente während der Aufzucht bis zum Ende des dritten Lebensmonats sollte bei juvenilen Iltissen eine Futterpräferenz ausgebildet werden: beim ersten Wurf (1,3 Tiere) für Taube, beim zweiten Wurf (3,3 Tiere) für Rinderherz. In vier Experimenten zum täglichen Futterwahlverhalten zwischen der potentiellen Prägungskomponente und jeweils einer anderen bekannten oder unbekanntem Fleischsorte wiesen sowohl die subadulten als auch die adulten Tiere eine deutliche Präferenz für die Hauptfutterkomponente auf. Das Verhalten bzgl. der Futterwahl ließ sich charakterisieren durch Wittern als eingehender olfaktorischer Futtermittelvergleich, Fressen als Nahrungsaufnahme, und Horten als eine schnellausgeführte zielgerichtete Verhaltensweise zum Anlegen von Nahrungsdepots.

Damit konnte ein Zusammenhang der Populationsdynamik des Iltis mit einer während der frühen Ontogenese erworbenen Nahrungspräferenz hergeleitet werden.

## Literaturverzeichnis

- ALCOCK, J. 1996: Das Verhalten der Tiere aus evolutionsbiologischer Sicht. – Gustav Fischer Verlag Stuttgart 1996.
- ANSORGE, H. 1989: Nahrungsökologische Aspekte marderartiger Säugetiere. - Wiss. Beitr. Univ. Halle 1989/37 (P39), Bd. 2: 494-504.
- ANDERSSON, M. & ERLINGE, S. 1977: Influence of predation on rodent populations. - OIKOS 29: 591-597.
- APFELBACH, R. 1978: A sensitive phase for the development of olfactory preference in ferrets (*Mustela putorius furo* L.). - Z. Säugetierk. 43: 289-295.
- APFELBACH, R. 1986: Imprinting on prey odours in ferrets (*Mustela putorius furo* L.) and its neuronal correlates.- Behav. Processes 12: 363-381.
- APFELBACH, R. & WESTER, U. 1977: The quantitative effect of visual and tactile stimuli on the prey-catching behaviour of Ferrets (*Putorius furo* L.). – Behav. Processes 2: 187-200.
- AYMERICH, M., MARQUEZ, M.D., NEIRA, M.L. 1983: Sobre la alimentación invernal del turón (*Mustela putorius* L., 1758) en la Cordillera Cantabrica. - Bol. Cien. Nat. I.D.E.A. 31: 211-217.
- BAGHLI, A. & ENGEL, E. 2002: Feeding habits and trophic niche overlap of two sympatric Mustelidae, the polecat *Mustela putorius* and the beech marten *Martes foina*. - Z. Jagdwiss. 48: 217-225.
- BAGHLI, A. & VERHAGEN, R. 2003: The distribution and the status of the polecat *Mustela putorius* in Luxembourg. - Mammal Rev. 33 (1): 57-68.
- BALLARIN, I.; GARZÓN, J.; PALACIOS, F.; CUESTA, L.; CASTROVIEJO, J. 1980: Sobre alimentación del turón (*Putorius putorius* L. 1766) en España. - Actas I Reunión Iberoamer. Zool. Vert. (La Rábida 1977): 625-627.
- BAUER, K. 1960: Die Säugetiere des Neusiedlersee-Gebietes (Österreich). - Bonner Zool. Beitr. 11 (2-4):141-177; 237-241.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. 1991: Ökologie: Individuen, Populationen und Lebensgemeinschaften. - Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin.
- BETHKE, H. 1919: Vergleichende Untersuchungen an Frettchen und Iltissen. - Zool. Jb., Abt. Allgem. Zool. Physiol. Tiere 36: 589-620.

- BIRKS, J.D.S. 1998: Secondary rodenticide poisoning risk arising from winter farmyard use by the European polecat *Mustela putorius*. – Biol. Conserv. 85: 233-240.
- BIRKS, J.D.S. & KITCHENER, A.C. (eds.) 1999: The distribution and Status of the Polecat *Mustela putorius* in Britain in 1990s. - The Vincent Wildlife Trust, London.
- BLANDFORD, P.R.S. 1987: Biology of the Polecat *Mustela putorius*: a literature review. - Mammal Rev. 17 (4):155-198.
- BLANDFORD, P.R.S. & WALTON, K.C. 1991: Polecat *Mustela putorius*. - In: CERBET, G.B. & HARRIS, S. (ed.): The handbook of British mammals. - 3. Aufl., Oxford U.K.: 396-406; 440-460.
- BRONSTEIN, I.N. & SEMENDJAJEW, K.A. 1987: Taschenbuch der Mathematik. - 23. Auflage. Verlag Harri Deutsch, Thun.
- BRZEZIŃSKI, M.; JEDRZEJEWSKI, W.; JEDRZEJEWSKA, B. 1992: Winter home ranges and movements of polecats *Mustela putorius* in Białowieża Primeval Forest, Poland. - Acta theriol. 37 (1-2): 181-191.
- Buchalczyk, T. & RUPRECHT, A.L. 1977: Skull variability of *Mustela putorius* L., 1758. - Acta theriol. 22 (5): 87-120.
- BUSKIRK, S.W. & LINSTEDT, S.L. 1989: Sex biases in trapped samples of Mustelidae. - J. Mamm. 70 (1): 88-97.
- BYROM, A.E. 2002: Dispersal and survival of juvenile ferrets *Mustela furo* in New Zealand. - J. Appl. Ecol. 39: 67-78.
- CARBONE, C. & GITTLEMAN, J.L. 2002: A common rule for the scaling of carnivore density. - Science 295: 2273-2276.
- CORBET, G.B. 1974: The distribution of mammals in historic times. – In: HAWKSWORTH, D.L. (ed): The changing flora and fauna of Britain. - Academic Press, London: 179-202.
- DANILOV, P.I. & RUSAKOV, O.S. 1980: The ecology of the polecat, *Mustela putorius*, in north-western European Russia. – In: KING, C.M. (ed.) 1980: Biology of Mustelids – Some Soviet Research, Vol. 2. – DISR Bull. 227, Wellington, New Zealand: 24-34.

