



Brutaktivität und Verhalten der Kiwis (*Apteryx mantelli*) im Zoo Berlin

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades  
"doctor rerum naturalium"  
(Dr. rer. nat.)

in der Wissenschaftsdisziplin Verhaltensbiologie

eingereicht an der  
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Universität Potsdam

von  
Coronula Grauf

Dezember 2009

Dieses Werk ist unter einem Creative Commons Lizenzvertrag lizenziert:  
Namensnennung - Keine kommerzielle Nutzung - Weitergabe unter gleichen  
Bedingungen 3.0 Unported

Um die Bedingungen der Lizenz einzusehen, folgen Sie bitte dem Hyperlink:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Online veröffentlicht auf dem

Publikationsserver der Universität Potsdam:

URL <http://opus.kobv.de/ubp/volltexte/2010/4370/>

URN [urn:nbn:de:kobv:517-opus-43709](http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus-43709)

<http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus-43709>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einführung.....</b>	<b>3</b>
1.1. Der Kiwi.....	3
1.2. Kiwis in Menschenobhut.....	8
1.3. Ziele.....	10
<b>2 Material und Methoden.....</b>	<b>11</b>
2.1. Die Tiere.....	11
2.2. Haltung im Zoo Berlin.....	12
2.3. Zirkadiane Aktivität.....	14
2.4. Verhalten.....	16
2.5. Auswertung.....	19
<b>3 Ergebnisse.....</b>	<b>21</b>
3.1. Zirkadiane Aktivität.....	21
Brutaktivität des Hahnes.....	21
Aktivität der Henne.....	34
Aktivität der Küken.....	37
3.2. Verhalten.....	40
Häufigkeit und Dauer der Verhaltensweisen.....	41
Verhaltensübergänge.....	46
Präferenz des Aufenthaltsortes.....	52
Laufaktivität.....	59
<b>4 Diskussion.....</b>	<b>60</b>
4.1. Angewandte Methoden.....	60
4.2. Brut und zirkadiane Aktivität.....	63
4.3. Verhalten.....	83
4.4. Fazit.....	92
<b>5 Zusammenfassung.....</b>	<b>94</b>
<b>Literatur.....</b>	<b>97</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>112</b>



# 1 Einführung

## 1.1. Der Kiwi

Zootiere können einen großen Beitrag leisten, um Menschen für den Artenschutz zu sensibilisieren und die Wichtigkeit von Erhaltungsmaßnahmen herauszustellen, indem sie als populäre Vertreter ihrer wilden Artgenossen für dieses Thema werben (PETER 1999). Kiwis eignen sich gut für diese Aufgabe, da sie aufgrund ihres Erscheinungsbildes und ihrer Lebensweise die Menschen staunen lassen. Als nachtaktive Art sind sie im Zoo Berlin nicht alltäglich zu sehen, werden aber zu besonderen Anlässen, wie z.B. Zoofesten, Besuchen von prominenten Persönlichkeiten oder der Vorstellung des Nachwuchses, umso wirkungsvoller präsentiert, da auf diese Weise deutlich wird, dass es sich um ganz besondere Vögel handelt.

Der Streifenkiwi (*Apteryx mantelli* Bartlett 1852) ist eine von fünf Kiwiarten, die ausnahmslos in Neuseeland endemisch sind. In dieser Arbeit ist immer der Streifenkiwi der Nordinsel gemeint, wenn es nicht anders angegeben ist. Die Ansicht, dass mehrere Arten des Streifenkiwis existieren und nicht eine Art mit mehreren Unterarten, ist noch nicht sehr alt (BURBIDGE et al. 2003), scheint sich aber durchzusetzen (vgl. HOLZAPFEL et al. 2008). Der Nördliche Streifenkiwi wird von der IUCN auf der Roten Liste der bedrohten Arten geführt und ist dort als gefährdet eingestuft (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2008). Natürlicherweise ist er ausschließlich auf der Nordinsel Neuseelands beheimatet, wurde aber auf weiteren, kleinen Inseln ausgewildert (REID & WILLIAMS 1975).

Kiwis sind nachtaktiv und flugunfähig. Ihr Federkleid besitzt fellartigen Charakter, ihre Körpertemperatur liegt bei nur 38°C, ihr Geruchssinn ist sehr gut ausgeprägt, und sie graben Höhlen. Diese Merkmale brachten ihnen die Bezeichnung "Säugetier ehrenhalber" ein (CALDER 1978).

Der Streifenkiwi (Abb. 1) ist etwa so groß wie ein Huhn und zwischen 1,5 kg und 4 kg schwer. Adulte Hennen sind größer und schwerer als die Hähne. Kiwis besitzen einen 13-20 cm langen, leicht gebogenen Schnabel, welcher bei den Weibchen länger ist als bei den Männchen. Die Nasenlöcher befinden sich an der Schnabelspitze, und mit Hilfe seines Geruchssinns findet der Kiwi im Boden seine Beute. An der Schnabelbasis sitzen zusätzlich



Abb. 1: Männlicher Streifenkiwi im Zoo Berlin

Foto: Coronula Grauf, 2005

borstenförmige Federn, die als Tastorgan fungieren. Die Nahrung besteht aus Invertebraten und pflanzlichem Material, die sie nicht nur olfaktorisch, sondern auch taktil und, im Falle der Beutetiere, vermutlich akustisch wahrnehmen (BENHAM 1906; WENZEL 1968; REID et al. 1982; CUNNINGHAM et al. 2007). Durch die zu Stummeln zurück gebildeten Flügel wirkt der Körper rund. Die Federn besitzen keine Haken, und das dadurch lose Federkleid verstärkt diesen Eindruck. Die Färbung variiert in verschiedenen Braun- und Grautönen. Manchmal treten Albinos auf. Kiwis besitzen kräftige Beine, die im Gegensatz zu den übrigen Laufvögeln vier Zehen aufweisen (BULLER 1888; ROGERS 1990; FOLCH 1992).



Abb. 2: Borstenbrachvogel (*Numenius tahitiensis*)

Foto: Bryan Harry, 2004

Quelle: National Park of American Samoa ([www.nps.gov](http://www.nps.gov))

Public Domain

Das Maoriwort "Kiwi" gründet vermutlich auf dem Wort "kivi", mit dem der Borstenbrachvogel (*Numenius tahitiensis*, s. Abb. 2) von den Einwohnern der Cook-Inseln bezeichnet wird, die u.a. das Ursprungsgebiet der Maori sind. Der Borstenbrachvogel besitzt wie der Kiwi einen langen, leicht gebogenen Schnabel und entspricht etwa auch der Größe eines Kiwis (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2007<sup>2</sup>). Es ist

denkbar, dass die Maori den Kiwi aufgrund der Ähnlichkeiten nach dem

bekanntesten Vogel aus ihrer Heimat benannten. Die Vorstellung, dass der Ruf des Kiwis Namen gebend gewesen ist, lässt sich kaum aufrecht erhalten, da er nur mit viel Fantasie wie "Kiwi" klingt (COLBOURNE 1981).

Den Tag verbringen Kiwis in natürlichen Verstecken unter umgestürzten Bäumen, in Baumstümpfen und in Mulden des Bodens oder in selbst gegrabenen Höhlen. Sie bewohnen dichte Wälder, sowohl die ursprünglichen Neuseelands als auch die aus eingeführten Hölzern. Zudem können sie auch in Busch- und auf Farmland vorkommen (REID & WILLIAMS 1975; ROGERS 1990). Paare leben in lebenslanger Monogamie zusammen, die in der Regel wahrscheinlich nicht nur sozial sondern auch genetisch besteht (TABORSKY & TABORSKY 1999). Die Territorien der Tiere variieren in ihrer Größe sehr stark. In verschiedenen Studien lagen die Werte zwischen 5,5 ha und 134,4 ha. Innerhalb eines Paares überlappen sie sich nahezu vollständig (McLENNAN et al. 1987; TABORSKY & TABORSKY 1991, 1992).

Kiwis sind extreme K-Strategen, die ihre Ressourcen für die Produktion von Nachkommen auf nur zwei Eier pro Gelege konzentrieren. Doch diese Eier erreichen im Durchschnitt Größen von 129 x 78 mm und wiegen mehr als 400 g (ROGERS 1990; FOLCH 1992). Die scheinbar unnatürliche Größe des Kieweis im Verhältnis zur Größe des Weibchens hat viele Wissenschaftler beschäftigt (z.B. HUXLEY 1927; CALDER 1979; REID 1981<sup>2</sup>). Bei der Betrachtung eines einzelnen Eis, dessen Gewicht bis zu 17% des Körpergewichts der Henne ausmachen kann (REID 1971), fällt die enorme Größe tatsächlich auf. Doch die Masse eines kompletten Geleges scheint der Größe eines Kiwis angemessen zu sein (DICKISON 2007). Die Eier werden normalerweise im Abstand von drei bis vier Wochen gelegt. Die Brut ist allein Aufgabe des Hahnes und dauert pro Ei 74 bis 84 Tage (REID & WILLIAMS 1975; ROGERS 1990; FOLCH 1992; SALES 2005). Das einzelne Ei ist mit einem großen Energievorrat ausgestattet (CALDER et al. 1978; CALDER 1979). Dementsprechend weit sind die Küken entwickelt, wenn sie schlüpfen (REID 1971). Sie besitzen ein voll ausgeprägtes Federkleid, das jedoch aus weicheren Federn besteht als bei den Adulten (REID & WILLIAMS 1975). In der ersten Woche nach dem Schlupf

nehmen Kiwis keine Nahrung zu sich, sondern ernähren sich ausschließlich vom Vorrat ihres Dottersacks. In dieser Zeit verlassen sie das Nest nicht, werden zwar von ihrem Vater und möglicherweise auch von ihrer Mutter gewärmt, aber nicht gefüttert (CALDER 1978; FOLCH 1992; COLBOURNE 2002). Im Alter von fünf bis sechs Tagen sind die Küken in der Lage aufzustehen und zu laufen. Sind sie sieben bis zehn Tage alt, verlassen sie zum ersten Mal das Nest und gehen unabhängig von ihren Eltern auf Nahrungssuche. Spätestens zwei bis drei Wochen nach dem Schlupf nutzen die Küken während des Tages auch andere Verstecke als ihr ursprüngliches Nest und entfernen sich dadurch nach und nach aus dem Territorium ihrer Eltern (FOLCH 1992; COLBOURNE 2002). Die Schlupfrate im Freiland liegt nur bei 45-60%. Ein möglicher Grund für diesen niedrigen Wert könnte der durch die lange Brutzeit begünstigte Befall der Eier mit Mikroorganismen sein, so dass viele Eier im Nest absterben. Prädation der Eier scheint hingegen kaum eine Rolle zu spielen (McLENNAN et al. 1996).

Über die Lebenserwartung der Tiere kann bislang nur spekuliert werden. Für das Freiland werden Angaben von ungefähr 20 Jahren gemacht (REID & WILLIAMS 1975; McLENNAN et al. 1996). 2007 lag das bisher erreichte Höchstalter von in Menschenobhut gehaltenen Kiwis bei 26 Jahren für Hennen und 29 Jahren für Hähne. Der älteste noch lebende Vogel in diesem Jahr war allerdings ein Hahn im Zoo von San Diego, der bereits im Jahr 1968 geschlüpft ist. Zudem leben in den verschiedenen Zoos weitere Kiwis, die in den 70er und 80er Jahren schlüpften (BRADER 2007).

Im Freiland überleben aber viele Kiwis nicht einmal das erste Jahr. Dramatisch ist dabei die Tatsache, dass in manchen Gegenden weniger als 5% der Küken die Geschlechtsreife erreichen (McLENNAN et al. 1996; ROBERTSON 2004). Der Grund hierfür ist hauptsächlich die große Anzahl an räuberischen Säugetieren. Bis zur Ankunft der ersten Menschen am Anfang des 13. Jahrhunderts waren Fledermäuse die einzig vorhandenen Säuger in Neuseeland (IUCN 2007). Im Verlauf der Besiedlung führten die Vorfahren der Maori Hunde (*Canis lupus familiaris*) und Pazifische Ratten (*Rattus*



*exulans*) ein. Später kamen durch die Europäer weitere Arten hinzu, darunter u.a. Katzen (*Felis silvestris* f. *catus*), Hermeline (*Mustela erminea*), Frettchen (*Mustela putorius furo*) und der Fuchskusu (*Trichosurus vulpecula*) (HODDLE 2004). Hermeline, Fuchskusus und Katzen fressen die juvenilen Kiwis. Ratten hingegen nehmen offenbar indirekt Einfluss, da Gebiete, in denen sie mit hoher Abundanz vorkommen, zahlreiche Hermeline anlocken (BANK OF NEW ZEALAND KIWI RECOVERY TRUST AND DOC 2002<sup>1</sup>; ZAVALETA et al. 2001).

Adulte und subadulte Tiere haben eine höhere Überlebenschancen, da sie sich durch kräftige Fußstritte verteidigen oder durch schnelles Laufen einem Angriff entziehen können. Außerdem sind sie häufig zu groß, um als Beute für kleinere Räuber in Frage zu kommen. Dennoch können sie verwilderten Frettchen und v.a. freilaufenden Hunden zum Opfer fallen (McLENNAN & POTTER 1993; MILLER & PIERCE 1995; McLENNAN et al. 2004). Beispielsweise tötete im Jahr 1987 ein einzelner Hund innerhalb von sechs Wochen etwa 500 Kiwis. Das entsprach über 56% der Population in dem betroffenen Gebiet (TABORSKY 1988). Zudem werden die Vögel häufig von Autos überfahren oder sterben in Fallen, die für Fuchskusus aufgestellt werden, da sich diese Tiere zu einer Plage entwickelt haben (LANDCARE RESEARCH 1997).

Die intensive Prädation sowie die durch Menschen verursachten Unfälle werden neben dem im 19. Jahrhundert üblichen Sammeln von Individuen für Museen und Zoos für den Rückgang des Kiwibestandes verantwortlich gemacht (BULLER 1888; REID & WILLIAMS 1975). Anfang des 20. Jahrhunderts soll es noch etwa 23 Millionen Kiwis gegeben haben. 20 Jahre später waren es nur noch fünf Millionen. Als gegen Ende des 20. Jahrhunderts landesweit die Bestände der Kiwis erfasst wurden, zeigte sich, dass die Population auf 75.000 Tiere geschrumpft war und sich mit jedem Jahr um etwa 5% verkleinerte (BANK OF NEW ZEALAND KIWI RECOVERY TRUST AND DOC 2002<sup>1</sup>). Heute wird der Bestand der Streifenkiwis in Neuseeland auf ca. 25.000 Tiere geschätzt, Tendenz weiter fallend (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2007<sup>1</sup>; HOLZAPFEL et al. 2008).

Schon früh wurden Maßnahmen ergriffen, um das Aussterben des Kiwis zu verhindern. Nachdem er 1896 unter Schutz gestellt wurde, begannen in den 1890er Jahren erste Umsiedlungen auf kleine, säugerfreie Inseln (COLBOURNE 2005). 1907 erhielt er durch den Animals Protection Act den Status einer "absolutely protected species" (OLIVER 1953). Zudem werden seit 1930 die eingeführten Spezies durch Jagd, Gift und Fallen dezimiert (SALMON 1975). Aufgrund der dennoch alarmierenden Entwicklung wurde 1994 das Projekt "Operation Nest Egg" ins Leben gerufen: Im Freiland gelegte und angebrütete Eier werden systematisch eingesammelt und künstlich ausgebrütet. Die Küken werden in Gefangenschaft aufgezogen. Hat ein Küken nach etwa einem halben Jahr ein Gewicht von rund einem Kilogramm erreicht, ist es in der Lage, sich gegen Katzen und Hermeline zu verteidigen, und wird wieder ausgewildert (COLBOURNE et al. 2005). Die langsame Wachstumsrate der Küken scheint demnach der Hauptgrund für die Anfälligkeit zu sein (McLENNAN et al. 2004). Das Projekt "Operation Nest Egg" läuft bis heute sehr erfolgreich: Am 17. Februar 2008 schlüpfte das 1.000ste Küken (BANK OF NEW ZEALAND KIWI RECOVERY TRUST AND DOC 2002<sup>2</sup>; McLENNAN et al. 2004).

### **1.2. Kiwis in Menschenobhut**

Der früheste Nachweis für die Haltung von Kiwis stammt aus dem Jahr 1852. Danach brachte man den ersten lebenden Kiwi ein Jahr zuvor nach Europa. Die Henne lebte einige Jahre in der Menagerie der Londoner Zoologischen Gesellschaft und produzierte mehrere Eier (COUNCIL OF THE ZSL 1852; BREHM 1911). Doch erst 1945 schlüpfte das erste Kiwiküken in Gefangenschaft (CLAYTON 1972), 1975 das erste außerhalb von Neuseeland (BRADER 2007). Die Zucht dieser Vögel war und ist mit Schwierigkeiten verbunden (REINHARD 1987).

Durchschnittlich beginnen Kiwis in Menschenobhut im Alter von dreieinhalb Jahren mit der Reproduktion. Für Weibchen werden drei Jahre und neun bis zehn Monate als frühester Zeitpunkt für die erste Fortpflanzung

angegeben. Für die Männchen werden Altersangaben zwischen einem Jahr und zwei Jahren und drei Monaten bei der ersten Fortpflanzung gemacht (KIWI CAPTIVE MANAGEMENT ADVISORY COMMITTEE 2004; ROBERTSON 2004; BRADER 2007). Im Zoo Berlin war die ältere Henne bei der ersten Eiablage drei Jahre und einen Monat alt. Das Ei war jedoch nicht befruchtet. Ein Jahr später legte sie das erste Ei, aus dem ein Küken schlüpfte. Der Hahn war zum Zeitpunkt dieser Eiablage knapp fünf Jahre alt. Der weibliche Nachwuchs dieses Zuchtpaares legte im Jahr 2007 im Alter von zwei Jahren und acht Monaten das erste Ei, das jedoch unbefruchtet war (LANGE & LENZNER 2005).

In den Zoos außerhalb Neuseelands war es in den vergangenen Jahren üblich, die Eier nach einigen Wochen aus dem Nest zu entfernen und künstlich auszubrüten. In den USA wird dies auch weiterhin durchgeführt. Dafür existieren Protokolle, die angeben, bis zu welchem Tag nach der Ablage der Hahn das Ei bebrüten soll und wann das Ei zur weiteren Bebrütung in einen Inkubator überführt wird (K. Brader, J. Curton, pers. Mittlg.). Wird das Ei zu früh entnommen, sinkt der Schlupferfolg (ROBERTSON et al. 2006). Auch in Neuseeland wurden die Eier lange Zeit aus den Nestern entnommen und künstlich in einem Brutapparat ausgebrütet. Im Otorohanga Kiwi House bebrüten die Hähne seit dem Jahr 2003 die Eier bis zum Schlupf. Nach 24-72 Stunden werden die geschlüpften Küken dann aus dem Gehege des Hahnes entfernt und separat aufgezogen. Die Umstellung auf vollständige Brut durch den Hahn führte zu einer Steigerung der Schlupfrate (E. Fox, pers. Mittlg.). Auch in Deutschland hat es sich durchgesetzt, die Kiwieier vollständig durch den Hahn bebrüten zu lassen.

