

Einfluss der Nestlingsnahrung auf Wachstum und Aufzuechterfolg der Dohle (*Corvus monedula*)



Diplomarbeit von Andreia Koller

Unter der Betreuung von Dr. Lukas Jenni und Dr. Niklaus Zbinden,
Schweizerische Vogelwarte Sempach und Professor Paul Ward,
Zoologisches Museum, Universität Zürich

2004





Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Einleitung	6
2.1	Biologie der Dohle	6
2.2	Verbreitung in der Schweiz	7
2.3	Bestandsrückgang	7
2.4	Fragestellung	8
3	Material und Methoden	10
3.1	Versuchskolonie	10
3.2	Nahrungserwerb	12
3.3	Versuchsanordnung	12
3.3.1	Zufütterung	13
3.3.2	Untersuchungen an toten Jungvögeln	14
3.3.3	Beurteilung des Grössenwachstums	14
3.3.4	Beurteilung des Brustmuskels	16
3.3.5	Bestimmung der Metaboliten im Plasma	17
3.3.6	Untersuchungen an Eiern	19
4	Resultate	20
4.1	Brutverhalten	20
4.1.1	Besetzung der Nistplätze	20
4.1.2	Nistmaterial	21
4.1.3	Legeverhalten	22
4.2	Bruterfolg	22
4.2.1	Gelegegrösse	22
4.2.2	Schlüpferfolg	23
4.2.3	Ausfliegeerfolg	23
4.2.4	Gesamtbruterfolg	24
4.2.5	Abhängigkeit von der Jahreszeit	24
4.2.6	Brutgrösse	25
4.2.7	Nachwuchsrate	26
4.3	Tote Jungvögel	27
4.3.1	Todesalter	27
4.3.2	Todesreihenfolge	29
4.3.3	Todesursache	30
4.4	Grössenwachstum	32
4.4.1	Gewicht	32
4.4.1.1	Schlüpfgewicht	32
4.4.1.2	Maximalgewicht und Ausfliegegewicht	32
4.4.1.3	Gewichtsentwicklung	33
4.4.2	Länge des Tarsometatarsus	43
4.4.3	Federlänge	51
4.5	Energiereserven	54
4.6	Metaboliten im Plasma	54
4.7	Untersuchungen an Eiern	60
5	Diskussion	62



5.1	Verhältnisse vor dem Experiment und Bruterfolg der Kontrollnester	62
5.1.1	Legeverhalten	62
5.1.2	Gelegegrösse.....	63
5.1.3	Schlüpferfolg	63
5.1.4	Brutbeginn und Brutdauer	64
5.1.5	Schlüpfgewicht	65
5.1.6	Nestlingszeit	65
5.1.7	Bruterfolg der Kontrollnester	65
5.2	Auswirkungen der experimentellen Zufütterung.....	66
5.2.1	Beeinflussung des Metabolismus durch die Zufütterung	66
5.2.2	Beeinflussung des Wachstums durch die Zufütterung	68
5.2.3	Bruterfolg	70
5.2.4	Todesreihenfolge, Todesursache und Todesalter	72
5.2.5	Schlussfolgerungen.....	73
6	Dank	76
7	Literatur	77



1 Zusammenfassung

Die Bestände mitteleuropäischer städtischer Dohlenkolonien sind seit mehreren Jahren rückläufig. Die Ursache dafür ist die tiefe Nachwuchsrate, welche hauptsächlich durch die hohe Nestlingssterblichkeit verursacht wird. Seit längerem wird vermutet, dass die hohe Nestlingssterblichkeit eine Folge der mangelhaften Ernährung der Nestlinge ist. Die Fragestellung der Diplomarbeit lautete aus diesem Grund: „Entwickeln sich Nestlinge mit künstlich zugeführter proteinreicher Nahrung besser als solche ohne Zufütterung?“ Als Untersuchungsstrategie wurde ein Experiment mit Zufütterung gewählt. Das Experiment wurde an der Dohlenkolonie in Murten, Kanton Freiburg, Schweiz, in der Brutsaison 2003 durchgeführt. Die Nestlinge wurden in drei Gruppen aufgeteilt: Nestlinge a wurden direkt zugefüttert, erhielten somit mehr und proteinreiche Nahrung. Nestlinge b waren die Geschwister der zugefütterten Nestlinge. Diese erhielten von ihren Eltern mehr Nahrung, da ihre Geschwister zugefüttert wurden. Nestlinge c waren die Nestlinge aus Kontrollnestern, die nicht zusätzlich gefüttert wurden. Die Nestlinge a wurden viermal täglich ab dem ersten Lebenstag zugefüttert. Als Futter wurde Katzenfutter mit Insektenschrot, Mehlwürmer und Grillen verwendet. Bei allen Nestlingen wurden verschiedene Messungen durchgeführt, um die Auswirkungen der Zufütterung zu beurteilen. Ab dem ersten Lebenstag wurden sie täglich gewogen. Ab dem dritten Lebenstag kam zusätzlich die Messung der Tarsuslänge hinzu, und etwa ab dem 10. Lebenstag wurde die Länge der drittäussersten Handschwinge bestimmt. Zusätzlich wurde allen Nestlingen am 10. und am 20. Lebenstag Blut genommen. In diesen Blutproben wurde die Konzentration verschiedener Metaboliten des Protein-, Fett- und Kohlenhydratmetabolismus untersucht.

Wie anhand der Blutmetaboliten ermittelt werden konnte, wiesen die zugefütterten Nestlinge den besseren momentanen Ernährungszustand auf als ihre Geschwister und die Nestlinge der Kontrollgruppen. Die Zufütterung wirkte sich zudem positiv auf das Grössen- (Tarsus) und das Federwachstum aus. Zugefütterte Nestlinge, sowie deren Geschwister, wiesen den grösseren Tarsus und die längeren Federn auf, als die Nestlinge der Kontrollgruppe. Unter der Annahme, dass die Geschwister der zugefütterten Nestlinge mehr Futter von ihren Eltern erhielten, als die Nestlinge der Kontrollgruppe, kann gesagt werden, dass die Futtermenge das Grössen- und das Federwachstum begünstigte. Auf das Gewicht der Nestlinge hatte die Zufütterung jedoch keine positiven Auswirkungen. Die zugefütterten Nestlinge lagen, im Gegensatz zu ihren Geschwistern, die durchschnittlich deutlich schwerer waren, im selben tiefen Gewichtsbereich wie die Nestlinge der Kontrollgruppe.

Die meisten Nestlinge sterben in den ersten Tagen. In den meisten Fällen sind die Eltern offenbar nur in der Lage genügend Futter für höchstens zwei Nestlinge zu beschaffen.

Das Zufütterungsexperiment selbst war aber nicht erfolgreich. Nur ein zugefütterter Nestling überlebte bis zum Ausfliegen. Die Ursache dafür ist in



der grossen Krankheitsanfälligkeit der Nestlinge zu suchen. Das Schlüpfgewicht aller Nestlinge war sehr tief, was bedeuten könnte, dass die Nestlinge bereits schwächlich schlüpften. Der Stress durch die experimentelle Manipulation belastete die Nestlinge möglicherweise zusätzlich. Fast alle untersuchten toten Nestlinge litten an einer Krankheit, typischerweise Lungenentzündung und/oder Nierengicht. Die zugefütterten Nestlinge litten signifikant häufiger an Nierengicht als die anderen Nestlinge. Proteinreiches Futter kann bei einer bereits geschwächten Niere zu deren Versagen führen.



2 Einleitung

2.1 Biologie der Dohle

Die Dohle ist ein Kolonienbrüter. In der Schweiz bestehen die grössten Populationen aus mehreren Dutzend Brutpaaren, anderswo in Europa sind aber Populationen von einigen hundert Paaren keine Seltenheit. In der Schweiz verteilten sich die 1989 erfassten 979 Brutpaare auf 203 Brutplätze. 53 Paare brüteten solitär, 926 in Kolonien von durchschnittlich 6,2 Brutpaaren. Die Brutorte der Dohlen können grob in zwei Kategorien eingeteilt werden: die Gebäude und die Baumhöhlen. Gebäudebrüter nisten in der Schweiz gewöhnlich in Burgen, Türmen, Kirchen, anderen das Häusermeer überragenden hohen Gebäuden, mittelalterlichen Stadtbefestigungen und Brücken. Baumbrüter nisten bevorzugt in Alleen und Parkanlagen mit altem Baumbestand, aber auch in Altholzbeständen von Feldgehölzen und Wäldern. Es werden keine bestimmten Baumarten bevorzugt, entscheidend ist ausschliesslich das Höhlenangebot, das in Linden, Platanen und Eichen besonders gross ist (Glutz von Blotzheim 1993).

Dohlen leben in monogamer Dauerehe. Unter Jungvögeln ist Partnerwechsel nicht ungewöhnlich, falls aber die Paarbindung sechs Monate überdauert hat, hält sie in der Regel bis zum Tode des einen Partners (Roell 1978 nach Glutz von Blotzheim 1993). Die Besetzung der Neststandorte innerhalb einer Kolonie kann sich von Ende Februar bis Mitte März, mit Nachzügeln bis Anfang Mai hinziehen. Meist sind die Dohlen ihrem Nistplatz treu, besonders die Frühbrüter. Bei Spätbrütern kommt es gelegentlich zu einem Nistplatzwechsel, dies vor allem dann, wenn im Vorjahr die Brut nicht erfolgreich gross gezogen werden konnte (Strebel 1991).

Es wird nur einmal pro Saison gebrütet. Ein Ersatzgelege ist wegen der frühzeitigen Gonadenrückbildung nur denkbar, wenn das erste Gelege noch während der Legephase oder kurz danach zerstört wird. Das Gelege enthält 2-7(8), meist 4-6 Eier, welche asynchron gelegt werden (Strebel 1991). Der Legeabstand beträgt meist etwa 24 Stunden, ausnahmsweise sind aber auch Legepausen von bis zu 3 Tagen möglich. Frühestens nach Ablage des zweiten Eies beginnt das Weibchen zu brüten (Glutz von Blotzheim 1993). Das Bebrüten der Eier beginnt ab Mitte-Ende April und dauert 17-18 Tage. Die anschliessende Nestlingszeit dauert 30-35 Tage (Strebel 1991). In der ersten Nestlingswoche ist das Weibchen, unabhängig von der Aussentemperatur, intensiv mit Hudern der Jungen beschäftigt. Während dieser Zeit ist das Männchen für die Nahrungsbeschaffung zuständig. Erst nach dem 7. bis 9. Lebenstag ist die Wärmeregulation der Nestlinge genügend ausgebildet, und die Homöothermie stellt sich ein (Schildmacher 1982, Bezzel & Prinzing 1990). Ist dieses Alter erreicht, lässt die Huderaktivität des Weibchens stark nach. Im Gegenzug steigt sein Anteil der Nahrungsbeschaffung an, übersteigt allerdings nicht die Grenze von 20-25 % (Strebel 1991).



Die durchschnittliche Fütterungsfrequenz der Dohleneltern beträgt etwa 23 Fütterungen pro Nestling und Tag (Kaminski 1986). Strebel (1991) erfasste bei kleinen Nestlingen 10 Fütterungen, bei 16 Tage alten Jungen 25 Fütterungen pro Nestling und Tag. Ähnliche Resultate erhielten auch Unger & Peter (2002) in ihren Untersuchungen an einer Kolonie in Sachsen-Anhalt. Zusätzlich stellten sie eine starke Schwankung der Fütterungsrate fest. Sie vermuten, dass dies mit der im Gebiet nur knapp vorhandenen geeigneten Nahrung zu tun hatte.

2.2 Verbreitung in der Schweiz

Die Dohle ist in der Schweiz im Mittelland und im östlichen Jura ein verbreiteter Brutvogel. In der Ajoie, der Region Basel, im Wallis und Tessin brütet sie nur lokal. Üblicherweise liegen ihre bevorzugten Niststandorte unterhalb 800 m.ü.M. Entlang klimatisch günstiger, warm-trockener Täler dringt sie aber bis weit in die Alpen vor. Die Burg bei Riom-Parsonz GR auf 1230 m beherbergt die höchstgelegene regelmässig besetzte Kolonie. Der Dohlenbestand der Schweiz zeigt seit längerem kontinuierliche Rückgangsercheinungen. Zwischen 1972-78 und 1993-96 hat sich die Verbreitung der Dohle ausgedünnt. Der Bestand ist zwischen 1972-78 und 1989 auf rund 1000 Brutpaare abgesunken. Der Fortpflanzungserfolg der Dohle im Mittelland ist extrem niedrig, weshalb nicht mit einer Erholung des Bestandes gerechnet werden kann. (Schmid et al. 1998).

In der roten Liste wird die Dohle als "verletzlich" eingestuft (Keller et al. 2001). Bei der Beurteilung der Verantwortung der Schweiz für Vogelarten, wird sie in die Kategorie "Gefährdete Arten mit im internationalen Vergleich kleinen Vorkommen" eingereiht. Als Handlungsbedarf werden "Erhalten und/oder fördern; spezielle Überwachung" gefordert (Keller & Bollmann 2001). Zudem wurde die Dohle in der Liste der prioritären Vogelarten für Artenschutzprogramme in der Schweiz aufgenommen (Bollmann et al. 2001).

Um ein effektives Artenförderungsprogramm in Angriff nehmen zu können, müssen die Faktoren bekannt sein, welche den abnehmenden Bruterfolg in der Schweiz verursachen.

2.3 Bestandsrückgang

Der Grund des starken Bestandsrückganges ist vor allem im sehr geringen Fortpflanzungserfolg, welcher durch die hohe Nestlingssterblichkeit verursacht wird, zu suchen. Verschiedene Autoren nennen als Hauptgrund der hohen Nestlingssterblichkeit den Mangel an geeigneter Nestlingsnahrung. Es wird vermutet, dass nicht die Quantität sondern die Qualität der Nestlingsnahrung ungenügend ist und zu einem reduzierten Ausflugerfolg führt. Gute Nahrungsgründe in der Nähe der Nistplätze sind von entscheidender Bedeutung. Die Veränderung der Landschaft und Intensivierung der Landwirtschaft machen es der Dohle zunehmend schwerer geeignetes tierisches Aufzuchtfutter für ihre Jungen zu beschaffen. Gemäss einer Untersuchung an einer Dohlenkolonie in Sachsen-Anhalt beträgt der optimale



Anteil Insekten an der Nestlingsnahrung 60-70 %. Dazu benötigen die adulten Dohlen einen Flächenanteil an extensiv genutzten Grünflächen von 30-40 % im näheren Umkreis (Unger & Peter 2002). In urbanen Kolonien, ist dieser Anteil aber meist wesentlich geringer, weshalb in solchen Gebieten vermehrt Speisereste an die Nestlinge verfüttert werden. Die meisten Speisereste (Brot, Teigwaren, Pommes frites) sind reich an Kohlenhydraten oder Fett, aber arm an Proteinen. Für das Wachstum und die Entwicklung der Jungvögel ist jedoch proteinreiches Futter nötig.

Wie mit Halsringproben ermittelt wurde, bestand 34 % der in Murten verfütterten Nahrung in den Jahren 1989 und 1990 aus Speiseresten, wobei ihr Anteil über die Brutzeit stark zunahm (Strebel 1991).

Ein ähnliches Ergebnis resultierte aus einer nahrungsökologischen Untersuchung an einer Kolonie in Jena Göschwitz. Der überwiegende Anteil der durch Halsringproben ermittelten Nestlingsnahrung bestanden aus Wirbellosen, insbesondere Arthropoden (53 bis 60 %) und menschlichen Nahrungsabfällen (35 bis 42 %). Anorganisches Material und pflanzliche Nahrung fehlten nahezu (Steidel et al. 1994).

Bei vielen bisherigen Untersuchungen, die darauf abzielten, die Art zu fördern, wurde vor allem darauf geachtet, vorhandene Nistplätze zu erhalten und das Angebot geeigneter Brutstandorte zu verbessern. Auf diese Weise wurden auch bereits erste Erfolge erzielt.

Bei einigen Experimenten wurde schon mit Zusatzfütterung gearbeitet und so versucht einen grösseren Ausflugerfolg zu erreichen. Bei einem Versuch in Spanien wurde Zusatznahrung für die Dohleneltern ausgelegt. Die Zusatznahrung bestand vor allem aus Brot, daneben wurden auch Hühnereier angeboten. Die Zusatzfütterung führte zu früherem Legebeginn, grösserer Gelegegrösse und höherem Ausflugerfolg (Soler & Soler 1996).

Eine noch laufende Studie mit Zusatzfütterung an der Dohlenkolonie in Zürich durch Iris Scholl, zeigt bisher nur einen minimal grösseren Ausflugerfolg. Bei dieser Untersuchung werden für die Dohleneltern Futterstellen in der Nähe der Neststandorte errichtet. Als Futter werden Maikäfer, Grillen, Mehlwürmer und eine spezielle, proteinreiche Futtermischung verwendet. Das Futter wurde seit 1991 für die Dohlen ausgelegt. Bis ins Jahr 1998 zeigten die Bemühungen keine Wirkung. Nur in den Jahren 1993 und 1997 gab es je ein erfolgreiches Dohlenpaar mit einem bzw. vier Jungvögeln, die ausflogen. Der durchschnittliche Nachwuchsrate in den darauf folgenden Jahren 1998-2001 schwankte zwischen 0,3 und 0,75 Jungdohlen pro Paar. Im Jahre 2002 betrug der Bruterfolg immerhin 1.2 Jungvogel pro Paar (Scholl 2003).

2.4 Fragestellung

Bisher konnte noch nicht nachgewiesen werden, ob die Nahrungsqualität einen Einfluss auf die Nestlingsentwicklung hat. In dieser Diplomarbeit soll deshalb der Einfluss der Nestlingsnahrung auf das Wachstum und den Aufzuchterfolg der Dohlen genauer untersucht werden. Durch das direkte Zufüttern eines Teiles der Nestlinge versuchen wir nachzuweisen, dass mit qualitativ hochwertiger Nahrung tatsächlich ein grösserer Ausflugerfolg erreicht werden



kann. Um sicher zu stellen, dass die Nestlinge das Futter tatsächlich erhalten, und um kontrollieren zu können, welche Nestlinge die Zusatznahrung aufnehmen, wird das proteinreiche Futter nicht wie bei einigen bisherigen Versuchen für die Dohleneltern ausgelegt, sondern den ausgewählten Nestlingen von Hand direkt verfüttert.



3 Material und Methoden

3.1 Versuchskolonie

Diese Arbeit wurde an der Dohlenkolonie in Murten durchgeführt, welche seit längerem einen schlechten Bruterfolg aufweist und sich in urbanem Gebiet befindet. Die Dohlen nisten in einem Schloss, das in der NW-Ecke des mittelalterlichen Stadtkerns von Murten liegt. Im Verlaufe der Geschichte erfuhr es mehrere bauliche Veränderungen, so zum Beispiel auch die Erhöhung des grossen Turmes (Bergfried, Abbildung 3-1). Sein Dachstock war bis zur Sanierung im Jahre 1985 für die Dohlen frei zugänglich. Die Dohlen suchten sich selbst geeignete Standorte für ihre Nester in Mauernischen oder auf dem Gebälk. Nach dem Umbau wurden für die Dohlen 20 Nistkästen eingerichtet. 18 Nistkästen liegen beidseits der Schiesscharten auf der Mauerkrone zwischen zwei Tragbalken und sind von innen durch einen Deckel einsehbar. Zwei weitere Nistkästen wurden auf je einer Fensterbank im Aufgang des Turmes installiert (Strebel 1991). Zusätzlich wurden von den Dohlen vier weitere Niststandorte im Turm ausgewählt, an denen keine Nistkästen aufgestellt waren. Im kleineren Turm an der SW-Ecke des Schlosses befinden sich sieben weitere Niststandorte in Schiesscharten, welche für diese Untersuchung aus zeitlichen Gründen leider nicht berücksichtigt werden konnten. Im Park vor dem Schloss waren an Linden ebenfalls Nistkästen befestigt, die aber für diese Untersuchungen ebenfalls nicht berücksichtigt werden konnten.



Abbildung 3-1; Grosser Turm des Schloss Murten. Unter dem Dach befinden sich die Nistkästen für die Dohlen.

Alle Nistkästen sind gleich gebaut: 35 cm lang und 35 cm breit (Abbildung 3-2). Die Höhe des freien Raumes beträgt etwa 30 cm, wird aber von den Dohlen durch die Menge des eingetragenen Nistmaterials selbst bestimmt. Die Länge des Nesteinganges ist sehr unterschiedlich und reicht von einigen cm bis ca. 1 m. Die vier Niststandorte, die sich nicht in einem Nistkasten befinden, sind kleiner. Sie sind jeweils nur etwa 20 cm lang, 35 cm breit, 20 cm hoch und



haben zusätzlich nur einen sehr kurzen Nesteingang. Diese dürften für die Dohlen weniger geeignet sein, da diese Brutpaare vermehrt in intraspezifische Kämpfe verwickelt sind und so erhöhtem Stress ausgeliefert sind.

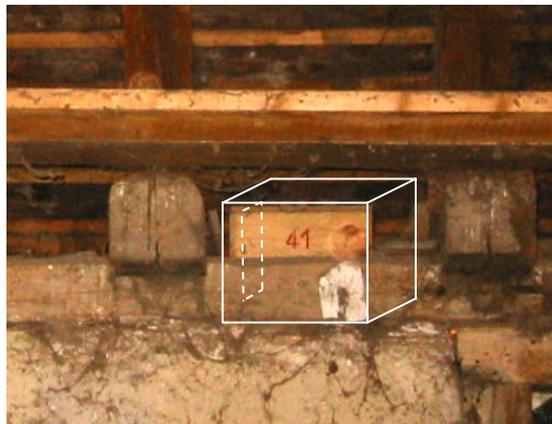
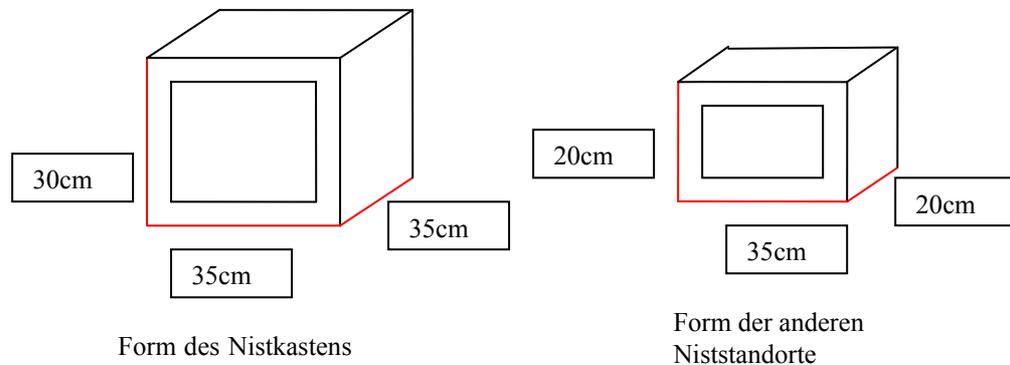


Abbildung 3-2; Form der Nistkästen, Ansicht im Innern des Turmes von der Seite.

Frühe Hinweise auf das Vorkommen von Dohlen in Murten stammten aus dem 19. Jahrhundert (Studer & Fatio 1889). Die Schliessung der Brutnischen konnte 1985 verhindert, und die Brutplätze so erhalten werden. Weitere Brutstellen in Murten z.B. in der Ringmauer, im Berntor und in der Deutschen Kirche sind inzwischen infolge Vergitterung verloren gegangen (A. Rappo mündl. nach Strebel 1991).

1989 umfasste die Kolonie 25, 1990 31 Brutpaare, davon nisteten sechs bzw. sieben im kleineren der beiden Türme. Dazu gesellten sich 15-25 Nichtbrüter (Strebel 1991).

Im Untersuchungsjahr 2003 wurden nur die Anzahl brütender Paare im grossen Turm erfasst. Von den 24 Nistplätzen waren 22 besetzt.



3.2 Nahrungserwerb

Nach Strebel (1991) erfolgt der Nahrungserwerb in erster Linie auf Brachen und auf frisch gepflügten oder frisch bestellten Äckern. Grünflächen im Landwirtschaftsbereich werden nur zu Beginn der Vegetationsperiode, nach der Mahd oder während der Beweidung genutzt. Sobald Gräser und Kräuter eine Höhe von 15-20 cm überschreiten, werden diese Flächen gemieden. Eine Ausnahme bilden die Maiskulturen. Durch die relativ weit auseinander liegenden Saatrillen werden sie noch aufgesucht wenn die Schösslinge bereits 30-50 cm hoch sind (Strebel 1991, Kneubühl 1986). Von Ende Februar bis Anfang März suchen die Dohlen nachmittags hauptsächlich im Schwarm auf Mais-Winterbrachen nach Nahrung. Das Interesse richtet sich bei der Nahrungssuche auf Maiskolbenreste sowie Arthropoden und Regenwürmer im Pflanzenmoer. Dohlen wenden dabei vornehmlich mit dem Schnabel Pflanzenstengel, Mist und Erdschollen, während die ebenfalls im Schwarm anzutreffenden Saatkrähen meist in der oberen Erdschicht graben. Sobald ab Mitte Mai bei günstigen Witterungsverhältnissen die Sommergetreidesaat erfolgt, wechseln die Corviden auf die frisch gepflügten Äcker. Die Saatkrähen graben in den Saatrillen nach Getreidekörnern, während die Dohlen in einem gewissen Abstand nach unentdeckt gebliebenem Getreide und Erdschollen wendend nach Wirbellosen suchen. Die Dohlen sind bis Mitte April auf den Sommergetreidefeldern anzutreffen. Mit der ab Mitte April beginnenden Mahd von Fettwiesen eröffnen sich den Corviden weitere wichtige Nahrungsressourcen (Strebel 1991). Die Rasenflächen in Parks werden im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Grünflächen das ganze Jahr über genutzt. Im Siedlungsraum, wo es an optimalen Nahrungsstandorten mangelt, werden oft Speisereste aufgenommen, die wahrscheinlich minderwertige Qualität aufweisen. Während der ganzen Brutsaison suchen Dohlen im Siedlungsgebiet hauptsächlich Komposthaufen in Privatgärten mit regelmässig anfallenden Küchenabfällen auf (Strebel 1991, Kneubühl 1998). Im März und April liegen die aufgesuchten Ressourcen durchschnittlich 1850 (500-3100) m vom Brutplatz entfernt. Während der Brut- und der Nestlingsphase Mai-Juni bevorzugen die Dohle deutlich näher liegende Kulturen 910 (400-2600) m (Strebel 1991).