- DELIBES, M. & HIRALDO, F. 1981: The rabbit as prey in the Iberian Mediterranean ecosystem. - In: MYER, K. / MAC INNES, C.D. (eds.): Proceedings of the world Lagomorph conference, Guelph, Ontario; Aug. 12-16, 1979. – Guelph: 614-622.
- EIBERLE, K. 1969: Vom Iltis (*Mustela putorius*) in der Schweiz. - Schweiz. Z. Forstwes. 120: 99-107.
- EIBERLE, K. & MATTER, J.-F. 1985: Über die Abhängigkeit des Iltis (*Mustela putorius* L.) von der Witterung. - Waldhygiene 16: 107-114.
- EIBERLE, K. & MATTER, J.-F. 1986: Neue Erkenntnisse zur Abundanzdynamik einiger Haarwildarten. - Schweiz. Z. Forstwes. 137, 9: 777-787.
- EIBL-EIBESFELDT, I. 1956: Zur Biologie des Iltis (*Putorius putorius* L.). - Zool. Anz. 19 (Suppl.): 304-314.
- EIBL-EIBESFELDT, I. 1987: Grundriß der vergleichenden Verhaltensforschung – Ethologie. - Piper GmbH & Co. KG, München, 7. Auflage.
- EKERHOLM, P.; OKSANEN, L.; OKSANEN, T. 2001: Long-term dynamics of voles and lemmings at the timberline and above the willow limit as a test of hypothesis on trophic interactions. - Ecography 24: 555-568.
- ERLINGE, S. 1986: Specialists and generalists among the mustelids. – Lutra 29: 5-11.
- ERLINGE, S.; GÖRANSSON, G.; HANSSON, L., HÖGSTEDT, G.; LIBERG, O.; NILSSON, I.; NILSSON, T.; VON SCHANTZ, T.; SYLVÉN, M. 1983: Predation as a regulation factor on small rodent populations in southern Sweden. - OIKOS 40: 36-52.
- GAUTSCHI, A. 1983: Nachforschungen über den Iltis (*Mustela putorius* L.). - Schweiz. Z. Forstw. 134, 1: 49-60.
- GIBB, J.A. 1977: Factors affecting population density in the wild rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.), and their relevance to small mammals. – In: STONEHOUSE, B. & PERRIS, C. (ed.): Evolutionary Ecology. – London: 33-46.
- GIBB, J.A.; WARD, C.P.; WARD, G.D. 1978: Natural control of a population of rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L.), for ten years in the Kourarau enclosure. – New Zealand Department of Scientific and Industrial Research DSIR Bulletin 223, Wellington 1978: 1-89.
- GOETHE, F. 1939: Untersuchungen über die Winternahrung des Iltis nebst einigen weiteren biologischen Feststellungen. – Wild & Hund 45: 270-722.