Seit dem Jahr 2007 existiert ein Zuchtbuch für die in Europa und Nordamerika gehaltenen Streifenkiwis. Insgesamt listet das Zuchtbuch 39 lebende Kiwis auf (Stand August 2007). Es handelt sich dabei um 11 Hennen und 25 Hähne. Bei drei Tieren war das Geschlecht noch nicht bekannt. Sechs Zoos werden angeführt, die Kiwis halten, in denen es jedoch keine Brutpaare bzw. bisher keine Bruterfolge gibt: Im Vogelpark Walsrode,

im Zoo von Antwerpen und im Conservation and Research Center des Zoos Washington lebt jeweils ein einzelner Hahn. Der Columbus Zoo besitzt zwar ein Pärchen, das bisher aber keine befruchteten Eier produzierte. Daneben leben dort noch zwei weitere Hähne. Der San Diego Zoo und der San Diego Wild Animal Park halten ebenfalls Männchen und Weibchen, doch auch hier kam es bisher nicht zur Fortpflanzung (BRADER 2007). Der Zoo in Osaka hält ebenfalls ein Paar des Streifenkiwis, die bisher zwar Eier, jedoch keinen Nachwuchs produzierten (T. Ashida, pers. Mittlg.). Die Tiere des Zoos in Osaka werden jedoch nicht im Zuchtbuch aufgeführt. Ansonsten existieren Kiwis nur noch in australischen und neuseeländischen Zoos. Bruterfolge gab es unter den im Zuchtbuch erfassten Zoos bisher nur in Berlin, in Frankfurt/Main und in Washington D.C. (BRADER 2007).

### **1.3. Ziele**

Aufgrund des gefährdeten Bestands wird es immer schwieriger, Kiwis aus Neuseeland zu importieren. Eine sich selbst erhaltene Zoopopulation außerhalb Neuseelands ist daher wichtig. Kenntnisse des Verhaltens helfen, die Ansprüche der Tiere zu verstehen und die Haltungsbedingungen zu optimieren. Zudem können Verhalten und Aktivität darüber Auskunft geben, inwiefern das Wohlbefinden eines Tieres gegeben ist (BROOM 1991; BUCHHOLTZ 2005).

Durch die Untersuchung der Brutaktivität sollte ein Überblick über den allgemeinen Verlauf der Brut gegeben und Aktivitätsmuster für den Berliner Hahn erarbeitet werden, um den Verlauf zukünftiger Bruten im Zoo einschätzen und eventuell positiv beeinflussen zu können. Dazu kamen die Untersuchung der zirkadianen Aktivität einer Henne sowie Beobachtungen des nächtlichen Verhaltens der Tiere. Diese dienen der Bestandsaufnahme der gezeigten Verhaltensweisen und sollten zusammen mit den Daten über die zirkadiane Aktivität die Grundlage zur Einschätzung bilden, ob die Ansprüche der Kiwis im Zoo erfüllt werden, und Möglichkeiten zur Verbesserung der Haltung bieten.

## 2 Material und Methoden

### 2.1. Die Tiere

Nach einer kurzen Phase der Kiwihaltung am Anfang des 20. Jahrhunderts leben seit 1986 durchgehend Streifenkiwis im Berliner Zoo (LANGE & LENZNER 2005). Im Jahr 2009 sind es zwei Hennen und sieben Hähne. Darunter befinden sich zwei Zuchtpaare. Die Henne des ersten Paares schlüpfte im Jahr 1999, der Hahn im Jahr 1998. Beide kamen im Zoo Frankfurt auf die Welt und wurden 1999 in den Zoo Berlin überführt (LANGE & LENZNER 2005; BRADER 2007). Seit dem Jahr 2002 produziert dieses Paar regelmäßig Gelege (LANGE & LENZNER 2005). Der Zeitpunkt der Eiablage und der Legeabstand zwischen den Eiern eines Geleges variierte von Jahr zu Jahr. Bisher wurde das erste Ei jeweils zwischen Anfang Dezember und Anfang Februar gelegt. Das zweite Ei folgte im Abstand von einem bis zwei Monaten (29 bis 58 Tage). Ein im Jahr 2004 gelegtes drittes Ei wurde mit großem Abstand von etwa vier Monaten nach dem zweiten gelegt (LANGE & LENZNER 2005). Aus bisher 17 Eiern (Stand Oktober 2009) schlüpfen insgesamt zehn Küken, von denen sieben überlebten. Zwei mussten eingeschläfert werden, eines starb an einer Infektion. Für diese Arbeit wurden zwei der Nachzuchten über mehrere Tage hinweg beobachtet. Die Küken waren beide männlich. Das ältere schlüpfte Ende Februar 2007, das jüngere 17 Tage später.

Im Oktober 2006 wurde ein zweites Zuchtpaar zusammengestellt, das Anfang 2007 ein erstes Gelege hervorbrachte. Die Henne dieses Paares ist eine Nachzucht des Berliner Zoos und schlüpfte im Jahr 2004. Der Hahn schlüpfte im Jahr 1981 in Neuseeland und kam über die Zoos Stuttgart und Frankfurt/Main nach Berlin, wo er seit 1998 lebt (LANGE & LENZNER 2005; BRADER 2007). Die Henne dieses Paares legte im Jahr 2007 das zweite Ei

bereits nach 24 Tagen, also dreieinhalb Wochen nach dem ersten. Sie begann mit der Eiablage Anfang Januar. Diese Eier waren ihre ersten überhaupt. Auch in den folgenden Jahren produzierte sie regelmäßig ein Gelege, doch bislang gab es keine Schlupferfolge.

## 2.2. Haltung im Zoo Berlin

Für die Beobachtungen der Brutaktivität stand das erste Zuchtpaar zur Verfügung. Außerhalb der Brutsaison bewohnt die Henne etwa 62 m<sup>2</sup> und der Hahn knapp 68 m<sup>2</sup> Gehegeraum (s. Abb. 3). Davon entfallen jeweils 55 m<sup>2</sup> auf den Außenbereich. Dieser ist noch einmal in zwei gleich große Bereiche unterteilt, die durch eine Tür verbunden sind. Die Gehege liegen direkt nebeneinander, so dass die Tiere akustisch und olfaktorisch Kontakt halten, sich aber nicht sehen oder berühren können. Dies soll verhindern, dass die Henne während des gesamten Jahres ununterbrochen Eier produziert, wozu sie zwar physiologisch in der Lage wäre, was aber ihrer Gesundheit abträglich sein könnte (vgl. REID 1972; WICKER 2002).

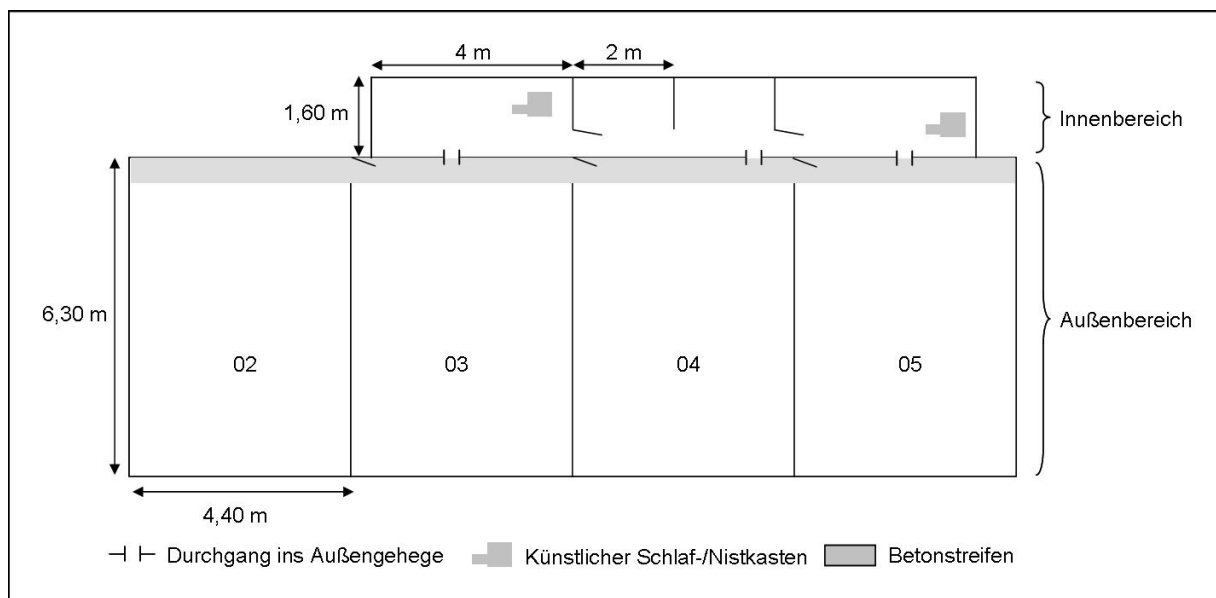


Abb. 3: Skizze des Kiwigeheges im Zoo Berlin. Außerhalb der Brutsaison bewohnte der Hahn die Bereiche 02 und 03 des Außengeheges sowie den linken und den mittleren Bereich des Innengeheges. Die Bereiche 04 und 05 sowie der rechte Teil des Innenbereiches standen der Henne zur Verfügung.

Als Tagesquartier steht jedem Tier ein Holzkasten im Innenbereich des Geheges zur Verfügung (Abb. 4). Mit Ausnahme eines 50 cm breiten Betonstreifens an der dem Innenbereich zugewandten Seite des Außenteiles ist der Boden des gesamten Außengeheges mit Erde bedeckt und mit Pflanzen bewachsen. Am Außenbereich entlang führt ein Weg, der den Besuchern zwar nicht zugänglich ist, aber von den



*Abb. 4: Schlaf- und Nistkasten der Kiwis;  
Foto: Coronula Grauf, 2005*

Angestellten des Zoos regelmäßig sowohl tagsüber als auch nachts benutzt wird. Bei der täglichen Fütterung werden pro Tier ein Fress- und ein Trinknapf ins Innengehege gestellt. Tauwürmer oder Streifen aus Rinderherz dienen als Futter. Dazu kommen handelsüblicher Babybrei, geraspeltes Obst und manchmal Käferlarven. Dem Futter wird außerdem eine Mischung aus Vitaminen und Mineralstoffen sowie seit einigen Jahren Hefe als zusätzlicher Vitamin-D-Lieferant zugesetzt (REINHARD 1987; KLÖS & REINHARD 1990; T. Lenzner, pers. Mittlg.).

Zu Beginn der Brutsaison im Herbst werden die Türen zwischen den Gehegen geöffnet, so dass für Henne und Hahn ein gemeinsames Gehege mit einer Gesamtfläche von gut 130 m<sup>2</sup> entsteht. Die Kiwis können dann beliebig zwischen den Gehegebereichen wechseln. Nach der Ablage von zwei Eiern werden die Tiere wieder getrennt.

Wenn sich der Schlupf der Küken durch Laute aus dem Ei oder eine angepickte Schale ankündigte, wurden bis zum Jahr 2006 die Eier aus dem Nest entfernt und in einem Inkubator zum Schlupf gebracht. Diese Maßnahme diente der Sicherheit der Küken, da es in der Vergangenheit zu Todesfällen gekommen war, nachdem Küken unentdeckt bei den Eltern im Gehege geschlüpft waren (KLÖS & REINHARD 1990; WICKER 2002). Im Jahr 2007

kündigte sich der Schlupf des ersten Kükens jedoch nicht durch die genannten Merkmale an, so dass es beim Hahn im Nest schlüpfte. Da dies ohne Probleme vonstatten ging, durfte auch das zweite Küken dort schlüpfen. Nach dem Schlupf wurden die Küken vom Hahn getrennt und verbrachten die ersten Tage in einem Wärmeschrank, bis sie sicher stehen und laufen konnten. Seit dem Jahr 2008 bleiben die Küken nach dem Schlupf noch mehrere Tage im Gehege des Vaters.



*Abb. 5: Kükengehege aus der Besucherperspektive;  
Foto: Dieter Wallschläger, 2007*

Nach dem Aufenthalt im Wärmeschrank beziehen die Küken ein kleines Gehege mit einer Fläche von drei bis vier Quadratmetern, dessen Boden dünn mit Erde bedeckt ist (Abb. 5). Wie den Adulten steht den Küken ein Schlafkasten

zur Verfügung. Das Gehege befindet sich komplett im Innenraum eines Hauses.

Die Untersuchungen zu Aktivität und Verhalten wurden nur an den beiden Tieren des älteren Brutpaares durchgeführt. Aufgrund der frischen Verpaarung des zweiten Paares sollten möglichst keine Störungen auf die Tiere einwirken.

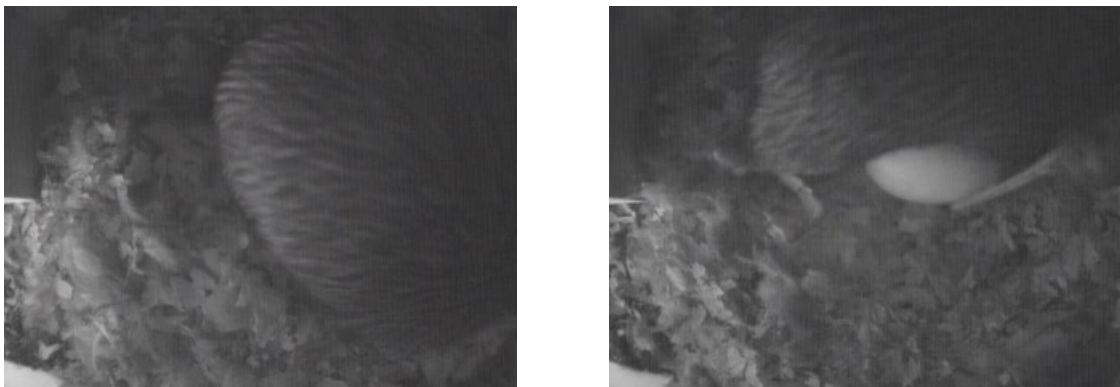
### **2.3. Zirkadiane Aktivität**

Während der Brutperioden 2005, 2006 und 2007 wurde die nächtliche Aktivität der Tiere im Zoo Berlin mittels Infrarotkameras verfolgt. Dazu wurde vor der Brutsaison 2005 in den Außenbereichen 02, 03 und 04 je eine Kamera mit eingebautem Infrarotstrahler fest installiert. Der Bereich 05 war zu dieser Zeit noch durch ein Jungtier aus dem Jahr 2003 belegt, das aber im Laufe des Jahres ein anderes Quartier bezog, so dass dieser Teil des



Geheges dann der Henne zur Verfügung stand. Eine Kamera im Nistkasten des Hahnes diente der Überwachung seiner Aktivität während der Brut. Auch die Kästen der Henne und der im Jahr 2007 geschlüpften Küken konnten mit einer Kamera überwacht werden. Sämtliche Kameras waren mit einem Computer verbunden, der die Bilder aufzeichnete. Durch die verwendeten Programme DigiProtect Client 5.619 und GeoVision GV250, ließen sich die Kameras zu vorher festgelegten Zeiten starten bzw. stoppen. Aufgrund der anfallenden Datenmengen wurde die Kamera im Außengehege des Weibchens nach den Eiablagen deaktiviert, so dass die Beobachtung beider Vögel ausschließlich über die Kamera in ihrem jeweiligen Kasten erfolgte.

Anhand der Videoaufnahmen wurden Aktivitätsprofile der Vögel erstellt. Dazu wurde die Aktivität der Tiere in "Kiwi befindet sich in seinem Kasten" und "Kiwi befindet sich nicht in seinem Kasten" unterteilt.



*Abb. 6: Kiwihahn während der Brut im Nistkasten aus der Kameraperspektive*

Die Außenkameras erfassten zusätzlich Aufenthaltsort und -dauer der Tiere im Außengehege. Der Versuch, die Aktivität der Tiere über eine Lichtschranke am Eingang der Schlafkästen zu registrieren, brachte nicht den gewünschten Erfolg. Daher fanden diese Daten keinen Eingang in die Auswertung. Zusätzlich wurden im Jahr 2005 sowohl in den Schlafkästen der Adulten als auch im Innengehege Datenlogger (Gemini Data Loggers und TinyTag Plus) angebracht, die in unterschiedlichen Intervallen die Temperatur und teilweise auch die Luftfeuchtigkeit aufzeichneten. Dadurch sollte nicht nur ein Überblick über die herrschenden Temperaturen erlangt,

sondern auch die Möglichkeit überprüft werden, ob sich die Anwesenheit eines Kiwis im Schlafkasten durch eine Temperaturänderung nachweisen lässt.

Bei den Küken wurde die Aktivität nicht durch die Abwesenheit vom Kasten beurteilt, sondern durch den Wechsel von Ruhe- und Aktivitätsphasen im Inneren des Kastens. Da sie im Gegensatz zu den Adulten ihren Kasten nicht nur als Ruheort nutzten, sondern auch für verschiedene Aktivitäten wie Erkundung des Bodens und Rangeleien, wäre eine reine An- und Abwesenheitsermittlung nicht hilfreich gewesen.

Die in die Aktogramme eingeflossenen Zeiten für den Sonnenaufgang und den Sonnenuntergang sowie die Dämmerungszeiten wurden im Internet recherchiert (s. Links im Literaturteil). Die zugrunde liegenden Koordinaten des Berliner Zoos (52°30'29 N; 13°20'35" O) sind Google-Maps entnommen.

### **2.4. Verhalten**

Das Verhalten der Kiwis wurde durch direkte Beobachtungen mithilfe eines Nachtsichtgeräts (Bushnell, 2,5 x 42) untersucht. Die Aufnahme des Verhaltens erfolgte nach der Fokustier-Methode (ALTMANN 1974; LEHNER 1996). Die auftretenden Verhaltensweisen wurden zunächst zeitgleich auf einem Diktiergerät aufgezeichnet und später mit dem Programm JWatcher 1.0 in einen Rechner übertragen. Die Beobachtungen erfolgten im Mai, Juni, August, Oktober und November innerhalb von jeweils zwei Wochen mit sich überlappenden Zeiträumen von je zwei bis vier Stunden. So konnte die komplette Dunkelperiode zwei Mal pro Beobachtungszeitraum erfasst werden.

Nach Gewöhnung an das vom Nachtsichtgerät gelieferte Bild, ließen sich die Beobachtungen der Tiere gut durchführen (Abb. 7). Leider waren einige Stellen des Geheges nicht einzusehen, weil Büsche die Sicht versperren. Daher gab es immer wieder Phasen, in denen das Fokustier nicht zu sehen war. Kam das Tier innerhalb von drei Minuten wieder zum Vorschein, wurde

die Beobachtungszeit entsprechend verlängert, ansonsten abgebrochen. Da



*Abb. 7: Kiwihenne, Nachtsichtaufnahme;  
Foto: Coronula Grauf, 2005*

die Gesamtbeobachtungszeit pro Tier bekannt ist, lassen sich Aussagen über Häufigkeit und Dauer des Verhaltens treffen und auch zwischen den Tieren vergleichen. Die Fokustier-Methode wurde gewählt, weil sie es ermöglicht, umfassende Daten zum Verhalten eines Tieres zu sammeln und auch Verhaltensweisen in ihrer Abfolge zu erfassen. Ein anderer Grund war, dass das Auffinden der Tiere manchmal längere Zeit dauerte und damit eine diskontinuierliche Datenerfassung nicht in Frage kam. In Anpassung an die Bedingungen wurden die sozialen Verhaltensweisen auch dann aufgezeichnet, wenn die Initiative nicht vom Fokustier ausging (vgl. ALTMANN 1974; LEHNER 1996; NAGUIB 2006).