3.3 Versuchsanordnung

Ab Ende März überprüfte ich die Nistkästen alle 2-3 Tage und kontrollierte die Anzahl gelegter Eier. Nach dem Schlüpfen der ersten Nestlinge, war ich zusammen mit Bettina Iseli, die mir bei den praktischen Arbeiten geholfen hat, ausser Sonntags täglich im Turm. Da das Betreten des Turmes für uns nur über den Polizeiposten der Kantonspolizei Fribourg möglich war, mussten wir uns an die Öffnungszeiten des Polizeipostens halten. Ab Samstagmittag bis am Montagmorgen war es uns nicht gestattet nach den Dohlen zu sehen. Unter der Woche waren die Öffnungszeiten des Polizeipostens jeweils von 7:30 bis 12:00 Uhr und von 13:30-18:00/19:00 Uhr.



3.3.1 Zufütterung

Für den eigentlichen Versuch wurden die Nestlinge in drei Gruppen eingeteilt:

- a) Quantitativ und qualitativ verbesserte Nahrungsversorgung: Mit qualitativ hochstehender Nahrung zugefütterte Junge.
- b) Quantitativ verbesserte Nahrungsversorgung durch die Eltern: Nicht zugefütterte Nestlinge einer Brut, deren Geschwister zugefüttert werden. Durch die Zufütterung der Geschwister ist zu erwarten, dass diese Nestlinge von den Eltern besser versorgt werden (Geschwister von a).
- c) Normale Nahrungsversorgung durch Eltern: Alle Nestlinge einer Brut werden nicht zugefüttert (Kontrollgruppe).

Ein Drittel der 24 Nester wurde der Kontrollgruppe zugeordnet. Die restlichen Nester wurden der Versuchsgruppe zugeteilt. Bei den Versuchsnestern wurden jeweils die Hälfte der Nestlinge mit hochwertiger Nahrung zugefüttert. Die Auswahl und Einteilung der Nester in „Versuchsnest“ oder „Kontrollnest“ geschah zufällig. Bei der Auswahl der Jungvögel wurde abwechslungsweise pro Nest jeweils das zweitälteste, viertälteste oder das älteste, drittälteste, fünftälteste usw. für die Zufütterung ausgewählt. Damit wir die ausgewählten Jungvögel erkennen konnten, haben wir sie gemäss ihrem Schlupfzeitpunkt an einer Kralle markiert. Das älteste Junge wurde an der ersten Kralle des linken Fusses gekennzeichnet. Das zweitälteste an der zweiten Kralle usw. Solange die Krallen eine helle Farbe besaßen, verwendeten wir Nagellack. Sobald die Krallen aber langsam dunkler wurden, nahmen wir Tixex damit die Farbe besser sichtbar war.

Die Jungen wurden viermal täglich zugefüttert (Abbildung 3-3), möglichst ab dem 1. Lebenstag. Jeweils zweimal am Morgen zwischen 9:00 und 12:00 Uhr und zweimal am Nachmittag zwischen 14:00 und 17:00 wurde den Nestlingen Futter verabreicht. Wir versuchten stets einen günstigen Zeitpunkt zu erwischen, möglichst wenn beide Eltern abwesend waren. Dazu installierten wir bei vier Nestern eine Kamera. Dafür wurden für die Nistkästen spezielle Deckel angefertigt, bei denen in der Mitte ein rechteckiges Loch hinein geschnitten wurde. Dieses Loch wurde mit einer Glasscheibe versehen und war gerade gross genug, dass die Kamera hineingelegt werden konnte. Auf dem an der Kamera angeschlossenen Computer konnten wir dann die Brutpaare beobachten. So war es einfacher für uns einen geeigneten Fütterungszeitpunkt zu finden. Die Kameras erleichterten uns auch das Ausmass unserer Störung bei einer Fütterung oder beim Messen der Jungen zu beurteilen. Dank der Kamera konnten wir nach dem Eingriff jeweils beobachten, wie lange beide Eltern ihrem Nest fern blieben. Die Abwesenheit beider Elternteile vom Nest betrug 10-15 Minuten solange die Nestlinge ihre Körpertemperatur noch nicht alleine aufrecht halten konnten.

Während der ersten Fütterung am Nachmittag wurden zusätzlich von allen Jungen einige Daten erhoben. Diese Daten, welche das Grössenwachstum, die



Energiereserven und die Blutwerte widerspiegeln, sollten die Auswirkungen der Zusatzfütterung aufzeigen.



Abbildung 3-3; Fütterung eines Nestlings

Als Futter verwendeten wir hauptsächlich Katzenfutter und Insektenschrot. Das Katzenfutter wurde in kleine Portionen geteilt. Diese Portionen wurden im Insektenschrot "paniert". Zusätzlich verfütterten wir Mehlwürmer und Grillen. Zur Fütterung selbst nahmen wir die Nestlinge aus dem Nest. Bei kalter Witterung wurden sie auf einer Wärmeflasche gewärmt. Die Jungen wurden so lange gefüttert, bis sie das Futter nicht mehr schlucken wollten. Allerdings mussten wir sehr bald feststellen, dass das Füttern nicht immer ganz einfach war. Nur wenige der Nestlinge sperrten wenn wir sie aus dem Nest nahmen. Mit Situationen, wie das oben gezeigte Foto darstellt (Abb. 3-3), waren wir nur selten konfrontiert.

3.3.2 Untersuchungen an toten Jungvögeln

Um die Todesursachen der Nestlinge zu ermitteln, wurden einige der toten Jungvögel unmittelbar nach ihrem Tod per Express ans pathologische Institut der Universität Zürich geschickt. Dort wurden sie von Herrn Dr. Hoop und seinen Mitarbeitern auf Krankheiten untersucht. Die restlichen toten Nestlinge, welche wir aus dem Nest holen konnten, wurden tiefgekühlt und später ebenfalls für pathologische Untersuchungen an die Universität Zürich gebracht.

3.3.3 Beurteilung des Grössenwachstums

Um das Grössenwachstum der jungen Dohlen zu bestimmen, wurden täglich zwischen 14:00 und 16:00 Uhr verschiedene Messungen durchgeführt. Möglichst vom Zeitpunkt des Schlüpfens an wurden die Nestlinge gewogen. Ab dem 3. Lebenstag kam die Bestimmung der Tarsuslänge hinzu. Etwa ab dem 10. Lebenstag, wenn die Handschwinge sichtbar wurden, bestimmten wir zusätzlich die Länge der 8. Handschwinge.

Für die Messungen wurden die Jungen einzeln aus dem Nest genommen. Dabei achteten wir ebenfalls wieder darauf, einen geeigneten Zeitpunkt zu erwischen, um die Störung gering zu halten. Bei kühler Witterung wurden die Nestlinge ausserhalb des Nestes mit einer Wärmeflasche gewärmt.



Das Gewicht wurde mit einer Federwaage PESOLA gewogen (Abbildung 3-4). In den ersten Lebenstagen wurden die Jungen in einem speziell zugeschnittenen Plastiksäckchen gewogen. Sobald sie etwas grösser wurden, legten wir sie in einen Leinensack und hängten diesen an die Waage. Vor jeder Messung erfolgte eine Tarierung des Sackes, welche zwischen den einzelnen Messungen immer wieder überprüft wurde.



Abbildung 3-4; Messung des Gewichtes

Die Tarsuslänge wurde mit einer Schublehre gemessen (Abbildung 3-5). Wir messen die Länge von oberhalb des Intertarsalgelenkes bis zum letzten kompletten Fusschild, bevor sich diese als Zehenbeschilderung teilen. Wir weichen damit etwas von der Standardmethode ab. Bei dieser wird zwischen dem Intertarsalgelenk angesetzt. Da wir das ganze Gelenk in unsere Messungen einbezogen haben, messen wir jeweils einen Teil des Tibiotarsus mit.



Abbildung 3-5; Messung der Tarsuslänge



Die Länge der 8. Handschwinge wurde mittels eines speziellen Federlängen-Massstabes gemessen (Abbildung 3-6). Wir massen jeweils am rechten Flügel. Diese Messung umfasste zu Beginn des Wachstums nur die Hornscheide, später Hornscheide und Fahne.



Abbildung 3-6; Messung der Federlänge anhand der 8. Handschwinge

3.3.4 Beurteilung des Brustmuskels

Bei den Nestlingen wurde versucht, die vorhandenen Fettreserven zu beurteilen. Depot-Fett wird hauptsächlich direkt unter der Haut, in der Vertiefung des Gabelbeins, über dem Bauch und bei grossen Fettmengen auf dem Rücken abgelagert. Zur groben Bestimmung der Fettreserven wurde bei den Dohlen versucht, die Fettmenge in der Vertiefung des Gabelbeins zu bestimmen. Bei sämtlichen Nestlingen war jedoch kaum subkutanes Fett sichtbar. Deshalb versuchten wir ihren Ernährungszustand anhand ihrer Körperkonditionen zu erfassen. Dazu teilten wir den Zustand des Brustmuskels grob in drei verschiedene Kategorien ein:

1. Brustbeinkamm steht hervor, Brustmuskel steht konvex nach innen (Abbildung 3-7)
2. Brustbeinkamm und Brustmuskel sind gerade, keines der beiden steht vor
3. Brustmuskel ist gewölbt und steht weiter vor als der Brustbeinkamm



Abbildung 3-7; Beispiel eines hervorstehenden Brustbeinkamms



3.3.5 Bestimmung der Metaboliten im Plasma

Jedem Jungvogel wurde zweimal Blut entnommen. Das erste Mal ungefähr am 10., das zweite Mal ca. am 20. Entwicklungstag. Für die Blutentnahme wurden die Nestlinge aus dem Nest geholt und rücklings auf eine Wärmeflasche gelegt. Mit einer feinen Nadel wurde in die Flügelvene gestochen. Das nach dem Stich herausfließende Blut wurde mit Kapillaren aufgesogen (Abbildung 3-8) und in ein Eppendorf-Gefäß hinein ausgeblasen. Das gesammelte Blut wurde anschliessend 5 Minuten zentrifugiert. Nun war das Plasma von den Erythrocyten getrennt und konnte abpipettiert werden. Das Plasma wurde dann im Tiefkühlschrank aufbewahrt und später im Labor auf den Gehalt von verschiedenen Substanzen untersucht, welche Angaben über den Kohlenhydrat-, Protein- und Fettmetabolismus erlauben.

- a) **Fettmetabolismus**: Während der Nahrungsaufnahme werden Fettsäuren entweder direkt aufgenommen oder in der Leber synthetisiert. Im Blut werden diese Fettsäuren als Triglyzeride in so genannte very low density lipoproteins (VLDL) verpackt und transportiert. Ein hoher Gehalt an Triglyzeriden und VLDL im Blut deuten also auf einen guten momentanen Ernährungszustand hin. Im Labor bestimmte ich den Gehalt an Triglyzeriden im Serum mit einem enzymatischen Farbttest. Serum-triglyzeride werden in einer durch Lipoproteinlipase katalysierten Reaktion zu Glycerin und freien Fettsäuren hydrolysiert. Glycerin wird in Anwesenheit von ATP durch Glycerinkinase in Glycerin-3-Phosphat umgewandelt und durch Glycerin-3-Phosphatoxidase unter Bildung von Wasserstoffperoxiden oxidiert. Das gebildete Wasserstoffperoxid bildet zusammen mit dem zugegebenen Reagenz einen blaugefärbten Komplex. Der Triglyzeridgehalt wird kolorimetrisch durch Messung der Absorption bestimmt. Bei dem verwendeten Test wird allerdings die Menge an freiem Glycerol mitgemessen. Da Glycerol ein Indikator des Fettkatabolismus ist, bedeutet ein hoher Testwert nicht in allen Fällen einen guten Ernährungszustand des Nestlings. Während Fasten- oder Hungerphasen, werden die Triglyzeride aus den Speicherorganen zu Glycerol und freien Fettsäuren hydrolysiert. Hohe Konzentrationen an freien Fettsäuren und Glycerol im Serum charakterisieren deshalb einen schlechten Ernährungszustand. Im Serum der Dohlen wurde auch der Gehalt an freier Fettsäure bestimmt. Die Konzentration an freier Fettsäure im Serum wurde ebenfalls mit einem enzymatischen Farbttest ermittelt. Die nicht-veresterten Fettsäuren werden durch Acyl-CoA-Synthetase in Acyl-CoA umgewandelt. Bei einer zweiten Reaktion wird das Acyl-CoA durch das Enzym Acyl-CoA-Oxidase oxidiert. Als Produkt dieser Reaktion resultiert Wasserstoffperoxid. Das Wasserstoffperoxid reagiert in Anwesenheit von Peroxidase mit dem zugegebenen Reagenz und bildet einen roten Farbstoff. Die Menge an unveresteter Fettsäure im Plasma kann anhand der optischen Dichte dieses roten Farbstoffes bestimmt werden.
- b) **Kohlenhydratmetabolismus**: Der Hauptmetabolit des Kohlenhydratmetabolismus, die Glucose stammt direkt aus der Nahrung oder während einer Fastenzeit von Glykogenspeichern oder der Gluconeogenese. Obwohl die



Glucose-Erneuerung während einer Fasten- oder Hungerphase reduziert ist, bleibt die Plasmakonzentration meist stabil und weicht nur wenig von einem bestimmten Normwert ab. Sinkt der Glucose-Gehalt im Blut während einer Hungerphase, wird es teilweise durch β -Hydroxybutyrat ersetzt. β -Hydroxybutyrat ist ein Ketonkörper, er wird in Fastenzeiten aus freien Fettsäuren in der Leber hergestellt, wenn das Glykogen aufgebraucht ist. Im Labor bestimmte ich die Menge β -Hydroxybutyrat im Serum anhand der "Autokit-3HB zyklisch-enzymatischen Methode". Ketonkörper sind zusammengesetzt aus Aceton und 3-Hydroxybutyrat. 3-Hydroxybutyrat reagiert mit hoher Empfindlichkeit mit dem Reagenz Autokit-3-HB in einer zyklisch-enzymatischen Reaktion. Bei dieser Reaktion entsteht zusätzlich reduziertes Thio-NADH, welches spektrophotometrisch gemessen werden kann. Der Gehalt an Hydroxybutyrat ist proportional zur gemessenen Absorption an Thio-NADH. Der Glucosespiegel selbst wurde im Blut ebenfalls ermittelt. Bei dieser enzymatischen Reaktion wird als erstes α -D-Glucose mittels des Enzymes Mutarotase in β -D-Glucose umgewandelt. Diese Glucose wird zusammen mit Sauerstoff durch Glucose-Oxidase in ein Produkt überführt, welches Wasserstoffperoxid enthält. Das Wasserstoffperoxid reagiert mit dem zugegebenen Reagenz zu einem roten Chinonimin-Farbstoff. Diese Reaktion wird katalysiert durch Peroxidase. Durch Messung der Absorption des roten Farbstoffes, kann die Menge der vorhandenen Glucose bestimmt werden.

- c) **Proteinmetabolismus:** Anhand der Blutproben werden der Harnsäuregehalt und der Gesamtproteingehalt im Blut des betreffenden Vogels bestimmt. Durch diese Werte lassen sich Rückschlüsse auf den Proteinmetabolismus des Vogels ziehen. Die Harnsäure ist das Endprodukt des Stickstoffmetabolismus und stellt einen Indikator des Proteinkatabolismus dar. Proteine werden beim Fasten abgebaut, aber auch, wenn sie durch die Nahrungsaufnahme in den Körper gelangen. Hohe Plasma-Harnsäurekonzentration symbolisiert also die Nutzung von Nahrungsproteinen für energetische Zwecke oder die Umwandlung in andere Stoffe (z.B. Fett), aber auch die Nutzung von Körperproteinen während Hungerzeiten. Während Fastenzeiten ist die Harnsäurekonzentration im Blut tief, also Folge eines reduzierten Proteinabbaus. Der Anteil an Harnsäure im Serum wird durch eine enzymatische Farbmethode bestimmt. Die in der Probe enthaltene Harnsäure reagiert in einer durch Uricase katalysierten Reaktion unter Bildung von Wasserstoffperoxid. In Anwesenheit von Peroxidase wird in einer Oxidations-Reaktion ein blauer Farbstoff gebildet. Der Gehalt an Harnsäure in der Probe wird durch Messung der Absorption der blauen Farbe bestimmt. Der Gesamtprotein-Anteil wird mit der Biuret-Methode gemessen, auch bei diesem Test handelt es sich um einen enzymatischen Farbttest. Beim Hinzugeben von Natronlauge reagieren die Hydroxy-Ionen mit dem Polypeptid, dabei wird dem Stickstoffatom des Proteins ein Wasserstoffatom entzogen, wodurch das Peptid eine negative Ladung erhält. Das Reagenz, welches zugegeben wird, enthält Kupfersulfat. Die Kupferionen reagieren mit dem negativ geladenen Peptid und bilden einen blaue-violetten Farbkomplex. Misst man die Absorption dieser blauen



Farbe, bestimmt man gleichzeitig die Menge an Proteinen im Blut. (Jenni-Eiermann & Jenni 1998).



Abbildung 3-8; Blutentnahme; Aufsaugen des austretenden Blutes mit einer Kapillare

3.3.6 Untersuchungen an Eiern

Dohleneier, aus welchen keine Jungen geschlüpft sind, wurden eingesammelt. Sieben Tage über den Schlupftermin hinaus oder meist noch etwas länger, liessen wir sie im Nest liegen. Dann nahmen wir die Eier aus dem Nest, wogen sie und legten sie für spätere Untersuchungen in den Tiefkühlschrank.

Im Labor der Vogelwarte Sempach fanden dann die weiteren Untersuchungen mit der Hilfe von Dr. Michael Schaub statt. Als erstes wurden die Länge und Breite der Eier gemessen und die Eischale genau begutachtet. Dann wurden die Eier mit zwei Pinzetten aufgetrennt und deren Inhalt anhand einer vorgegebenen Checkliste beurteilt.

Besteht der Inhalt der Eier aus einer dickflüssigen gelblichen Masse mit starker Geruchsemission, kann man annehmen, dass es sich um ein Ei mit einer mikrobiellen Infektion handelt. Mit grosser Wahrscheinlichkeit waren diese Eier befruchtet, wurden aber von Bakterien befallen, so dass sich der Embryo nicht entwickeln konnte.

Besteht der Inhalt ganz normal aus Dotter und Eiweiss, die noch frisch wirken, kann man annehmen, dass das Ei nicht befruchtet gewesen war.

Ist im Ei bereits ein Embryo erkennbar, ist noch zu unterscheiden, ob es sich um einen frühen oder späten Embryo handelt. Im Falle eines späten Embryos, wird unter dem Binokular untersucht, ob Missbildungen erkennbar sind.

Zuletzt wurde noch die Schalendicke der Eier gemessen. Die Schalendicke wurde zusätzlich bei einigen Eiern ermittelt, aus denen Junge geschlüpft sind, von welchen wir aber zumindest einen Teil der Eischalen aus dem Nest entfernt und aufbewahrt haben.



4 Resultate

4.1 Brutverhalten

4.1.1 Besetzung der Nistplätze

Von den 25 möglichen Nistplätzen im grossen Turm waren 22 von Dohlen besetzt, darunter 19 von 20 Nistkästen, sowie drei der 4 kleineren Niststandorte. Der einzige Nistkasten der nicht von Dohlen besetzt war, wurde von einer Stockente als Nistplatz ausgewählt.

Von den 22 Dohlnestern wurde eines, in welches 4 Eier gelegt wurden, vorzeitig verlassen. Das Nest (Nestnr. 40) befand sich nicht in einem Nistkasten.

In einem anderen Nest, Nestnr.32 (Abbildung 4-1) waren fünf Eier gelegt worden. Die Eier wurden beim Bebrüten zerdrückt, da sich am Boden des Nistkastens ein eingemauerter Stein befand, und die Nestmulde nur ungenügend gepolstert war.



Abbildung 4-1; Nest Nr.32

Bei einem weiteren Nest (Abbildung 4-2, Nestnr.22) bebrütete das Weibchen seine Eier noch einen Monat nach dem eigentlichen Schlüpftermin. Die Eier waren bei unseren Kontrollrundgängen immer warm und mehrere Male konnten wir feststellen, dass neues Nistmaterial eingetragen wurde. Geschlüpft ist aber erwartungsgemäss kein Junges.

Von den total 25 Neststandorten waren somit 22 mit Dohlen besetzt, davon schlüpfte bei 19 Nestern mindestens ein Junges aus.



Abbildung 4-2; Eier im Nest Nr.22, bebrütet aber taub



4.1.2 Nistmaterial

Von Beginn der Nistplatzbesiedlung an machte ich mir Notizen über das eingetragene Nistmaterial. Für den groben Unterbau, wurden hauptsächlich Äste verwendet, diese aber in sehr unterschiedlicher Menge. Verallgemeinert kann man sagen, dass Dohlen, die einen Nistplatz mit kurzem Nesthöhleneingang bewohnten, mehr Äste für den Unterbau eintrugen, als die Dohlen, die einen Nistplatz mit langem Eingang bewohnten.

Für die Polsterung wurden Moos, Haare, Federn, Papiertaschentücher, Holzfasern, Rindenstücke und bei den meisten Nestern auch Isoliermaterial wie Glaswolle verwendet. Die Menge der einzelnen Bestandteile variierte von Brutpaar zu Brutpaar. Oft wurde auf die Äste viel Moos und Holzfasern gelegt und danach die Nestmulde noch speziell mit Federn, Haaren, Glaswolle und Papiertaschentüchern ausgepolstert. Bei einigen Nestern wurde der zweite Unterbau aus Moos und Holzfasern weggelassen oder er war nur sehr gering ausgebildet.

Sehr oft wurden zusätzlich noch verschiedenste Siedlungsabfälle, wie Zigarettenstummel, Plastikstücke und in einem Fall sogar Konfetti (Abbildung 4-3, Nestnr.23) für den Feinbau verwendet.



Abbildung 4-3; Nistmaterial im Nest Nr.23. Der zweite Unterbau aus Moos und Holzfasern wurde bei diesem Nest praktisch weggelassen.

Sobald die Jungen geschlüpft waren, begannen die Eltern kleine Steinchen, Lehm- und Erdklumpen einzutragen. Wie Strebel (1991) stellten wir fest, dass die Eltern häufig Feinerde über die Nestlinge zerstäubten. Dies vermutlich im Zusammenhang mit der Bekämpfung von Ektoparasiten. Wurde für den Feinbau des Nestes vermehrt Glaswolle verwendet, konnten wir einen deutlich geringeren Anteil an Feinerde feststellen. Wahrscheinlich ersetzte die Glaswolle deren Funktion. Einige Male stellten wir fest, dass den Nestlingen Glaswolle auf den Augenlidern klebte. Dies schien sie aber nicht wesentlich zu beeinträchtigen (Abbildung 4-4).



Abbildung 4-4; Nestling mit Glaswolle auf dem Augenlid

4.1.3 Legeverhalten

Zwei Brutpaare begannen bereits am 7.4. Eier zu legen, dies war der früheste Legebeginn im Untersuchungsjahr. Der Median des Legebeginns war am 20.4. und ist fast eine Woche früher als dies Strebel (1991) ermittelt hatte (dort war der Median der 26.4.). Die Legeperiode, der Zeitraum zwischen Ablage des ersten und des letzten Eies der gesamten Kolonie, erstreckte sich vom 7.4. bis 7.5. Das letzte Gelege wurde am 3.5. begonnen. Die Hauptlegezeit fiel in den Zeitraum vom 12.4.-26.4. Lediglich 4 Brutpaare begannen erst im Mai zu brüten, eines davon war das Brutpaar im Nest Nr.32, welches beim Brüten ihre Eier zerdrückte. Dies deutet darauf hin, dass (wie auch schon Strebel vermutete) die unerfahrenen Dohlenpaare eher später mit dem Brutgeschäft beginnen als die erfahrenen.

4.2 Bruterfolg

4.2.1 Gelegegrösse

Die Gelegegrösse betrug 3-6 Eier (Abbildung 4-5). Die Hälfte aller Gelege bestand aus 5 Eiern.

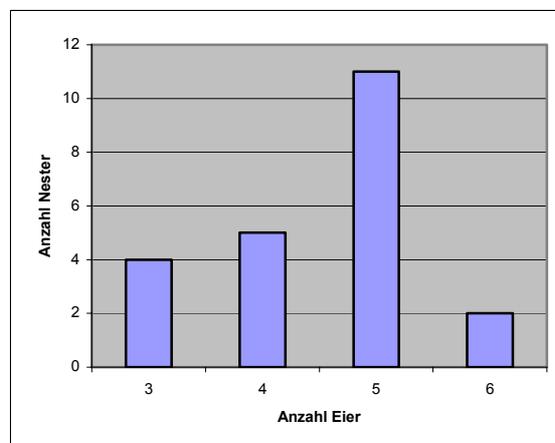


Abbildung 4-5; Anzahl Gelege unterschiedlicher Grössen



4.2.2 Schlüpfertolg

Die durchschnittliche Anzahl Eier pro Nest lag für Versuchsnester bei 4.6, für Kontrollnester wenig tiefer bei 4.4. Die Gelegegrösse war zwischen Versuchs- und Kontrollnestern nicht signifikant unterschiedlich (U-Test, $p > 0.05$).

Die durchschnittliche Anzahl Jungvögel, die aus den gelegten Eiern geschlüpft sind, beträgt für Versuchsnester 3.8, für Kontrollnester 3.0 und ist ebenfalls nicht signifikant unterschiedlich (U-Test, $p > 0.05$) (Tabelle 4-1).