- GOETHE, F. 1940: Beiträge zur Biologie des Iltis. – Z. Säugetierk. 15: 180-223.
- GORETZKI, J. & LIESS, C. 1989: Die Streckenentwicklung der jagdbaren Marderartigen (Mustelidae) in der Deutschen Demokratischen Republik. — Wiss. Beitr. Univ. Halle 1989/37 (P39): 361-370.
- GOSSOW, H. 1970: Vergleichende Verhaltensstudien an Marderartigen; I. Über Lautäußerungen und zum Beuteverhalten. – Z. Tierpsychol. 27: 405-480.
- HABERMEHL, K.H. & RÖTTCHER, D. 1967: Die Möglichkeiten der Altersbestimmung beim Marder und Iltis. - Z. Jagdwiss. 13: 89-102.
- HARTUNG, J. 1980: Zur Altersbestimmung bei den einheimischen jagdbaren Musteliden anhand des Penisknochens. – Beitr. Jagd- und Wildforsch. 11: 350-359.
- HERRENSCHMIDT, V. 1982: Note sur les déplacements et le rythme d'activité d'un putois *Mustela putorius* L., suivi par radiotracking. – Mammalia 46 (4): 554-556.
- HERTER, K. 1952: Über das Verhalten von Iltissen. – Z. Tierpsychol. 10: 56-71.
- IMMELMANN; K. 1982: Wörterbuch der Verhaltensforschung. – Paul Parey 1982.
- JAKSIĆ, F.M. & SORIGUER, R.C. 1981: Predation upon the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in mediterranean habitat of Chile and Spain: a comparative analysis. - J. Anim. Ecol. (50):269-281.
- JEDRZEJEWSKI, W.; JEDRZEJEWSKA, B; SZYMURA, A. 1989: Food niche overlap in a winter community of predators in the Białowieza Primeval Forest, Poland. - Acta theriol. 34:487-496.
- JEDRZEJEWSKI, W.; JEDRZEJEWSKA, B.; BRZEZIŃSKI, M. 1993: Winter habitat selection and feeding habits of polecats (*Mustela putorius*) in the Białowieza National Park, Poland. - Z. Säugetierk. 58: 75-83.
- JENSEN, A. & JENSEN, B. 1972: Ilderen (*Putorius putorius*) og ilderjagden i Danmark 1969/70 (The polecat (*Putorius putorius*) in Denmark). - Danske Viltundersøgelser 18: 1-32.
- JOHNSON, E. 2000: Food-neophobia in semi-free ranging rhesus macaques: effects of food limitation and food source. – Am. J. Primatol. 50: 25-35.
- KALELA, O. 1940: Über die Einwanderung und Verbreitung des Iltis, *Putorius putorius* (L.), in Finnland. - Annals Academiæ Scientiarum Fennicæ, A 54 (6): 1-76.

- KALELA, O. 1948: Changes in the distribution of the polecat in Finland. - Suomen Riista 2: 77-96.
- KALELA, O. 1952: Changes in the geographic distribution of Finnish birds and mammals in relation to recent changes in climate. - Fennica 75: 38-51.
- KENDALL, B.E.; BJØRNSTAD, O.N.; BASCOMPTE, J.; KEITT, T.H.; FAGAN, W.F. 2000: Dispersal, environmental correlation, and spatial synchrony in population dynamics. - The American Naturalist 155 (5): 628-636.
- KING, C.M. 1985: Interactions between woodland rodents and their predators. - Symp. Zool. Soc. Lond. 55: 219-247.
- KING, C.M. & MOORS, P.J. 1979: The life-history tactics of mustelids and their significance for predator control and conservation in New Zealand. - N. Z. J. Zool. 6: 619-622.
- KLEMOLA, T.; KORPIMÄKI, E.; KOIVULA, M. 2002: Rate of population change in vole from different phases of the population cycle. - OIKOS 96:291-298.
- KLEWEN, R.; GEIGER, A.; HÜBNER, TH. 1984: Massentötung von Erdkröten durch den Iltis. - herpetofauna 30: 17-20.
- KORHONEN, H.; HARRI, M.; ASIKAINEN, J. 1983: Thermoregulation of polecat and raccoon dog: a comparative study with stoat, mink and blue fox. Comp. - Biochem. Physiol. 74A (2): 225-230.
- KORHONEN, H.; HARRI, M. 1986: Seasonal changes in energy economy of farmed polecats as evaluated by body weight, food intake and behavioural strategy. - Physiol. & Behav. 37: 777-783.
- KORPIMÄKI, E.; NORRDAHL, K.; RINTA-JASKARI, T. 1991: Responses of stoats and least weasels to fluctuating food abundances: Is the low phase of the vole cycle due to mustelid predation? - Oecologia 88: 552-561.
- KOSSAK, S. 1989: Multiple hunting by Lynx and Red Fox and utilization of prey by some carnivores. - Acta theriol. 34: 505-512.
- KRATOCHVIL, J. 1962: Zwei Notizen zur Kenntnis des Steppeniltisses in der Tschechoslowakei. - ZOOLOGICKÉ LISTY 11, Folia Zoologica: 213-226.