Verhalten stellt eine Anpassung eines Organismus an seine Umwelt dar und wird beim Individuum durch seine genetische Ausstattung und Lernprozesse modifiziert. Es beschreibt sämtliche Aktionen und Reaktionen in Form von Signalen oder Bewegungsvorgängen, die ein Organismus ausführt, um mit den verschiedenen Reizen seiner Umgebung zu interagieren. Diese Reize gehen von anderen Organismen, Artgenossen wie Artfremden, und der abiotischen Umwelt aus. Zudem fallen unter den Begriff "Verhalten" sämtliche Aktivitäten zur Aufrechterhaltung der Homöostase (GATTERMANN 2006, KAPPELER 2009).

Für die Erfassung muss das Gesamtverhalten des beobachteten Tieres in kleine, voneinander differenzierbare Einheiten unterteilt werden (vgl. ALTMANN 1965). Dazu haben sich im Laufe der Zeit verschiedene Begriffswelten zur Beschreibung und Abgrenzung einzelner Verhaltensweisen gebildet.

Nach TINBERGEN (1979) sollte das Ziel bei der Beschreibung eines Verhaltens sein, es auf das Zusammenspiel der beteiligten Muskeln zurück zu führen.

Abhängig von der Fragestellung ist es jedoch legitim, eine Verhaltensweise als Komplex zu beobachten und zu benennen. TEMBROCK (1992) unterscheidet in Elementarereignisse, die Grundlage des Ethogramms sind, komplexe Verhaltenseinheiten und Verhaltenssequenzen bzw. -strukturen. Auch LUNDBERG (1979) spricht von Verhaltensereignissen, und meint damit die beobachtbaren Einheiten des Gesamtverhaltens. Zusätzlich ordnet er diese Verhaltensereignisse bestimmten Funktionskreisen zu. Das Ethogramm bezeichnet nach LEHNER (1996) die Sammlung der diskreten, arttypischen Verhaltensmuster, die das grundlegende Verhaltensrepertoire der Art darstellen. Die Definition der Einheiten des Verhaltens überlässt er dem jeweiligen Beobachter.

NAGUIB (2006) stimmt mit MARTIN & BATESON (2006) überein, dass Verhalten in diskrete Einheiten bzw. Kategorien eingeteilt werden kann, wobei die Einheiten sowohl auf natürlichen, klar abgegrenzten Verhaltensmustern basieren, als auch vom Beobachter unter Berücksichtigung seiner Ziele festgelegt werden können. Ähnlich definiert KAPPELER (2009) seine Verhaltenskategorien, teilt sie jedoch zusätzlich in Zustände und Ereignisse ein. Dabei beschreiben Zustände längere Aktivitäten, für die eine zeitliche Dauer angegeben werden kann. Im Gegensatz dazu definieren Ereignisse zeitlich sehr kurzes und oft stereotyp ablaufendes Verhalten, das nicht über die Dauer, sondern nur über die Häufigkeit quantifiziert wird (s.a. ALTMANN 1974). Das Verhaltensrepertoire umfasst danach sämtliche Verhaltenskategorien, Zustände wie Ereignisse, einer Tierart.

Diese Arbeit folgt NAGUIB (2006), MARTIN & BATESON (2006) und KAPPELER (2009). Für die Beobachtungen wurde das Verhalten in diskrete Einheiten eingeteilt. Diese Einheiten werden "Verhaltensweisen" genannt und in andauernde Zustände und kurze Ereignisse unterteilt (s. Tab. 6, S. 118). Daraus ergibt sich, dass Verhaltenszustände nicht auf sich selbst folgen können, Ereignisse hingegen schon.

## 2.5. Auswertung

Die Berechnungen der statistischen Tests und die Erstellung der Diagramme wurden mit R 2.8.0, SalStat Statistics (2002), MS Excel (2003) und OOo Calc 3.0.0 durchgeführt. Zur statistischen Auswertung der Daten zum Verhalten wurden der Chi-Quadrat-Test und der Mann-Whitney-U-Test verwendet (GEISSMANN 2002; DYTAM 2003; McDONALD 2007). Für die Häufigkeit und Dauer von Verhaltensweisen lagen den Tests die Unterschiede zwischen den Tieren zugrunde. Die Unterschiede im Sozialverhalten wurden nicht getestet. Da die Tiere nur im Oktober und November zusammen ein Gehege bewohnten, war die Stichprobe für das Sozialverhalten zu klein.

Das paarweise Zusammenleben von Tieren setzt voraus, dass beide Individuen miteinander vertraut sind und Kontakte mit dem jeweils anderen akzeptieren. Die Aufrechterhaltung dieser Nähe wird in unterschiedlichem Maße durch das Verhalten der Tiere bestimmt und ist ein Merkmal zur Charakterisierung ihrer Beziehung. Dabei spielt nicht nur die Kontaktaufnahme des einen Tieres mit dem anderen eine Rolle, sondern auch das Entfernen eines Tieres vom anderen. Um zu veranschaulichen, welches Tier mehr dazu beiträgt, die Nähe zum anderen Tier zu erhalten, kann die Differenz zwischen dem Anteil des Annäherns (Kontaktaufnahme) und dem Anteil des Ausweichens (Entfernen aus einem Kontakt) eines Tieres herangezogen werden:

$$K_A = \frac{A_A}{A_A + A_B} - \frac{E_A}{E_A + E_B}$$

$K_A$  : Kontaktverantwortung von Individuum A

$A_A$  : Annäherung von Individuum A an Individuum B

$A_B$  : Annäherung von Individuum B an Individuum A

$E_A$  : Entfernen von Individuum A von Individuum B

$E_B$  : Entfernen von Individuum B von Individuum A

Dieser Index nimmt einen Wert zwischen -1 und 1 an. Je höher der Wert ist, desto mehr ist das jeweilige Tier für die Kontaktaufnahme innerhalb des

Paares verantwortlich und desto weniger weicht es einer Kontaktaufnahme des anderen Tieres aus (HINDE & SPENCER-BOOTH 1967; HINDE & ATKINSON 1970).

Das Programm JWatcher stellt verschiedene Funktionen zur Berechnung statistisch relevanter Werte zur Verfügung, um Übergänge von einer Verhaltensweise zur nächsten zu untersuchen. Aufgrund der Definition, dass Verhaltenszustände nicht auf sich selbst folgen können, wäre der Unabhängigkeitstest für die Verhaltensweisen schwierig gewesen, da durch einen vorausgehenden Verhaltenszustand eine Vorauswahl für die nachfolgenden Verhaltensweisen getroffen wird und damit bereits eine gewisse Abhängigkeit besteht (CHATFIELD & LEMON 1970). Doch auch mit den passenden Modifikationen nach LEMON & CHATFIELD (1971), war eine statistische Analyse nicht möglich, da die berechneten Erwartungswerte für den Chi-Quadrat-Test zu klein waren. Durch die immer wieder, teilweise nur sehr kurz, auftretenden Phasen, in denen das Fokustier aus dem Blickfeld verschwand, weil es sich beispielsweise hinter einen Busch begab, war selbst die Darstellung in einem pre-post-state-Histogramm (DOUGLAS & TWEED 1979) nicht möglich, da die Sequenzen zu kurz geworden wären. Daher war eine statistische Auswertung der Verhaltensübergänge nicht durchführbar.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1. Zirkadiane Aktivität

##### Brutaktivität des Hahnes

Die Aktivität des Hahnes während der Brut wurde über insgesamt 338 Nächte verfolgt. Im ersten Jahr konnten 152 Nächte überwacht werden, in den beiden folgenden Jahren jeweils 93. Diese unterschiedlichen Werte kamen durch variablen Brutverlauf und durch Störungen der Videoanlage zustande.

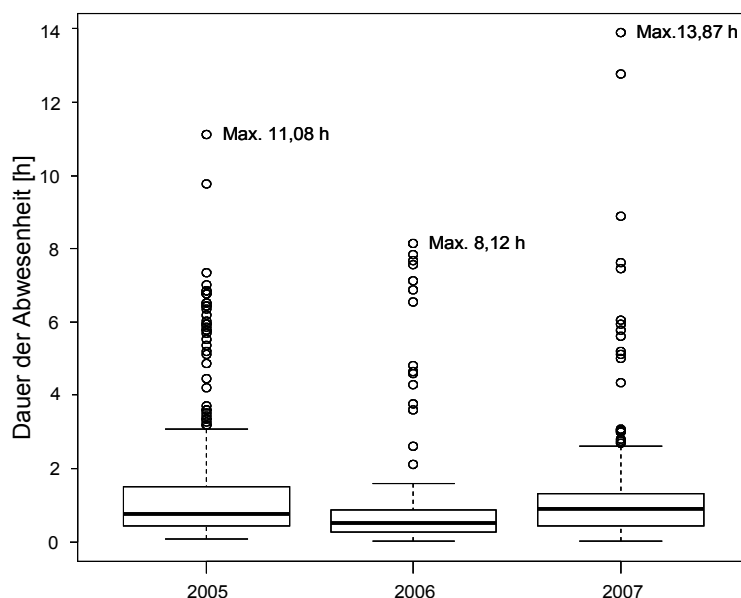


Abb. 8: Dauer der Abwesenheit des Hahnes während der Brut in den Jahren 2005-2007 (Mediane, 25%- und 75%-Quartile, Minima, 1,5fache Interquartilabstände und Ausreißer)

Minuten. Auch die Minima sind in den drei Jahren sehr ähnlich. Die kürzeste Abwesenheit vom Nest beträgt nur fünf, eine bzw. zwei Minuten. Zwischen den längsten Brutpausen hingegen gab es einen Unterschied von fast sechs Stunden. Insgesamt variiert die Pausendauer im zweiten Jahr weniger als in den anderen Jahren.

Teilt man die Brutpausen ihrer Länge nach in Klassen ein, so erhält man eine ausgesprochen asymmetrische Verteilung (Abb. 9). Über 80% der Pausen sind in den drei untersuchten Jahren maximal zwei Stunden lang.

In Abb. 8 sind die Dauern der Phasen, in denen der Hahn sich nicht in seinem Kasten aufhielt, also nicht brütete, zusammengefasst. Der Brutsaison 2005 liegen 397 Werte zugrunde, im Jahr 2006 sind es 265 und 2007 noch 192. Die Mediane liegen relativ nah beieinander bei Werten zwischen 30 und 55

Im Jahr 2006 sind es sogar über 90%. Der Hahn machte also viele kurze Pausen und nur wenige, die länger als zwei Stunden dauerten. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich, dass es zwischen den Jahren 2006 und 2007 keine signifikanten Unterschiede in der Dauer der Brutpausen gab, zwischen 2005 und 2006 bzw. 2005 und 2007 hingegen schon (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,05$ ). Im Jahr 2005 weicht die Dauer der Brutpausen also von der in den Folgejahren ab.

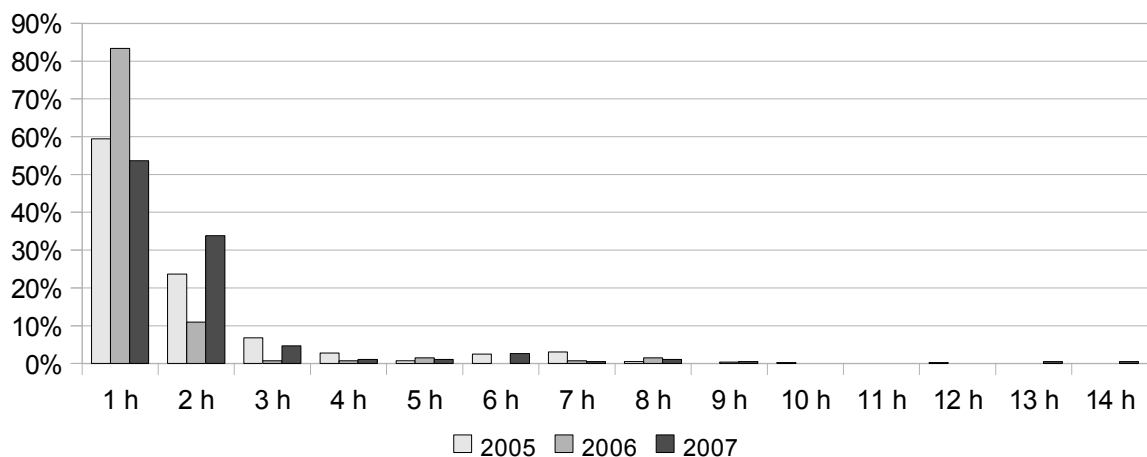


Abb. 9: Anteil der Brutpausen an den jeweiligen Zeitklassen; 1 h – die Pausen dauern 1-60 min; 2 h – die Pausen dauern 61-120 min...

In Abb. 10 sind die Brutpausen bis zu einer Länge von zwei Stunden noch einmal getrennt in 10-min-Klassen aufgetragen.

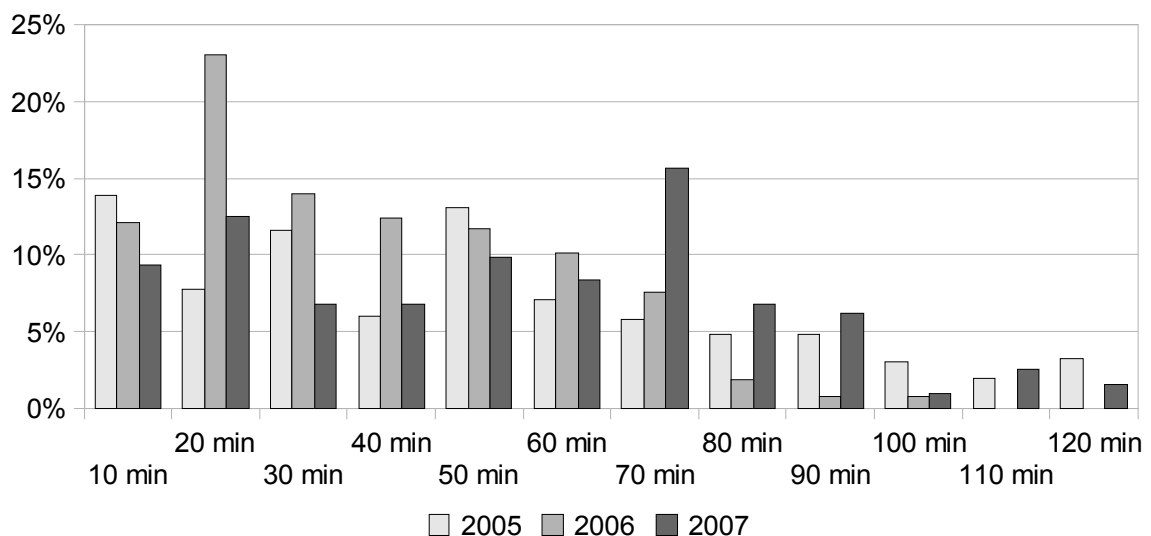


Abb. 10: Anteil der Brutpausen an den jeweiligen Zeitklassen bis 120 min; 10 min – die Pausen dauern 1-10 min; 20 min – die Pausen dauern 11-20 min...

Im ersten Jahr war der Anteil der Pausen bis zu einer Länge von zehn



Minuten am höchsten, gefolgt vom Anteil der Pausen mit einer Länge zwischen 40 und 50 bzw. 20 und 30 Minuten. Im darauf folgenden Jahr hatte mehr als ein Fünftel der Pausen eine Länge zwischen elf und 20 Minuten. Im Jahr 2007 verließ der Hahn das Nest am häufigsten für eine Zeit zwischen 71 und 80 Minuten, was in diesem Jahr einem Anteil von über 15% der Pausen entspricht.

Die Zeiten, zu denen der Hahn das Nest zum ersten Mal in einer Nacht verließ variierten ebenfalls im Vergleich zwischen den Jahren. Im ersten Jahr begann er seine Aktivität im Durchschnitt knapp zwei Stunden nach Sonnenuntergang. Im zweiten Jahr lag dieser Wert bei etwa zweieinhalb Stunden und im dritten Jahr bei über drei Stunden. Auch die Zeiten, zu denen er morgens das Nest nach der letzten Pause wieder betrat, unterschieden sich und lagen bei zwei, fünf bzw. sechs Stunden vor Sonnenaufgang (Abb. 37, S. 117).

Die erste der drei untersuchten Bruten unterschied sich im Ablauf deutlich von den anderen. Während im ersten Jahr 58 Tage zwischen der Ablage der Eier vergingen, waren es in den folgenden Jahren nur jeweils etwa 30 Tage. Von der Ablage des ersten Eis bis zur Entnahme des zweiten vergingen im ersten Jahr 168 Tage. Der Brutzeitraum erstreckte sich also über etwa fünfteinhalb Monate. Im folgenden Jahr waren es 107 Tage, was dreieinhalb Monaten entspricht, und im letzten Jahr 102 Tage.

Der Verlauf der einzelnen Bruten ist in den folgenden Abbildungen dargestellt. Die Unterbrechungen der Datenreihen gehen auf fehlende oder lückenhafte Videoaufzeichnungen zurück. Die erste Grafik (Abb. 11) zeigt die Brut aus dem Jahr 2005. Die Anzahl und die Gesamtdauer der Brutpausen pro Nacht im Zeitraum der Brutsaison sind abgebildet. In den ersten zwei Wochen nach der ersten Eiablage verließ der Hahn zwischen zwei und elf Mal pro Nacht das Nest und war dabei insgesamt zwei bis zwölf Stunden abwesend. Bis zur Ablage des zweiten Eis machte er durchschnittlich vier Pausen pro Nacht. Nach der zweiten Eiablage verließ er das Nest im Schnitt zwei bis drei Mal pro Nacht. In den folgenden Wochen und Monaten lag die

Gesamtzeit seiner Abwesenheit zwischen einer Stunde und drei Stunden. Der Durchschnittswert betrug rund 1,7 Stunden. Zwei Wochen, bevor das zweite Ei aus dem Nest entfernt wurde, verließ er das Nest wieder für eine Gesamtzeit zwischen dreieinhalb und sieben Stunden.