Nestzugehörigkeit	Anzahl Eier total	Anzahl entwickelte Eier	Anzahl Nester	Durchschnittliche Anz.Eier pro Nest	Durchschnittliche Anzahl Junge/Nest
Versuchsgruppe (a+b)	64	53	14	4.57	3.79
Kontrollgruppe (c)	35	24	8	4.38	3.00
Total	99	77	22	4.50	3.50

Tabelle 4-1; Anzahl Eier und Junge der Versuchs- und Kontrollnester.

Die 22 Brutpaare legten zusammen 99 Eier. Aus 77 Eiern schlüpfte ein Junges. 22 Eier waren somit unentwickelt oder gar unbefruchtet, das sind 22.2 %. Betrachtet man die verschiedenen Nestgruppen, so waren 17.2 % der Eier aus Versuchsnestern und 31.4 % der Eier aus den Kontrollnestern taub (Tabelle 4-2). Der Anteil tauber Eier ist zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich (Chi-Quadrat-Test, $p > 0.05$).

Nestzugehörigkeit	Anzahl Eier total	Anzahl entwickelte Eier	Anzahl taube Eier	%Anteil entwickelte Eier
Versuchsgruppe (a+b)	64	53	11	82.81
Kontrollgruppe (c)	35	24	11	68.57
Total	99	77	22	77.78

Tabelle 4-2; Schlüpfertolg der Versuchs- und Kontrollnester

4.2.3 Ausfliegerfolg

Von total 77 geschlüpften Jungvögeln im grossen Turm, überlebten lediglich 19 bis zum Ausfliegen. Das sind nur gerade 24.7 %. Zwischen der Anzahl ausgeflogener Jungvögel und der Gruppenzugehörigkeit besteht ein signifikanter Zusammenhang (Chi-Quadrat-Test, $p < 0.05$). Ob ein Nestling ausfliegt oder nicht, ist somit abhängig von der Behandlungsart des Nestlings. Nestlinge der Gruppe a haben eine signifikant kleinere Überlebenschance bis zum Ausfliegen (Tabelle 4-3).

	Anzahl geschlüpfte Jungvögel	Anzahl ausgeflogene Jungvögel	Ausfliegerfolg in %
Nestlinge a	28	1	3.6
Nestlinge b	25	9	36.0
Nestlinge c	24	9	37.5
Total	77	19	24.7

Tabelle 4-3; Anz. geschlüpfter und ausgeflogener Nestlinge der verschiedenen Gruppen.



4.2.4 Gesamtbruterfolg

Der Gesamtbruterfolg ist die Anzahl ausgeflogener Nestlinge pro gelegte Eier. Gelegt wurden 99 Eier, ausgeflogen sind 19 Jungdohlen. Das ergibt einen Gesamtbruterfolg von 19.2 %. Die Anzahl ausgeflogener Nestlinge ist für die Versuchs- und Kontrollnester nicht signifikant unterschiedlich (Chi-Quadrat-Test, $p > 0.05$) (Tabelle 4-4).

	Anz.gelegte Eier	Anz.ausgefll. Nestl.	Gesamtbruterfolg %
Versuchsgruppe (a+b)	64	10	15.6
Kontrollgruppe (c)	35	9	25.7
Total	99	19	19.2

Tabelle 4-4; Gesamtbruterfolg

4.2.5 Abhängigkeit von der Jahreszeit

Der mediane Zeitpunkt des Schlüpfens liegt für alle Nestlinge am 9.5. An diesem Datum schlüpften zehn Nestlinge von denen vier das Ausflugsalter erreichten. Der Chi-Quadrat-Test ergab für Nestlinge, die vor dem 9.5. geschlüpft sind, eine signifikant höhere Überlebenschance bis zum Ausfliegen, als für Nestlinge, die nach dem 9. Mai geschlüpft sind ($p < 0.05$). Von 34 Jungvögeln die vor dem 9. Mai schlüpften, flogen 11 aus (32 %). Bei den zwei Dohlenpaaren, die als erstes Eier zu legen begannen, schlüpften am 28. April insgesamt 6 Nestlinge. Von diesen sechs Nestlingen erreichten fünf das Ausflugsalter. Auch der sechste Nestling hätte seiner Kondition nach zu urteilen bis zum Ausfliegen überlebt. Aber er wickelte sich unglücklicherweise eine Schnur, die von seinen Eltern als Nistmaterial eingetragen wurde, um sein Bein. Dieses wurde von der Blutzufuhr abgeschnitten und der Nestling starb kurze Zeit später.

Von den 40 Jungvögeln, die nach dem 9. Mai schlüpften, flogen lediglich vier aus (10 %). Von den 12 Nestlingen der drei Dohlenpaare, die als letztes zu brüten begannen, flog keiner aus. Diese Nestlinge schlüpften zwischen dem 19. und 22. Mai. Ebenfalls signifikant ist der Altersunterschied der sterbenden Jungvögel zwischen den vor und nach dem medianen Zeitpunkt geschlüpften Nestlingen (Chi-Quadrat-Test, $p < 0.05$). Nestlinge die vor dem 9.5. geschlüpft sind, wurden signifikant älter, als Nestlinge, die nach diesem Termin schlüpften (Abbildung 4-6).

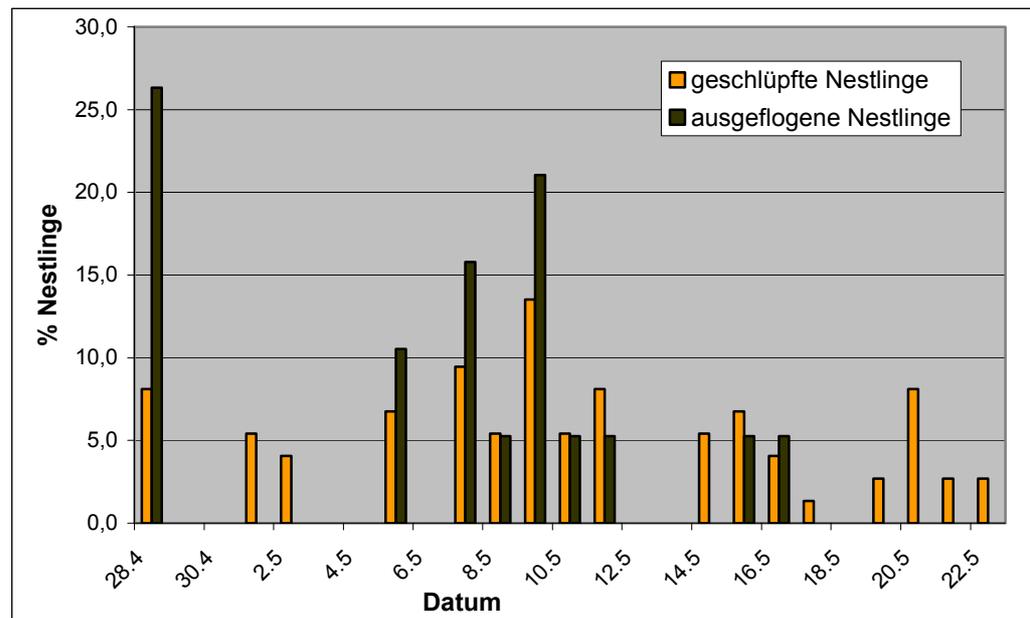


Abbildung 4-6; Prozentuale Verteilung der geschlüpfte (n=77) und der ausgeflogene (n=19) Nestlinge über die Brutsaison.

4.2.6 Brutgrösse

Die Brutgrösse ist die Anzahl flügger Jungvögel pro erfolgreiches Brutpaar. Im Untersuchungsjahr stammten die 19 ausgeflogene Jungvögel aus 12 verschiedenen Nestern. Dies ergibt eine durchschnittliche Brutgrösse von 1.6 ausgeflogene Nestlinge pro erfolgreiches Brutpaar. Nur in einem Fall überlebten drei Jungvögel. Diese kamen aus einem der beiden Nester, deren Eltern als erste, bereits am 7.4., ihre Eier zu legen begannen.

Sieben Brutpaare schafften es nicht, wenigstens ein Junges aufzuziehen. Dabei wurden nur jene Nester gezählt, in denen mindestens ein Jungvogel geschlüpft ist. Jene Brutpaare, die zwar ein Gelege, aber nie Junge hatten (Nestnr. 22, 32 und 40) wurden nicht in die Berechnung miteinbezogen.

Bei allen drei Brutpaaren, die erst Anfang Mai Eier zu legen begannen (Nestnr. 23, 29 und 33), flog kein einziger Jungvogel aus.

Bei den Nestern 28 (4 Nestlinge) und 33 (3 Nestlinge) war die gesamte Brut innerhalb der ersten vier Tage ausgelöscht. Beim Nest 39 dauerte es acht Tage, bis der letzte der vier Nestlinge starb. Bei den anderen vier Nestern, die zwar ebenfalls Nestlinge enthielten, aber die nicht bis zum Ausfliegen überlebten (23, 29, 24 und 36), wurde mindestens eines der Jungen älter als zehn Tage (Abbildung 4-7).

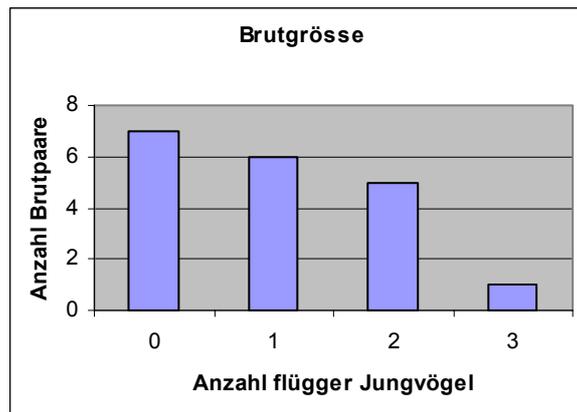


Abbildung 4-7; Anzahl flügger Jungvögel pro Brutpaar

Aus 6 der 13 Versuchsnester flog kein Nestling aus. Unter den 6 Kontrollnestern betrifft es nur ein völlig erfolgloses Nest. Zwischen der Anzahl ausgeflogener Nestlinge pro Nest und der Gruppenzugehörigkeit ergibt sich kein signifikanter Unterschied (Chi-Quadrat-Test, $p > 0.05$) (Tabelle 4-5).

Anzahl ausgeflogener Jungvögel	Anzahl Versuchsnester	Anzahl Kontrollnester	% Anteil Versuchsnester	% Anteil Kontrollnester
0	6	1	46	17
1	4	2	31	33
2	3	2	23	33
3	0	1	0	17
	n=13	n=6		

Tabelle 4-5; Anz. ausgeflogener Nestlinge für erfolgreiche Versuchs- und Kontrollnester

4.2.7 Nachwuchsrate

Die Nachwuchsrate wird aus der Anzahl flügger Jungvögel pro Brutpaar errechnet. Die 19 ausgeflogenen Jungvögel der 22 Brutpaare ergeben eine Nachwuchsrate von 0.86. Pro Brutpaar überlebte somit nicht einmal ein Jungvogel bis zum Ausfliegen. Die Anzahl der ausgeflogenen Jungvögel ist nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Versuchs- und den Kontrollnestern (U-Test, $p > 0.05$) (Tabelle 4-6).

	Anzahl ausgeflogener Jungvögel	Anzahl Brutpaare	Nachwuchsrate= flügge Junge pro Brutpaar
Versuchsgruppe (a+b)	10	14	0.71
Kontrollgruppe (c)	9	8	1.13
Total	19	22	0.86

Tabelle 4-6; Anz. ausgeflogener Jungvögel pro Brutpaar für Versuchs- und Kontrollnester



4.3 Tote Jungvögel

4.3.1 Todesalter

Von insgesamt 77 Jungvögeln während unseren Beobachtungen erreichten 19 das Ausflugsalter. 58 Nestlinge starben während sie im Nest von ihren Eltern versorgt wurden. 32 davon (55 %) starben in der ersten Lebenswoche, 45 (78 %) bis zu ihrem 11. Lebenstag. In der 4. Woche waren nur noch 3 Todesfälle zu verzeichnen (Abbildung 4-8).

Zwischen den drei verschiedenen Gruppen a, b und c ist kein signifikanter Unterschied im Todesalter festzustellen (Chi-Quadrat-Test, $p > 0.05$).

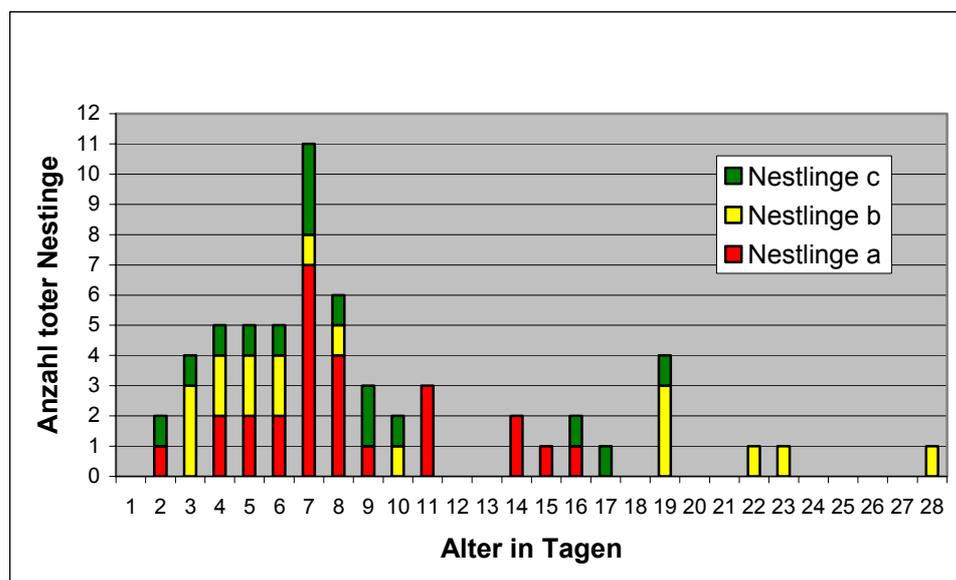


Abbildung 4-8; Anteil der verschiedenen Nestlingsgruppen am jeweiligen Todesalter

Die beiden Nestlinge, die im Alter von 23 und 28 Tagen starben stammten aus Spätbrüternestern. Deren Eltern begannen als letzte der Kolonie mit ihrem Brutgeschäft.

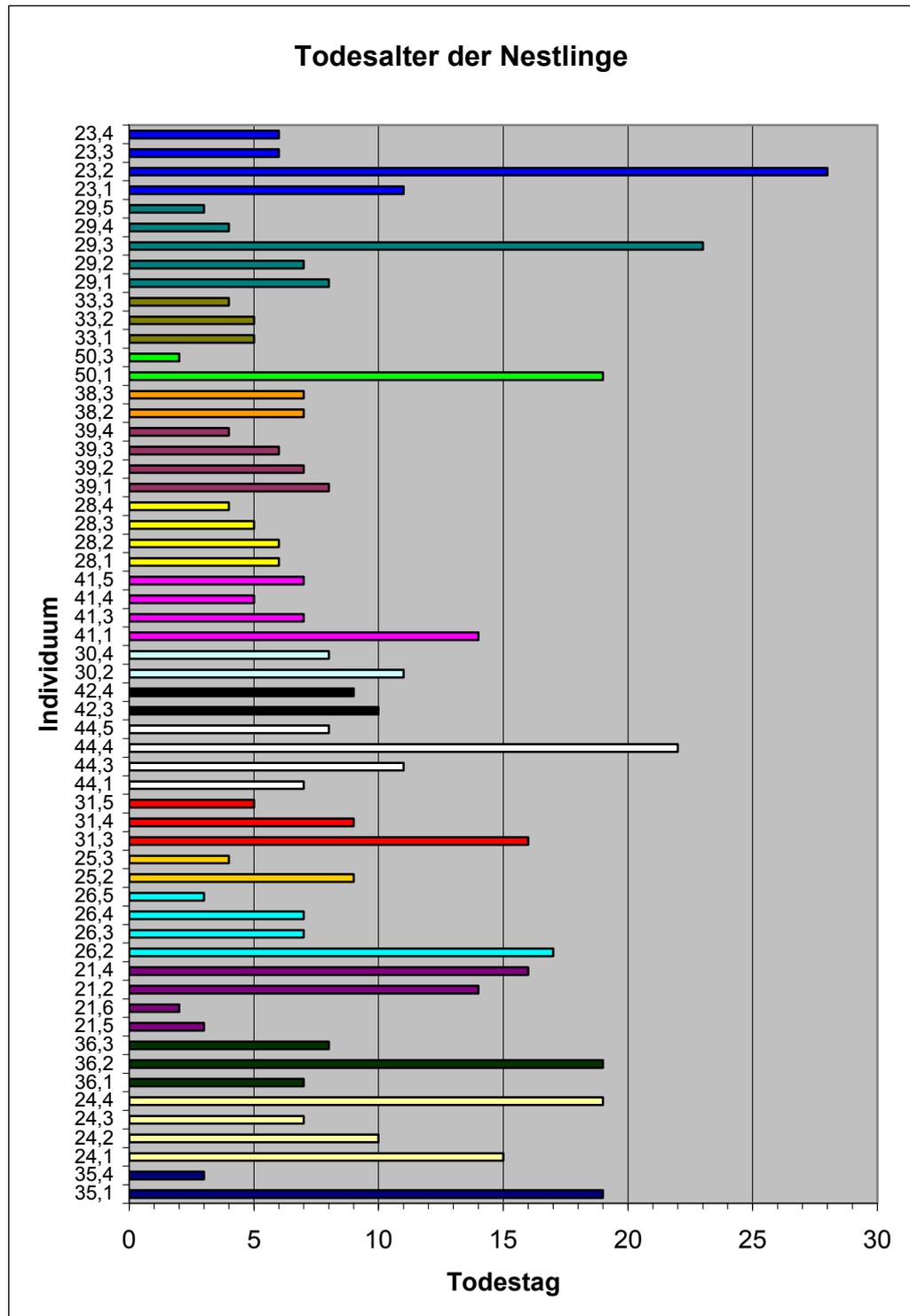


Abbildung 4-9; Todesalter der Nestlinge (Farben kennzeichnen verschiedene Nester).



4.3.2 Todesreihenfolge

Die Reihenfolge in der die Nestlinge gestorben sind, war für die Nestlinge der Kontrollnester immer identisch (Tabelle 4-7). Bei fünf Kontrollnestern starb ausnahmslos das Nesthäkchen als erstes. In vier Fällen folgte dann der zweitjüngste Nestling. Im fünften Nest schlüpfen nur drei Nestlinge, der älteste (in diesem Fall der drittjüngste) starb als zweites, der zweitjüngste flog aus. Nach dem Tod des Zweitjüngsten folgte dann in den drei Fällen bei denen weitere Jungvögel starben das Drittjüngste. Bei zwei Nestern starb noch ein vierter Nestling, jeweils das Viertjüngste. Beim sechsten Kontrollnest überlebten alle drei geschlüpften Nestlinge.

Für die Kontrollnester gilt deshalb: Je später ein Nestling gegenüber seiner Geschwister schlüpft, desto kleiner ist seine Chance bis zum Ausfliegen zu überleben.

als 1. gestorben	als 2. gestorben	als 3. gestorben	als 4. gestorben
1	3		
1	2	3	4
1	2	3	
1	2	3	4
1	2		

Tabelle 4-7; Todesreihenfolge innerhalb der Kontrollnester. 1 kennzeichnet das Nesthäkchen, 2 das zweitjüngste, 3 das drittjüngste und 4 das viertjüngste Junge.

Bei den elf Versuchsnestern ist diese Reihenfolge nicht mehr vorhanden. Für die Untersuchungen wurden die zwei Nester 28 und 33 (Abbildung 4-10) weggelassen. Bei diesen Nestern lagen alle vier bzw. drei Nestlinge am gleichen Morgen tot im Nest.



Abbildung 4-10; Nestlinge Nest 33, alle drei tot am Morgen des 5. Lebenstages



Bei den elf Versuchsnestern starb in fünf Fällen das Nesthäkchen zuerst. In vier Nestern starb es als zweites und in je einem Nest erst als drittes bzw. viertes Junges. Bis zum Ausfliegen überlebte allerdings auch bei den Versuchsnestern keines der Nesthäkchen. Von den zweitjüngsten Nestlingen starben zwei als erstes, vier als zweites und je eines als drittes und viertes Junges. Drei der zweitjüngsten Nestlinge flogen somit aus (Tabelle 4-8). Bei den Versuchsnestern hatten jüngere Nestlinge die grössere Chance bis zum Ausfliegen zu überleben als bei den Kontrollnestern.

als 1.gestorben	als 2.gestorben	als 3.gestorben	als 4.gestorben	als 5.gestorben
1	2	3	5	
3	2	1	4	
2	3	4	1	
1	2			
1	2	4	5	3
1	3			
1	4			
3	1	2		
2	1			
2	1	3	5	
5	1	3	2	

Tabelle 4-8; Todesreihenfolge innerhalb der Versuchsnester. 1 kennzeichnet das Nesthäkchen, 2 das zweitjüngste, 3 das drittjüngste Junge usw.

4.3.3 Todesursache

Von den total 58 toten Jungvögeln wurden 31 am pathologischen Institut des Tierspitals der Universität Zürich untersucht. Elf Nestlinge wurden unmittelbar nach ihrem Tod per Express an das Institut geschickt. Die restlichen 20 Nestlinge wurden eingefroren und erst nach der Feldarbeit für weitere Untersuchungen ans Tierspital gebracht. Als Todesursache wurden hauptsächlich drei Gründe festgestellt. Nierengicht (9 Fälle), Lungenentzündung (8 Fälle) und akutes Kreislaufversagen (7 Fälle). Bei zwei Jungvögeln wurden sogar beide Krankheitsdiagnosen, Nierengicht und Lungenentzündung, festgestellt. In einem Fall wurde eine Darmentzündung infolge eines Bandwurmbefalles festgestellt. Bei einem weiteren Jungvogel wurde infolge eines angeborenen Herzfehlers ein zu grosses Herz diagnostiziert. Lediglich in drei Fällen wurde als Todesursache der schlechte Entwicklungs- und Ernährungszustand des Vogels genannt (Abbildung 4-11).

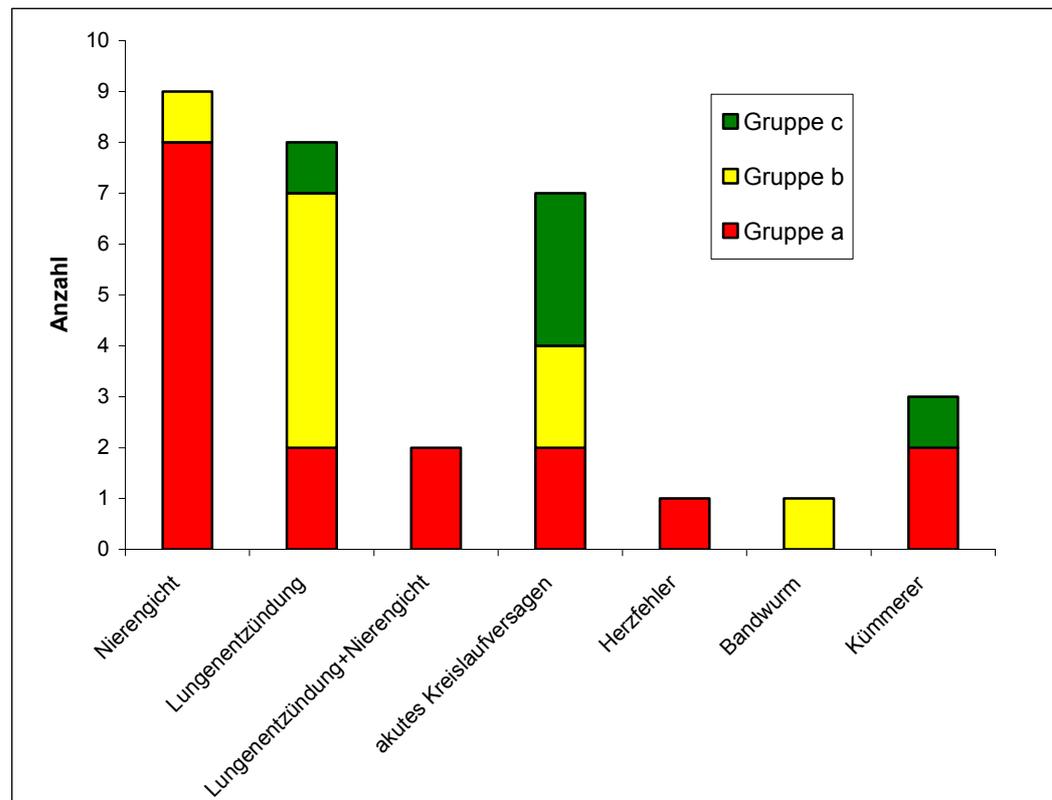


Abbildung 4-11; Todesursache der untersuchten Nestlinge, unterteilt in die drei Gruppen.

Die Nestlinge der Gruppe a sterben signifikant häufiger an Nierengicht als die anderen Nestlinge (Chi-Quadrat-Test, $p < 0.05$). Nierengicht trat also bei den zugefütterten Nestlingen vermehrt auf.

Ursache und Auslöser der Nierengicht ist immer eine Störung der Funktion der Niere. Dadurch wird die im normalen Stoffwechsel entstehende Harnsäure nicht mehr mit dem Harn ausgeschieden sondern in verschiedenen inneren Organen, besonders in der Niere abgelagert. Nierenschäden können sehr verschiedene Ursachen haben. Die häufigste Ursache ist ein chronischer Mangel an Wasseraufnahme. Daneben kommen auch infektiöse Ursachen für eine Beeinträchtigung der Funktion der Niere in Frage. Proteinreiche Nahrung kann bei einer bereits geschwächten Niere zu Nierenversagen führen (Kaleta & Krautwald-Junghanns 2003).