- LABHARDT, F. 1980: Zur Fütterungstätigkeit und über einige Verhaltensweisen einer freilebenden Iltisfähe, *Mustela putorius* Linné, 1758. - Säugetierkd. Mitt. 28, 1980: 247-251.
- LANGLEY, P.J.W. & YALDEN, D.W. 1977: The decline of the rarer carnivores in Great Britain during the nineteenth century. - Mammal Rev. 7 (3-4):95-116.
- LLOYD, H.G. 1981: Biological observations on post-myxomatosis wild rabbit populations in Britain 1955-79. - In: MYER, K. / MAC INNES, C.D. (eds.): Proceedings of the world Lagomorph conference, Guelph, Ontario Aug. 12-16, 1979. - Guelph: 623-628.
- LODÉ, T. 1990: Variations saisonnières de l'alimentation d'un petit carnivore, le putois dans le Marais Poitevin. - Ann. Soc. Sci. Nat. Charente-Maritime, 7(9):1073-1080.
- LODÉ, T. 1993: Stratégies d'utilisation de l'espace chez le putois européen *Mustela putorius* L. dans l'ouest de la France. - Rev. Ecol. (Terre Vie) 48: 305-322.
- LODÉ, T. 1994: Environmental factors influencing habitat exploitation by the polecat *Mustela putorius* in western France. - J. Zool., Lond. 234: 75-88.
- LODÉ, T. 1996: Conspecific tolerance and sexual segregation in the use of space and habitats in the European polecat. - Acta Theriol. 41 (2): 171-176.
- LODÉ, T. 1999: Time budget as related to feeding tactics of European polecat *Mustela putorius*. - Behav. Processes 47: 11-18.
- LODÉ, T. 2001: Mating system and genetic variance in a polygynous mustelid, the European polecat. - Genes Genet. Syst. 76: 221-227.
- MACDONALD, D. W. 1976: Food caching by Red Foxes and some other Carnivores. - J. Tierpsychol., 42: 170-185.
- MERMOD, C.; DEBROT, S.; MARCHESI, P.; WEBER, J.M. 1983: Le putois (*Mustela putorius* L.) en Suisse romande. - Rev. suisse Zool. 90 (4): 847-856.
- MOORS, P.J. 1980: Sexual dimorphism in the body size of mustelids (Carnivora): the roles of food habits and breeding systems. OIKOS 34: 147-158.
- MUTZE, G.; BIRD, P.; KOVALISKI, J.; PEACOCK, D.; JENNINGS, S.; COOKE, B. 2002: Emerging epidemiological patterns in rabbit haemorrhagic disease, its

interactions with myxomatosis, and their effects of rabbit populations in South Australia. – Wildlife Res. 29 (6):577-590.

- NORBURY, G.L.; NORBURY, D.C.; HEYWARD, R.P. 1998: Space use and denning behaviour of wild ferrets (*Mustela furo*) and cats (*Felis catus*). – N. Z. J. Ecol. 22 (2): 149-159.
- NORRDAHL, K.; KORPIMÄKI, E. 1995: Mortality factors in a cyclic vole population. – Proc. Roy. Soc. London, Ser. B 261: 49-53.
- NORRDAHL, K.; KORPIMÄKI, E. 2000: The impact of predation risk from small mustelids on prey populations. - Mammal Rev. 30 (3-4): 147-156.
- NORRDAHL, K.; KORPIMÄKI, E. 2002 a: Changes in individual quality during a 3-year population cycle of voles. - Oecologia 130: 239-249.
- NORRDAHL, K.; KORPIMÄKI, E. 2002 b: Seasonal changes in the numerical responses of predators to cyclic vole populations. - Ecography 25: 428-438.
- NOVIKOV, G.A. 1962: Carnivorous mammals of the fauna of the USSR. – Jerusalem (Israel Program for Scientific Translation):122-126; 146-155.
- OKSANEN, T.; OKSANEN, L.; FRETWELL, S.D. 1985: Surplus killing in the hunting strategy of small predators. - Amer. Naturalist 126 (3): 328-346.
- PEARSON, O.P. 1966: The prey of carnivores during one cycle of mouse abundance. - J. Anim. Ecol. 35: 217-233.
- POOLE, T.B. 1972: Some behavioural differences between the European polecat, *Mustela putorius*, the ferret, *M. furo*, their hybrids. – J. Zool., Lond. 166:25-35.
- POWELL, A. R. 1979: Mustelid spacing patterns: Variation on the theme by *Mustela*. Z. Tierpsychol., 50 (1979): 153-165.
- POWELL, R.A. & KING, C.M. 1997: Variation in body size, sexual dimorphism and age-specific survival in stoats, *Mustela erminea* (Mammalia: Carnivora), with fluctuating food supplies. – Biol. J. Linnean Soc. 62: 165-194.
- RABE, K. 1994: Zur Situation des Iltisses (*Mustela putorius* LINNE, 1758) in Niedersachsen. - Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. 32: 43-61.
- RÄBER, H. 1944: Versuche zur Ermittlung des Beuteschemas an einem Hausmarder (*Martes foina*) und einen Iltis (*Putorius putorius*). - Rev. Suisse Zool. 51: 293-332.