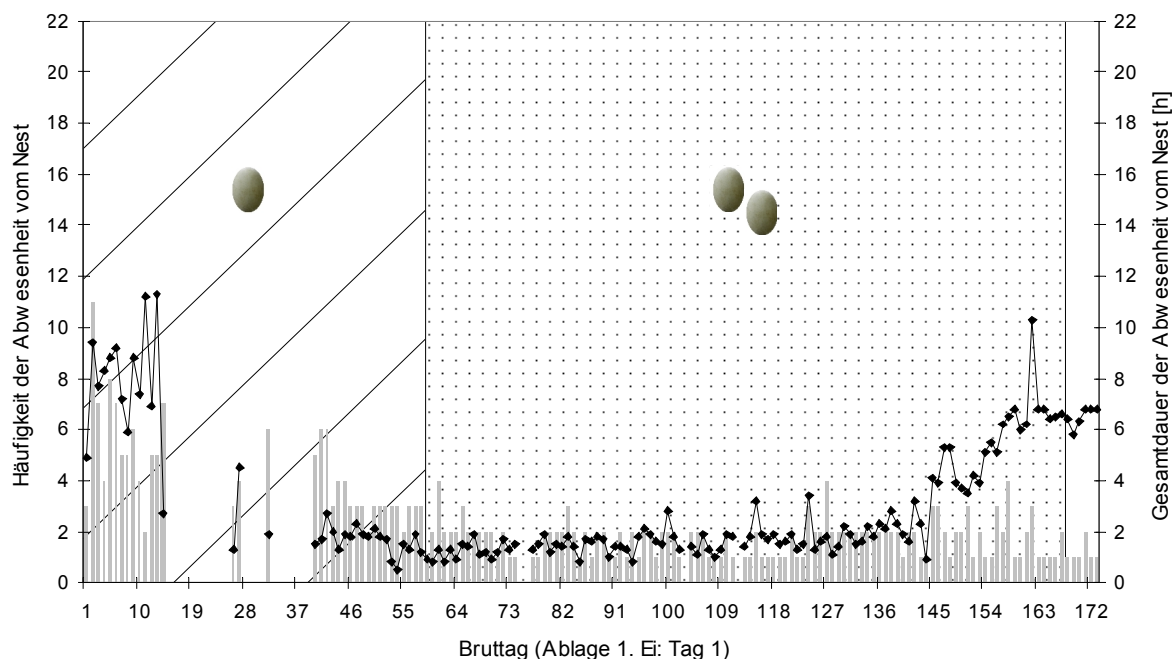


Abb. 11: Brutverlauf im Jahr 2005; dargestellt ist die absolute Häufigkeit der Brutpausen pro Nacht (graue Balken) und die Gesamtdauer der Brutpausen pro Nacht (schwarze Linie); die durch die Eiersymbole gekennzeichneten Bereiche geben die Zeiträume wieder, in denen kein Ei, ein Ei bzw. zwei Eier im Nest lagen.

Für das Jahr 2005 ließ sich nicht mehr feststellen, wann das erste Ei aus dem Nest entnommen wurde. In diesem Ei hatte sich kein Küken entwickelt. Es wurde aus dem Nest entfernt, nachdem der Hahn es mehrmals beiseite gerollt hatte und nur noch das zweite Ei bebrütete. Auch aus dem zweiten Ei schlüpfte im ersten Jahr kein Küken. Eine Woche bevor auch dieses Ei aus dem Nest geholt wurde, brütete der Hahn nur noch unregelmäßig.

Der Brutverlauf für das Jahr 2006 ist in Abb. 12 dargestellt. Nach den ersten beiden auf die erste Eiablage folgenden Wochen brütete der Hahn schon durchgängig. Er verließ in dieser Zeit das Nest für zwei Stunden pro Nacht verteilt, auf zwei bis drei Pausen. Die durchschnittliche Dauer der Abwesenheit betrug bis zur Ablage des zweiten Eis 49 Minuten. Nachdem das zweite Ei gelegt worden war, reduzierte sich dieser Wert leicht auf

40 Minuten. Nach der Entnahme des zweiten Eis verlängerte sich die Dauer der Abwesenheit des Hahnes im Durchschnitt auf anderthalb Stunden pro Pause. Insgesamt blieb er seinem Nest dann acht bis neuen Stunden fern. Diese Dauer entsprach ziemlich genau der Dauer der Dunkelperiode.

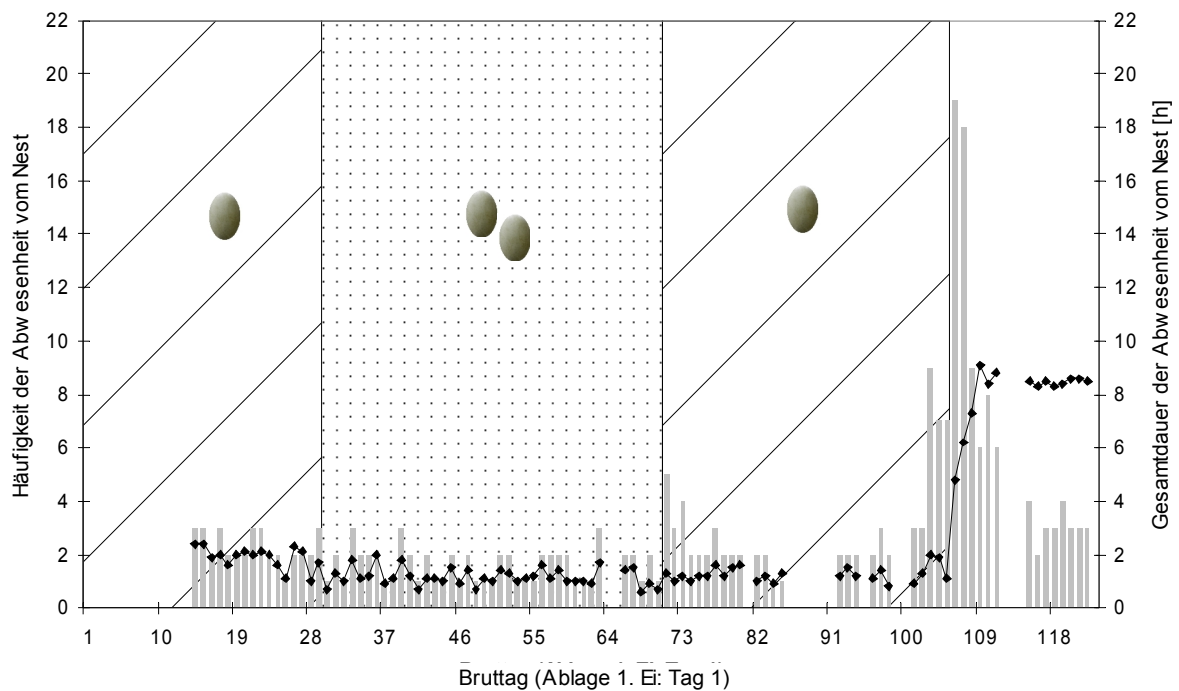


Abb. 12: Brutverlauf im Jahr 2006; dargestellt ist die absolute Häufigkeit der Brutpausen pro Nacht (graue Balken) und die Gesamtdauer der Brutpausen pro Nacht (schwarze Linie); die durch die Eiersymbole gekennzeichneten Bereiche geben die Zeiträume wieder, in denen kein Ei, ein Ei bzw. zwei Eier im Nest lagen.

Für das Jahr 2007 ergab sich eine etwas andere Abfolge der Brut (Abb. 13). Bis zur Ablage des zweiten Eis verließ der Hahn sein Nest etwa zwei Mal pro Nacht und blieb insgesamt zwischen vier und zwanzig Stunden fern. Dabei verringerte sich tendenziell die Gesamtzeit seiner Abwesenheit mit dem Fortschreiten der Brut. Durchschnittlich betrug dieser Wert bis zur zweiten Eiablage dreieinhalb Stunden. Dieser Durchschnittswert sank nach der zweiten Eiablage auf eine Stunde. Als das erste Küken schlüpfte, verbrachte der Hahn knapp vierzig Stunden am Stück im Nest und wärmte das Küken. Während dieser Zeit fraß und trank er nicht. Nach dem Schlupf des ersten Kükens machte er wieder ein bis zwei halbstündige Brutpausen pro Nacht. Als das zweite Küken schlüpfte, blieb der Hahn 41 Stunden ununterbrochen im Nest. Die durchschnittliche Dauer der Abwesenheitsphasen blieb nach

der Entnahme des zweiten Kükens mit einer halben Stunde konstant, doch die Anzahl der Pausen erhöhte sich, so dass eine Gesamtabwesenheit von vier bis sechs Stunden erreicht wurde.

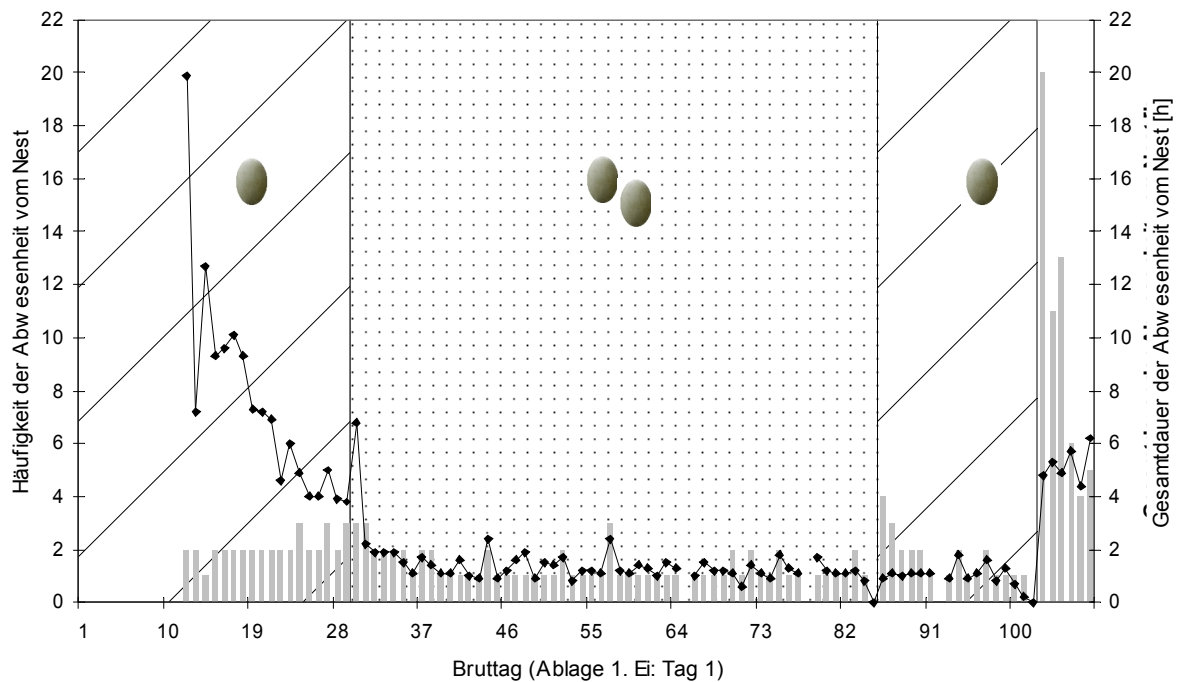


Abb. 13: Brutverlauf im Jahr 2007; dargestellt ist die absolute Häufigkeit der Brutpausen pro Nacht (graue Balken) und die Gesamtdauer der Brutpausen pro Nacht (schwarze Linie); die durch die Eiersymbole gekennzeichneten Bereiche geben die Zeiträume wieder, in denen kein Ei, ein Ei bzw. zwei Eier im Nest lagen.

Auch die Verteilung der Brutpausen über die Nacht variierte im Verlauf der Brutsaison. Um die Verschiebung der Aktivitätszeiten zu verdeutlichen, wurde in den folgenden Diagrammen (Abb. 14 bis Abb. 18) eine 48-Stunden-Darstellung gewählt. Dafür wurden die Tage der Brutsaison doppelt aufgetragen, so dass jeder Tag sowohl als folgender Tag (rechte Seite) als auch, um eine Zeile verschoben, als vorausgehender Tag (linke Seite) erscheint. Vollständig leere Zeilen zeigen Unterbrechungen der Datenaufnahme und nicht durchgehende Anwesenheit des Hahnes an, wenn es nicht anders angegeben ist.

Die Abb. 14 (S. 28) zeigt die nächtliche Aktivität des Hahnes für das Jahr 2005. In den ersten zwei Wochen nach der ersten Eiablage, verließ der Hahn mit Beginn der Dunkelphase sein Nest. Insgesamt unterbrach er seine Brut zu dieser Zeit durchschnittlich sechs Mal pro Nacht und verteilte diese

Brutpausen über die gesamte Dunkelperiode. Spätestens mit Einbruch der Morgendämmerung kehrte er wieder zurück in sein Nest, wo er den Tag über brütend verbrachte. Etwa sechs Wochen nach der ersten Eiablage, also ab Mitte Februar, verteilte der Hahn seine Brutpausen noch immer auf die gesamte Nacht. Er verließ jedoch das Nest auch schon während der Abenddämmerung und kehrte vor Einbruch der Morgendämmerung wieder zurück. Mitte März, zehn Wochen nach Beginn der Brutsaison, verließ er sein Nest zum ersten Mal erst am späten Abend und nicht mehr kurz vor oder nach der Dämmerung. Zu dieser Zeit machte er eine längere Pause von anderthalb bis zwei Stunden. In den frühen Morgenstunden folgte eine weitere, jedoch mit 30-50 Minuten deutlich kürzere Pause. Die Gesamtdauer der nicht mit der Brut verbrachten Zeit blieb jedoch auch nach Änderung des Aktivitätsmusters weitgehend konstant und lag pro Nacht bei etwa zwei Stunden. Fünf Monate nach der Ablage des ersten Eis, also etwa Ende Mai, veränderte der Hahn sein Aktivitätsmuster erneut. Die einzelnen Phasen der Abwesenheit verlängerten sich deutlich. Der Hahn verließ den Nistkasten schon vor Dämmerungsbeginn und blieb während der gesamten Dunkelperiode fern. Am 16. Juni lassen sich zudem Ausreißer im Aktivitätsmuster erkennen (s. schwarze Pfeile). Der Hahn befand sich zu dieser Zeit zwar im Nest, saß aber neben dem Ei anstatt darauf.

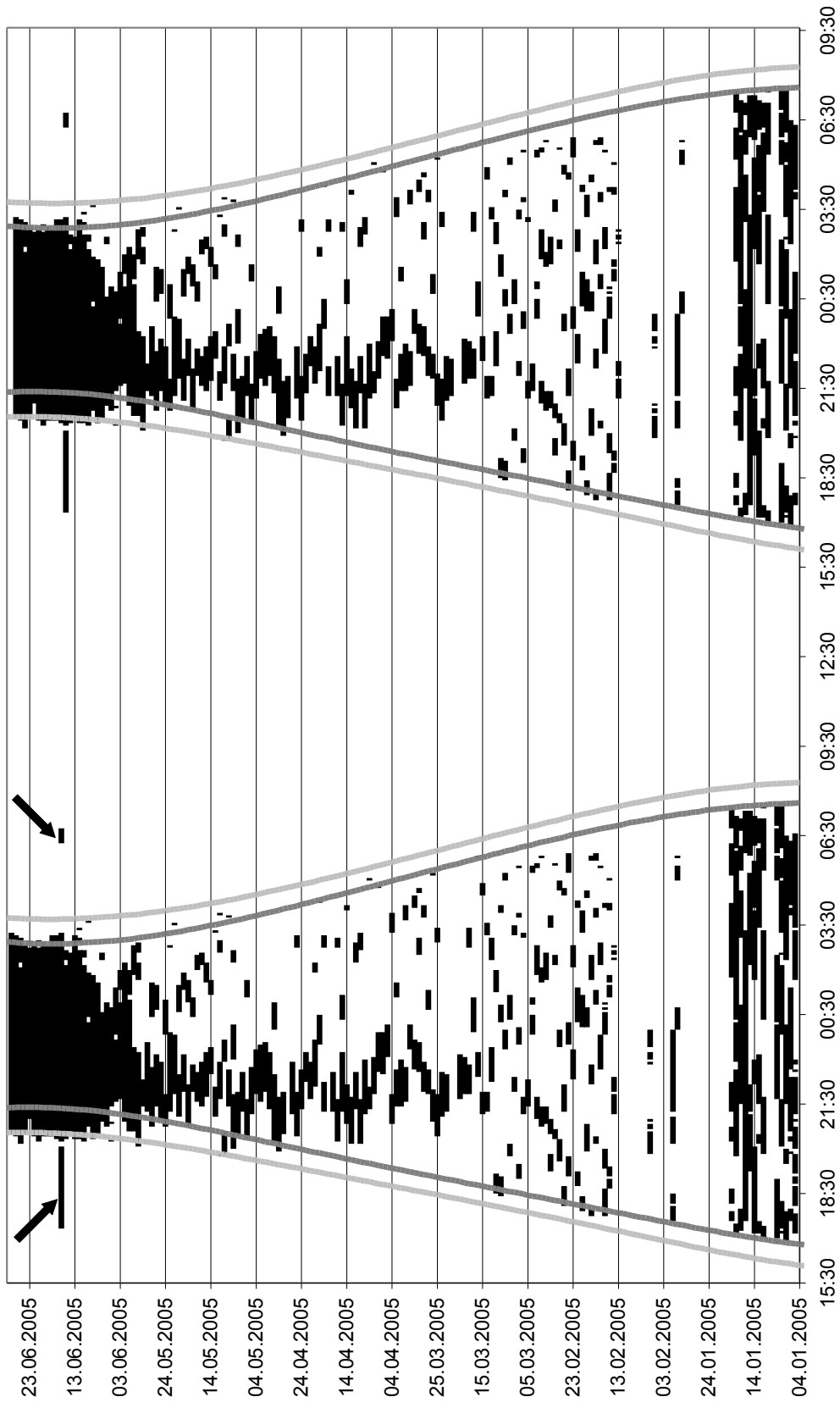


Abb. 14: Brutaktivität des Hahnes während der Brutsaison 2005; schwarze Balken: Phasen, in denen der Hahn nicht brütete; dargestellt sind außerdem Beginn bzw. Ende der Dämmerung (hellgraue Linien) und Beginn bzw. Ende der Dunkelheit (dunkelgraue Linie); die schwarzen Pfeile weisen auf Abweichungen im Aktivitätsmuster hin, bei denen der Hahn sich zwar im Nest befand, aber nicht brütete; ab dem 27.03.05 erfolgte wegen der Sommerzeitumstellung eine Anpassung der Zeitangaben um eine Stunde.

Das Muster, das sich für 2006 ergab, weicht von dem des Vorjahres ab (Abb. 16, S. 30). Der Hahn verließ seinen Kasten nicht mit Anbruch der Dunkelheit sondern meist eine halbe Stunde bis zu mehreren Stunden danach. Seine letzte Pause beendete er deutlich vor Beginn der Morgendämmerung. Durchschnittlich machte er zwei Brutpausen pro Nacht, die zusammen meist 40 Minuten dauerten. Dieses Muster zeigte er fast während der gesamten Brutzeit. Erst kurz vor der Entnahme des zweiten Eis am Nachmittag des 14. April änderte es sich. Schon vier Tage vor der Entnahme begann er das Nest sehr häufig (sechs bis neun Mal), aber nur für kurze Zeit, durchschnittlich 13 Minuten (Minimum 1 min; Maximum 31 min), zu verlassen – am Tag vor der Entnahme verließ er das Nest 19 Mal für insgesamt fast fünf Stunden. Die durchschnittliche Dauer der einzelnen Brutpausen änderte sich dabei kaum. Abb. 15 zeigt etwas detaillierter die Phasen der Abwesenheit für die Zeiträume, in denen die Küken schlüpften.