Leider konnten nur fünf Nestlinge der Gruppe c untersucht werden. Da diese Nester nur einmal pro Tag kontrolliert wurden, war es schwieriger tote Nestlinge zu entdecken, bevor sie von den Dohleneltern weggeschafft wurden.



4.4 Grössenwachstum

Das Grössenwachstum wurde für alle drei Gruppen von Nestlingen bestimmt. Nestlinge a wurden zugefüttert. Nestlinge b sind die Geschwister der zugefütterten Jungvögel der Gruppe a, wurden aber selber nicht zugefüttert. Nestlinge c sind die Jungvögel aus den Kontrollnestern. Das Grössenwachstum wurde durch periodische Messungen des Gewichts, der Tarsuslänge und der Federlänge beurteilt.

4.4.1 Gewicht

4.4.1.1 Schlüpfgewicht

Als Schlüpfgewicht wird das Gewicht betrachtet, das die Nestlinge unmittelbar nach dem Schlüpfen aufweisen. Es werden nur diejenigen Nestlinge berücksichtigt, die bis höchstens 6 Stunden nach dem Schlüpfen gewogen werden konnten. Das Schlüpfgewicht ist zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe nicht signifikant unterschiedlich (U-Test, $p > 0.05$). Das maximale Schlüpfgewicht betrug 11 g, das minimale 5.5 g. Beide Werte treten nur einmal auf. Alle anderen Werte liegen zwischen 7 und 10 g (Tabelle 4-9).

	N	Mittelwert	Standardabweichung
Versuchsgruppe (a+b)	17	8.6	1.2
Kontrollgruppe (c)	16	8.7	1.0

Tabelle 4-9; durchschnittliches Schlüpfgewicht der zwei Gruppen (in g).

4.4.1.2 Maximalgewicht und Ausfliegegewicht

Das Maximale Gewicht wird bei allen Nestlingen im Alter von 28-34 Tagen erreicht. Im Durchschnitt wird es nach 30 Tagen erreicht und beträgt im Mittel 204 g für alle 19 ausgeflogenen Nestlinge. Zwischen den drei Gruppen besteht kein signifikanter Unterschied im Maximalgewicht (U-Test, $p > 0.05$) (Tabelle 4-10). Die Gruppe b erreicht ihr Gewichtsmaximum durchschnittlich nach 31 Tagen, die Gruppe c nach 30 Tagen. Das tiefste Gewichtsmaximum betrug lediglich 128 g und wurde nach 33 Tagen erreicht. Das schwerste Maximalgewicht betrug 249 g und wurde nach 30 Tagen erreicht. Beide Extremwerte stammen von Nestlingen der Gruppe c.

	N	Mittelwert	Standardabweichung
Gruppe a	1	225	
Gruppe b	9	200	32.7
Gruppe c	9	206	42.0

Tabelle 4-10; Maximalgewicht der ausgeflogenen Nestlinge (g).



Es besteht kein signifikanter Unterschied im Ausfliegegewicht zwischen der Gruppenzugehörigkeit (U-Test, $p > 0.05$). Für alle 19 ausgeflogenen Nestlinge beträgt das durchschnittliche Ausfliegegewicht 194 g. Das minimale Ausfliegegewicht betrug 119 g, während das maximale Ausfliegegewicht 235 g betrug. Beide Extremwerte stammen wie beim Maximalgewicht aus Kontrollnestern (Tabelle 4-11).

	N	Mittelwert	Standardabweichung
Gruppe a	1	223.0	
Gruppe b	9	190.7	31.21
Gruppe c	9	195.8	42.51

Tabelle 4-11; Ausfliegegewicht der Nestlinge (in g)

4.4.1.3 Gewichtsentwicklung

Gewichtsentwicklung für einzelne Nester:

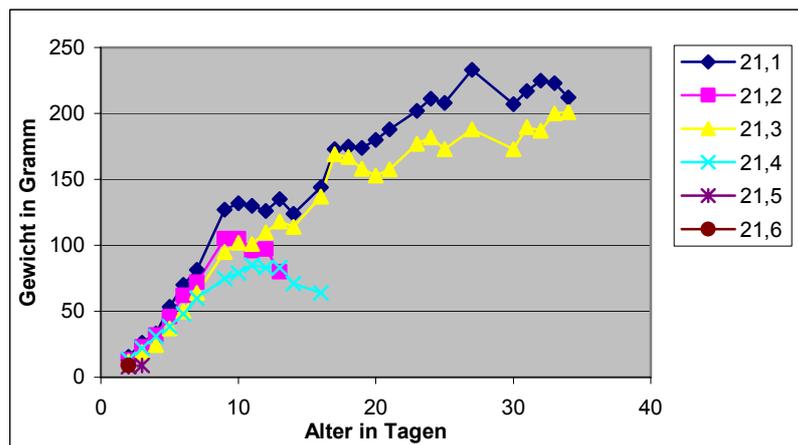


Abbildung 4-4-12; Gewichtsentwicklungen der Nestlinge im Nest 21 (Versuchsnest).

Gewichtsentwicklung der Nestlinge in einem Versuchsnest (Abb. 4-12). Die beiden zugefütterten Nestlinge (21,2 / 21,4) sterben nach etwa 15 Tagen, während ihre nicht zugefütterten Geschwister (21,1 / 21,3) das Ausfliegealter erreichen. Das Ausfliegegewicht der beiden Nestlinge ist fast gleich. Die beiden zuletzt geschlüpften Nestlinge (21,5 / 21,6) sterben schon nach den ersten zwei Lebenstagen.

Von 13 Versuchsnestern überlebten in zwei Fällen die zwei ältesten nicht zugefütterten Nestlinge. In vier Fällen erreichte jeweils nur der älteste der nicht zugefütterten Nestlinge das Ausfliegealter. In nur einem Nest flogen ein zugefütterter und ein nicht zugefütterter Jungvogel aus (Nest 35). Bei sechs Nestern überlebte gar kein Jungvogel.

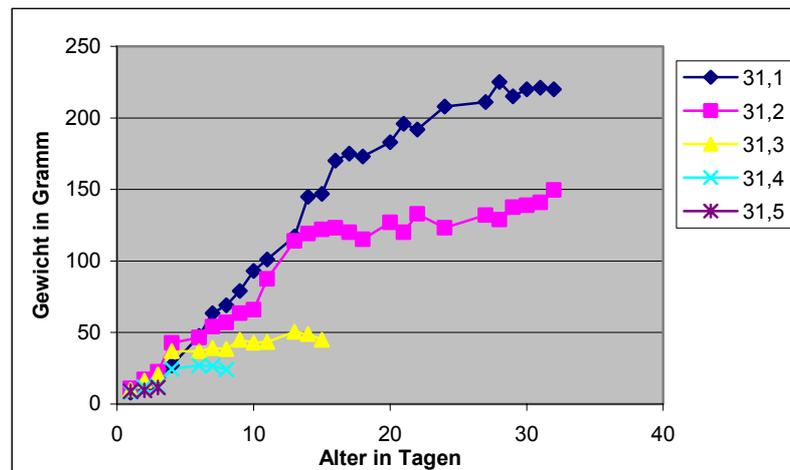


Abbildung 4-13; Gewichtsentwicklung für Nestlinge im Nest 31 (ein Kontrollnest).

Die Gewichtsentwicklung bei den Kontrollnestern verlief in vier von sechs Fällen so, dass das erst-geschlüpfte Junge überlebte. Bei zwei Paaren flog auch der zweite Jungvogel aus, jedoch mit deutlich geringerem Gewicht (Abbildung 4-13). Bei einem Dohlenpaar flog nur der zweite Jungvogel aus. In einem Fall, bei einem Frühbrüternest, überlebten alle drei geschlüpfen Nestlinge (Nest 37). Alle drei flogen mit ähnlichem Gewicht aus. Ein Dohlenpaar brachte keines ihrer Jungen bis zum Ausfliegen durch.

Gewichtsentwicklung aller Nestlinge :

Die Gewichtsentwicklung verläuft bei den einzelnen Nestlingen sehr unterschiedlich. Die Streuung der Gewichtsdaten zeigt dies deutlich (Abbildung 4-14, 4-15, 4-16). Selbst wenn nur die ausfliegenden Nestlinge betrachtet werden ergibt sich eine grosse Bandbreite unterschiedlicher Gewichtsentwicklungen.

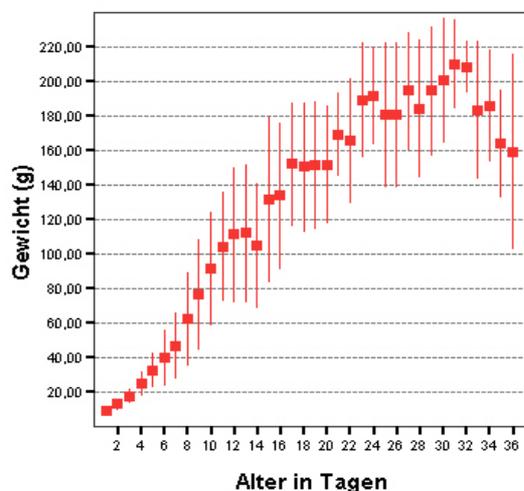


Abbildung 4-14; Durchschnittliches Gewicht aller Nestlinge (+/- 1.0 SD)

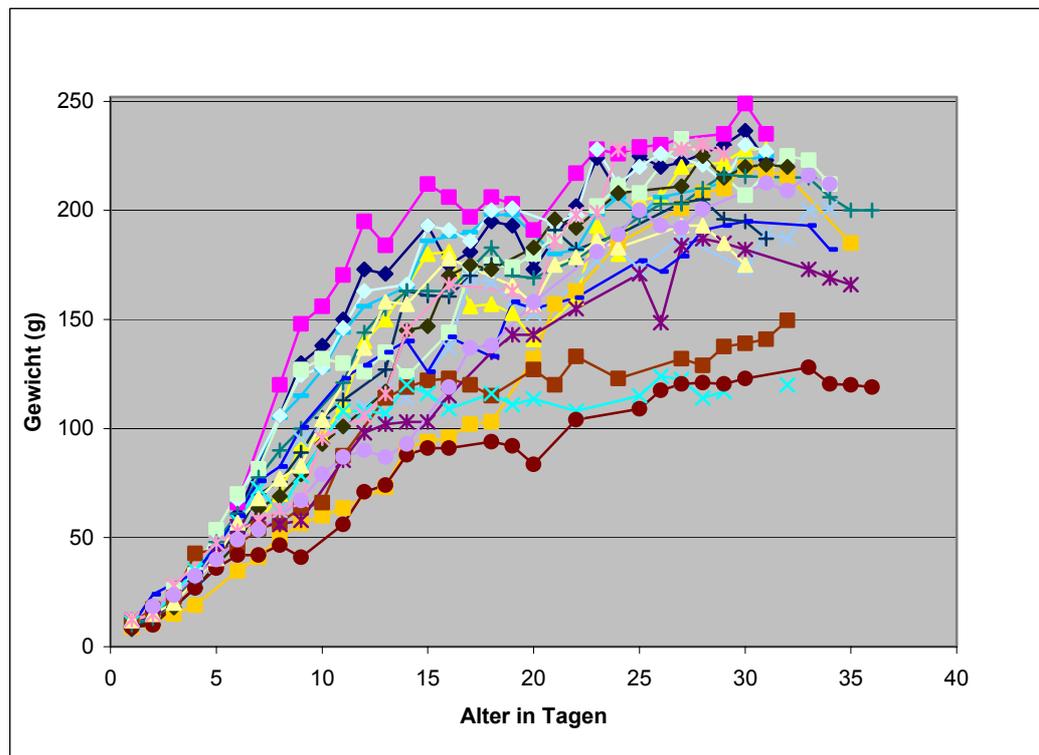


Abbildung 4-15; Gewichtsentwicklung aller Nestlinge die ausflogen.

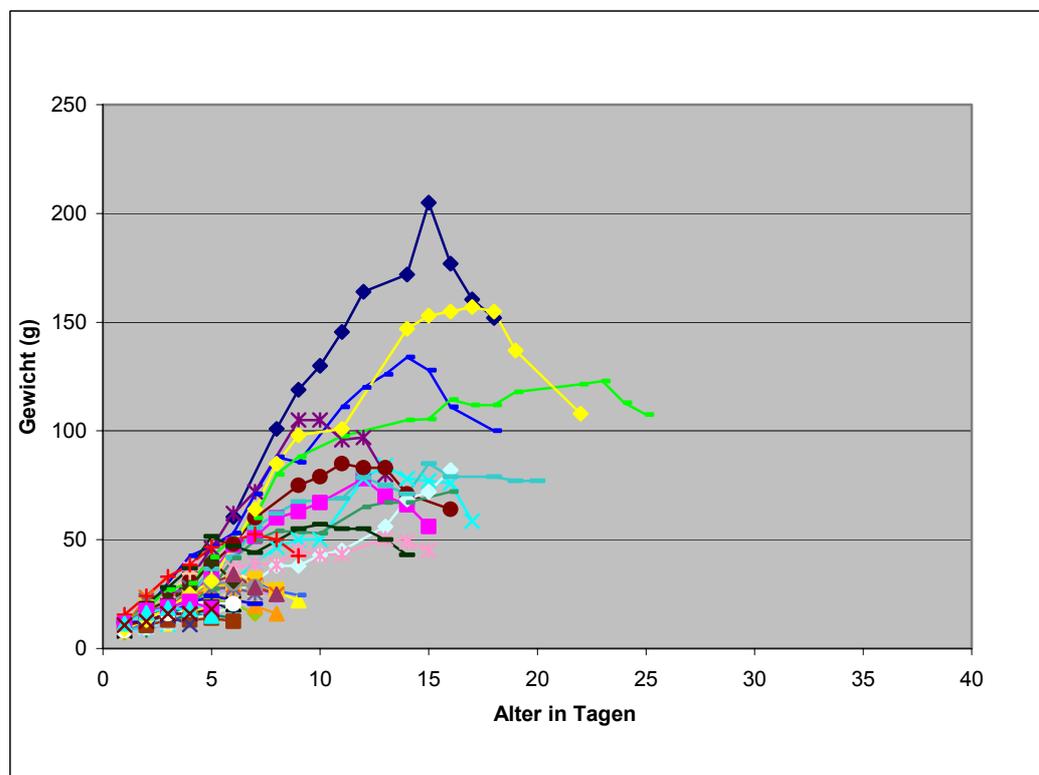


Abbildung 4-16; Gewichtsentwicklung aller Nestlinge die nicht ausflogen.



Unterschiede in der Gewichtsentwicklung zwischen den Gruppen und der Schlüpfreihenfolge in Abhängigkeit des Überlebens:

In der folgenden Auswertung wird für jeden Lebenstag untersucht, ob sich das Gewicht zwischen den experimentellen Gruppen, nach der Schlüpfreihenfolge oder danach unterscheidet, ob der Nestling ausflog oder im Nest starb. In einer multivariaten Varianzanalyse wurden nicht-signifikante Interaktionen und Variablen schrittweise eliminiert (Tabelle 4-12). Da die Wahrscheinlichkeit auszufliegen von der Schlüpfreihenfolge bestimmt werden könnte, wurde dieselbe Analyse ohne die Variable „Flügge“ wiederholt, um festzustellen, ob anstelle von „Flügge“ die Schlüpfreihenfolge signifikant wird.

Alter	Gruppe	Flügge	Reihenfolge	Gruppe*Flügge	Flügge*Reihenfolge	Gruppe*Reihenfolge	N
df	2	1	4	1	2	8	
1			0.046				33
2			0.017				59
3		0.030					50
4	0.033	0.010					47
5		<0.001					43
6	0.085	<0.001	0.075				52
7	0.009	<0.001					41
8	0.013	0.001		0.033			34
9		0.009					35
10		0.007					23
11		0.084					26
12		0.007					26
13	0.039	0.005		0.042			30
14	0.001			0.020		0.021	24
15	0.109	0.005		0.053			24
16		0.006					26
17			0.044				17
18		0.032					22
19							18
20							18
21							9
22		0.032					16
23		0.030					12
24		0.001					15
25		0.067					14

Tabelle 4-12; P-Werte der signifikanten und fast signifikanten ($p < 0.1$) Beziehungen des Gewichts zu Gruppe, Schlüpfreihenfolge und Überleben.



Am ersten und am zweiten Lebenstag der Nestlinge ist das Gewicht abhängig von der Schlüpfreihenfolge der Nestlinge. Später geschlüpfte Nestlinge sind signifikant leichter als Nestlinge, die als erste geschlüpft sind (Abbildung 4-17).

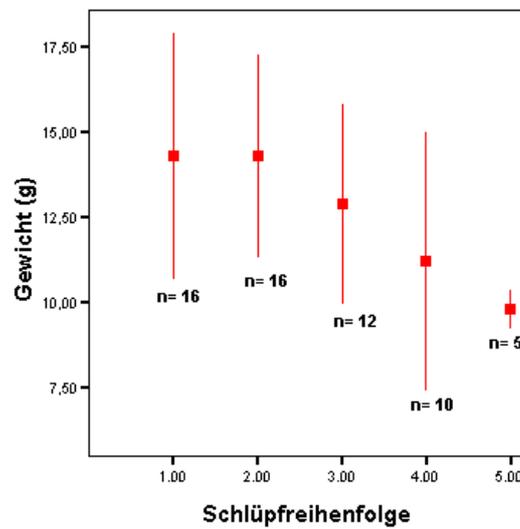


Abbildung 4-17; Mittlere Gewichte am 2. Lebenstag nach der Schlüpfreihenfolge, vom erstgeschlüpften (1) bis zum fünftgeschlüpften (5) (+/- 1.0 SD).



Am 3. und 4. Lebenstag ist das Gewicht nicht mehr signifikant von der Schlüpfreihenfolge abhängig. Ab diesem Alter ist das Gewicht bei Vögeln, die ausfliegen werden, signifikant höher als bei Vögeln die im Nest sterben. Für die Nestlinge entscheidet sich bereits sehr früh, ob sie ausfliegen werden oder nicht. Diese Signifikanz bleibt an fast allen Tagen bestehen (Abbildung 4-18). Ab dem 20. Lebenstag der Nestlinge sind nur noch ein bis drei Nestlinge vorhanden, die nicht ausfliegen. Im Alter von 25 Tagen stirbt der letzte Nestling (Abbildung 4-19).

Auch wenn die Variable „Flügge“ eliminiert wird, besteht keine signifikante Abhängigkeit des Gewichts von der Schlüpfreihenfolge für die Lebensstage 3 bis 25.

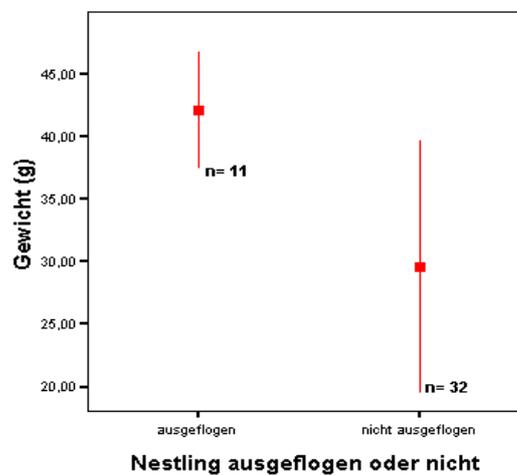


Abbildung 4-18; Unterschied im Gewicht zwischen ausfliegenden und nicht ausfliegenden Nestlingen am fünften Lebenstag (+/- 1.0 SD).

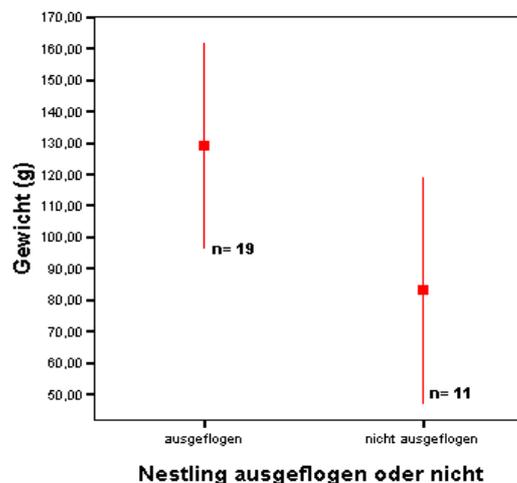


Abbildung 4-19; Durchschnittliches Gewicht der Nestlinge am 13. Lebenstag verglichen zwischen den Nestlingen die ausfliegen und jenen die nicht ausfliegen (+/- 1.0 SD).



An den Lebenstagen 4 bis 8 unterscheidet sich das Gewicht signifikant zwischen den drei Gruppen, ebenfalls an den Tagen 13 und 14. Die Nestlinge der Gruppe b sind hierbei durchschnittlich deutlich die schwersten. Die zugefütterten Nestlinge (Gruppe a) weisen das geringste Gewicht auf. Nestlinge der Gruppe c, liegen immer im selben Gewichtsbereich wie die Nestlinge der Gruppe a (Abbildung 4-20). In den Lebenstagen 2 bis 4, wiegen die Nestlinge der Gruppe a etwas mehr als Nestlinge der Gruppe c. An den Tagen 5 bis 25 kehrt sich das Verhältnis um und die Nestlinge der Gruppe c sind durchschnittlich etwas schwerer.

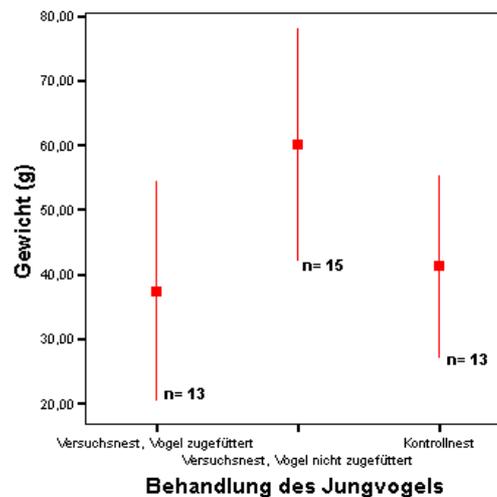


Abbildung 4-20; Signifikanter Unterschied im Gewicht zwischen den drei Gruppen am 7. Lebenstag (+/- 1.0 SD).



Am 8., am 13. und am 14. Lebenstag ist das Gewicht signifikant abhängig von der Interaktion „Gruppe*Überleben“. Allerdings gibt es bei Gruppe a nur wenige Nestlinge die dieses Alter erreichen und davon wird nur ein Nestling ausfliegen. Die Unterschiede zwischen den ausfliegenden und nicht ausfliegenden Nestlingen sind bei Gruppe c (und a) grösser als bei Nestlingen der Gruppe b (Abbildung 4-21).

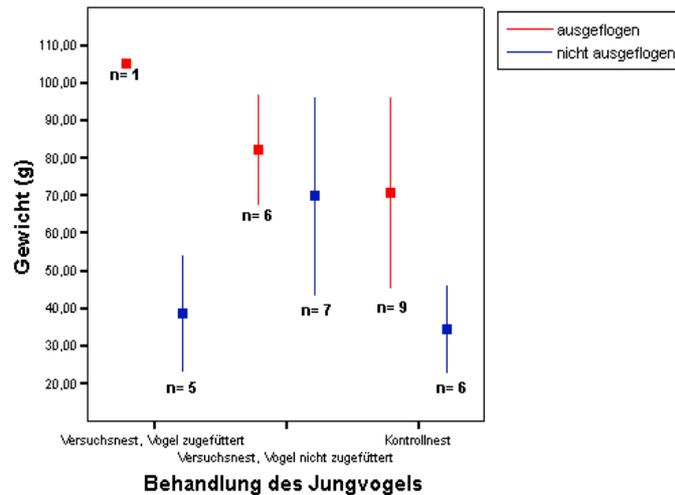


Abbildung 4-21; Mittleres Gewicht der Nestlinge am 8. Lebenstag aufgetragen nach „Flüge“ und Gruppe (+/- 1.0 SD).



Am 14. Lebenstag ist das Gewicht signifikant von der Interaktion „Gruppe*Schlüpfreihenfolge“ abhängig. Diese Beziehung wird vor allem durch die grossen Gewichtsunterschiede der erstgeschlüpften Nestlinge zwischen den drei verschiedenen Gruppen signifikant. Die erstgeschlüpften Nestlinge der Gruppe b sind deutlich am schwersten. Nestlinge der Kontrollnester (Gruppe c) liegen im Gewicht zwischen den Nestlinge der Gruppe a und b. Bei dieser Grafik gilt es allerdings festzuhalten, dass es sich immer nur um wenige Nestlinge handelt (Abbildung 4-22).

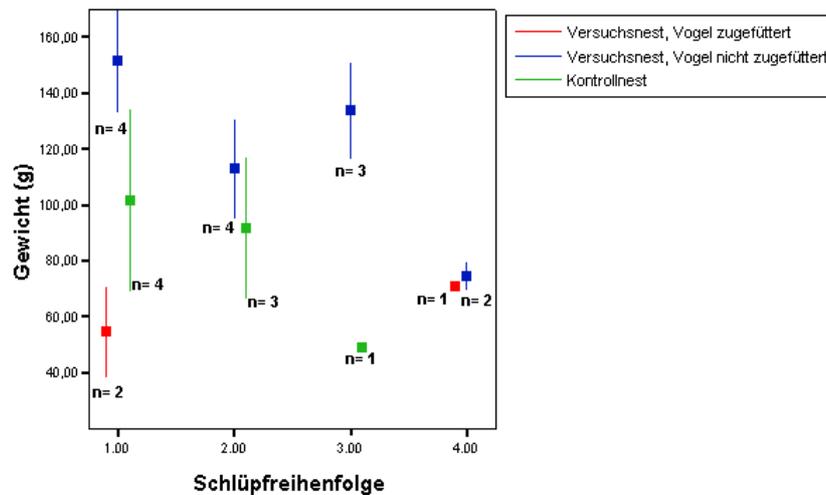


Abbildung 4-22; Mittleres Gewicht der Nestlinge am 14. Lebenstag aufgetragen nach Schlüpfreihenfolge und Gruppe (+/- 1.0 SD).