- RAGG, J. R. 1998: The denning behaviour of feral ferrets (*Mustela furo*) in a pastoral habitat, South Island, New Zealand. - J. Zool., Lond. 246: 471-477.
- REMPE, U. 1957: Beobachtungen über Brunst, Paarung, Tragzeit, Geburt und Kreuzungen bei Mitgliedern der Untergattung *Putorius*. - Säugetierkd. Mitt. 5, 111-113.
- ROGER, M. 1991: Régime et disponibilités alimentaires chez le putois (*Mustela putorius* L.). - Rev. Ecol. (Terre Vie), Vol. 46: 245-261.
- ROGER, P.M.; ARTHUR, C.P.; SORIGUER, R.C. 1994: The rabbit in continental Europe. – In THOMPSON, W.V. & KING, C.M. (eds.): The European rabbit. - Oxford.
- RÖNZ, B. & STROHE, H.G. (ed.) 1994: Lexikon Statistik. - Gabler Verlag, Wiebaden.
- RZEBIK-KOWALSKA, B. 1972: Studies on the diet of the carnivores in Poland. - Acta Zool. Cracov. 17: 415-506.
- SCHREIBER, R. 1977: Verbreitungsgebiete von Haarraubwild und Raubwildstrecken in den Wirtschaftsgruppen. – Beitr. Jagd- und Wildforsch. 10: 289-307.
- SCHRÖPFER, R.; BODENSTEIN, C.; SEEBASS, C. 2000: Der Räuber-Beute-Zusammenhang zwischen dem Iltis *Mustela putorius* L., 1758 und dem Wildkaninchen *Oryctolagus cuniculus* (L., 1758). - Z. Jagdwiss.46: 1-13.
- SCHRÖPFER, R.; BODENSTEIN, C.; SEEBASS, C.; RECKER, K.; JORDAN, M. 2001: Niche analysis of the *Mustela* species *lutreola*, *putorius* and *vison* by craniometry and behavioural observations. – Säugetierkd. Informationen. 25: 121-132.
- SCHWERDTFEGER, F 1979: Ökologie der Tiere. Bd. II: Demökologie. – Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 2. Auflage.
- SHERRATT, J.A.; EAGAN, B.T.; LEWIS, M.A. 1997: Oscillations and chaos behind predator-prey invasion: mathematical artifact or ecological reality? – Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 352: 21-38.
- SHORE, R.F; BIRKS, D.S.; FREESTONE, P.; KITCHENER, A.C. 1996: Second-generation rodenticides and polecats (*Mustela putorius*) in Britain. – Environ. Pollution 91 (3): 279-282.
- SIDOROVICH, V. 2000 a: Seasonal variation in the feeding habits of riparian mustelids in river valleys of NE Belarus. – Acta theriol. 45 (2): 233-242.

- SIDOROVICH, V. E. 2000 b: The on-going decline of riparian mustelids (European mink, *Mustela lutreola*, polecat, *Mustela putorius*, and stoat, *Mustela erminea*) in eastern Europe: a review of the results to date and hypothesis. - In: GRIFFITHS, H.I. (ed.): Mustelids in a modern world – Management and conservation aspects of small carnivore: human interactions. - Backhuys Publishers, Leiden: 295-317.
- SIDOROVICH, V. E. & MACDONALD, D.W. 2001: Density dynamics and changes in habitat use by the European Mink and other native Mustelids in conception with the American Mink expansion in Belarus. – Neth. J. Zool. 51 (1): 107-126.
- SIEBER, H. 1987: Mathematische Formeln – Erweiterte Ausgabe E. - Ernst Klett Verlag Stuttgart.
- SIEFKE, A. 1988: Wildkaninchen *Oryctolagus cuniculus* (L.). - In: STUBBE, H. (ed.): Buch der Hege, Bd. 1: Haarwild. Verlag Harri Deutsch Thun – Frankfurt/Main: 322-342.
- SINCLAIR, A.R.E.; OLSEN, P.D.; REDHEAD, T.D. 1990: Can predator regulate small mammal populations? Evidence from house mouse outbreaks in Australia. – OIKOS 59: 382-392.
- STATSOFT 1995: COMPUTER-PROGRAMM-HANDBUCH. - Statistica für Windows Version 5.5, 1995. StatSoft, Inc.– Tulsa, OK (Oklahoma).
- STUBBE, M. 1965: Zur Biologie der Raubtiere eines abgeschlossenen Waldgebietes. - Z. Jagdwiss. Bd. 11 (2): 73-102.
- STUBBE, M. 1988: ILTIS *Mustela putorius* L. – In: STUBBE, H. (ed.): Buch der Hege, Bd. 1: Haarwild. Verlag Harri Deutsch Thun – Frankfurt/Main: 503-513.
- SUMPTION, K.J. & FLOWERDEW 1985: The ecological effects of the decline in Rabbits (*Oryctolagus cuniculus* L.) due to myxomatosis. - Mammal Rev. 15 (4): 151-186
- TORNATZKY, W. 1986: Longitudinalstudie an individuell markierten Frettchen zur Erfassung ontogenetisch bedingter Verhaltensänderungen. - Verh. Dtsch. Zool. Ges. 79.
- TUMANOV, I.L. 1977: On potential polyestrus in some species of the Mustelidae. - Zool. Z. (Moskau) 56: 619-625.