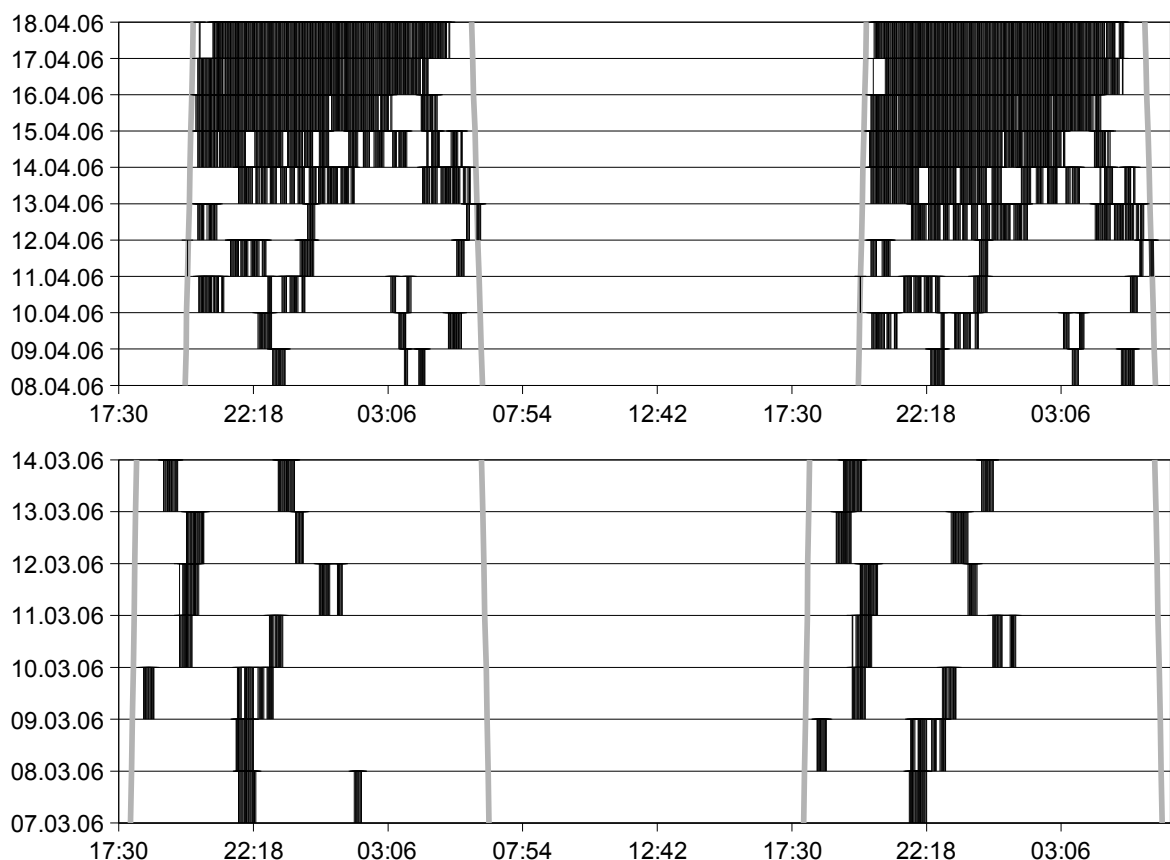


Abb. 15: Abwesenheit des Hahnes vom Nest im Zeitraum des Kükenschlupfs 2006; unten: Schlupf des ersten Kükens in der Nacht auf den 10.3.06; oben: Schlupf des zweiten Kükens in der Nacht auf den 15.04.06; graue Linien: Sonnenaufgang und Sonnenuntergang

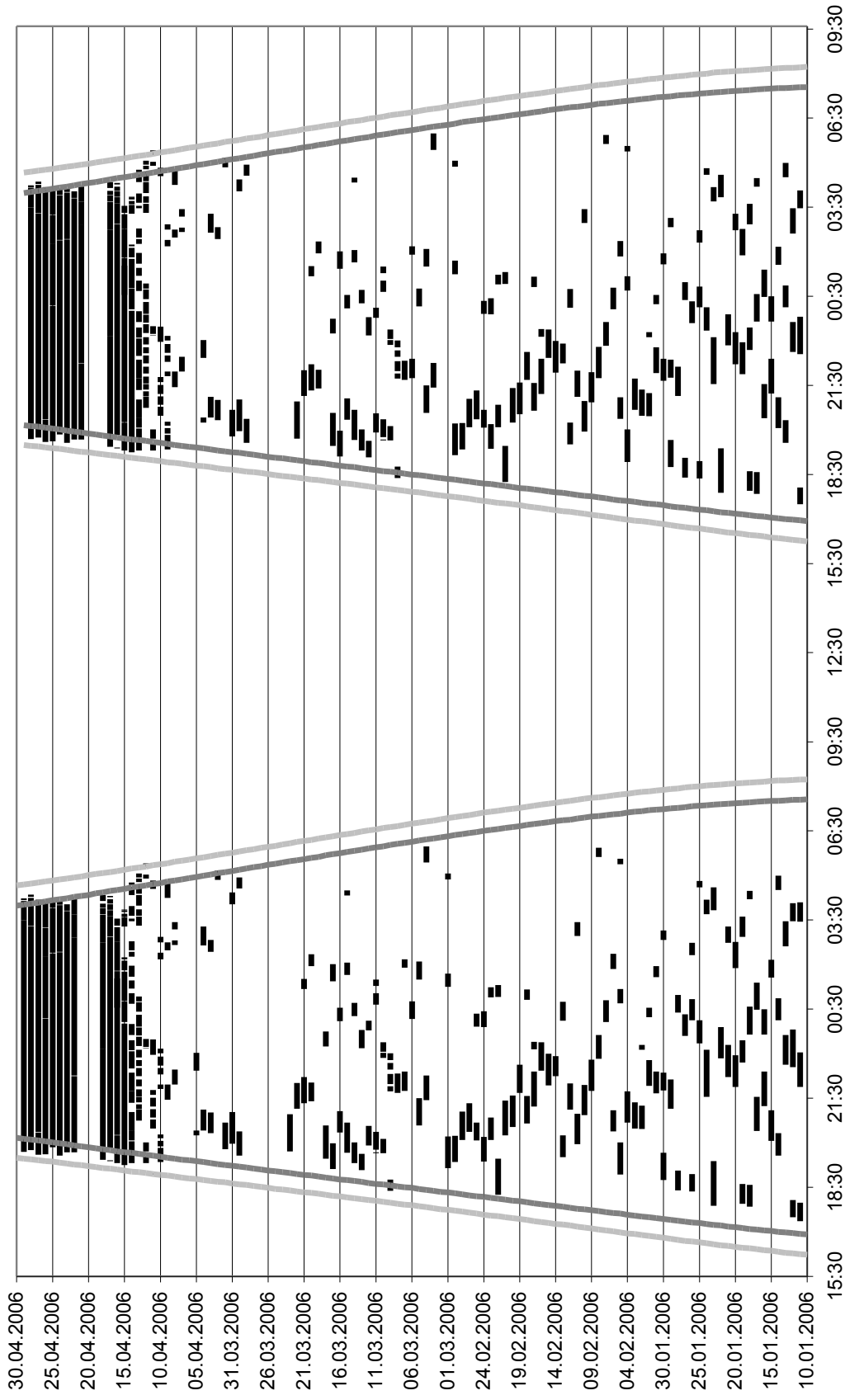


Abb. 16: Brutaktivität des Hahnes während der Brutsaison 2006; schwarze Balken: Phasen, in denen der Hahn nicht brütete; dargestellt sind außerdem Beginn bzw. Ende der Dämmerung (hellgraue Linien) und Beginn bzw. Ende der Dunkelheit (dunkelgraue Linie); ab dem 26.03.06 erfolgte wegen der Sommerzeitumstellung eine Anpassung der Zeitangaben um eine Stunde.



Im dritten Jahr ergab sich erneut ein anderes Muster (Abb. 17, S. 32). Während der ersten drei Wochen nach der ersten Eiablage verließ der Hahn seinen Nistkasten etwa mit Einbruch der Dunkelheit, blieb fünf bis sechs Stunden fern und machte eine zweite Pause mit einer Länge von zweieinhalb Stunden in den frühen Morgenstunden. In der darauf folgenden Woche verkürzte er die erste Pause auf etwa drei Stunden, die zweite auf eine Stunde. Ab Mitte Januar reduzierte er seine Abwesenheit vom Nest auf meist eine Pause pro Nacht, die er deutlich nach Anbruch der Dunkelheit begann und die ungefähr eine Stunde dauerte.

In der Nacht zum 27. Februar schlüpfte das erste Küken. In dieser Nacht verließ der Hahn das Nest nicht. In den folgenden vier Nächten machte er mehrere sehr kurze Pausen mit einer Dauer von durchschnittlich 15 Minuten. Danach kehrte er zu seinem schon vor dem Schlupf gezeigten Aktivitätsmuster zurück und machte wieder eine Pause von etwa einer Stunde pro Nacht. In der Nacht auf den 15. März befand sich der Hahn nur zehn Minuten nicht im Nest. Eine Nacht später verließ er das Nest gar nicht. In dieser Nacht schlüpfte das zweite Küken. Am Nachmittag des 16. März wurde das Küken aus dem Nest entnommen. In der darauf folgenden Nacht verließ der Hahn den Nistkasten 20 Mal für kurze Zeit und auch in den folgenden Nächten war er sehr häufig und kurz abwesend. Die Gesamtzeit seiner Abwesenheit betrug fünf bis sechs Stunden. Für eine deutlichere Ansicht wurden die Nächte um die beiden Schlupftermine noch einmal in einer separaten Grafik dargestellt (Abb. 18, S. 33).

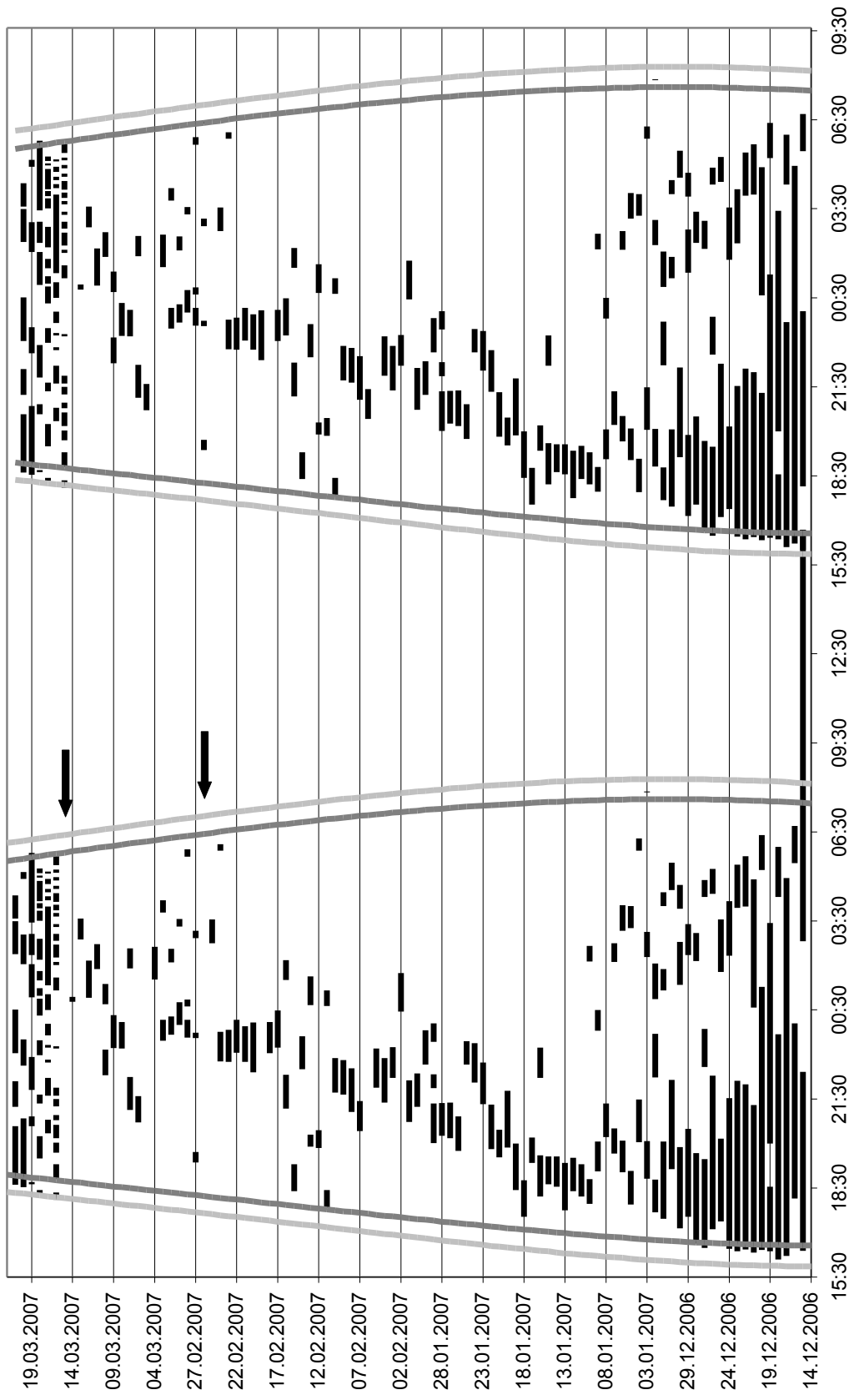


Abb. 17: Brutaktivität des Hahnes während der Brutsaison 2007; schwarze Balken: Phasen, in denen der Hahn nicht brütete; dargestellt sind außerdem Beginn bzw. Ende der Dämmerung (hellgraue Linien) und Beginn bzw. Ende der Dunkelheit (dunkelgraue Linie); die schwarzen Pfeile geben die Nächte an, in denen der Hahn das Nest nicht verließ

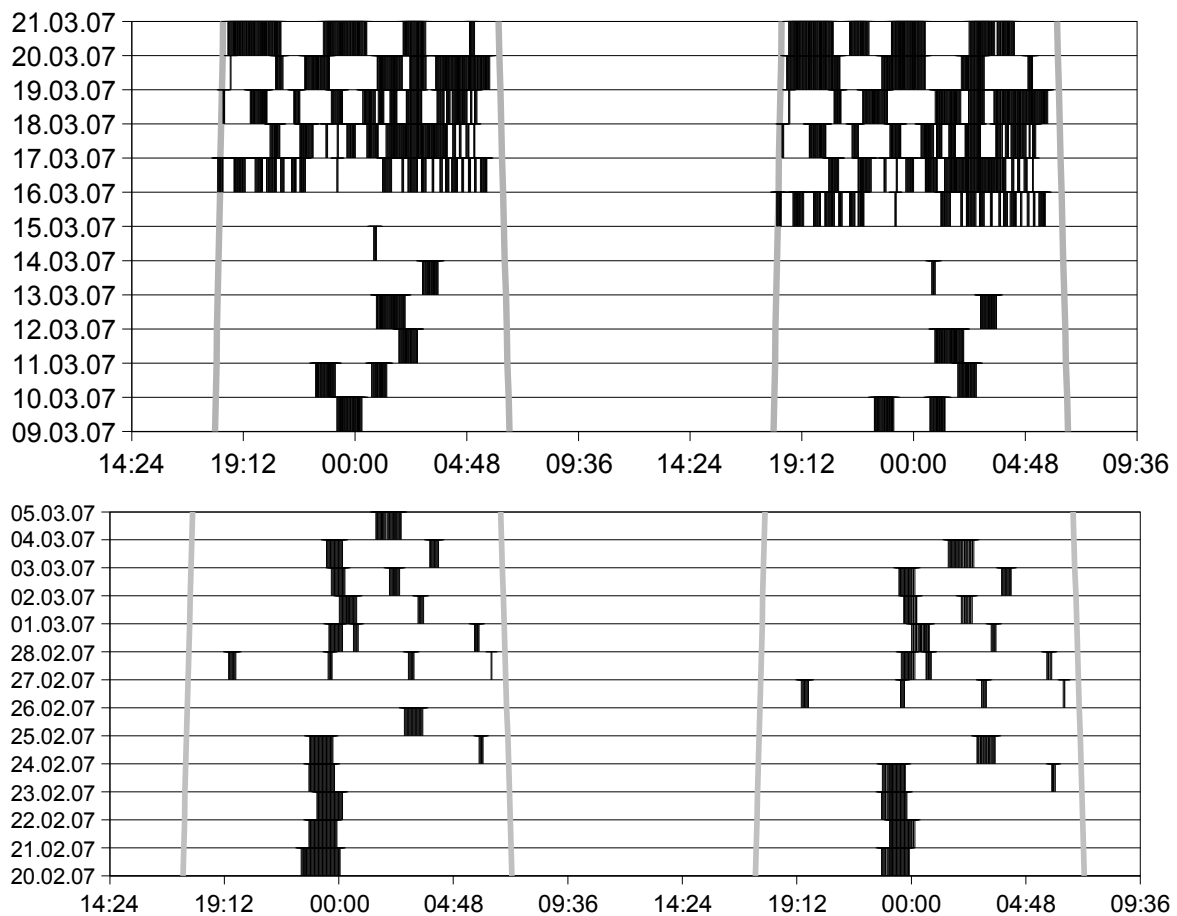


Abb. 18: Abwesenheit des Hahnes vom Nest im Zeitraum des Kükenschlupfs 2007; unten: Schlupf des ersten Kükens in der Nacht auf den 27.02.07; oben: Schlupf des zweiten Kükens in der Nacht auf den 16.03.07; graue Linien: Sonnenaufgang und Sonnenuntergang

Die Durchschnittswerte der Gesamtzeit, die nicht mit Brüten verbracht wurde, sind für die einzelnen Abschnitte der Brutperioden 2005 bis 2007 in Tab. 5 (S. 116) noch einmal aufgelistet.

In jedem der drei Jahre folgte der Hahn einem 24-Stunden-Rhythmus. Zwischen dem Beginn der ersten Brutpause einer Nacht und dem Beginn der ersten Brutpause der darauf folgenden Nacht lagen immer etwa 24 Stunden. Der längste Abstand zwischen den beiden ersten Pausen zweier aufeinander folgenden Nächte betrug zwischen 28,2 und 29,2 Stunden, der kürzeste zwischen 18,8 und 19,9 Stunden.

### Aktivität der Henne

Die Aktivität der Henne wurde im Jahr 2005 teils über eine Kamera in ihrem Kasten, teils durch Kameras im Außenbereich von Mitte Januar bis Ende Juni verfolgt. Bedingt durch Störungen der Aufnahme kam es zu den Unterbrechungen in den Datenreihen. Es blieben 109 Tage zur Auswertung. Anhand der Videoaufzeichnungen wurde zwischen Anwesenheit im Schlafkasten und Abwesenheit Schlafkasten unterschieden und aus diesen Daten die Aktivität der Henne abgeleitet.