**Abhängigkeit der Gewichtszunahme auf den nächsten Tag vom Gewicht der Nestlinge:**

Vom 2. bis 8. und am 11. Lebenstag nehmen schwerere Nestlinge zum nächsten Lebenstag mehr an Gewicht zu als leichte Nestlinge (Lineare Regression, Tabelle 4-13 und Abbildung 4 -23).

Alter	p	b	r ²	N
1	0.123	0.937	0.407	7
2	0.008*	0.544	0.409	16
3	0.015*	0.313	0.167	35
4	0.001*	0.423	0.257	40
5	0.039*	0.259	0.105	41
6	<0.001*	0.480	0.618	42
7	<0.001*	0.285	0.353	34
8	<0.001*	0.269	0.566	30
9	0.297	0.039	0.037	31
10	0.088	0.086	0.132	23
11	0.014*	0.130	0.225	26
12	0.688	0.019	0.007	26
13	0.066	0.095	0.120	29
14	0.938	0.003	0.000	23
15	0.072	0.097	0.153	22
16	0.547	-0.045	0.018	23
17	0.039*	0.124	0.270	16
18	0.216	-0.083	0.089	19
19	0.026*	-0.114	0.272	18
20	0.930	0.007	0.001	17

Tabelle 4-13; Abhängigkeit der Gewichtszunahme auf den nächsten Tag vom Gewicht der Nestlinge. Für jeden Lebenstag wurde eine lineare Regression berechnet, p=Signifikanzen, b=Steigung.

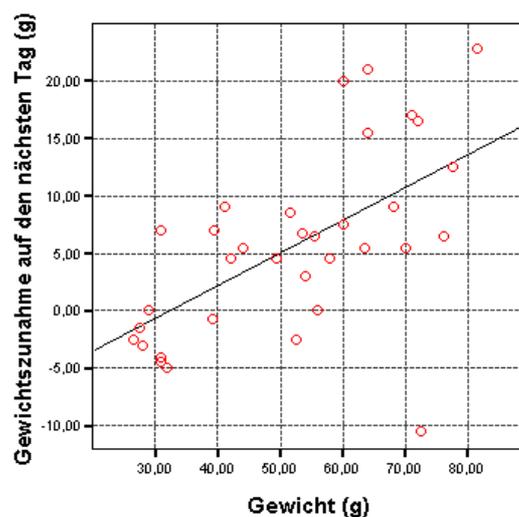


Abbildung 4-23; Beziehung zwischen der Gewichtszunahme auf den nächsten Tag und dem Gewicht am 7. Lebenstag. Signifikanz siehe Tabelle 4-13.



4.4.2 Länge des Tarsometatarsus

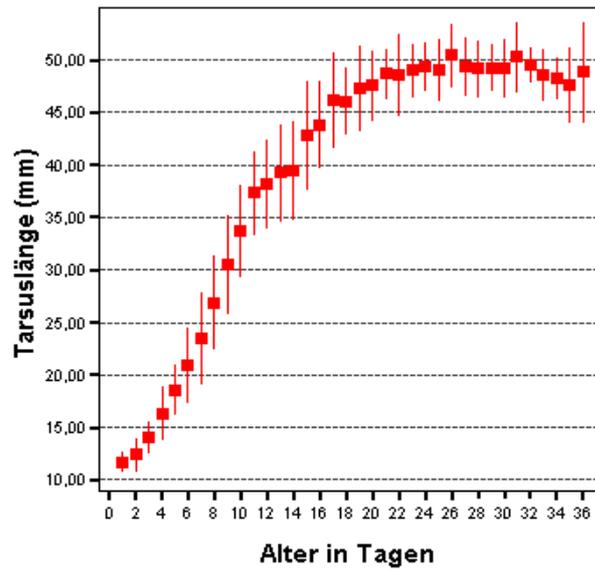


Abbildung 4-24; Durchschn. Tarsuslänge aller Nestlinge an allen Tagen (± 1.0 SD).

Im Vergleich zum Gewicht ist die Streuung der Tarsuslänge der Nestlinge an den einzelnen Tagen geringer (Abbildung 4-24).



Unterschiede in der Tarsuslänge zwischen der Gruppe, der Schlüpfreihenfolge und in Abhängigkeit des Überlebens:

Bei der Tarsuslänge wird analog zum Gewicht für jeden Lebenstag untersucht, ob sich das Gewicht zwischen den experimentellen Gruppen, nach der Schlüpfreihenfolge oder danach unterscheidet, ob der Nestlinge ausflog oder im Nest starb (Tabelle 4-14).

Alter	Gruppe	Flügge	Reihenfolge	Gruppe*Flügge	Flügge*Reihenfolge	Gruppe*Reihenfolge	N
df	2	1	4	1	2	8	
1							7
2	0.018						16
3	0.036						35
4							39
5		0.002					41
6		<0.001					51
7	0.014						40
8	0.026	<0.001					34
9		0.014					35
10	0.045	0.001					23
11	0.002	0.004		0.048			26
12		0.032					26
13	0.006	0.001		0.024			30
14	<0.001	0.008		0.002		0.025	24
15	0.002	<0.001	0.036	0.007			24
16	0.019		0.014	0.011			26
17			0.059				17
18		0.029					21
19							18
20							18

Tabelle 4-14; P-Werte der signifikanten und fast signifikanten ($p < 0,1$) Beziehungen der multivariaten Varianzanalyse der Tarsuslänge zu Gruppe, Schlüpfreihenfolge und Überleben.



Die Tarsuslänge ist an einzelnen Tagen vom zweiten bis sechzehnten Lebenstag signifikant unterschiedlich zwischen den Nestlingen der drei Gruppen a, b und c. Die Nestlinge der Gruppen a und b weisen dabei durchschnittlich die grössere Tarsuslänge auf, als die Nestlinge der Gruppe c. Dies ist deswegen interessant, da die Nestlinge der Gruppe a und c leichter sind als Nestlinge der Gruppe b. Die Nestlinge der Gruppe b sind deutlich schwerer, als gleichaltrige Nestlinge der Gruppen a und c. Die Nestlinge der Gruppe a sind demnach relativ zum Gewicht grösser als die Nestlinge der beiden anderen Gruppen (Abbildung 4-25). Allerdings muss erwähnt werden, dass es sich um wenige Individuen handelt und die Standardabweichung gross ist.

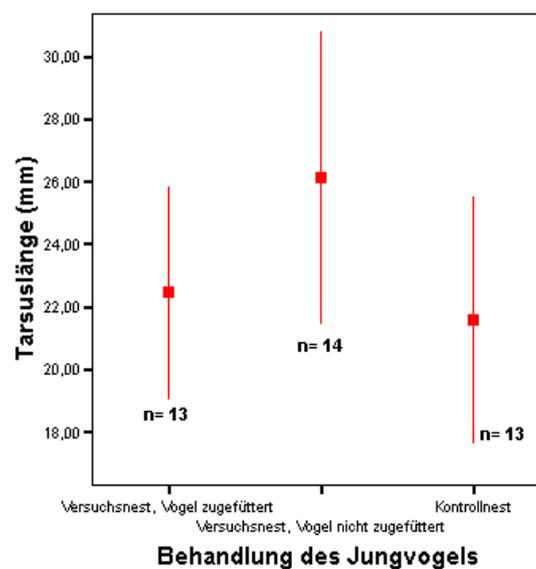


Abbildung 4-25; Mittlere Tarsuslänge der Nestlinge der drei Gruppen am 7. Lebenstag (+/- 1.0 SD).



Ab dem fünften Tag wird die Tarsuslänge signifikant unterschiedlich zwischen Nestlingen die ausfliegen und den Nestlingen die sterben. Beim Gewicht ist der Unterschied bereits ab dem dritten Tag signifikant verschieden. In der Grösse sind die sterbenden Nestlinge erst ab dem fünften Lebenstag signifikant kleiner als ausfliegende Nestlinge (Abbildung 4-26).

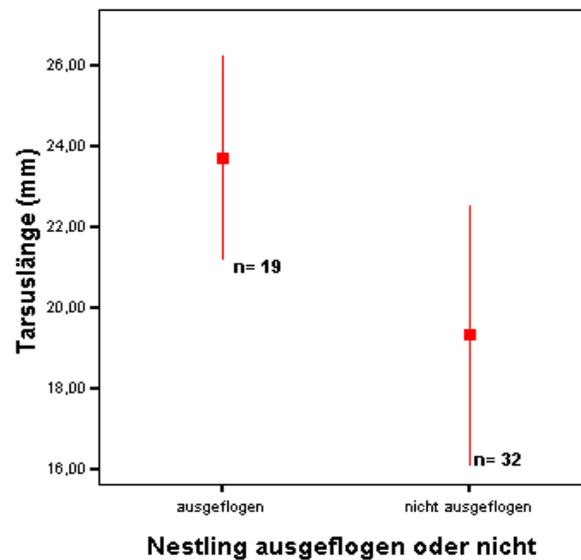


Abbildung 4-26; Mittlere Tarsuslänge der Nestlinge die ausfliegen und der Nestlinge die nicht ausfliegen am 6. Lebenstag (+/- 1.0 SD).



Von der Interaktion „Gruppe*Flügel“ ist die Tarsuslänge vom 11. bis 16. Lebenstag signifikant abhängig. Allerdings ist dieser signifikante Unterschied von zwei einzelnen Nestlingen abhängig. Ein Nestling der Gruppe a welcher ausfliegen wird ist deutlich grösser als die Nestlinge der Gruppe a die nicht ausfliegen werden. Bei der Gruppe c fällt der Unterschied zwischen den Nestlingen die ausfliegen und denen die nicht ausfliegen ebenfalls deutlich aus. Aber auch bei der Gruppe c hängt der Unterschied von einem einzigen Nestling ab. Bei der Gruppe b ist zwischen den ausfliegenden und den nicht-ausfliegenden Nestlingen kein grosser Unterschied zu verzeichnen (Abbildung 4-27).

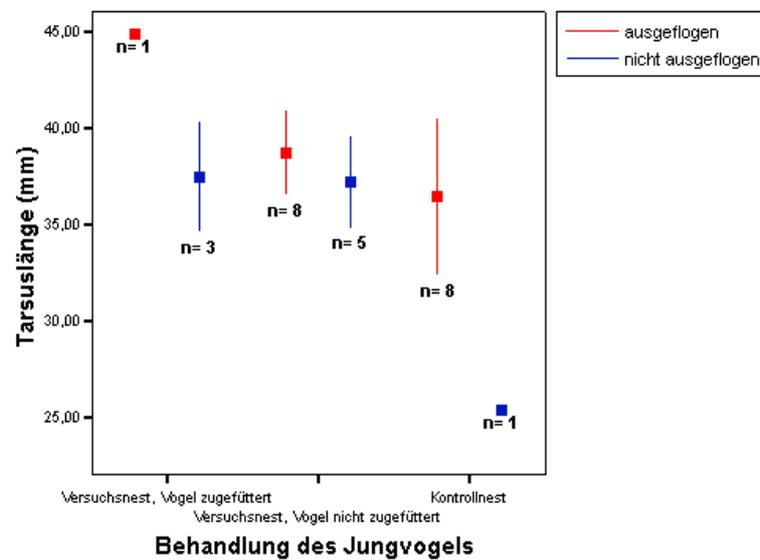


Abbildung 4-27; Mittlere Tarsuslänge am 11. Lebenstag aufgetragen nach Gruppe und Überleben (+/- 1.0 SD).



Am 14. Lebenstag ist die Tarsuslänge signifikant von der Interaktion „Gruppe*Schlüpfreihenfolge“ abhängig. An diesem Tag ist diese Interaktion auch zum Gewicht signifikant. Betrachtet man das Bild resultiert die gleiche Schlussfolgerung: Die Interaktion ist aufgrund sehr weniger Individuen signifikant. Bei den als erste geschlüpften Nestlingen, sind jene der Gruppe a deutlich die kleinsten, diejenigen der Gruppe b deutlich die grössten und die Nestlinge der Gruppe c, liegen zwischen den anderen beiden Gruppen. Dies stimmt mit den Daten der Gewichtsunterschiede überein. Die Nestlinge der Gruppe b sind sowohl die Schwersten als auch die Grössten bei den erst-, zweit- und drittgeschlüpften Nestlingen (Abbildung 4-28).

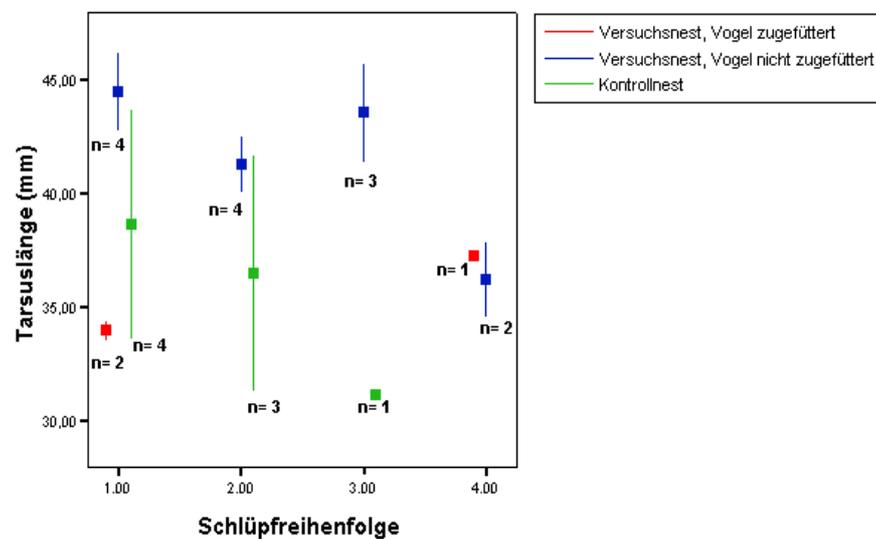


Abbildung 4-28; Mittlere Tarsuslänge der Nestlinge am 14. Lebenstag aufgetragen nach Schlüpfreihenfolge und Gruppe (+/- 1.0 SD).



Die Tarsuslänge ist am 14., 15. und 16. Lebenstag schwach signifikant abhängig von der Schlüpfreihenfolge. Dies entsteht vor allem durch die drei viertgeschlüpften Nestlinge, welche kleiner sind als die älteren Geschwister (Abbildung 4-29).

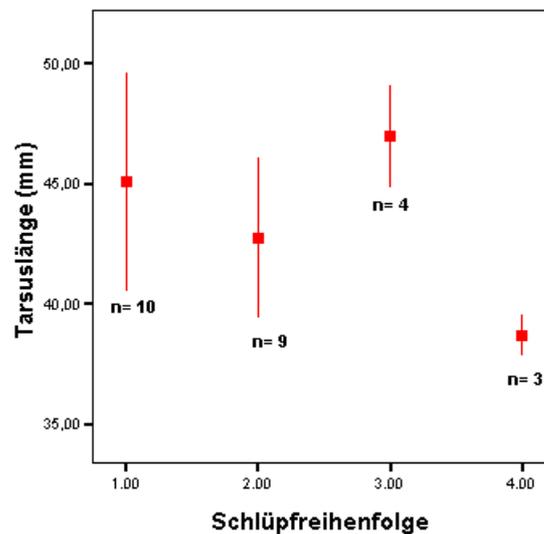


Abbildung 4-29; Signifikante Unterschiede in der Tarsuslänge zwischen der Schlüpfreihenfolge der Nestling am 16. Lebenstag (+/- 1.0 SD).

Abhängigkeit der Gewichtszunahme auf den nächsten Tag von der Tarsuslänge:

Vom 4. bis 8. Lebenstag nehmen Nestlinge, die einen längeren Tarsus haben zum nächsten Lebenstag mehr an Gewicht zu als Nestlinge, die einen kürzeren Tarsus haben (Lineare Regression, Tabelle 4-15).

Alter	p	b	r ²	N
1	0.382	0.802	0.155	7
2	0.762	0.170	0.007	16
3	0.108	0.588	0.076	35
4	<0.001*	1.152	0.292	39
5	0.005*	1.419	0.187	41
6	<0.001*	1.822	0.618	42
7	0.002*	0.285	0.353	34
8	<0.001*	1.729	0.590	30
9	0.314	0.257	0.035	31
10	0.183	0.519	0.083	23

Tabelle 4-15; Abhängigkeit der Gewichtszunahme auf den nächsten Tag vom Gewicht der Nestlinge. Für jeden Lebenstag wurde eine lineare Regression berechnet.

Vom vierten bis achten Tag korreliert die Grösse der Nestlinge positiv mit der Gewichtszunahme auf den nächsten Tag. Grössere Nestlinge nehmen mehr zu als kleinere (Abbildung 4-30). An allen anderen Tagen nehmen grössere



Jungvögel nicht signifikant mehr an Gewicht zu als kleinere. An den Tagen zwei und drei ist das Gewicht bereits signifikant zur Gewichtszunahme auf den nächsten Tag, schwerer Nestlinge nehmen mehr an Gewicht zu als leichtere Nestlinge. Die Grösse spielt im Gegensatz dazu noch keine Rolle. Die Unterschiede in der Gewichtszunahme zwischen grossen und kleinen Nestlingen sind noch nicht signifikant.

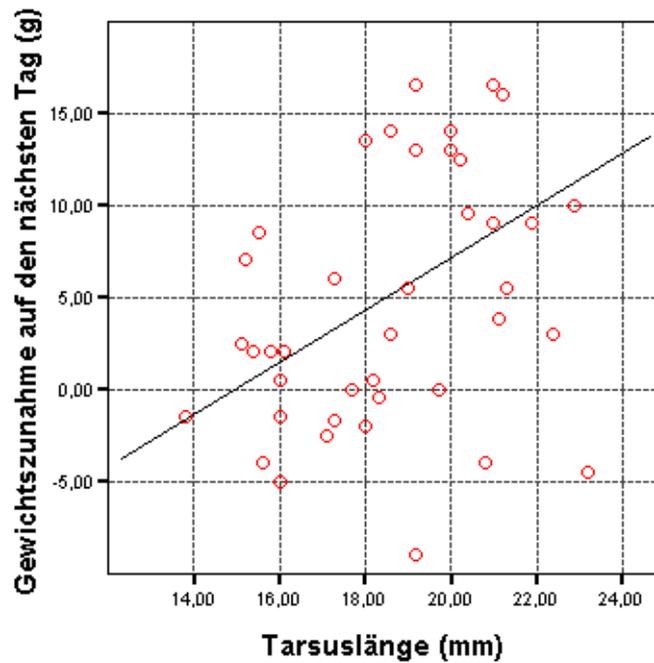


Abbildung 4-30; Gewichtszunahme auf den nächste Tag in Abhängigkeit zur Grösse des Nestlings am 5. Tag.



4.4.3 Federlänge

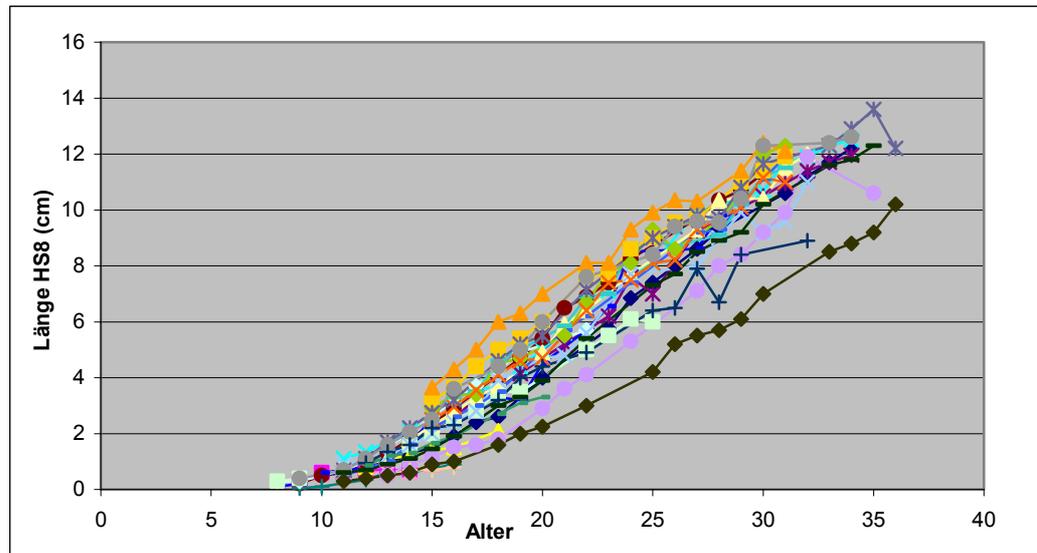


Abbildung 4-31; Wachstum der achten Handschwinge bei allen Nestlingen.

Das Wachstum der achten Handschwinge verläuft für die Nestlinge praktisch linear (Abbildung 4-31). Vom 10. bis zum 30. Lebensjahr beträgt das durchschnittliche tägliche Federwachstum 0.5 cm ($r^2=0.92$, $F=4205.13$, $b=0.52$). Das lineare Wachstum der Federlänge ist am Beispiel des Nestes 37 gezeigt (Abbildung 4-32).

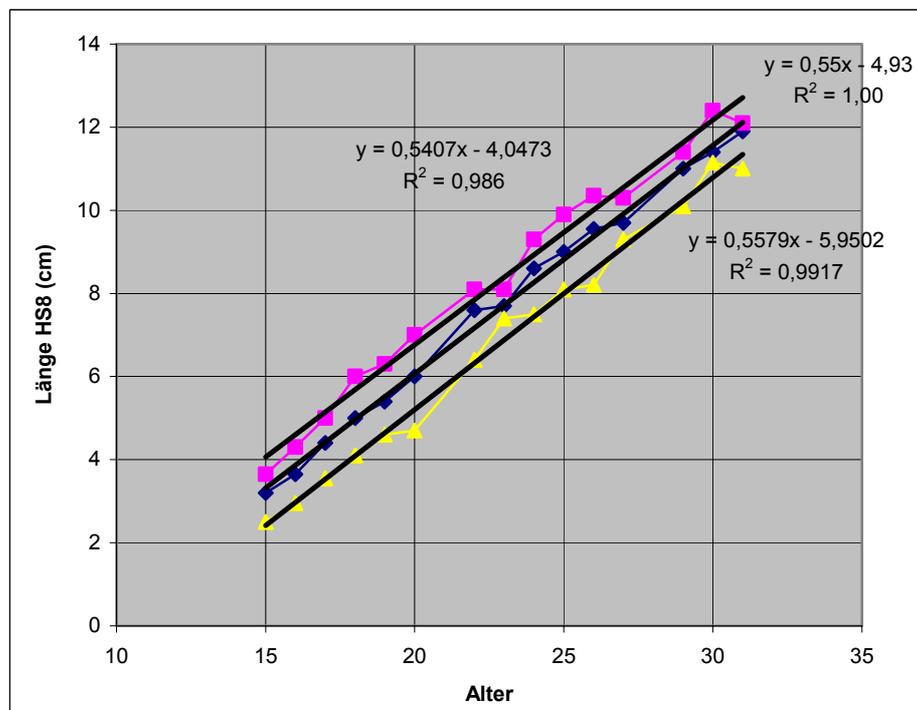


Abbildung 4-32; Wachstum der dritten Handschwinge am Beispiel der Nestlinge des Nestes 37.



Unterschiede in der Federlänge zwischen den Gruppen, der Schlüpfreihenfolge in Abhängigkeit des Überlebens:

Auch für die Daten der Federlänge wird an jedem einzelnen Lebenstag untersucht, ob sich das Gewicht zwischen den experimentellen Gruppen, nach der Schlüpfreihenfolge oder danach unterscheidet, ob der Nestling ausflog oder im Nest starb (Tabelle 4-16).

Alter	Gruppe	Flügge	Reihenfolge	Gruppe*Flügge	Flügge*Reihenfolge	Gruppe*Reihenfolge	N
df	2	1	4	1	2	8	
11							14
12	0.004	0.051					18
13	0.004						18
14	0.016		0.024			0.002	22
15		0.028					24
16		0.019					26
17							17
18							21
19							18
20							18

Tabelle 4-16; P-Werte der signifikanten und fast signifikanten ($p < 0.1$) Beziehungen der multivariaten Varianzanalyse der Federlänge zu Gruppe, Schlüpfreihenfolge und Überleben

Vom 12. bis 14. Lebenstag sind die Unterschiede in der Federlänge zwischen den drei Gruppen a, b und c signifikant. Nestlinge der Versuchsgruppe (a und b) weisen in den ersten Tagen des Federwachstums deutlich längere Federn auf als die Nestlinge der Kontrollgruppe (c) (Abbildung 4-33).

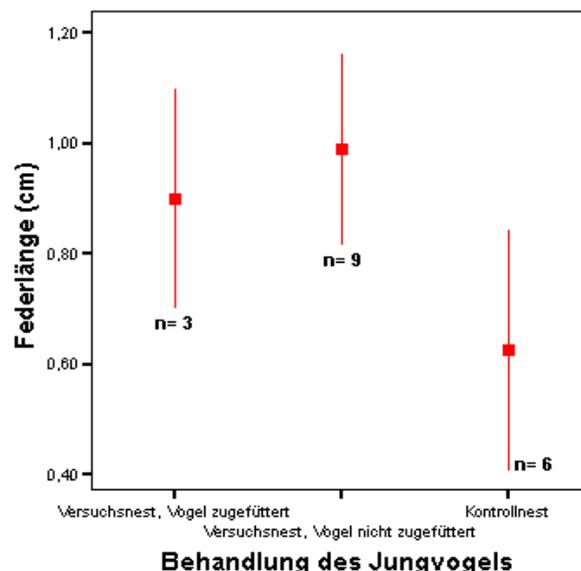


Abbildung 4-33; Mittlere Federlänge der drei Gruppen am 12. Lebenstag (+/- 1.0 SD).



Bezüglich Überleben ist die Federlänge nur an drei Tagen (12., 15. und 16. Tag) signifikant unterschiedlich. Nestlinge die ausflogen, haben die deutlich längeren Federn als die Nestlinge die sterben (Abbildung 4-34).