- VARGAS, A. & ANDERSSON, S.H. 1996: Effects of diet on captive black-footed ferret (*Mustela nigripes*) food preference. *Zoo Boplogy* 15: 105-113.
- VERHULST, P.F. 1883: Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement. - *Correspondences Math. Phys.*, 10: 113-121.
- VIERHAUS, H.: Iltis- *Mustela putorius* Linnaeus, 1758. – In: SCHRÖPFER, R.; FELDMANN, R.; VIERHAUS, H. (ed.): Die Säugetiere Westfalens. - *Abh. Westf. Mus. Münster* 46 (49): 150-155.
- VILLAFUERTE, R. & MORENO, S. 1997: Predation risk, cover type, and group size in European rabbits in Doñana (SW Spain). - *Acta theriol.* 42 (2): 225-230.
- WADE, P.R. 1999: A comparison of statistical methods for fitting population models to data. In: MCDONALD, L. et al. (eds.) 1999: *Marine mammal survey and assessment methods*. - Balkema Press: 1-23.
- WEBER, D. 1987: Zur Biologie des Iltisses (*Mustela putorius* L.) und den Ursachen seines Rückganges in der Schweiz. - Dissertation, Universität Basel.
- WEBER, D. 1988: Die aktuelle Verbreitung des Iltisses (*Mustela putorius* L.) in der Schweiz. – *Rev. suisse Zool.* 95 (4):1041-1056.
- WEBER, D. 1989 a: Beobachtungen zur Aktivität und Raumnutzung beim Iltis (*Mustela putorius* L.). – *Rev. suisse Zool.* 96 (4): 841-862.
- WEBER, D. 1989 b: Foraging in polecats (*Mustela putorius* L.) of Switzerland: The case of a specialist anuran predator. - *Z. Säugetierk.* 54: 377-392.
- WEBER, D. 1989 c: The diets of polecats (*Mustela putorius* L.) in Switzerland. – *Z. Säugetierk.* 54:157-171.
- WEBER, D. 1989 d: The ecological significance of resting sites and the seasonal habitat change in polecats (*Mustela putorius*). - *J. Zool., Lond.* 217: 629-638.
- WEBER, D. 1989 e: Zur Populationsbiologie schweizerischer Iltisse (*Mustela putorius* L.). - *Z. Jagdwiss.* 35: 86-99.
- WEBER, D. 1992: Einige Daten zu Größe und Kondition schweizerischer Iltisse *Mustela putorius* L.. - *Säugetierkd. Mitt.* 34: 1-9.
- WEBER, J.-M.; AUBRY, S.; FERRARI, N.; FISCHER, C., LACHAT FELLER, N.; MEIA, J.-S.; MEYER, S. 2002: Population changes of different predators during a water

vole cycle in a central European mountainous habitat. - *Ecography* 25: 95-101.

WOLF, J.O. 1997: Population regulation in mammals: an evolutionary perspective. - *J. Anim. Ecol.* 66: 1-13.

WOLSAN, M. 1993: *Mustela putorius* Linnaeus 1758 – Waldiltis, Europäischer Iltis, Iltis. - In: STUBBE, M.; KRAPP, F. (ed.): *Handbuch der Säugetiere Europas*. Bd. 5: Raubsäuger – Carnivora (FISSIPEDIA), Teil II. - Aula-Verlag, Wiesbaden: 699-769.

WOOD, D.H. 1980: The demography of a rabbit population in an arid region of New South Wales Australia. – *J. Anim. Ecol.* 49: 55-79.