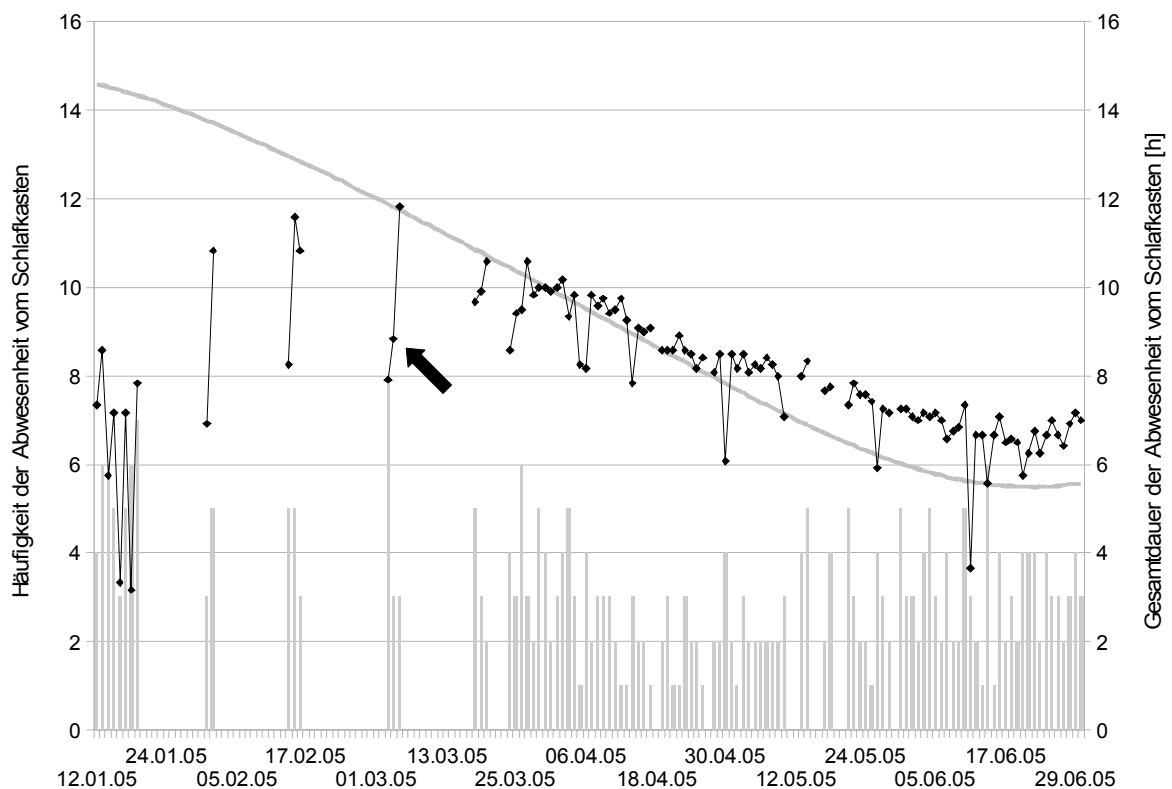


Abb. 19: Aktivität der Henne während der Brutsaison 2005; absolute Häufigkeit (graue Balken) und Gesamtdauer (schwarze Linie) der Abwesenheit pro Nacht; in der Nacht vom 4. auf den 5. März legte sie das zweite Ei (schwarzer Pfeil); die graue Linie gibt die Dauer der Dunkelphase in Stunden an.

Die Gesamtaufenthaltsdauer der Henne im Kasten bezogen auf die Dauer der Dunkelphase nahm nach der Eiablage deutlich ab (Abb. 19). Während sie vor der Eiablage etwa die Hälfte der Zeit zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang außerhalb des Kastens verbrachte, war ihre Abwesenheitsdauer nach der Eiablage durchschnittlich sogar länger als die

Dunkelphase. Die Differenz der Gesamtabwesenheit von Nacht zu Nacht betrug vor der Eiablage im Durchschnitt dreieinhalb Stunden. Nach der Ablage betrug dieser Wert nur noch etwa 30 Minuten. Die Aufenthaltsdauer im Kasten bzw. die Abwesenheit von ihm war also nach der Eiablage deutlich geringeren Schwankungen unterworfen. Die durchschnittliche Häufigkeit, mit der sie ihren Kasten in jeder Nacht verließ, änderte sich jedoch kaum. In der Nacht vor der zweiten Eiablage verließ sie ihren Kasten acht Mal. Dies war der maximal beobachtete Wert.

Die Aktivität der Henne ist in (Abb. 20) dargestellt. Auch hier kamen vollständig weiße Zeilen durch Störungen der Datenaufnahme zustande und zeigen in diesen Fällen nicht die Anwesenheit der Henne an. Das gleiche gilt für die Aufzeichnungen am 29. Mai, an dem die Kamera in der Nacht ausfiel. Die Henne verließ ihren Kasten meist mit Sonnenuntergang und kehrte eine halbe Stunde vor Sonnenaufgang wieder zurück. Ab Anfang Mai war zu beobachten, dass die Henne sich auch schon deutlich vor Sonnenuntergang von ihrem Schlafkasten entfernte und auch nach Sonnenaufgang den Kasten mehrfach für kurze Zeit verließ. Bezogen auf den Sonnenuntergang verließ sie den Kasten signifikant früher als der Hahn während der drei Brutperioden. Außerdem kehrte sie signifikant später zurück (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,05$ ; s.a. Abb. 37, S. 117). Wie beim Hahn folgte der Aktivitätsbeginn der Henne sehr genau einer 24-Stunden-Rhythmik, d.h. der Beginn der Aktivität einer Nacht folgte dem Beginn der Aktivität der vorausgehenden Nacht nach 24 Stunden. Die Abweichung von diesem Wert betrug maximal eine Stunde.

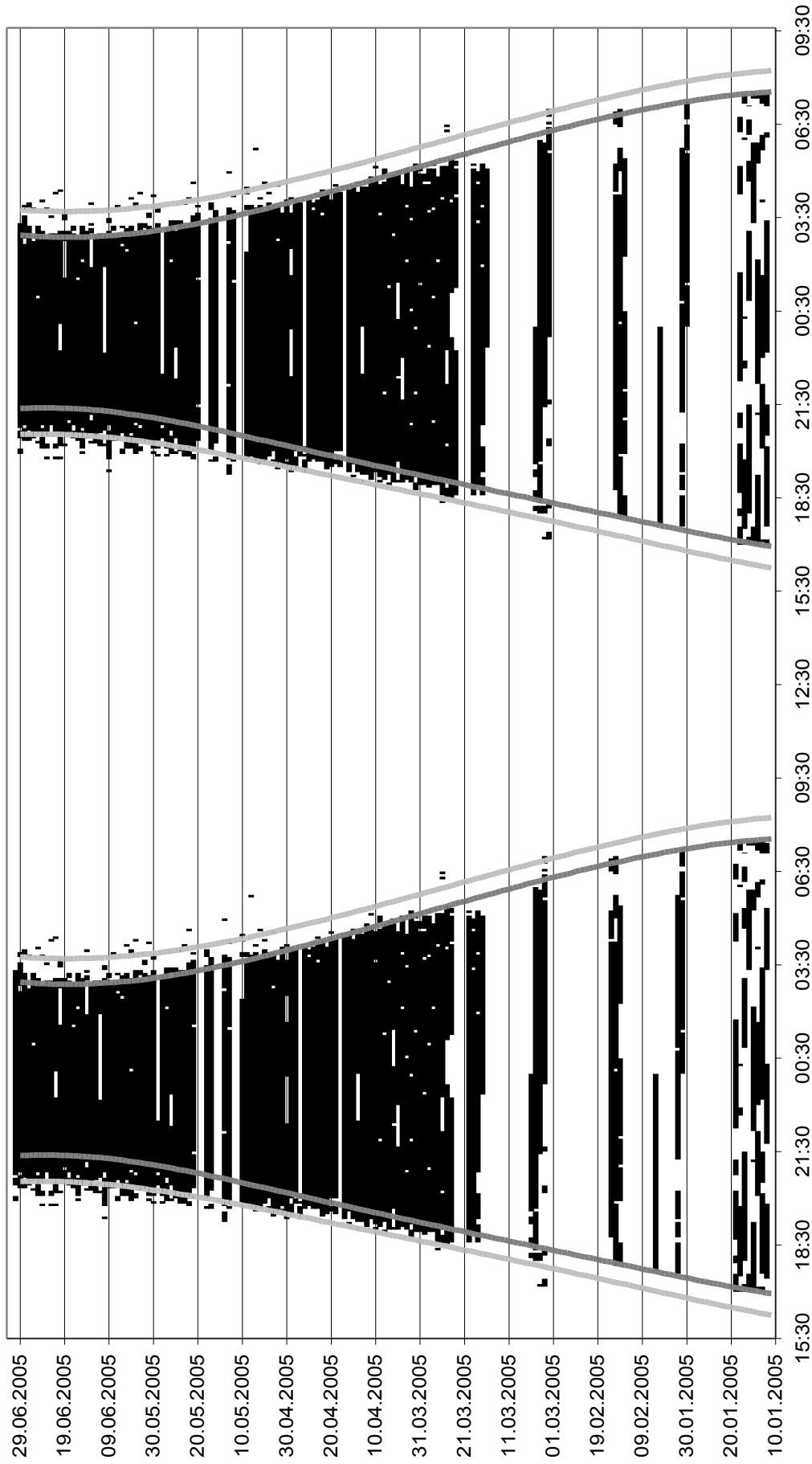


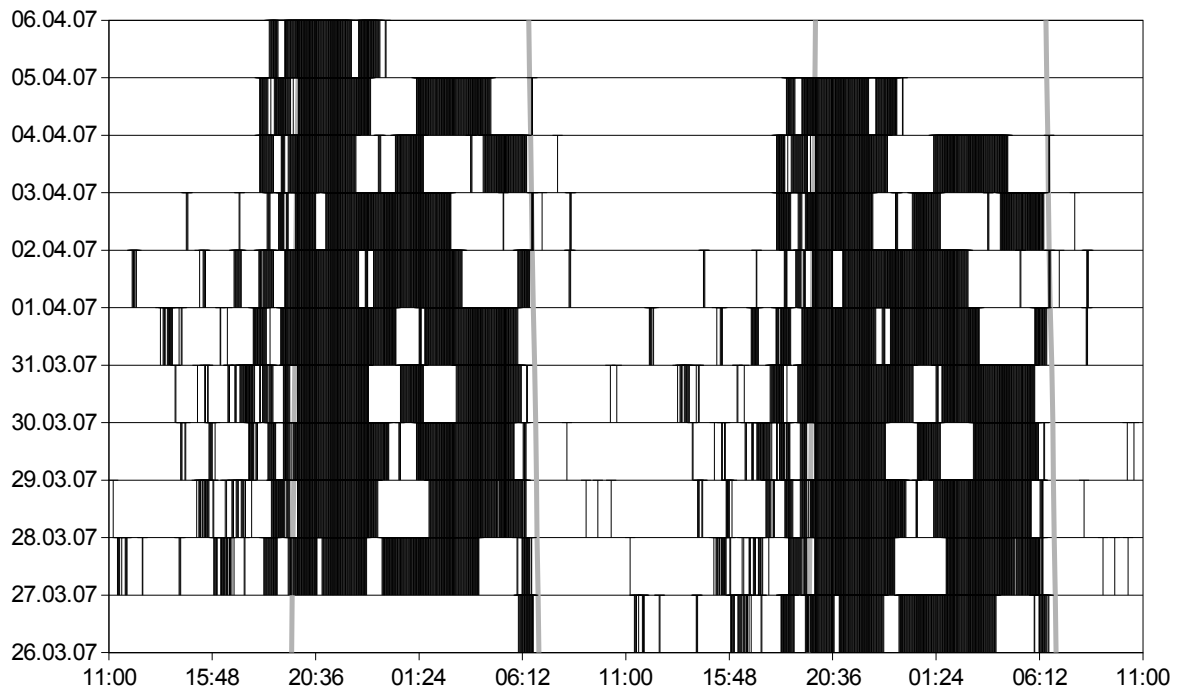
Abb. 20: Aktivität der Henne während der Brutsaison 2005; schwarze Balken: Phasen, in denen sie sich nicht in ihrem Kasten aufhielt; dargestellt sind außerdem Beginn bzw. Ende der Dämmerung (hellgraue Linien) und Beginn bzw. Ende der Dunkelheit (dunkelgraue Linie); Eiablagen: 05.01.05 und 04.03.05; ab dem 27.03.05 erfolgte wegen der Sommerzeitumstellung eine Anpassung der Zeitangaben um eine Stunde.

### **Aktivität der Küken**

Die Aktivität der Nachzuchten des Jahres 2007 wurde jeweils über neun Tage mit einer Kamera verfolgt. Über die Videoaufzeichnungen wurde das Verhalten der Küken in aktive und passive Phasen unterteilt. Als passives Verhalten wurde das Ruhen der Tiere angesehen, als aktives das Stehen, Erkunden der Umgebung, Laufen, Gefiederpflege und Rangeleien untereinander. Um als Verhaltensänderung gewertet zu werden, musste das entsprechende Verhalten mindestens eine Minute anhalten. Zu Beginn der Beobachtungen war das ältere Küken 27 Tage, das jüngere zehn Tage alt. Die Abb. 21 zeigt die Aktogramme der beiden Küken. Zur besseren Übersicht wurde auch hier die 48-Stunden-Darstellung gewählt. Die Aufzeichnungen begannen am 27.03.07 um 6 Uhr morgens und endeten am 05.04.07 um 23:59 Uhr. Aufgrund einer Panne nahm die Kamera im Kasten der Küken ab dem 03.04.07 nur noch von 18-8 Uhr Bilder auf anstatt rund um die Uhr.

Auch wenn die Datengrundlage, auf der die Aktogramme der Küken basieren, deutlich kleiner ist als bei den Adulten, so lässt sich zumindest sagen, dass die Aktivität der Küken deutlich von denen ihrer Eltern abwich. Beide ausgewachsenen Kiwis waren mehr oder weniger während der gesamten Dunkelperiode aktiv, d.h. außerhalb ihrer Kästen. Die Hauptaktivität der Küken lag ebenfalls in der Dunkelperiode, doch begannen sie ihre Aktivitätsphasen meist vor Einbruch der Abenddämmerung und kamen erst nach Einbruch der Morgendämmerung zur Ruhe. Zudem legten sie etwa in der Mitte der Nacht eine längere Ruhephase ein. Beim jüngeren Küken trat dieses Muster deutlicher hervor als beim älteren.

Älteres Küken



Jüngeres Küken

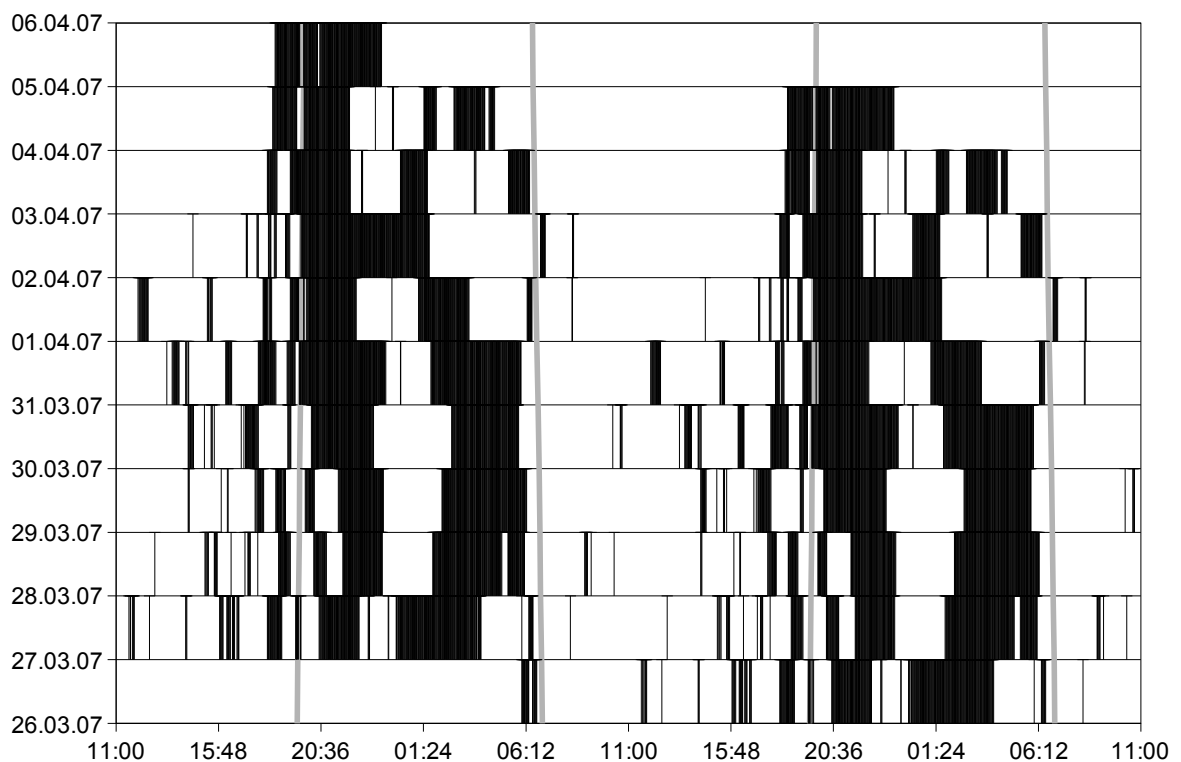


Abb. 21: Aktivität der Küken des Jahres 2007; schwarze Balken: Phasen, in denen sie aktiv waren; das obere Diagramm zeigt die Aktivität des älteren Kükens, das untere die des jüngeren; dargestellt sind außerdem Sonnenaufgang und Sonnenuntergang (graue Linien).

Beide Küken zeigten auch während des Tages immer wieder kurze Phasen der Aktivität, wobei die Ruhephasen dazwischen zum Abend hin immer



kürzer wurden. Die Aktivität während des Tages war z.T. spontan, z.T. aber auch durch Störungen, beispielsweise das tägliche Wiegen der Küken, induziert. Oft waren die Küken gleichzeitig aktiv. Meist wachte das ältere Küken früher auf und brachte das jüngere dazu, ebenfalls aktiv zu werden. Das ältere verdrängte häufig das jüngere, scheuchte es oft von einer Seite des Schlafkastens zur anderen und stieg ein paar Mal sogar über es hinweg. Insgesamt schienen sie sich aber gut zu vertragen. Die Ruhephasen verbrachten die beiden Küken eng nebeneinander sitzend.