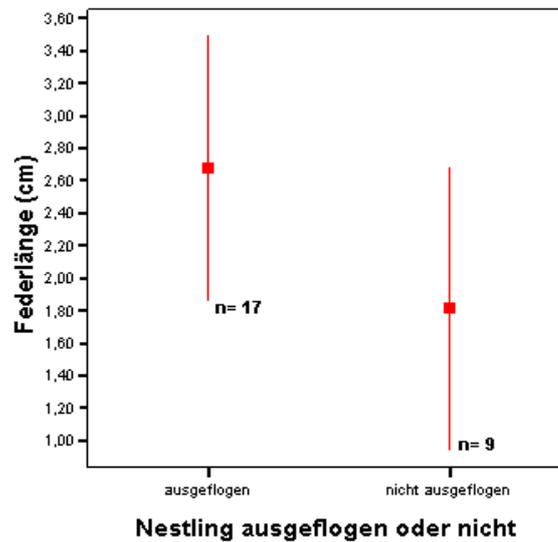


Abbildung 4-34; Mittlere Federlänge der Nestlinge die ausflogen und der Nestlinge die nicht ausflogen am 16. Lebenstag (+/- 1.0 SD).

An keinem der Tage ist die Federlänge signifikant zur täglichen Gewichtszunahme. Die Federlänge wächst unabhängig davon wie viel der Vogel pro Tag zunimmt.



4.5 Energiereserven

Bei allen Dohlelnestlingen konnten wir kaum subkutane Fettdepots feststellen. Deshalb versuchten wir, ihren Ernährungszustand anhand des Zustandes des Brustmuskels zu beurteilen. In den meisten Fällen ging der Brustmuskel gerade zum Brustbeinkamm über. Oft waren so wenige Muskeln vorhanden, dass der Brustbeinkamm hervorstand. Nur vereinzelt kam es vor, dass der Brustmuskel gewölbt über dem Brustbeinkamm hervorstand. Aber selbst bei solchen Nestlingen war das Überleben bis zum Ausfliegen nicht gewährleistet. Die Zeit, in der wir bei unseren Dohlen einen gewölbten Brustmuskel vorfanden beschränkte sich auf die Tage 7-15. Nach dem 15. Alterstag ging der Brustmuskel bei den meisten Nestlinge gerade zum Brustbein über. In sehr wenigen Fällen, wenn die Nestlinge im Vergleich zu den anderen, gleich alten, Jungvögeln sehr leicht waren, stand das Brustbein hervor.

Ein Beispiel zweier Nestlinge die trotz gewölbtem Brustmuskel vom 5. bis 12. Lebenstag nicht bis zum Ausfliegen überlebten sind die beiden Nestlinge 23,2 und 29,3. Beide starben kurz nach ihrem 20. Entwicklungstag. Beide Nestlinge stammten aus Spätbrüternestern. Im Falle des Nestlings 23,2 ist bekannt, dass er von einem Bandwurm befallen war und deshalb an einer Darmentzündung erkrankte.

4.6 Metaboliten im Plasma

Die Plasmawerte der verschiedenen Metaboliten wurden zwischen den Nestlingen verglichen. Für jeden Metaboliten wurde untersucht, ob sich die Menge zwischen dem Alter, der Gruppe, der Schlüpfreihenfolge oder danach unterscheidet, ob der Nestling ausflog oder im Nest starb (Tabelle 4-17).

p	Alter	Gruppe	Reihenfolge	Flügge	Gruppe*Flügge	N
In Hydroxybutyrat				0.092		52
In Triglycerid		0.001				52
In Freie Fettsäure		0.005				47
In Harnsäure		0.002		0.035		49
In Protein	0.001	<0.001		0.039		51
Glucose			0.069			41

Tabelle 4-17; P-Werte der signifikanten und fast signifikanten ($p < 0.1$) Beziehungen der multivariaten Varianzanalyse der Daten der Plasmametabolite zu Gruppe, Schlüpfreihenfolge und Überleben.



Der Wert an Hydroxybutyrat im Serum zeigt einen schwach signifikanten Unterschied zwischen den Nestlingen die Ausfliegen und jenen die im Nest verenden (Abbildung 4-35). Die Nestlinge, welche nicht ausfliegen werden, haben einen signifikant höheren Hydroxybutyrat-Wert. Da Hydroxybutyrat ein Indikator für den Fettabbau ist, stellt dies den schlechten Zustand der sterbenden Nestlinge dar.

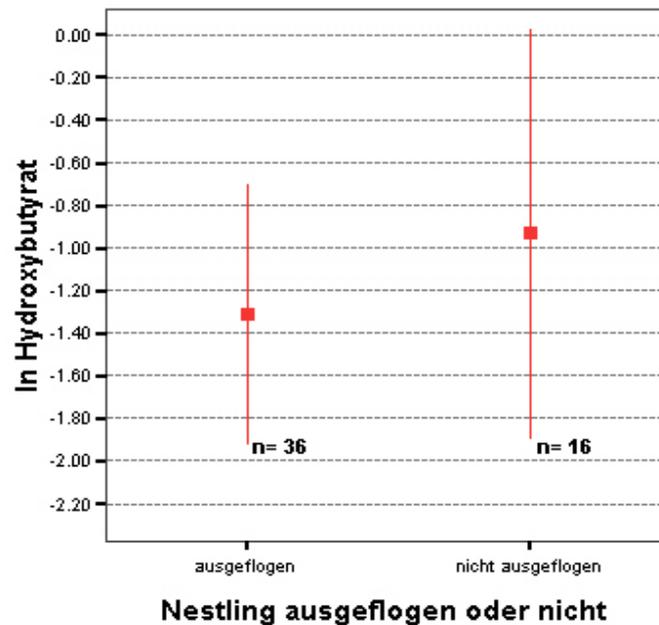


Abbildung 4-35; Mittlere Konzentration an Hydroxybutyrat im Plasma von Nestlingen die ausfliegen und jenen die nicht ausfliegen ($p=0.092$ / $F=2.954$ / $r^2=0.056$) (± 1.0 SD).



Der Triglycerid-Wert ist signifikant verschieden zwischen den drei Gruppen a, b und c. Die Nestlinge der Gruppe a haben einen höheren Triglycerid-Wert. Ein hoher Triglyceridwert im Plasma ist ein Merkmal des Fettaufbaus aus der Nahrung und tritt bei gut ernährten Nestlingen auf (Abbildung 4-36).

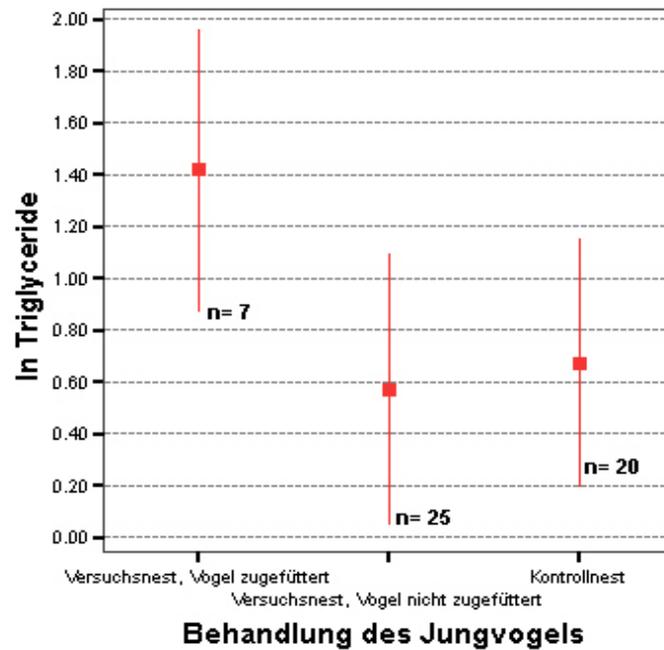


Abbildung 4-36; Mittlere Konzentration an Triglycerid im Plasma bei den drei Gruppen ($p=0.001$ / $F=7.665$ / $r^2=0.238$) (± 1.0 SD).



Der Wert an freier Fettsäure im Blut ist wie der Triglycerid-Wert für die drei Gruppen signifikant verschieden (Abbildung 4-37). Nestlinge der Gruppe a haben einen signifikant erhöhten Wert ($p=0.005$ / $F=6.110$ / $r^2=0.217$). Freie Fettsäuren können, wie auch Triglycerid, nach aufgenommener Nahrung vermehrt im Plasma auftreten. Der hohe Fettsäure-Wert der Nestlinge der Gruppe a, deutet deren relativ guten Ernährungszustand an.

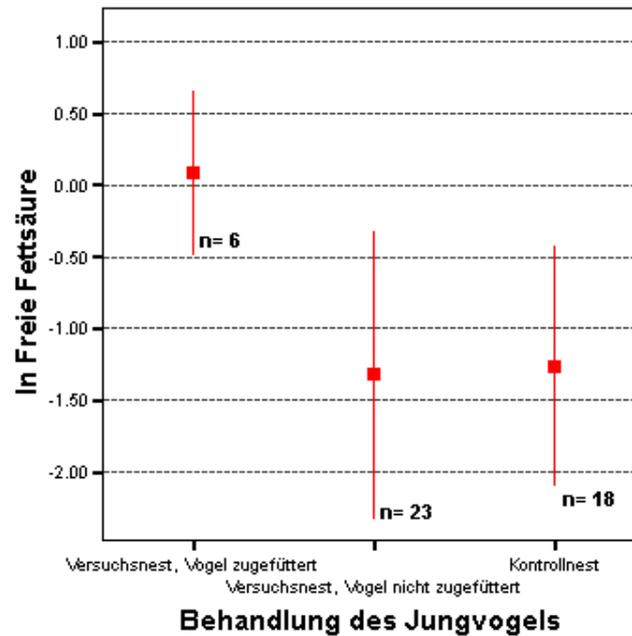


Abbildung 4-37; Mittlere Konzentration an Freier Fettsäure im Plasma der Nestlinge der drei verschiedenen Gruppen ($p=0.005$ / $F=6.11$ / $r^2=0.217$) (± 1.0 SD).



Harnsäure unterscheidet sich signifikant zwischen den drei Gruppen. Wiederum zeigen Nestlinge der Gruppe a, einen erhöhten Wert. ($p=0.002$ / $F=6.871$ / $r^2=0.283$). Erhöhte Harnsäure-Werte können entweder durch eine erhöhte Proteinmenge in der Nahrung zustande kommen oder aber auch durch die Nutzung von Körperproteinen während Hungerzeiten.

Ausfliegende Nestlinge zeigen einen signifikant höheren Wert, als Nestlinge die nicht ausfliegen. Dies deutet darauf hin, dass in diesem Fall der erhöhte Proteinwert durch die erhöhte Proteinaufnahme mit der Nahrung zustande kommt ($p=0.035$ / $F=4.735$ / $R^2=0.283$) (Abbildung 4-38).

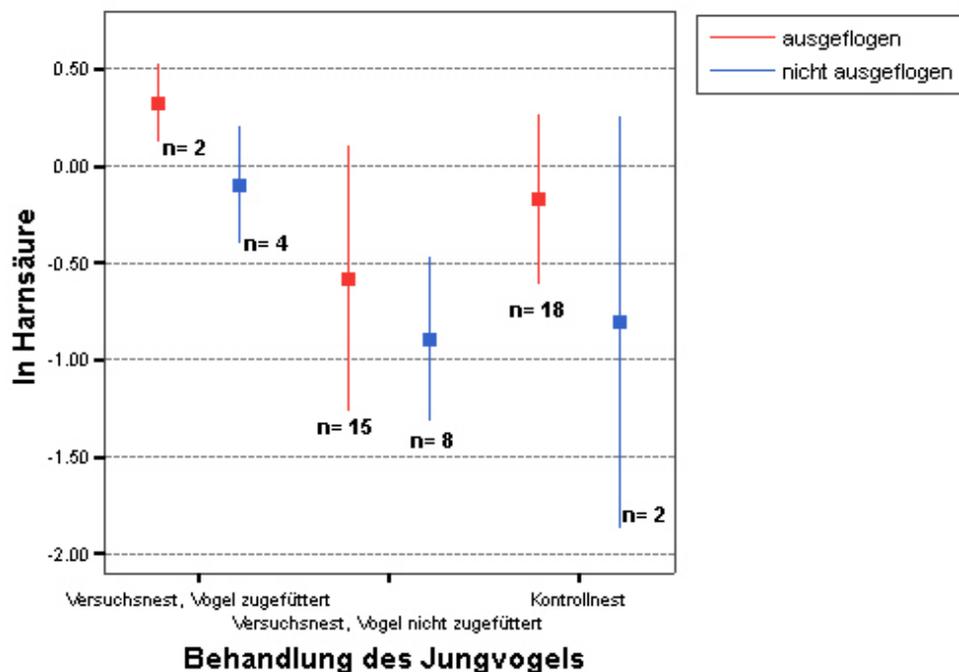


Abbildung 4-38; Mittlere Konzentration an Harnsäure im Plasma in Abhängigkeit zu Gruppe und Überleben (+/- 1.0 SD).



Der Proteinwert ist für das Alter ($p=0.001 / F=11.918 / r^2=0.494$), sowie für die Gruppe ($p<0.001 / F=18.161 / r^2=0.494$) und das Überleben ($p=0.039 / F=4.52 / r^2=0.494$) signifikant verschieden. Bei Nestlingen der Gruppe a liegt der Proteingehalt signifikant höher als bei Nestlingen der Gruppe b und c. Dies stimmt mit den Aussagen über die Harnsäuremenge im Blut überein. Zum Überleben deckt sich die Aussage der Proteinmenge ebenfalls mit der Aussage über die Harnsäuremenge. Ausfliegende Nestlinge haben einen signifikant höheren Wert als Nestlinge, die nicht ausfliegen. Da die Proteinmenge signifikant unterschiedlich ist zum Alter, werden für die Grafik, die gemessenen Proteinwerte auf das durchschnittliche Messalter von 12.5 Tagen korrigiert (Abbildung 4-39).

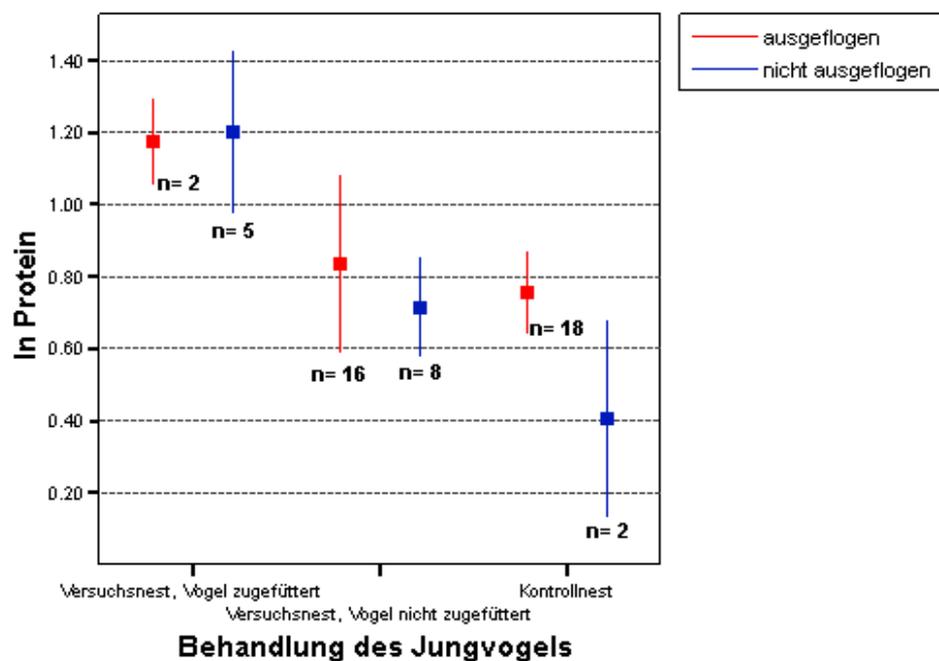


Abbildung 4-39; Mittlere Konzentration an Protein im Plasma in Abhängigkeit zu Alter, Gruppe und Überleben (+/- 1.0 SD).



Die Glucose-Werte halten sich wie erwartet in einem bestimmten Rahmen von dem sie nicht stark abweichen. Trotzdem ist zwischen den Glucosewerten und der Schlüpfreihenfolge ein signifikanter Unterschied erkennbar. Nestlinge, die als 4. geschlüpft sind, zeigen gegenüber den 1., 2. und 3. geschlüpften einen signifikant tieferen Glucose-Wert ($p=0.069$ / $F=2.575$ / $r^2=0.173$) Allerdings handelt es sich bei den Nestlingen, die als vierte geschlüpft sind lediglich um drei Individuen (Abbildung 4-40).

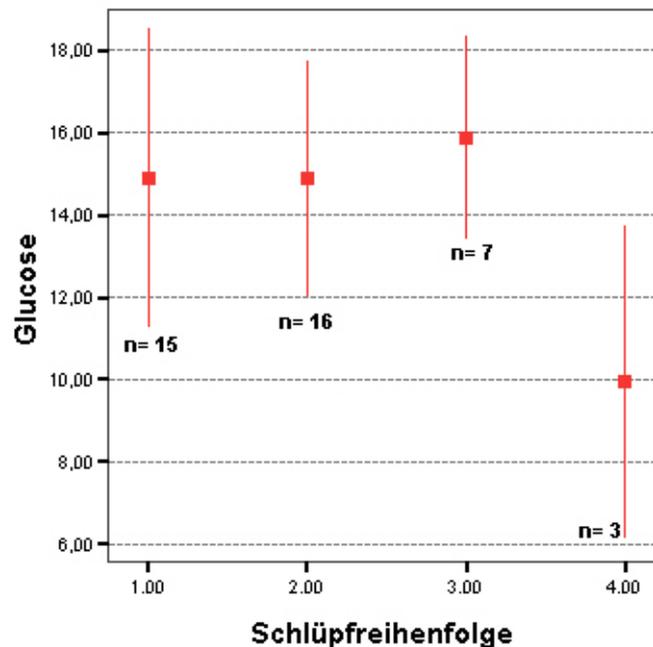


Abbildung 4-40; Mittlere Konzentration an Glucose im Plasma in Abhängigkeit zur Schlüpfreihenfolge ($p=0.069$ / $F=2.575$ / $r^2=0.173$) (+/- 1.0 SD).

4.7 Untersuchungen an Eiern

15 Eier, aus denen keine Jungen geschlüpft sind, wurden untersucht. Lediglich bei fünf Eiern konnten Messungen über die Länge und Breite gemacht werden. Die anderen Eier waren entweder schon zerbrochen oder fielen gleich beim Anfassen auseinander.

Aus Nest Nummer 40 stammten vier Eier. Bei allen wies der Inhalt die gleiche Konsistenz auf. Eiweiss und Dotter schienen frisch zu sein, so dass mit grosser Wahrscheinlichkeit gesagt werden kann, dass die Eier unbefruchtet waren. Die ganze Brut dieses Nestes wurde etwa eine Woche bebrütet und dann vorzeitig verlassen.

Im Nest 22 bebrütete eine Dohle ihre drei Eier noch einen Monat über den Schlupftermin hinaus. Diese Eier zerbrachen leicht, stanken sehr stark und ihr Inhalt war eine wenig flüssige, gelbe Masse. Es kann vermutet werden, dass die Eier zwar befruchtet, aber mit einem Bakterium befallen waren.



Aus dem Nest 38 stammten zwei Eier. Eines davon war bedeutend kleiner, ein Zwergei. Der Inhalt war bei beiden eine cremige gelbe Masse, was wiederum auf eine mikrobielle Infektion schliessen lässt. Beim Zwergei war möglicherweise kein Eiweiss vorhanden.

Bei je einem Ei aus den Nestern 36 und 37 war ein Embryo sichtbar. In beiden Fällen handelte es sich um einen Embryo in einem bereits fortgeschrittenen Stadium. Nach Untersuchungen unter dem Binokular konnten bei beiden keine Missbildungen erkannt werden.

Die restlichen fünf tauben Eier stammten aus den Nestern 42, 39, 38, 30 und 31. Alle schienen befruchtet zu sein und stanken nach dem Aufschlagen sehr stark. Der Inhalt war durchgehend eine gelbliche bis rötliche cremige Masse. Es ist wiederum anzunehmen, dass auch diese Eier durch einen bakteriellen Infekt beeinträchtigt waren. (Tabelle 4-18).

Nummer	Länge	Breite	Schalendicke	Inhaltsform	Gewicht
38-1.Ei	x	x	16	Mikrobielle Infektion, stinkt stark, gelbe Flüssigkeit wenig cremig	9.75
38-2.Ei	x	x	21	Zwergei; mikrobielle Infektion, stinkt stark, cremige gelbe Masse, enthält evt kein Eiweiss	5.00
40-1.Ei	x	x	23	Ei sieht frisch aus, evt. unbefruchtet, Schale brüchig	12.00
40-2.Ei	35.6	25.1	23	Ei sieht frisch aus, evt. unbefruchtet, Schale brüchig	12.00
40-3.Ei	32.6	24.75	22	Ei sieht frisch aus, evt. unbefruchtet, Schale brüchig	8.00
40-4.Ei	33.8	X	21	Ei sieht frisch aus, evt. unbefruchtet, Schale brüchig	11.50
22-1.2.3.Ei	X	X	22	Mikrobielle Infektion, stinkt stark, gelbe Masse wenig cremig, Eier alle zerbrochen	9 / 7.75 / 7.25
42-1.Ei	X	X	23.5	Mikrobielle Infektion, stinkt stark, gelbliche Masse	10.00
39-1.Ei	X	X	20	Mikrobielle Infektion, stinkt stark, cremig gelbe Masse	6.25
30-1.Ei	34.5	23.6	21	Mikrobielle Infektion, stinkt stark, cremig gelbe Masse	9.50
31-1.Ei	X	X	22	Mikrobielle Infektion, stinkt stark, gelblich-rötliche Masse	9.75
37-1.Ei	32.9	23.9	x	later stage Embryo, keine Missbildungen erkennbar	6.00
36-1.Ei	X	X	17	later stage Embryo, keine Missbildungen erkennbar	7.00
Ø	33.88	24.34	20.96		8.72
SD	1.2	0.7	2.3		2.2

Tabelle 4-18; Angaben über Masse und Inhalt der Eier aus denen keine Nestlinge geschlüpft sind. Schalendicke in 1/100mm, Länge und Breite in mm, Gewicht in g

Die durchschnittliche Schalendicke der Eier beträgt 21/100 mm, im Mittel wiegen die Eier 8.72 g.

Bei Eiern, aus denen Junge geschlüpft sind, aber dennoch ein Teil der Eischale aufbewahrt werden konnte, beträgt die durchschnittliche Dicke der Eischale mit Eihaut 20/100 mm (+/- 1.5 SD, n=11, Spannweite 17-22/100 mm) und ohne Eihaut 16.7/100 mm (+/- 1.9 SD, n=12, Spannweite 15-21/100 mm).

Die Eischale der Eier aus denen die Nestlinge nicht geschlüpft sind, ist somit im Durchschnitt 1/100 mm dicker als die Eischale von Eiern aus denen Nestlinge geschlüpft sind. Es kann aufgrund der Schalendicke nicht gesagt werden, dass die Eier, aus denen keine Nestlinge geschlüpft sind, minderwertige Schalen aufweisen.



5 Diskussion

In einem ersten Teil der Diskussion werden die Verhältnisse vor dem Experiment der Zufütterung, sowie die Kontrollnester, besprochen. Damit soll untersucht werden, ob die Bedingungen, die in der Dohlenkolonie Murten 2003 anzutreffen waren, vergleichbar sind mit anderen Kolonien und anderen Jahren in Murten.

Im zweiten Teil der Diskussion werden die Auswirkungen der experimentellen Zufütterung auf das Wachstum, den Metabolismus sowie den Aufzuchterfolg besprochen.

5.1 Verhältnisse vor dem Experiment und Bruterfolg der Kontrollnester

5.1.1 Legeverhalten

Im Untersuchungsjahr 2003 war der früheste Legebeginn am 7.4. zu verzeichnen. Strebel notierte für die gleiche Kolonie 1989 den 9.4. und 1990 den 16.4. als frühesten Legebeginn. Auch für andere Kolonien im mitteleuropäischen Raum wird Anfang/Mitte April als frühester Legebeginn angegeben (Rheinland, 12.4., Mildenberger 1984; Berlin, Mitte April, Fischer 1970; Göschwitz/Thüringen, 12.4., Rudat, Peter und Zaumseil 1986; Mähren, frühestens in der 1. meist in der 2. und 3. Aprildekade, Folk 1968; Baden-Württemberg, in den letzten Märztagen, Hölzinger 1987). In der Narew-Niederung in Nordost-Polen vermerkt Kaminski (1991) den 8.4. als frühesten Legebeginn. Der Legebeginn der Dohlenkolonie Murten liegt somit im Rahmen anderer Beobachtungen, wenn auch eher etwas früher.

Die Hauptlegezeit erstreckte sich in Murten vom 12.4.-26.4., bei Strebel (1991) fiel die Hauptlegezeit in den Zeitraum vom 16.4.-5.5., begann also fünf Tage später und dauerte neun Tage länger. Für andere Kolonien im mitteleuropäischen Raum werden ähnliche Angaben gemacht (Baden-Württemberg, 2. Hälfte April, Hölzinger 1987; Rheinland, 20. April bis Mitte Mai, Mildenberger 1984; Narew-Niederung, Mitte April, Kaminski 1991).

Das letzte Gelege wurde am 3.5. begonnen. Bei Strebel (1991) war dies 1989 am 10.5. und 1990 am 15.5. Der Trend, dass die Eier im Untersuchungsjahr etwas früher gelegt wurden, ist auch hier zu erkennen.