ANHANG: Berechnungsmodelle und Statistik zur Jagdstreckenanalyse Kapitel 3.1

Berechnungsansatz / Statistik	Formel	Bemerkung / Prüfstatistik
Spezifische Wachstumsrate $r_w$ der Iltisstrecke des Jahrgangs $t/t+1$	$r_w = \frac{[I(t+1) - I(t)]}{I(t)}$	Bei Zunahme der Strecke höhere Werte als bei Abnahme um die gleiche Anzahl von Tieren
Jährlicher Zuwachs der Iltisstrecke	Zuwachs = $I(t+1) - I(t)$ $\Rightarrow$ Zuwachs = $r_w \cdot I(t)$	
1. Lineare Korrelation $I(t)$ vs. $\ln K(t)$	$I(t) = -5,973 + 4,3512 \cdot \ln K(t)$	PEARSON: $r = 0,41$ ; $t=3,5$ ; $p<0,0001$ ; $N=64$ ; $r^2 = 0,168$
2. Lineare Korrelation $I(t)$ vs. $\ln K(t)$ mit Strukturbruch	$I(t) = a + b \cdot \ln K(t)$ ; Strukturbruch: $I(t)=19$	kleinste Quadratsummen: $R=0,87$ ; erklärende Varianz $R^2=75,7\%$ ; $N=64$
	$I(t) \leq 19$ : $I(t) \cong (-0,567 + 2,265 \cdot \ln K(t))$	PEARSON: $r = 0,56$ ; $t=4,03$ ; $p<0,0001$ ; $N=37$ ; $r^2 = 0,31$
	$I(t) > 19$ : $I(t) \cong 49,921 - 3,252 \cdot \ln K(t)$	PEARSON: $r = -0,265$ ; $t=-1,37$ ; $p=0,18$ ; $N=27$ ; nicht signifikant
3. Multiple Regression für den Zuwachs bzgl. $I(t)$ und $\ln K(t)$	Zuwachs $\cong -5,94 - 0,6 \cdot I(t) + 3,07 \cdot \ln K(t)$	$R = 0,55$ ; $F(2,60)=12,76$ ; $p<0,0001$ ; $R^2=0,3$
4. Nach 3. bestimmte Wachstumsraten $r_{N1}$	$r_{N1} \cong 3,07 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)} - \left( 0,6 + \frac{5,94}{I(t)} \right)$	
5. lineare Regression $r_{N1}$ vs. $r_w$ und aus der Regressionsgleichung berechnete Näherungswerte $r_{N2}$	$r_w \cong 0,028 + 0,8 \cdot r_{N1}$	PEARSON: $r=0,5$ $t=4,54$ ; $p<0,0001$ ; $N=63$ ; $r^2 = 0,25$
	$r_{N2} = 2,456 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)} - 0,452 - \frac{4,752}{I(t)}$	
6. Zunahmerate $G+E$	$G + E \cong 2,456 \cdot \frac{\ln K(t)}{I(t)}$	Positiver Term der Näherungsgleichung von $r_{N2}$
6.1 Lineare Korrelation / Potenzreihenentwicklung von $\ln I(t)$	$\frac{\ln K(t)}{I(t)} \cong 1,2882 - 0,3186 \cdot \ln I(t)$	PEARSON: $r=0,9138$ ; $t=-17,717$ , $p<0,0001$ ; $N=63$ ; $r^2 = 0,83$

Berechnungsansatz / Statistik	Formel	Bemerkung / Prüfstatistik
7. Abnahmerate M+A	$M + A \cong 0,452 + \frac{4,752}{I(t)}$	Negative Terme der Näherungsgleichung von $r_{N2}$
	$M + A = \left( 0,183 \cdot \frac{I(t)}{\ln K(t)} + \frac{1,934}{\ln K(t)} \right) \cdot (G + E)$	Geburtenrate G+E als Faktor der Abnahmerate M+A
7.1 Lineare Korrelation der Abnahmerate M+A zur Zunahmerate G+E	$M + A \cong 0,41 + 0,4 \cdot (G + E)$	PEARSON: $r=0,9$ ; $t=16,68$ ; $p<0,0001$ ; $N=64$ ; $r^2=0,81$
7.2 Verlustrate der Geburten VG (Jungenmortalität)	$VG \cong \frac{1,934}{\ln K(t)}$	Je höher die Kaninchenstrecke, desto geringer die Anzahl verstorbener Iltisjungen während der Aufzucht
8. Näherungsgleichung für die Wachstumsrate $r_w$	$r_w \cong r_i = \underbrace{3,164 - 0,783 \cdot \ln I(t)}_{G+E} - \underbrace{0,45}_{AM} - \underbrace{\left( \frac{1,934}{\ln K(t)} \right)}_{VG} \cdot \underbrace{(3,164 - 0,783 \cdot \ln I(t))}_{G+E}$	mit AM: konstante Abnahme der Iltisstrecke $I(t)$
8.1 Lineare Regression $r$ vs. $r_w$	$r_w = -0,05 + 1,28 \cdot r$	PEARSON: $r=0,52$ ; $t=4,81$ ; $p<0,0001$ ; $N=63$
9. „Kapazitätsfaktor“ K	"K" $\cong 0,783 \cdot \ln I(t)$	Abnahme bzgl. der Geburtenrate von $I(t)$
9.1 Kapazität bzgl. der Verlustrate der Geburten VG	$(VG - 1) \cdot K$	
9.21 $(VG - 1) \cdot K$ vs. $\ln K(t)$	$\ln K(t) \approx 3,07 + 1,9 \cdot (VG - 1) \cdot K$	PEARSON: $r=0,75$ ; $t=8,94$ ; $p<0,0001$ ; $N=63$ ; $r^2=0,57$
9.22 $(VG - 1) \cdot K$ vs. VG	$\ln K(t) \approx 1,8 - 0,5 \cdot (VG - 1) \cdot K$	PEARSON: $r=-0,76$ ; $t=-9,1$ ; $p<0,0001$ ; $N=63$ ; $r^2=0,58$
9.23 $(VG - 1) \cdot K$ vs. $\ln I(t)$	$\ln K(t) \approx 0,74 + 1,41 \cdot (VG - 1) \cdot K$	PEARSON: $r=0,95$ ; $t=25$ ; $p<0,0001$ ; $N=63$ ; $r^2=0,91$