Das jüngere Küken zeigte weniger Aktivitätsphasen, die insgesamt kürzer auch waren, als beim älteren Küken. Während das jüngere Küken den Kasten durchschnittlich 14 Mal in 24 Stunden verließ und dabei acht Stunden fernblieb, verließ das ältere ihn 17 Mal für insgesamt zehn Stunden. Zur Berechnung dieser Werte wurden die Tage, für die die Daten zur Aktivität nur in der Zeit zwischen 18 Uhr und 8 Uhr zur Verfügung standen, nicht verwendet. Vergleicht man die Aktivität der Küken zwischen 18 Uhr am Nachmittag und 8 Uhr des folgenden Tages, so zeigt sich auch hier die unterschiedliche Aktivität der Jungtiere. Das ältere Küken war durchschnittlich acht Mal für fast neun Stunden unterwegs. Das jüngere der beiden sieben Mal für knapp sieben Stunden. In den Stunden zwischen 8 Uhr und 18 Uhr waren beide Küken insgesamt etwa eine Stunde aktiv.

### 3.2. Verhalten

In fünf Beobachtungsperioden wurden die Kiwis direkt mit einem Nachtsichtgerät während ihrer nächtlichen Aktivitätsphasen im Außengehege beobachtet. Die Gesamtbeobachtungszeit betrug bei der Henne 19 Stunden, beim Hahn 22,5 Stunden. Die Zeiten, zu denen sich die Tiere außer Sicht befanden sind dabei schon abgezogen. Insgesamt wurden dreizehn verschiedene Verhaltensweisen unterschieden. Sechs dieser Verhaltensweisen wurden zu einer neuen Kategorie zusammengefasst (s. Tab. 1). Alle Verhaltensweisen traten sowohl bei der Henne als auch beim Hahn auf. Einzige Ausnahme ist das Rufen, das ausschließlich vom Hahn gezeigt wurde. Die Verhaltenskategorien Rufen, Kopfkreisen und Aggression wurden als Verhaltensereignisse aufgefasst, die übrigen als Verhaltenszustände (s. Material und Methoden, S. 11).

Tab. 1: Bei den Kiwis erfasste Verhaltensweisen

Erkunden	
Fortbewegung	
Haus	
Höhle	
Kopfkreisen	
Körperpflege	
Stehen	
Aggression	} Sozialverhalten
Kopulation	
Kraulen	
Rufen	
Tandemlauf	
Verfolgen	

Das vollständige Ethogramm findet sich Tab. 6, S. 118

Verhaltensweisen wie Fressen oder Trinken wurden nicht berücksichtigt, da die Futter- und Wassernäpfe im Haus angeboten wurden, in dem keine Beobachtung möglich war. Es ließ sich auch nicht immer genau erkennen, ob die Tiere beim Erkunden des Außengeheges etwas fraßen oder nicht. Zudem gingen weitere Verhaltensweisen in anderen auf. Mehrmals konnte beispielsweise beobachtet werden, dass Erde aus einem Höhleneingang heraus flog, der Kiwi also in der Höhle grub. Da die Unterscheidung "In der Höhle mit Graben" und "In

der Höhle ohne Graben" nicht praktikabel erschien, wurde beides zu

"Aufenthalt in der Höhle" zusammengefasst. Auch wurde kein Unterschied zwischen "Gehen" und "Laufen" gemacht. Beides zusammen ergab "Gerichtete Fortbewegung". Die Einstufung der Aggression wurde auf Grund einer weit gefassten Definition nach EIBL-EIBESFELDT (1999) vorgenommen, nach der eine Verhaltensweise als aggressiv einzustufen ist, wenn sie den Opponenten dazu veranlasst zurück zu weichen bzw. Abstand zu halten. Da im Haus keine Beobachtung möglich war, konnten die dort auftretenden Verhaltensweisen nur als "Aufenthalt im Haus" zusammengefasst werden. Dies verzerrt wahrscheinlich die Angaben zum Zeitbudget, war aber nicht anders machbar. Eine zusammenfassende Tabelle für das Verhalten der beiden Tiere befindet sich im Anhang (Tab. 7, S. 119, Tab. 8, S. 120).

### Häufigkeit und Dauer der Verhaltensweisen

Die Häufigkeit, mit der einzelne Verhaltensweisen gezeigt wurden, variierte sehr stark. Sie ist in Abb. 22 dargestellt. Das am häufigsten bei der Henne auftretende Verhalten war das Kopfkreisen, gefolgt von Fortbewegung und Erkunden. Auch beim Hahn waren diese drei Verhaltensweisen die häufigsten. Fortbewegung und Erkundung des Geheges waren bei ihm jedoch häufiger als das Kopfkreisen. Körperpflege betrieb der Hahn etwa drei Mal so häufig wie die Henne. Zudem ging das soziale Verhalten ungefähr vier Mal häufiger von ihm aus. Doch die Unterschiede in der Häufigkeit der einzelnen Verhaltensweisen zwischen Henne und Hahn sind nicht signifikant (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,05$ ). Die Unterschiede im Sozialverhalten wurden nicht getestet, da die Stichprobe zu klein war.

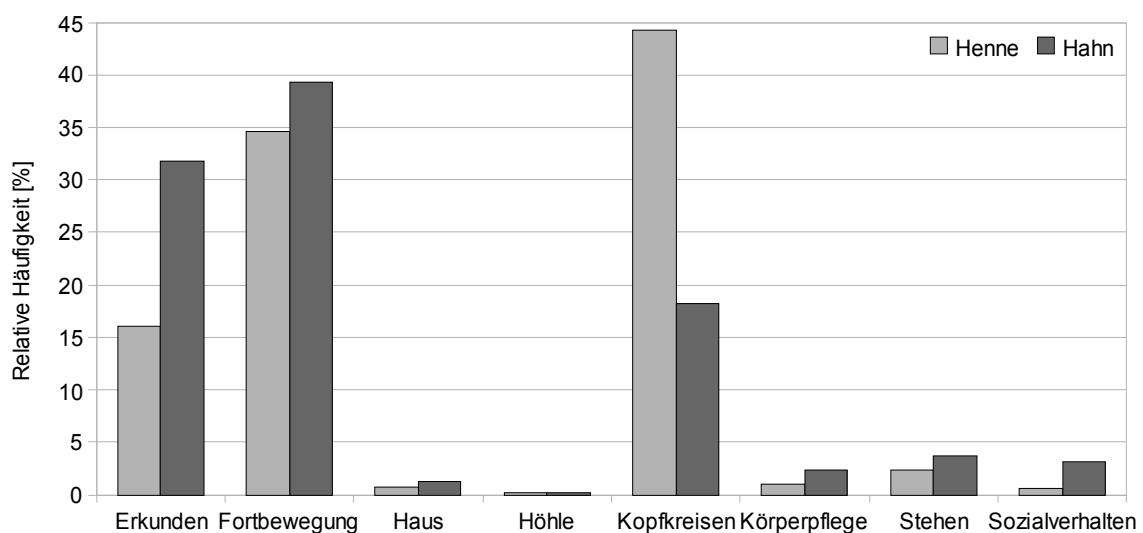


Abb. 22: Relative Häufigkeit der Verhaltensweisen bei Henne und Hahn bezogen auf den gesamten Beobachtungszeitraum (Mai-November)

Auch die Dauer, mit der einzelne Verhaltensweisen gezeigt wurden, variierte. Abb. 23 zeigt den Anteil der Verhaltenszustände bezogen auf die Aufenthaltsdauer im Außengehege. Da das Kopfkreisen als Ereignis bewertet wurde, taucht es bei Angaben über die Dauer einer Verhaltensweise nicht auf. Auch das Rufen und das Aggressive Verhalten wurden bei der Berechnung der Gesamtdauer des Sozialverhaltens nicht berücksichtigt. Die

Henne hielt sich 60% der Beobachtungszeit im Freien auf. Beim Hahn machte dieser Anteil 70% aus. Die Zeit im Außengehege wurde hauptsächlich mit Erkunden des Geheges und Fortbewegung verbracht. Bezogen auf den Aufenthalt im Außengehege machten diese beiden Verhaltensweisen bei beiden Vögeln rund 80% der Zeit aus, wovon jeweils gut 60% aufs Erkunden entfielen.

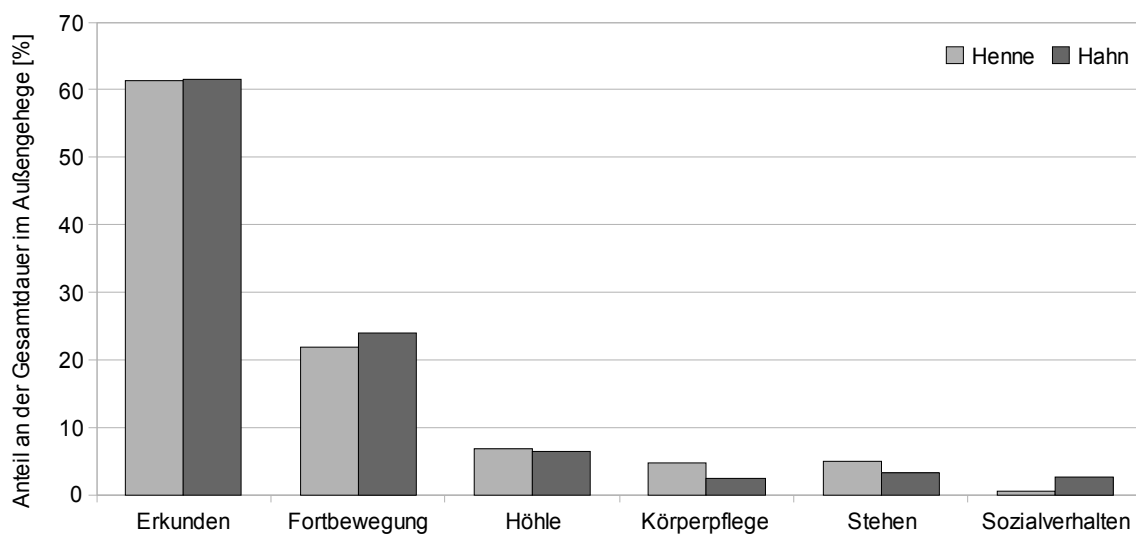
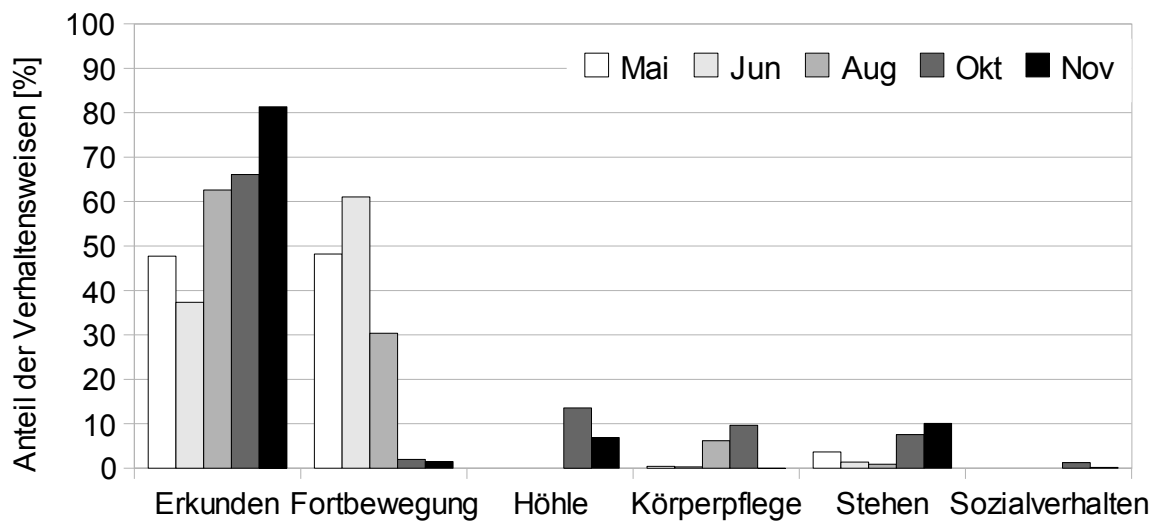


Abb. 23: Anteil der Dauer der einzelnen Verhaltensweisen an der Gesamtaufenthaltsdauer im Außenbereich; berücksichtigt wurden ausschließlich die Verhaltenszustände

Für die Dauer des gezeigten Verhaltens ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Tieren feststellen (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,05$ ). Auch hier wurden die Abweichungen im Sozialverhalten nicht auf Signifikanz untersucht.

In Abb. 24 sind die Anteile der einzelnen Verhaltensweisen an der Gesamtdauer des Aufenthalts im Freien dargestellt, aufgeschlüsselt nach den einzelnen Beobachtungsperioden. Es zeigen sich zwischen den Beobachtungsterminen deutliche Unterschiede im Anteil einzelner Verhaltensweisen von Henne und Hahn.

## Henne



## Hahn

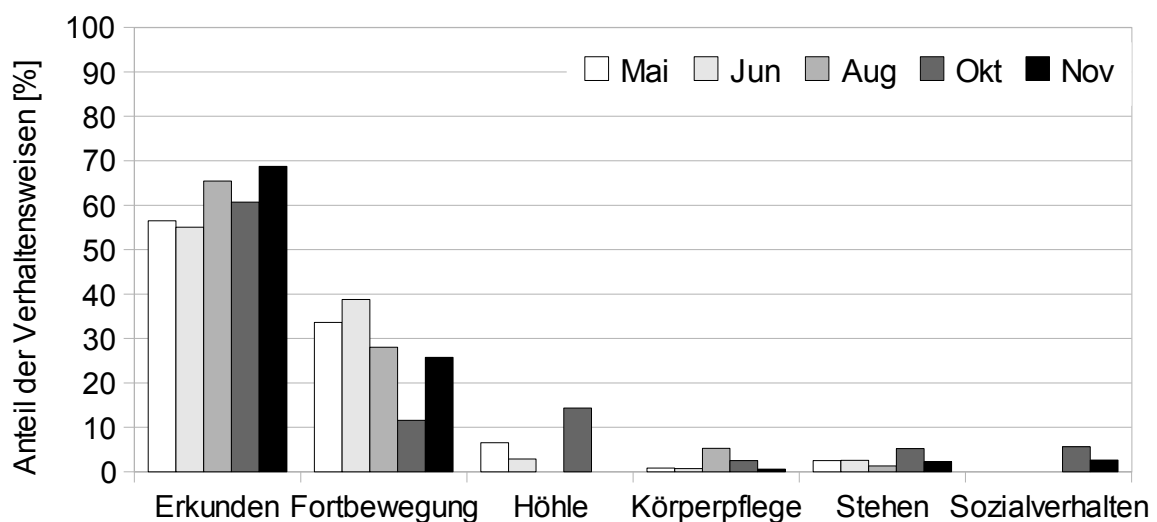


Abb. 24: Anteile der Dauer von Verhaltensweisen von Henne (oben) und Hahn (unten) bezogen auf den Aufenthalt im Außengehege, aufgeschlüsselt nach den Beobachtungsterminen

Die Fortbewegung der Henne nahm im Oktober, also als die Tiere gemeinsam ein Gehege bewohnten, deutlich ab und machte nur noch 1-2% des gesamten von ihr gezeigten Verhaltens aus. Das Erkunden hingegen nahm immer mehr Zeit in Anspruch. Auch der Hahn schränkte seine Fortbewegung ab August ein, jedoch bei Weitem nicht so stark wie die Henne. Der Anteil des Erkundens wurde auch bei ihm größer. Die Henne hielt sich zudem nur im Herbst in einer Höhle auf. Die Höhlen lagen im Gehegeteil 02 und 03. Diese waren für die Henne von Mai bis August nicht

zu erreichen. In dem ihr im Frühjahr und Sommer zur Verfügung stehenden Gehege grub sie keine Höhlen.

Im Folgenden ist das Sozialverhalten, aufgeschlüsselt in die einzelnen darin enthaltenen Verhaltensweisen, dargestellt (Abb. 25). Bei der Beobachtung wurde zwischen aktivem Tier und Empfänger unterschieden. Während beispielsweise ein Tier das andere verfolgt, wird letzteres verfolgt. War das beobachtete Tier nicht der Akteur sondern der Rezipient einer Verhaltensweise, so wurde das entsprechende Verhalten dem jeweils anderen Tier als aktives Verhalten zugeordnet, auch wenn dieses gerade nicht das Fokustier war. Auf diese Weise lässt sich besser überblicken, welche Verhaltensweise wie oft von welchem Tier ausgeführt wurde. Definitionsgemäß sind damit die Häufigkeiten für Kopulation und Tandemlauf für beide Tiere gleich groß. Dieses Verfahren wurde jedoch nur bei dieser separaten Darstellung des sozialen Verhaltens angewandt.

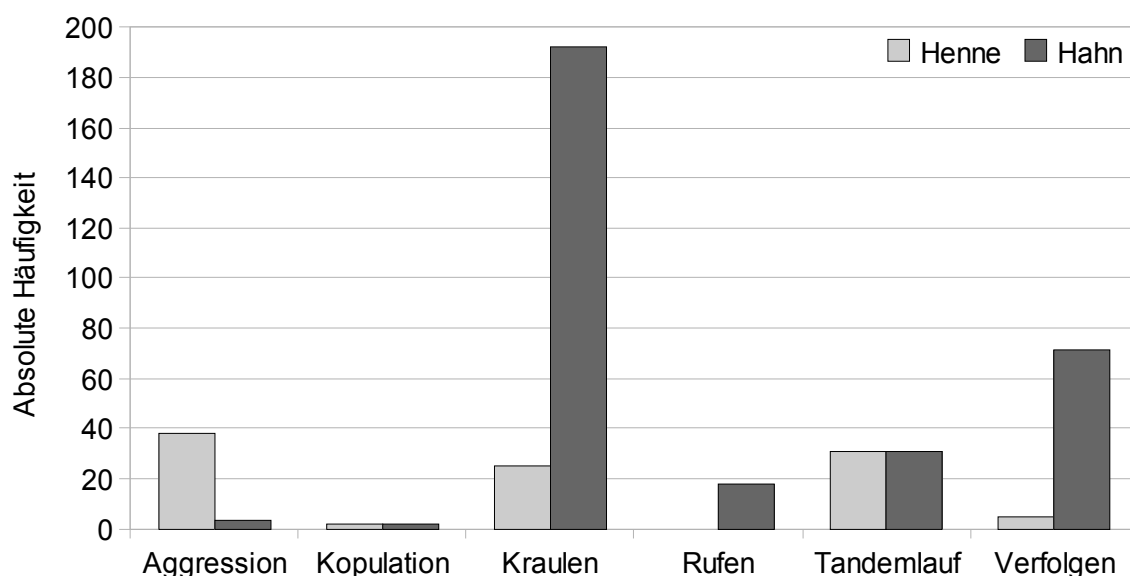


Abb. 25: Häufigkeit der sozialen Interaktionen von Henne und Hahn; empfangenes Verhalten wurde dem jeweils anderen Tier als ausgeführtes Verhalten zugerechnet

Auffällig ist, dass das aggressive Verhalten hauptsächlich von der Henne ausging, während das Kraulen und das Verfolgen deutlich häufiger vom Hahn initiiert wurde. Der Index zur Quantifizierung des Kontaktverhaltens innerhalb eines Paares ergibt für den Hahn einen Wert von 0,82. Er ist

damit für den größten Teil der Kontaktaufnahmen verantwortlich und weicht der Nähe zum Partner deutlich weniger aus als die Henne. Als Annäherung wurde dabei das Kraulen und das Verfolgen eingestuft. Das aggressive Verhalten zählte hingegen als Ausweichen (s. Material und Methoden, Auswertung S. 19).