Die gesamte Legeperiode erstreckte sich vom 7.4. bis zum 7.5. und dauerte somit 30 Tage. Bei Strebel (1991) dauerte es ebenfalls 30 Tage von der Ablage des ersten bis zur Ablage des letzten Eies in der gesamten Kolonie. Röell (1978) gibt an, dass sich die Eiablage bei ausreichendem Nistplatzangebot auf eine kürzere Zeitspanne konzentriert. Lediglich bei hoher Nistplatzkonkurrenz ziehe sich die Legezeit über drei Wochen und mehr hin (Röell 1978, Strebel 1991). Die sich über etwas mehr als vier Wochen hinziehende Legezeit in der



Dohlenkolonie Murten, lässt nach Röell vermuten, dass die Nistmöglichkeiten, gemessen an der Anzahl vorhandener Dohlen, nicht ausreichend sind.

Es wäre auch denkbar, dass qualitativ gute Individuen früher mit der Eiablage beginnen können als qualitativ schlechtere Eltern.

5.1.2 Gelegegrösse

Die Gelegegrösse beträgt drei bis sechs Eier, identisch zu Angaben aus der Literatur. Strebel (1991) hatte im Jahre 1990 ein Gelege mit nur zwei Eiern, 1989 sogar eines mit nur einem Ei. Beides waren aber Ausnahmefälle. 50 % der Gelege im Jahr 2003 bestanden aus fünf Eiern. 1989 bestanden ebenfalls 50 % der Gelege aus fünf Eiern, 1990 waren es 44.8 %.

In der Schweiz wurde eine durchschnittliche Gelegegrösse von 4,59 ermittelt (Zürich und Murten; in Glutz & Bauer 1993). In Murten umfasste die durchschnittliche Gelegegrösse 2003 4.5 Eier. Also annähernd gleich der in früheren Jahren ermittelten Zahl. Auch in anderen Kolonien wurden ähnliche durchschnittliche Gelegegrössen ermittelt (Narew Niederung, 4.9 Eier, Kaminski 1991; Finnland, 4.8 Eier, Antikainen 1978; Thüringen 4.99, Göschwitz 4.6, Rudat, Peter und Zaumseil 1986, Mähren 4.61, Folk 1968).

Gemäss Strebel (1991), ist die durchschnittliche Gelegegrösse von April-Gelegen (4.65 Eier) grösser als jene von Mai-Gelegen (4.27 Eier pro Nest). Diese Abnahme der Gelegegrössen im Laufe der Brutsaison wurde auch in anderen Kolonien ermittelt (Rheinland, April- 5.07, Mai 4.96 Eier pro Nest, Mildenerger 1984). 2003 war eine solche Abnahme nicht festzustellen. Von 22 Brutpaaren begannen nur vier erst im Mai Eier zu legen. Für diese vier Nester lag die durchschnittliche Anzahl gelegter Eier exakt bei 4.5, dem Saison-Durchschnitt.

5.1.3 Schlüpf Erfolg

Die durchschnittliche Gelegegrösse war für Versuchs- und Kontrollnester nicht signifikant unterschiedlich (Versuchsnester 4.6 / Kontrollnester 4.4). Die durchschnittliche Anzahl Nestlinge betrug für Versuchsnester 3.8, für Kontrollnester 3.0 und ist ebenfalls nicht signifikant verschieden zwischen den zwei Gruppen. Es gilt aber trotzdem zu vermerken, dass in Dohlennestern die der Versuchsgruppe zugeordnet wurden, durchschnittlich mehr Nestlinge schlüpfen, auch wenn dieser Unterschied nicht signifikant ist. Dohlen in Versuchsnestern haben im Durchschnitt mehr Nestlinge, die sie aufziehen müssen. Durch die grössere Nestlingszahl wird es für die Dohleneltern schwieriger, genügend Futter für den Nachwuchs zu beschaffen, und kleinere bzw. jüngere Nestlinge werden eher vernachlässigt.

Im Vergleich zu anderen in der Literatur gefundenen Angaben über die Anzahl Nestlinge pro Brutpaar liegt die Dohlenkolonie Murten mit 3.5 Nestlingen in vergleichbarem Rahmen. Strebel (1991) ermittelte 1989 3.1, 1990 3.8 Nestlinge pro Brutpaar. Schmidt (1988) ermittelte 2.9 Nestlinge pro Nest bei einer Kolonie im Bezirk Suhl in Deutschland.



Auch der Unterschied in der Anzahl entwickelter und tauber Eier ist für Versuchs- und Kontrollnester zwar nicht signifikant unterschiedlich, könnte aber trotzdem einen relevanten Einfluss auf den Ausfliegeerfolg der Nestlinge gehabt haben. Bei Versuchsnestern waren 17.2 % der Eier taub, bei Kontrollnestern waren es immerhin 31.4 % der Eier. Eine Möglichkeit, weshalb die Prozentzahl tauber und entwickelter Eier in Kontroll- und Versuchsnestern so grosse Unterschiede aufwies, ist möglicherweise auch in der Ursache zu suchen, dass schwache Nestlinge aus Eiern in Kontrollnestern eher nicht schlüpften. Die Nestlinge der Versuchsgruppe schlüpften zwar noch, gingen aber schon kurze Zeit später ein, weil sie zu schwach waren. Demnach wäre die logische Folge, dass die Nestlingssterblichkeit bei der Versuchsgruppe höher sein müsste, als bei der Kontrollgruppe. Gemessen an der Anzahl gelegter Eier, müsste dann der Ausfliegeerfolg beider Gruppen wieder gleich gross sein.

Auch bei der Anzahl tauber und entwickelter Eier liegt die Dohlenkolonie 2003 im Rahmen anderer in der Literatur gemachter Angaben. Für alle Dohlen betrachtet, lag der Anteil an tauben Eiern bei 22.2 %. 1989 schlüpften in Murten aus 28.7 % der Eier keine Nestlinge, 1990 betraf es 21 % aller Eier (Strebel 1991). In der Narew Niederung brüten die Dohlen in alten Weiden. Der Schlüpferfolg ist bei dieser Dohlenkolonie stark witterungsabhängig. Der Anteil Eier aus denen keine Nestlinge schlüpfen beträgt zwischen 60 % (bei kalter, feuchter Witterung) und 6 % (bei warmem und trockenem Wetter) (Kaminski 1991). In Südmähren beträgt die Anzahl tauber Eier 21.4 % (Folk 1968). Der hohe Anteil an Eiern, aus denen keine Nestlinge schlüpften, entspricht in Murten im Jahre 2003 nicht einer Ausnahme, sondern wurde für andere Kolonien ebenfalls ermittelt. Es gilt hier noch zu vermerken, dass der Anteil nicht entwickelter Eier der Versuchsnester mit 17.2 % relativ tief lag, während der Anteil bei Kontrollnestern mit 31.4 % am oberen Ende der Skala einzuordnen ist.

5.1.4 Brutbeginn und Brutdauer

Brutbeginn und Brutdauer sind bei der Dohlenkolonie Murten gleich verlaufen, wie es in der Literatur beschrieben wird. Der Legeabstand beträgt, wie auch schon Folk (1968) erwähnte, in der Regel 24 Stunden. In der Murtener Dohlenkolonie konnte ich keine Abweichungen feststellen. Das Weibchen beginnt ungefähr nach Ablage des zweiten oder dritten Eies, gelegentlich aber auch erst nach Ablage des vorletzten oder letzten Eies zu brüten. Je grösser das Gelege desto früher, gemessen an der Ablage des letzten Eies, beginnen die Dohlen zu brüten (Folk 1968). Von den Nestlingen schlüpfen deshalb etwa 50 % an einem Tag, der Rest verteilt auf die folgenden zwei bis drei Tage (Peter 1992). Diese Aussagen stimmen mit meinen Beobachtungen überein. Lediglich in einem Fall begannen die Dohlen in Murten 2003 schon nach dem ersten gelegten Ei zu brüten.

Die Brutdauer wird mit 17-19 Tagen angegeben (Zimmermann 1951). Dies trifft für die Kolonie Murten ebenfalls zu.



5.1.5 Schlüpfgewicht

Das Schlüpfgewicht der Jungdohlen in Murten betrug 2003 5-11 g, durchschnittlich 8.65 g. Strebel (1991) gibt ein Schlüpfgewicht von 6-13 g, durchschnittlich 9.9 g an. Kaminski (1985) gibt ein durchschnittliches Schlüpfgewicht von 11 g an. Das Schlüpfgewicht der Nestlinge in Murten 2003 ist somit gegenüber den von Strebel für die Jahre 1989 und 1990 ermittelten Angaben gesunken. Das von Kaminski 1985 ermittelte Schlüpfgewicht liegt höher als jenes der Nestlinge in Murten. Demnach wäre der Zustand der Nestlinge in Murten bereits beim Schlüpfen schlechter, und im Laufe der Jahre noch schlechter geworden, was wiederum bedeuten könnte, dass die Dohlen Eier von minderwertiger Qualität legen.

5.1.6 Nestlingszeit

Die Nestlingszeit dauert nach Zimmermann (1951) 30-35 Tage. Soler (1989) ermittelte bei 109 Nestern 28-36 Tage, durchschnittlich 32.4 Tage. Bei Kaminski (1985) dauerte es 28-30 Tage bis die Dohlen ausflogen. In Murten flogen die 19 Jungdohlen nach 32-38 Tagen, im Durchschnitt nach 35.3 Tagen aus. Im Durchschnitt dauerte die Nestlingszeit der Murtener Dohlen im Jahre 2003 somit drei Tage länger. Die längere Nestlingszeit könnte mit einer schlechteren Nahrungsversorgung und dem damit verbundenen schlechteren Entwicklungszustand der Nestlinge zusammenhängen oder bereits durch das geringere Schlüpfgewicht vorprogrammiert sein.

Für die gesamte Entwicklungszeit sind drei Unterschiede zu vermerken. Die Legeperiode der Dohlen fand zeitlich etwas früher im Jahr statt, das Schlüpfgewicht der Nestlinge lag tiefer, und die Nestlingszeit dauerte etwas länger.

5.1.7 Bruterfolg der Kontrollnester

Von 24 geschlüpften Nestlingen die der Kontrollgruppe zugeordnet wurden, flogen 9 aus. Der Ausfliegerfolg betrug somit 37.5 %. Strebel (1991) gibt einen Ausfliegerfolg von 31.3-35.8 % an. 2003 war der Ausfliegerfolg somit eher besser. In Südmähren wird der Ausfliegerfolg auf 56.9 % angegeben, liegt somit deutlich höher (Folk 1968).

Der Gesamtbruterfolg betrug im Jahre 2003 für die Kontrollgruppe 25.7 %. Diese Zahl liegt im Bereich der von Strebel (1991) ermittelten Angaben (22.2-28.3 %). Auch der Gesamtbruterfolg wird in Südmähren von Folk (1968) mit 44.7 % deutlich höher angegeben als in Murten.

Die Nachwuchsrate beträgt für Nestlinge der Kontrollgruppe 1.13. Strebel (1991) ermittelte eine Nachwuchsrate von 1.04 und 1.3 für die Jahre 1989 und 1990. Auch für andere untersuchte Kolonien werden ähnlich niedrige Nachwuchsraten angegeben (Haren / NL, in dicht hängenden Nistkästen, 1.06, im Kirchturm 0.92, bei Einzelbrütern 1.35, Röell 1978; Baden-Württemberg, in drei ungestörten Kolonien zwischen 1980 und 1985 0.7-0.96, Hölzinger 1987; Jena-Göschwitz, von 1991-1993, 1.1-3.0, Steidel et al. 1993; Zürich, von 1998-



2002, 0.3-1.2, Scholl 2003). In einigen Kolonien wurden aber auch höhere Nachwuchsraten ermittelt (Südmähren, 2.0, Folk 1968; Suhl, 2.44, Schmidt 1988; Göschwitz/Thüringen, 2.3, Peter 1992; Sachsen-Anhalt, 3.16, Dwenger 1989; Schottland, 2.3, Chesney 1986).

Der Bruterfolg hat sich in Murten, bei den Nestlingen der Kontrollgruppe, gegenüber den Jahren 1989 und 1990 nicht verschlechtert, aber auch nicht verbessert. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass in der Dohlenkolonie Murten im Versuchsjahr 2003 Verhältnisse anzutreffen waren, wie sie für mitteleuropäische Stadtkolonien üblich sind.

5.2 Auswirkungen der experimentellen Zufütterung

5.2.1 Beeinflussung des Metabolismus durch die Zufütterung

Proteinstoffwechsel

Harnsäure und Proteine sind Metaboliten, die während der Nahrungsaufnahme in erhöhten Konzentrationen im Blut auftreten, oder aber auch dann, wenn der Jungvogel nach einer längeren Hungerphase beginnt, seine körpereigenen Proteine abzubauen (Jenni-Eiermann & Jenni 1998). Während Zeiten des Fastens, waren die Harnsäure- und Proteinkonzentrationen bei den von Jenni-Eiermann & Jenni (1996) untersuchten Arten tief.

Bei den untersuchten Dohlnestlingen in Murten bestehen zwischen den drei Nestlingsgruppen signifikante Unterschiede sowohl in der Protein- als auch in der Harnsäurekonzentration, die sich im Serum befindet. Die zugefütterten Nestlinge weisen die höchsten Konzentrationen auf. Die Konzentrationen der Geschwister der zugefütterten Nestlinge und der Nestlinge der Kontrollgruppen, bewegen sich im gleichen Rahmen. Die Unterschiede in den Serumwerten sind zwischen den Nestlingen die ausflogen und jenen die nicht-ausflogen ebenfalls signifikant. Nestlinge die später ausflogen, haben mehr Protein und mehr Harnsäure im Blut, als Nestlinge, die im Nest sterben. Deshalb kann angenommen werden, dass die erhöhten Protein- und Harnsäurekonzentrationen im Serum durch die erhöhte Proteinaufnahme mit der Nahrung zustande kommen. Würden die höheren Serumkonzentrationen durch den Abbau der körpereigenen Proteine zustande kommen, hätten sterbende Nestlinge höhere Werte als ausfliegende Nestlinge. Der momentane Ernährungszustand mit Proteinen ist bei den zugefütterten Nestlingen gegenüber den Geschwistern und den Nestlingen der Kontrollgruppe verbessert.

Fettstoffwechsel

Die Hydroxybutyratkonzentration im Serum korreliert negativ mit der Gewichtszunahme (Jenni-Eiermann & Jenni 1994). Während Fastenzeiten steigt die Hydroxybutyratkonzentration im Serum an, weil der Jungvogel beginnt seine Fettreserven abzubauen. Bei den untersuchten Nestlingen in Murten zeigt sich zwischen den ausfliegenden und den nicht-ausfliegenden Nestlingen ein schwach signifikanter Unterschied. Nestlinge, die nicht ausflogen, wiesen höhere Hydroxybutyratkonzentrationen im Serum auf als Nestlinge die später ausflogen. Die Metabolitenwerte charakterisieren den



momentanen Ernährungszustand. Es ist durchaus nahe liegend, dass Nestlinge, die später ausflogen, einen besseren Ernährungszustand aufwiesen.

Die Konzentration von Triglycerid reagiert am empfindlichsten gegenüber den täglichen Aktivitäten. Die Triglyceridkonzentration im Serum korreliert positiv mit der Zunahme an Körpermasse und ist somit ein Indikator für Nahrungsaufnahme (Jenni-Eiermann & Jenni 1994). Bei der angewandten Messmethode wird allerdings die Glycerolkonzentration im Blut mitgemessen. Hohe Messwerte bedeuten deshalb entweder hohe Triglyceridkonzentrationen oder hohe Glycerolkonzentrationen. Glycerol ist ein Produkt, das beim Fettkatabolismus entsteht. Es tritt vermehrt im Serum auf, wenn die Vögel nach einer längeren Hungerphase Körperfett abzubauen beginnen. Bei den Blutentnahmen der untersuchten Nestlinge in Murten, ist die Konzentration von Triglycerid/Glycerol zwischen den drei Gruppen signifikant unterschiedlich. Die zugefütterten Nestlinge weisen die höchsten Serumkonzentrationen auf, die Geschwister der zugefütterten Nestlinge haben durchschnittlich am wenigsten Triglycerid und Glycerol im Blut, die Nestlinge der Kontrollgruppe weisen nur leicht höhere Werte auf. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass die hohen Konzentrationen durch Glycerol zustande gekommen sind. Dies würde bedeuten, dass die zugefütterten Nestlinge den schlechtesten Ernährungszustand aufwiesen. Anhand der Protein- und Harnsäurekonzentration im Serum konnte jedoch schon gezeigt werden, dass die zugefütterten Nestlinge den besseren momentanen Ernährungszustand aufwiesen. Deshalb ist auch hier anzunehmen, dass die erhöhten Werte vom Triglycerid stammen und auf einen besseren momentanen Ernährungszustand der zugefütterten Nestlinge hinweisen.

Ebenfalls signifikant ist der Unterschied zwischen den drei Gruppen in der Menge an freier Fettsäure im Serum. Auch bei dieser Messung weisen die zugefütterten Nestlinge die signifikant höheren Werte auf. Freie Fettsäure entsteht während Hungerphasen durch den Abbau von körpereigenen Fettreserven (Jenni-Eiermann & Jenni 1998). Aber auch nach der Nahrungsaufnahme kann die Freie Fettsäuremenge im Serum erhöht sein. Bei den Nestlingen in Murten weisen die Werte der beiden Tests (FFA und TG) eine positive Korrelation auf. Deshalb ist auch hier davon auszugehen, dass die erhöhten Mengen auf einen besseren Ernährungszustand hindeuten.

Glucose

Die Glucosekonzentration hält sich an eine bestimmte Konzentration, von dem sie nicht gross abweicht. Trotzdem ist die Glucosekonzentration zwischen der Schlüpfreihenfolge der Nestlinge signifikant unterschiedlich. Die als vierte geschlüpften Nestlinge weisen signifikant tiefere Werte auf, als die vor ihnen geschlüpften Geschwister. Allerdings wurden nur drei Nestlinge, die als viertes geschlüpft sind, untersucht. Die tiefe Glucose-Konzentration lässt dennoch auf einen schlechteren Zustand der später geschlüpften Nestlinge schliessen.

Anhand der Metabolitenwerte lässt sich sagen, dass die Zufütterung einen positiven Effekt auf den momentanen Ernährungszustand der Nestlinge gehabt hat. Nestlinge der Kontrollgruppe und auch die Geschwister der zugefütterten Nestlinge weisen sowohl im Protein- als auch im Fettmetabolismus den



schlechteren momentanen Ernährungszustand auf. Trotz besserem Ernährungszustand hatten aber die zugefütterten Nestlinge nicht die besseren Überlebenschancen bis zum Ausfliegen. Die Zufuhr von qualitativ gutem Futter allein genügt nicht, um den Bruterfolg der Dohlen zu erhöhen.

5.2.2 Beeinflussung des Wachstums durch die Zufütterung

Tarsus und Federlänge

Das Grössenwachstum wurde anhand der Tarsuslänge bestimmt. Betrachtet man die Daten der Tarsuslänge aller Nestlinge über jeden einzelnen Tag, sieht man, dass die Streuung der Tarsuslänge viel geringer ist, als beim Gewicht. Die Unterschiede im Gewicht scheinen sich nicht 1:1 auf das Grössenwachstum der Nestlinge auszuwirken.

An einzelnen Tagen vom 2. bis zum 16. Lebenstag ist die Tarsuslänge signifikant unterschiedlich zwischen den Nestlingen der drei Behandlungsgruppen. Die Nestlinge der Versuchsnester, sowohl die zugefütterten, als auch ihre Geschwister, sind grösser als die Nestlinge der Kontrollnester. Unter der Annahme, dass die Geschwister der zugefütterten Nestlinge mehr Futter durch ihre Eltern erhalten als Nestlinge der Kontrollgruppen, wäre es denkbar, dass die Futtermenge für das begünstigte Grössenwachstum verantwortlich ist.

Ab dem 5. Nestlingstag ist die Grösse unterschiedlich zwischen den Nestlingen die ausfliegen und jenen die nicht ausfliegen. Nestlinge, die ausfliegen, sind signifikant grösser als Nestlinge, die nicht ausfliegen. Wieso die Unterschiede erst ab dem fünften Tag signifikant werden, und nicht wie das Gewicht schon am dritten Tag, ist damit zu erklären, dass die Streuung der Tarsuslänge allgemein viel geringer ist als beim Gewicht. Nahrungsmangel wirkt sich in erster Linie auf das Gewicht aus und erst an zweiter Stelle auf die Grösse. Erst wenn der Vogel im Vergleich zum Gewicht zu gross ist, beginnt sich das Wachstum zu verlangsamen.

Das Federwachstum ist in den ersten Tagen ebenfalls signifikant unterschiedlich zwischen den drei Gruppen. Geschwister der zugefütterten Nestlinge haben durchschnittlich die längsten Federn. Die Federn der zugefütterten Nestlinge sind nur wenig kleiner. Die Federn der Nestlinge aus der Kontrollgruppe sind kürzer. Auch bei den Federn scheint sich die Futtermenge positiv auf das Wachstum auszuwirken. Möglicherweise beginnt das Federwachstum früher, wenn die Nestlinge besser ernährt sind.



Gewicht

Aufgrund der Ergebnisse der Metaboliten (momentaner Ernährungszustand) und des Wachstums von Tarsus- und Federlänge würde man erwarten, dass die zugefütterten Nestlinge schneller an Gewicht zunehmen, da sie mehr und qualitativ besseres Futter erhalten als ihre Geschwister, und die Nestlinge der Kontrollgruppe. Daraus sollte eine grössere Nachwuchsrate resultieren. Zudem würde eine grössere Überlebenschance für jüngere Nestlinge erwartet. Diese Hypothese konnte aber nicht bestätigt werden. Zwar ergaben sich gewisse Hinweise auf eine positive Entwicklung durch die Zufuhr von qualitativ guter Nahrung, aber eindeutig zeigt sich dieser Trend nicht. Nur ein zugefütterter Nestling überlebte bis zum Ausfliegen und obwohl dieser auf den Durchschnitt bezogen ein hohes Ausfliegegewicht aufwies, kann nicht gesagt werden, dass dieses durch die Zufütterung erlangt wurde. Der Nestling stammte aus einer von zwei Frühbruten. Alle fünf Nestlinge, die aus diesen beiden Nestern ausflogen, wiesen ein überdurchschnittliches Ausfliegegewicht auf. Die Zufütterung übte keinen direkt bemerkbaren positiven Effekt auf das Gewicht der Nestlinge aus.

Wird etwa die hohe Nestlingssterblichkeit nicht durch Futtermangel verursacht?

Während der ersten zwei Lebensstage der Nestlinge ist das Gewicht zwischen der Schlüpfreihenfolge signifikant unterschiedlich. Das Schlüpfgewicht nimmt mit der Legereihenfolge ab. Zusätzlich erwähnt Gibbons (1987), dass zwischen den Geschwistern von Beginn an eine Hierarchie herrscht, die durch das asynchrone Schlüpfen zustande kommt. Die Hierarchie entspricht der Schlüpfreihenfolge. Der Effekt der Hierarchie der natürlicherweise durch das asynchrone Schlüpfen zustande kommt, wird durch das abnehmende Schlüpfgewicht zusätzlich verstärkt. Erstgeschlüpfte Nestlinge sind die schwersten und stehen in der Rangordnung an oberster Stelle. Bei Futtermangel sterben die kleinsten und somit jüngsten Nestlinge zuerst. Die Eltern verschwenden damit weniger Energie an Nestlinge, die sowieso nicht bis zum Ausfliegen überleben würden (Gibbons 1987). Die meisten Nestlinge in Murten starben in den ersten Tagen. Deshalb liegt die Vermutung nahe, dass Futtermangel, verbunden mit der Konkurrenz zwischen den Nestlingen, eine wesentliche Rolle bei der Aufzucht der Dohlnestlinge spielt.

Nach dem zweiten Lebenstag ist das Gewicht nicht mehr signifikant unterschiedlich zwischen der Schlüpfreihenfolge der Nestlinge. Die Hierarchie unter den Nestlingen besteht nicht mehr oder wurde durch das Zufüttern so beeinflusst, dass sie geändert wurde. Dass die Hierarchie durch die Zufütterung verändert wurde, dafür spricht auch die Todesreihenfolge unter den Nestlingen. Während bei den Kontrollnestern, wie Gibbons (1987) angibt, die Nestlinge in umgekehrter Reihenfolge zum Schlüpfen sterben, ist bei den Nestlingen der Versuchsnester keine Regelmässigkeit zu erkennen.

Dagegen bestehen bereits ab dem dritten Tag signifikante Gewichtsunterschiede zwischen den Nestlingen, die ausflogen, und jenen, die sterben. Auch dies spricht für die Annahme, dass die hohe Nestlingssterblichkeit auch durch den Futtermangel zustande kommt. Der Hierarchie entsprechend werden die Nestlinge von ihren Eltern gefüttert. Da wenig Futter vorhanden ist,



bekommen nur diejenigen genügend Nahrung, die zuoberst in der Rangordnung stehen. Weiter unten in der Rangordnung stehende Nestlinge, die schon mit dem geringeren Gewicht geschlüpft sind, haben es doppelt so schwer, ihr Überleben zu sichern.

Möglicherweise werden die zugefütterten Nestlinge an die hinteren Plätze der Rangordnung gesetzt. Betrachtet man die einzelnen Versuchsnester spricht einiges für diese Theorie. Wenn ein Nestling überlebt, dann ist es immer ein nicht-zugefütterter Nestling. In einigen Fällen überlebt auch noch ein zweiter Nestling, aber auch dieser ist nicht zugefüttert. Auch bei den Kontrollnestern überlebten in nur einem Fall mehr als zwei Nestlinge. Dies könnte ebenfalls bedeuten, dass die Dohlen in den meisten Fällen nur für höchstens zwei Nestlinge genügend Futter aufbringen können. Trotzdem enthalten die Gelege der Dohlen immer 3-6 Eier, in der Hälfte alle Fälle 5.

Hier stellt sich die Frage, wieso aber, wenn Futtermangel eine entscheidende Rolle bei der Jungenaufzucht spielt, die Zufütterung sich nicht positiv auf die Gewichtsentwicklung der Nestlinge ausgewirkt hat?