Berechnungsansatz / Statistik	Formel	Bemerkung / Prüfstatistik
10.1 Lineare Regression des Zuwachs $Z_N$ vs. den Werten für den Zuwachs nach der Multiplen Regression (3.)	$Z_N \equiv I(t) \cdot r$ $Zuwachs \cong -5,94 - 0,6 \cdot I(t) + 3,07 \cdot \ln K(t)$ $\approx -0,43 + 1,17 \cdot Z_N$	PEARSON: $r=0,956$ ; $t=25,6$ ; $p<0,0001$ ; $N=64$ ; $r^2=0,91$
10.2 Lineare Regression der Näherungswerte $Z_N$ vs. dem jährlichen Zuwachs berechnet aus den Originaldaten	$Zuwachs \equiv I(t+1) - I(t) \cong -0,53 + 1,2 \cdot Z_N$	PEARSON: $r=0,525$ ; $t=4,81$ ; $p<0,0001$ ; $N=63$ ; $r^2=0,28$
10.3 Korrektur des Zuwachses	$Z_{Korr.} \equiv -0,53 + 1,2 \cdot Z_N$	
10.4 Lineare Regression mit Strukturbruch für den Zuwachs berechnet aus den Originaldaten vs. $Z_{Korr.}$ und auf $Z_N$ (10.1) umgerechnet	$Zuwachs \equiv I(t+1) - I(t) = a \cdot Z_{Korr.} + b$ Strukturbruch bei Zuwachs=0,46	kleinste Quadratsummen: $R=0,8$ ; erklärte Varianz $R^2=64\%$ ; $N=63$
	Zuwachs $\leq 0$ : $Zuwachs \cong 0,75 \cdot r \cdot I(t) - 7,08$	
	Zuwachs $> 0$ : $Zuwachs \cong 6,84 + 0,3 \cdot r \cdot I(t)$	
10.5 Lineare Regression der Prognosewerte für den Zuwachs (10.4) vs. dem aus den Originaldaten berechnetem Zuwachs	$Zuwachs \equiv I(t+1) - I(t)$ $Zuwachs \text{ Prognose} \approx Zuwachs$	PEARSON: $r = 0,8$ ; $t=10,45$ ; $p<0,0001$ ; $N=63$ ; $r^2=0,64$
11.1 Lineare Regression der Prognosewerte für $I(t+1)$ berechnet aus 10.4 vs. den Originaldaten	$I(t+1) = Zuwachs \text{ Prognose} + I(t)$	PEARSON $r = 0,81$ ; $t=10,87$ ; $p<0,0001$ ; $N=63$ ; $r^2=0,66$
11.2 Prognosewerte für $I(t+1)$ mit Prüfstatistik der lineare Korrelation der Prognosewerte vs. den Originaldaten	Postulierte Abnahme $I(t) > I(t+1)$ : $I(t+1) \cong I(t) + 0,75 \cdot r \cdot I(t) - 7,08$	PEARSON: $r=0,73$ ; $t=5,49$ ; $p<0,0001$ ; $N=29$ ; $r^2=0,53$
	Postulierte Zunahme $I(t) \leq I(t+1)$ : $I(t+1) = 6,84 + 0,3 \cdot r \cdot I(t) + I(t)$	PEARSON: $r=0,83$ ; $t=8,25$ ; $p<0,0001$ ; $N=34$ ; $r^2=0,68$

## Lebenslauf

- 14.11.1967 geboren in Osnabrück  
Eltern: Ulz Bodenstein und Monika Bodenstein geb. Tietze
- 1974 – 1984 Schulausbildung
- 1984 – 1997 Besuch des Ursulinen- und Angelinen – Gymnasiums in Osnabrück – Haste; Abschluss mit Abitur im Sommer 1987
- 1988 – 1990 Diplomstudium Mathematik/Informatik an der Universität Osnabrück
- 1990 – 1996 Diplomstudium Biologie an der Universität Osnabrück; Abschlussarbeit in der Abteilung Ethologie: Analyse des artspezifischen und zwischenartlichen Verhaltens von Wald-iltis *Mustela putorius* Linné, 1758 und Amerikanischen Mink *Mustela vison* Schreber, 1777 in rein- und mischartlicher Gehegehaltung.
- seit 1998 Promotionsstudent an der Universität Osnabrück in der Abteilung Ethologie unter Leitung von Prof. Dr. R. Schröpfer

## Wissenschaftliche Tätigkeiten:

- WS 2000/2001 Lehrauftrag der Universität Osnabrück, Seminar „Etho-Statistik“,
- WS 2001/2002 Lehrauftrag Hochschule Vechta / INU „Umweltdatenbanken und Statistik“
- WS 2002/2003 Lehrauftrag Hochschule Vechta / INU „Umweltdatenbanken und Statistik“

## Sonstiges:

- Seit 1998 Gründungsmitglied und gewählte Schatzmeisterin vom „Verein zur Erhaltung des Europäischen Nerzes – EuroNerz e.V.“

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt sowie die benutzten Hilfsmittel vollständig angegeben habe.

Osnabrück, den 02.07.2003

Claudia Bodenstein