Für die Gewichtsentwicklung der zugefütterten Nestlinge, hatte die Zufütterung wohl keinen positiven Einfluss. Für ihre Geschwister, wirkte sich die Zufütterung aber positiv auf das Gewicht aus. Ihr Gewicht ist, an den einzelnen Tagen betrachtet, höher als jenes der Nestlinge der Kontrollgruppe und jenes der zugefütterten Nestlinge. An einigen Tagen (4-8 / 13 / 14) ist die Beziehung gar signifikant. Beim durchschnittlichen Ausfliegegewicht sind zwar keine Unterschiede mehr vorhanden, es gilt aber zu vermerken, dass die Streuung im Ausfliegegewicht der Nestlinge der Kontrollgruppe grösser ist, als bei den nicht-zugefütterten Nestlingen der Versuchsgruppe. In den Fällen, in denen bei Kontrollnestern zwei Nestlinge ausflogen, weist der jüngere der beiden Nestlinge ein viel tieferes Gewicht auf. Bei der Versuchsgruppe ist dieser Unterschied auch vorhanden, aber nur minimal. Wenn zwei Nestlinge ausflogen, sind sie annähernd gleich schwer. So betrachtet hat die Zufütterung einen positiven Einfluss auf die Gewichtsentwicklung der Geschwister der zugefütterten Nestlinge.

Die Zufütterung hatte also keinen direkten positiven Effekt auf die Gewichtsentwicklung der zugefütterten Nestlinge, obwohl diese, wie anhand der Blutmetaboliten ermittelt wurde, den besseren momentanen Ernährungszustand, das bessere Grössenwachstum (Tarsus) und in den ersten Tagen des Federwachstums auch die längeren Federn aufwiesen.

5.2.3 Bruterfolg

24.7 % der insgesamt 77 Nestlinge flogen 2003 aus. Strebel (1991) ermittelte in den Jahren 1989 und 1990 einen durchschnittlichen Ausfliegeerfolg von 33.9 %. Der Ausfliegeerfolg im Jahre 2003 lag, wie demzufolge auch der Gesamtbruterfolg (2003; 19.2 % / 1989/1990; 25.6 %) etwas tiefer. Der Ausfliegeerfolg der zugefütterten Nestlinge betrug nur gerade 3.6 % während die Gruppen b (36 %) und c (37.5 %) einen signifikant höheren Ausfliegeerfolg



erreichten. Nestlinge die zugefüttert wurden, hatten eine geringere Chance bis zum Ausfliegen zu überleben.

Der etwas tiefere Ausfliegeerfolg der Versuchsnester im Vergleich zu den Kontrollnestern hängt in geringem Masse auch mit dem grösseren Schlüpf-erfolg und der geringeren Anzahl an nicht-entwickelten Eiern zusammen, die bei den Versuchsnestern vorgefunden wurden (vergleiche auch mit 5.1.2. und 5.1.3.). Die Unterschiede im Ausfliegeerfolg zwischen Versuchs- und Kontrollnestern sind aber nicht signifikant. Es kann also nicht gesagt werden, dass die Zufütterung, auf die gesamte Brut bezogen, einen negativen Einfluss hatte. Auf die Nestlinge der Gruppe a hatte die Zufütterung einen negativen Effekt, im Gegenzug hat sich aber die Überlebenschance der jüngeren Geschwister erhöht. Gibbons (1987) erzielt in seinen Experimenten, in denen er bei einigen Versuchsnestern synchrones Schlüpfen induziert, ebenfalls keinen höheren Ausfliegeerfolg für die Versuchsnester. Die Gewichtsvariation war zwar bei den Versuchsnestern reduziert, trotzdem resultierten genau gleich viele Todesfälle wie bei den Kontrollnestern. Und trotz identischem Schlüpfzeitpunkt entstand eine Hierarchie innerhalb des Nestes, die über das Überleben entschied. Je nach Futterressourcen können die Dohlen entscheiden, wie viele ihrer Jungen überleben.

In Murten sind es wahrscheinlich zu wenige Nestlinge, die überleben, um den Fortbestand der Kolonie zu sichern. Deshalb wäre anzunehmen, dass die hohe Sterberate der Nestlinge in Murten durch Nahrungsmangel verursacht wird. Dass die Zufütterung trotzdem keinen positiven Einfluss auf den Ausfliegeerfolg der Nestlinge hatte, könnte unter anderem auch an der hohen Krankheitsanfälligkeit liegen.

Auffallend ist auch, dass 6 von 13 Versuchsnestern im Jahre 2003 einen totalen Brutverlust erlitten. Betroffen waren drei 4er-Gelege, ein 5er-Gelege und zwei 3er-Gelege. Strebel (1991) vermerkte in beiden Jahren 1989/1990 lediglich je einmal bei einem 1er- und 2er-Gelege sowie bei zwei 4er-Gelegen einen Totalverlust. Bei den sechs Kontrollnestern trat nur bei einem 4-er-Gelege ein totaler Brutverlust auf. Unter den Versuchsnestern traten also totale Brutverluste gehäuft auf. Möglicherweise ist dies ebenfalls ein Hinweis für die erhöhte Anfälligkeit der Nestlinge.

Die Nachwuchsrate beträgt 0.86. Strebel (1991) ermittelte eine Nachwuchsrate von 1.17. Werden nur die Kontrollnester betrachtet, beträgt die Nachwuchsrate 1.13, also annähernd gleich wie dies Strebel ermittelte. Auch an der Nachwuchsrate wird ersichtlich, dass die Überlebenschance der Nestlinge durch den experimentell bedingten Stress möglicherweise verringert wurde. Gemäss Peter (1992) sind für Dohlen zwei Jungvögel pro Brut erforderlich, um den jährlichen Altvogelabgang von 20-30 % ausgleichen zu können. Diese Vorgabe erfüllt die Dohlenkolonie in Murten jedoch nicht. Für die Erhaltung der Dohlenkolonie ist es deshalb erforderlich, dass Dohlen aus anderen Kolonien zuwandern.



5.2.4 Todesreihenfolge, Todesursache und Todesalter

Bei der Versuchsanordnung in Murten wurde das von Gibbons (1987) entwickelte Hierarchie-Schema, das durch das asynchrone Schlüpfen der Nestlinge zustande kommt, aus dem Gleichgewicht gebracht. In den Versuchsnestern stimmt die Todesreihenfolge deshalb nicht mehr mit der normalerweise beobachteten Hierarchie im Nest überein. In den Kontrollnestern bleibt die Todesreihenfolge wie sie von verschiedenen Autoren (Strebel 1991, Gibbons 1987) erwähnt wird, und wie es auch bei anderen Vogelarten abläuft, erhalten. Der jüngste Nestling stirbt dabei als erstes, dann der zweitjüngste, drittjüngste usw.

Als Todesursache wird nur in drei Fällen Unterernährung angegeben. Viele der untersuchten Nestlinge waren nicht im besten Ernährungszustand und litten an einer Krankheit. Allerdings ist nicht festzustellen, ob die Krankheit durch den schlechten Ernährungszustand erst ausgebrochen ist, oder ob umgekehrt der schlechte Ernährungszustand durch die Krankheit hervorgerufen wurde. Denn wie auch Scholl (2002) stellten wir fest, dass kranke Nestlinge nicht sperrten und keine Lust hatten zu fressen. Fest steht, dass die untersuchten Nestlinge häufig an Nierengicht oder Lungenentzündung erkrankten. Die zugefütterten Nestlinge starben signifikant häufiger an Nierengicht, als die Nestlinge der anderen beiden Gruppen. Nierengicht wird bei einem bereits vorhandenen Nierenschaden, durch proteinreiches Futter verstärkt. Die Dohlennestlinge müssen demzufolge schon mit geschwächter Niere ausschlüpfen. Dies weist darauf hin, dass die Dohlen bereits schwächlich schlüpfen und von Beginn weg sehr krankheitsanfällig sind.

Die Krankheiten, die in Murten 2003 bei den Nestlingen auftraten, werden auch von Scholl (2002) erwähnt. Scholl (2002) untersucht die Dohlenkolonie in der Stadt Zürich und stellte nebst den genannten Todesursachen weitere Krankheiten fest (eitrige Dottersackinfektion mit Blutvergiftung, Hyperkeratose der Epidermis, Stoffwechselstörung). Im Vergleich zu Zürich war das Spektrum verschiedener Krankheiten in Murten geringer.

Das Todesalter stimmt mit Angaben aus der Literatur überein. Von den toten Nestlingen starben 55 % in der ersten Lebenswoche. 78 % waren bis zum 11. Lebenstag tot. Strebel (1991) ermittelte 75 % der Nestlingsverluste innerhalb der ersten 10 Tage. Die Nestlinge sterben in sehr jungem Alter. Dadurch verschwenden die Eltern keine unnötig Energie an Nestlinge, die sie aufgrund Futtermangel sowieso nicht bis zum Ausfliegen durchbringen (Gibbons 1987). Da dies bereits in den Jahren 1989/1990 der Fall war, kann angenommen werden, dass die Nahrungssituation schon in diesen Jahren schlecht war und seither nicht besser geworden ist.



5.2.5 Schlussfolgerungen

Wie anhand der Blutmetaboliten ermittelt werden konnte, war der momentane Ernährungszustand der zugefütterten Nestlinge besser, als der ihrer Geschwister und der Nestlinge der Kontrollgruppe.

Ebenso wurden die zugefütterten Nestlinge, aber auch deren Geschwister, im Grössen- und im Federwachstum begünstigt. Es ist anzunehmen, dass die Geschwister der zugefütterten Nestlinge mehr Futter von ihren Eltern erhielten, als die Nestlinge der Kontrollgruppen, da die Eltern durch die Zufütterung mehr Futter für die Geschwister verwenden konnten. Unter dieser Voraussetzung lässt sich schliessen, dass sich die Futtermenge positiv auf das Grössenwachstum, sowie die Entwicklung der Federn auswirkte.

Auf das Gewicht der zugefütterten Nestlinge hatte die Zufütterung jedoch keinen positiven Effekt. Die Geschwister der zugefütterten Nestlinge waren an den einzelnen Lebenstagen signifikant schwerer, als die zugefütterten Nestlinge selbst, und die Nestlinge der Kontrollgruppe, welche beide im selben (tiefen) Gewichtsbereich lagen. Wiederum unter der Annahme, dass die Geschwister der zugefütterten Nestlinge mehr Futter erhielten, als die Nestlinge der Kontrollgruppe, kann also gesagt werden, dass die Futtermenge ein limitierender Faktor für die Überlebensrate der Nestlinge war. Dass die meisten Nestlinge schon in ihren ersten Lebenstagen starben, ist ein weiteres Argument dafür, dass Nahrungsmangel eine Rolle bei der Aufzucht der Nestlinge spielte. Die Nestlinge werden ihrer Hierarchie entsprechend gefüttert. Da wenig Futter zur Verfügung steht, bekommen nur diejenigen Nestlinge genügend Futter, die zuoberst in der Rangordnung stehen. Bei den meisten Nestern ist nur für höchstens zwei Nestlinge genügend Futter vorhanden. Für mehr Nestlinge sind die Eltern schon in den ersten Lebenstagen nicht in der Lage genügend Futter zu beschaffen. Zudem gibt Peter (1992) an, dass eine Nachwuchsrate von zwei Jungvögeln pro Brutpaar erforderlich ist, um den jährlichen Altvogelabgang auszugleichen. In Murten 2003 betrug die Nachwuchsrate nur 0.86. Dies genügt gemäss Peter (1992) nicht, um die Kolonie zu erhalten.

Bis auf einen Jungvogel starben sämtliche zugefütterten Nestlinge. Die Gründe dafür sind wohl in der grossen Anfälligkeit der Nestlinge auf Krankheiten zu suchen. Wie durch das tiefe Schlüpfgewicht zu vermuten ist, scheinen die meisten Nestlinge bereits schwächlich zu schlüpfen und daher sehr krankheitsanfällig zu sein. Das Schlüpfgewicht 2003 lag im Vergleich zu dem von Strebel (1991) ermittelten Gewicht tiefer, was für die Nestlinge bedeuten könnte, dass sie schwächer geworden sind. Das tiefe Schlüpfgewicht der Nestlinge ist möglicherweise durch „schlechte“ Eier der Eltern bedingt. Der erhöhte Stress, dem die zugefütterten Nestlinge durch das Experiment ausgesetzt waren, belastete diese Nestlinge möglicherweise zusätzlich. Fast alle untersuchten toten Nestlinge litten an einer Krankheit, typischerweise Lungenentzündung und/oder Nierengicht. Die Krankheitsanfälligkeit der Nestlinge wurde durch den Manipulationsstress des Experimentes offenbar erhöht. Die zugefütterten Nestlinge litten signifikant häufiger an Nierengicht



als ihre Geschwister und die Nestlinge der Kontrollgruppen. Wenn viel Protein zugefüttert wird, kann das, bei einer bereits geschwächten und anfälligen Niere, zu Nierenversagen führen. Auch bei untersuchten toten Dohlenestlingen in Zürich (Scholl 2003) wurde Nierengicht als Krankheitssymptom festgestellt.

Richner et al. (1989) stellten an einer Rabenkrähen-Population fest, dass Nestlinge, die mit limitierter Futterquelle aufgezogen wurden mit geringerem Gewicht ausflogen, als Nestlinge, die unbegrenzt Futter zur Verfügung hatten. Ebenso unterschiedlich war das Alter, bei dem die Nestlinge 90 % ihres Maximalgewichts erreicht hatten. Nestlinge die unbegrenzt Futter zur Verfügung hatten, erreichten ihr 90 %-Gewicht früher. Im Oktober und Dezember wurden die Jungvögel wieder gefangen und erneut gewogen. Der Gewichtsunterschied war immer noch signifikant. Ebenso stellten Richner et al. (1989) fest, dass die beim Ausfliegen erreichte Tarsuslänge die definitive Tarsuslänge ist. Es ist anzunehmen, dass die kleineren leichteren Jungvögel im nächsten Frühjahr einen kleineren Bruterfolg aufweisen werden. Limitierte Nahrung beeinflusst somit die Fitness betreffende Parameter (Richner et al. 1989).

Es wäre denkbar, dass dieses Modell auch auf die Dohlen zutrifft. Wären die Nestlinge schon seit Jahren mit zuwenig und minderwertiger Nahrung aufgezogen worden, würde dies bedeuten, dass die Fitness der Dohlen allmählich zurückgehen könnte. Schlecht ernährte Jungvögel erzielen, wenn sie im nächsten oder übernächsten Frühjahr mit dem Brüten beginnen, einen schlechteren Ausfliegeerfolg. Das Schlüpfgewicht der Dohlen könnte aus diesem Grund zurückgegangen sein, wodurch auch die Anfälligkeit auf Krankheiten gestiegen sein könnte. Für die Theorie von Richner spricht ebenfalls, dass das Maximalgewicht später erreicht wurde, und die Nestlinge später ausflogen. Im Vergleich zu 1989/1990 dauerte es durchschnittlich drei Tage länger bis die Jungvögel ausflogen. Das durchschnittliche Maximalgewicht betrug 204 g und wurde nach durchschnittlich 30 Tagen erreicht. Kaminski (1991) ermittelte in den extensiv bewirtschafteten Überschwemmungsgebieten in der Narew-Niederung in Nordostpolen ein Maximalgewicht von 270 g, das die Nestlinge schon nach 22-23 Tagen erreichten. Strebel (1991) verzeichnete für Nestlinge in Murten ein Maximalgewicht von durchschnittlich 212.7 g nach 24 Tagen. 2003 betrug das durchschnittliche Ausfluggewicht 204 g und wurde erst nach 30 Tagen erreicht. Die Bedingungen scheinen schon 1989 und 1990 schlecht gewesen zu sein und haben sich seither noch weiter verschlechtert.

In der Dohlenkolonie von Zürich, wird im Rahmen eines langjährigen Beobachtungsprojektes seit 1992 den Dohlen während der Brut- und Nestlingszeit zusätzliches Futter angeboten. Nur sehr zögerlich hat sich über die Jahre die Nachwuchsrate von 0 auf 1.2 im Jahr 2002 verbessert (Scholl 2003). Um die Dohlenkolonie in Zürich stand es noch schlechter als es heute um die Dohlenkolonie Murten steht. Durch Futterauslegungen wurden nur langsam Fortschritte erzielt. Ein Indiz dafür, dass die Ernährung der Nestlinge über mehrere Jahre verbessert werden muss, um grössere Nachwuchsrate zu erzielen. Die Schlussfolgerungen von Richner et al. (1989), aufgrund von



Untersuchungen an Rabenkrähen, könnte also tatsächlich auch auf die Dohlen zutreffen. Die Fitness der Dohlen wurde durch ungenügende Qualität sowie Quantität der Nahrung über Jahre verschlechtert und kann nur langsam wieder erhöht werden.

Futterauslegungen könnten über mehrere Jahre gesehen tatsächlich positive Auswirkungen für die Bestandsentwicklung der Dohlen in der Schweiz haben. Eine Zufütterung macht aber nur dann Sinn, wenn sie als Überbrückung angesehen wird und Chancen bestehen, dass die Dohlen in absehbarer Zeit wieder in der Lage sein werden, selber genügend und qualitativ gutes Futter zu beschaffen. In urbanen Kolonien wird es schwierig sein, die dafür nötigen Massnahmen zu realisieren.



6 Dank

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei Dr. Lukas Jenni und Dr. Niklaus Zbinden für die hervorragende Betreuung in allen Teilen dieser Diplomarbeit. Das ruhige und sehr angenehme Arbeitsklima ermöglichte mir optimales Arbeiten und trug wesentlich dazu bei, dass ich nicht nur sehr viel profitieren und dazulernen konnte, sondern auch grosse Freude an meiner Diplomarbeit hatte.

Herzlich bedanken möchte ich mich bei Bettina Iseli für die tolle Zusammenarbeit, die Unterstützung und ihren grossen Einsatz während der praktischen Arbeit in Murten. Sie war mir jederzeit eine grosse Hilfe.

Stephan Strebel danke ich für die hilfreichen Tipps und die Unterstützung bei den praktischen Arbeiten in Murten.

Herrn Buchs und den Mitarbeitern des Polizeipostens in Murten danke ich, dass sie mir das tägliche Betreten des Schlossturmes in Murten ermöglichten.

PD Dr. Richard Hoop vom Institut für Veterinär bakteriologie der Universität Zürich danke ich für die schnelle Untersuchung der toten Dohlen.

Dr. Susi Jenni-Eiermann danke ich für die Hilfe bei der Bestimmung und Auswertung der Blutproben im Labor, Dr. Michael Schaub für die Hilfe bei der Untersuchung der Dohleneier.

Bei Familie Franchi bedanke ich mich, für die Vermietung der Wohnung, während der Feldsaison in Murten. Sie waren massgeblich daran beteiligt, dass mir die Zeit in Murten in unvergesslicher Erinnerung bleiben wird.

Für die Tierversuchsbewilligung danke ich dem Veterinäramt des Kantons Freiburg.

Der Stiftung Dr. Joachim De Giacomi danke ich für den finanziellen Beitrag an die Kamera-Überwachungsanlage einiger Nester.

Schliesslich danke ich meinen Eltern Stefanie und Ignaz Koller für die finanzielle Unterstützung, die mir dieses Studium überhaupt erst ermöglichte.



7 Literatur

- Arnold, K. E. & R. Griffiths (2003): Sex-specific hatching order, growth rates and fledging success in jackdaws *Corvus monedula*. *Journal of Avian Biology* 34: 275-281.
- Bezzel, E. & R. Prinzinger (1990): Ornithologie. E. Ulmer, Stuttgart. 552 S.
- Biondo, M. (1998): Intraspezifische Aggressionen, Populations- und Nahrungsökologie der Dohle (*Corvus monedula*) in Murten, Kanton Freiburg. *Ornithol. Beob.* 95: 203-220.
- Börner, J., K. Eisermann, & J. Petke (1996): Hilfe für die Dohlen, Mitteilung des Vereins sächsischer Ornithologen. Hohenstein-Ernstthal, Band 7 Beilage 2.
- Bohley, P. (1996): Statistik, einführendes Lehrbuch für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler. 6. Auflage. R. Oldenbourg Verlag München, Wien.
- Bollmann, K., V. Keller, W. Müller, & N. Zbinden (2002): Prioritäre Vogelarten für Artenförderungsprogramme in der Schweiz. *Ornithol. Beob.* 99: 301-320.
- Folk, C. (1967): Die postnatale Entwicklung der Dohle (*Corvus monedula*) in natürlichen Bedingungen. *Zool. Listy* 16: 379-393.
- Gibbons, W. D. (1987): Hatching asynchrony reduces parental investment in the jackdaw. *Journal of Animal Ecology* 56: 403-414.
- Hirsig, R. (2001): Statistische Methoden in den Sozialwissenschaften, eine Einführung im Hinblick auf computergestützte Datenanalyse mit SPSS für Windows, Band 1 und 2. Seismo-Verlag Zürich.
- Jenni-Eiermann, S. & L. Jenni (1998): What can plasma metabolites tell us about the metabolism, physiological state and condition of individual birds? An overview. *Biol. Cons. Fauna* 102: 312-319.
- Jonsson, L. (1992): Die Vögel Europas. Kosmos Naturführer.
- Kaleta, E. F., M.-E. Krautwald-Junghanns (2003): Kompendium der Ziervogelkrankheiten. 2. Auflage. Verlag Schlütersche, Hannover. 356 S.
- Kaminski, P. (1986): Bioenergetische Untersuchungen zur Jugendentwicklung der Dohle (*Corvus monedula*). *J. Ornithol.* 127: 315-329.
- Keller, V. & K. Bollmann (2001): Für welche Vogelarten trägt die Schweiz eine besondere Verantwortung? *Ornithol. Beob.* 98: 323-340.
- Keller, V., N. Zbinden, H. Schmid, & B. Volet (2001): Rote Liste der gefährdeten Brutvogelarten der Schweiz. BUWAL-Reihe Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern/Schweizerische Vogelwarte, Sempach. 57 S.
- Kneubühl, M. (1998): Nahrungsangebot und Raumnutzung der Dohle *Corvus monedula* bei Murten, Kanton Freiburg. *Ornithol. Beob.* 95: 221-244.
- Møller, A. P., Ph. Christe, J. Erritzøe, & J. Mavarez (1998): Condition, disease and immune defence. *Oikos* 83: 301-306.
- Peter, H.-U. (1994): Zur Brut- und Populationsbiologie der Dohle (*Corvus monedula* L.) der Kolonie Jena-Göschwitz. *Naturschutzreport* 7 (2).
- Richard T., E. Southwood, & D. J. Cross (2002): Food requirements of grey partridge *Perdix perdix* chicks. *Wildl. Biol.* 8: 175-183.
- Richner, H., P. Schneiter, & H. Stirnimann (1998): Life-history consequences of growth rate depression: an experimental study on carrion crows (*Corvus corone corone* L.). *Functional Ecology* 3: 617-624.



- Richner, H. (1992): The effect of extra food on fitness in breeding carrion crows. *Ecology*, 73: 330-335.
- Roell, A. (1978): Social behavior of the jackdaw, *Corvus monedula*, in relation to its niche. *Behaviour* 64: 1-122.
- Salvati, L. (2002): Nest site and breeding habitat characteristics in urban Jackdaws *Corvus monedula* in Rome (Italy). *Acta Ornithol.* 37: 15-19.
- Salvati, L., A. Manganaro, & S. Fattorini (2002): Breeding density, colony size, and colony spacing in relation to nest sites in an urban jackdaw *Corvus monedula* population.
- Samhaber, J. (2003): Die Stadtdohlen von Ried. *ÖKO-L* 25: 11-19.
- Schildmacher, H. (1982): Einführung in die Ornithologie. Gustav Fischer Verlag Jena.
- Schmid, H., R. Luder, B. Naef-Daenzer, R. Graf, & N. Zbinden (1998): Schweizer Brutvogelatlas. Verbreitung der Brutvögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein 1993-1996/Atlas des oiseaux nicheurs de Suisse. Distribution des oiseaux nicheurs en Suisse et au Liechtenstein en 1993-1996. Schweizerische Vogelwarte, Sempach. 574 S.
- Scholl, I. (2003): Zürichs Turmdohlen. *Infodienst Wildbiologie und Ökologie, Jagd und Hege, Naturschutz* 4/30.
- Soler, M. & J. J. Soler (1996): Effects of experimental food provisioning on reproduction in the Jackdaw *Corvus monedula*, a semi-colonial species. *Ibis* 138: 377-383.
- Southwood, T.R.E. & D.J. Cross (2002): Food requirements of grey partridge *Perdix perdix* chicks. *Wildl. Biol.* 8: 175-183.
- Stahel, W. A. (2000): Statistische Datenanalyse, eine Einführung für Naturwissenschaftler. 3. Auflage. Vieweg Verlag Braunschweig/ Wiesbaden.
- Steidel, J., S. Tomasini, & H.-U. Peter (1994): Welche Rolle spielt die Nestlingsnahrung der Dohle für die Bestandesentwicklung? *Naturschutzreport* 7 (2): 291-296
- Strebel, S. (1991): Bruterfolg und Nahrungsökologie der Dohle *Corvus monedula* im Schloss Murten FR. *Ornithol. Beob.* 88: 217-242.
- Studer-Thiersch, A. (1984): Zur Ernährung der Rabenkrähe *Corvus corone* in der Schweiz. *Ornithol. Beob.* 81: 29-44.
- Tatner, P. (1983): The diet of urban Magpies *Pica pica*. *Ibis* 125: 90-107.
- Unger Ch., & H.-U. Peter (2002) : Elterliches Investment der Dohle *Corvus monedula* bei der Jungenaufzucht in der Kolonie Schlulpforte (Sachsen-Anhalt). *Vogelwelt* 123: 55-64.
- Vogel, C. (1990): Brutverbreitung und Bestand 1989 der Dohle *Corvus monedula* in der Schweiz. *Orn. Beob.* 87: 185-208.
- Zimmermann, D. (1951): Zur Brutbiologie der Dohle, *Corvus monedula* (L.). *Orn. Beob.* 48: 73-111.