Während des Beobachtungszeitraums rief der Hahn insgesamt 18 Mal. Jede als "Rufen" aufgezeichnete Verhaltensweise bestand aus einer Abfolge einzelner Rufe. Im Durchschnitt beinhaltete jede Sequenz 20 Einzelmrufe. Die längste Ruffolge bestand aus 28 Rufen, die kürzeste nur aus zwölf. Doch unabhängig von der Länge der Ruffolge blieb die zeitliche Abfolge mit etwa einem Ruf pro Sekunde konstant.

### **Verhaltensübergänge**

Für den Zeitraum Mai bis August, also für die Zeit der Einzelhaltung, wurde die relative Häufigkeit, mit der eine Verhaltensweise einer anderen folgte, für die Henne in Abb. 26 dargestellt. Dabei ist auf der x-Achse das vorausgehende und auf der y-Achse das nachfolgende Verhalten aufgetragen. Die Fläche der Blasen gibt die relative Häufigkeit wieder, mit der eine Verhaltensweise auf eine andere folgte. Definitionsgemäß können Verhaltenszustände nicht auf sich selbst folgen, Verhaltensereignisse schon. Während der Beobachtungsphasen von Mai bis August hielt sich die Henne nicht in einer Höhle auf. Zur besseren Vergleichbarkeit mit dem Diagramm des Hahnes (Abb. 27, S. 48) wird dieses Verhalten hier dennoch aufgeführt. Auf ein klassisches Flussdiagramm wurde zu Gunsten der Übersichtlichkeit verzichtet.



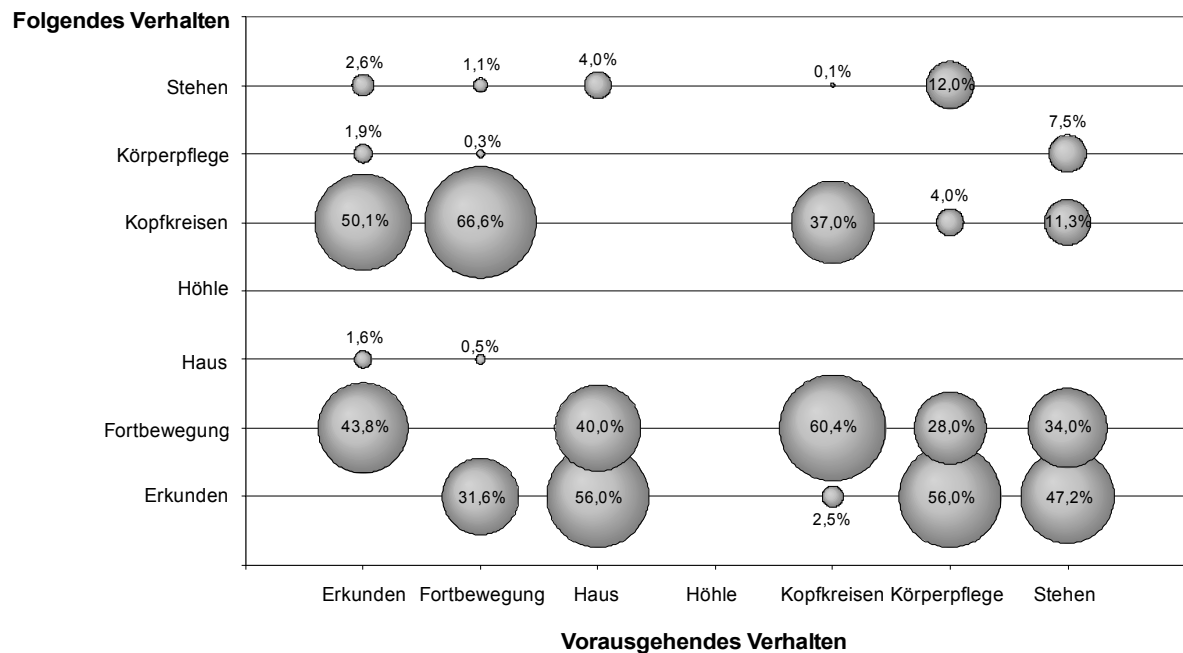


Abb. 26: Relative Häufigkeit in Prozent, mit der eine Verhaltensweise der Henne auf eine andere folgt; Zeitraum Mai-August. Auf der x-Achse ist das vorausgehende, auf der y-Achse das folgende Verhalten aufgetragen. Die relative Häufigkeit des folgenden Verhaltens wurde für jedes vorausgehende Verhalten separat berechnet.

Bei der Betrachtung der Übergänge der Verhaltensweisen, zeigt sich, dass bei der Henne auf das Verhalten Erkunden jedes andere Verhalten folgte. Umgekehrt folgte das Erkunden selbst allen übrigen Verhaltensweisen. Das Gleiche gilt für die Fortbewegung. Bezogen auf die relative Häufigkeit des Auftretens machten Kopfkreisen, Erkunden und Fortbewegung bei der Henne rund 98% des gezeigten Verhaltens während der Beobachtungszeit von Mai bis August aus (s.a. Tab. 7, S. 119). Die relativen Häufigkeiten, mit denen diese Verhaltensweisen einander folgten bzw. vorausgingen, waren sehr unterschiedlich.

Während die Fortbewegung und das Kopfkreisen zu etwa gleichen Teilen auf das Erkunden folgten, folgte das Kopfkreisen ungefähr doppelt so häufig auf Fortbewegung als das Erkunden. Das Kopfkreisen wiederum wurde in 37% der Fälle von weiterem Kopfkreisen gefolgt. Das Erkunden in Folge des Kopfkreisens spielte kaum eine Rolle. Großen Raum nimmt hingegen die Fortbewegung in Folge des Kopfkreisens ein. Dies beruht darauf, dass Kreiselbewegungen des Kopfes oft durch eine kurze Laufstrecke an der Wand

entlang getrennt wurden, dann wieder eine Kreiselbewegung folgte und die Strecke zurück, usw., nur manchmal durch kurzes Erkunden der Umgebung unterbrochen. Eine Zusammenfassung von Kopfkreisen mit Fortbewegung, auf die erneut ein Kopfkreisen folgt, zu einer Verhaltensweise "irreguläres Verhalten" erschien nicht praktikabel, da nicht auf jedes Kopfkreisen ein Laufen folgte.

Das Muster, das sich für die Verhaltensfolge des Hahnes ergibt, zeigt Unterschiede zu dem der Henne und ist in Abb. 27 dargestellt. Auch beim Hahn ergibt sich im Untersuchungszeitraum Mai bis August für die relativen Häufigkeiten der drei Verhaltensweisen Erkunden, Fortbewegung und Kopfkreisen eine Dominanz im Auftreten von 95% (s.a. Tab. 8, S. 120), doch die Anteile, mit denen sie einander folgten, unterschieden sich von denen der Henne.

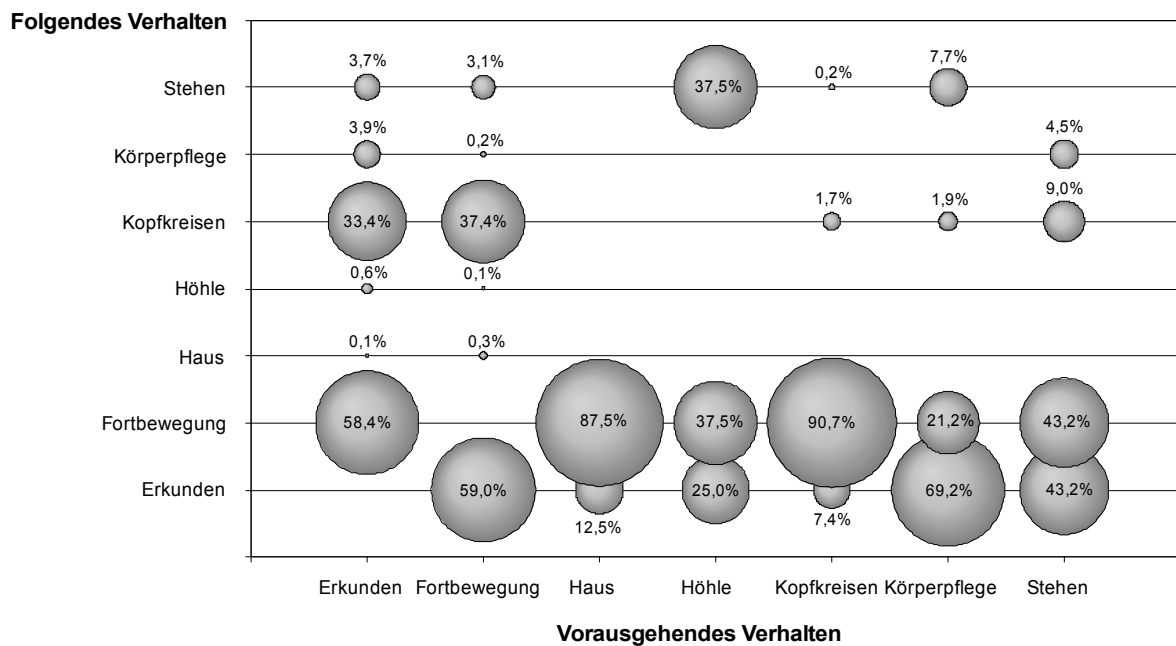


Abb. 27: Relative Häufigkeit in Prozent, mit der eine Verhaltensweise des Hahnes auf eine andere folgt; Zeitraum Mai-August. Auf der x-Achse ist das vorausgehende, auf der y-Achse das folgende Verhalten aufgetragen. Die relative Häufigkeit des folgenden Verhaltens wurde für jedes vorausgehende Verhalten separat berechnet. Die Verhaltensweise Rufen wurde weggelassen.

Auf das Erkunden der Umgebung folgte häufiger eine Phase der Fortbewegung als ein Kopfkreisen. Auch die Fortbewegung wurde deutlich häufiger durch Erkunden abgelöst als durch Kopfkreisen. Die Werte für die

relative Häufigkeit mit der Fortbewegung auf Kopfkreisen folgte, sind für Henne und Hahn recht unterschiedlich. Folgt bei der Henne in zwei Dritteln der Fälle Fortbewegung auf ein Kopfkreisen, sind es beim Hahn mehr als 90%. Beim Hahn spielt wiederholtes Kopfkreisen jedoch kaum eine Rolle. Das liegt daran, dass die Henne häufig drei oder vier Mal hintereinander das Kopfkreisen zeigte, während der Hahn in der Regel zwischen zwei Kreiselbewegungen eine kurze Strecke lief. Insgesamt zeigte die Henne das Kopfkreisen mehr als doppelt so häufig wie der Hahn (s.a. Abb. 22, S. 42).

Im Oktober und November änderte sich das Verhalten etwas. Zu dieser Zeit bewohnten die Tiere gemeinsam ein Gehege. Für die Henne sind die Verhaltensabfolgen in diesem Zeitraum in Abb. 28 dargestellt. Da in dem Begriff Sozialverhalten sowohl Verhaltensereignisse als auch Verhaltenszustände enthalten sind, kann es auf sich selbst folgen.

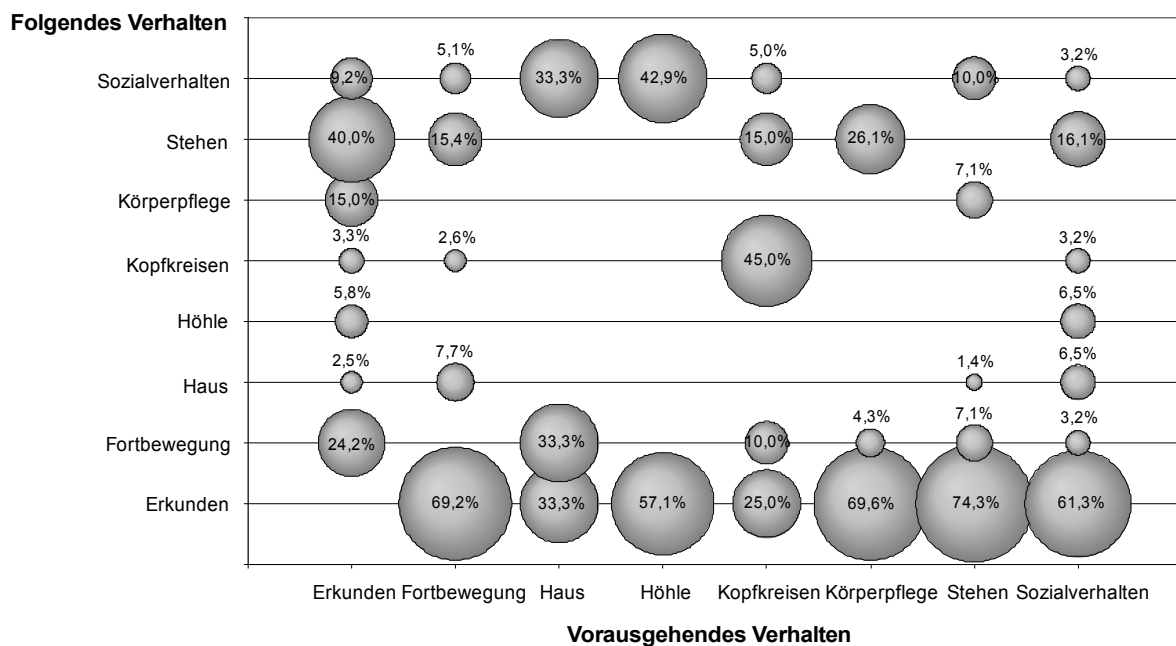


Abb. 28: Relative Häufigkeit in Prozent, mit der eine Verhaltensweise der Henne auf eine andere folgt; Zeitraum Oktober-November. Auf der x-Achse ist das vorausgehende, auf der y-Achse das folgende Verhalten aufgetragen. Die relative Häufigkeit des folgenden Verhaltens wurde für jedes vorausgehende Verhalten separat berechnet.

Die Fortbewegung wurde eingeschränkt, und Erkunden sowie Stehen traten mehr in den Vordergrund. Das Erkunden der Umgebung folgte erneut jeder Verhaltensweise und ging auch jeder anderen Verhaltensweise voraus.

Ähnliches war beim sozialen Verhalten der Fall. Hier war die Körperpflege die einzige Verhaltensweise, die nicht auf soziales Verhalten folgte und diesem auch nicht vorausging. Zum größten Teil folgte Erkunden dem sozialen Verhalten. Das soziale Verhalten wiederum folgte hauptsächlich einem Aufenthalt in einer Höhle oder im Innengehege.

Beim Hahn folgte soziales Verhalten hauptsächlich auf vorhergehendes Sozialverhalten oder auf Stehen (Abb. 29). Auch umgekehrt folgte auf Stehen und Sozialverhalten meist weiteres soziales Verhalten. Nach dem Aufenthalt in einer Höhle oder im Haus trat es beim Hahn hingegen nicht auf. Ansonsten hatten beim Hahn in Oktober und November Erkunden und Fortbewegung den größten Anteil am Gesamtverhalten, und wie bei der Henne ließ auch beim Hahn das Kopfkreisen stark nach.

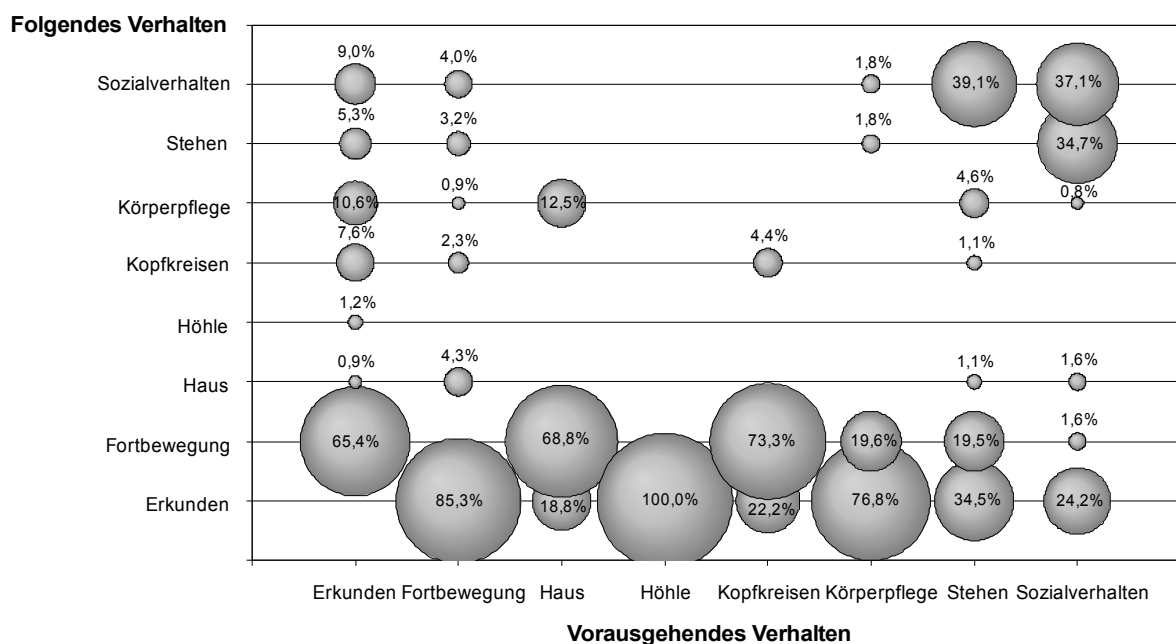


Abb. 29: Relative Häufigkeit in Prozent, mit der eine Verhaltensweise des Hahn auf eine andere folgt; Zeitraum Oktober-November. Auf der x-Achse ist das vorausgehende, auf der y-Achse das folgende Verhalten aufgetragen. Die relative Häufigkeit des folgenden Verhaltens wurde für jedes vorausgehende Verhalten separat berechnet.

Bei genauerem Blick auf die Übergänge des sozialen Verhaltens lassen sich Unterschiede zwischen Henne und Hahn bei den direkten Interaktionen feststellen. Insgesamt zeigte die Henne dem Hahn gegenüber 38 Mal aggressives Verhalten. Davon fielen knapp 95% in die Beobachtungsphase

des Oktobers. Am häufigsten erfolgte die Aggression auf das Gekrautwerden durch den Hahn (s. Tab. 2). Nur drei Mal wurde dieser der Henne gegenüber aggressiv.

Tab. 2: Übersicht über das von Henne und Hahn ausgehende aggressive Verhalten und das der Aggression vorausgehende Verhalten (absolute Häufigkeiten)

	Aggression Henne		Aggression Hahn	
	Oktober	November	Oktober	November
Sie wird gekraut	14	2		
Sie erkundet	8			
Sie ist in der Höhle	3			
Sie wird verfolgt	3			
Sie steht	2			
Er erkundet		1		
Er steht	5		2	
Er wird gekraut			1	

Auch der Tandemlauf folgte am häufigsten, nachdem der Hahn die Henne gekraut hatte (s. Tab. 3). Vier Mal wurde aus dem Verfolgen der Henne durch den Hahn ein Tandemlauf.

Tab. 3: Übersicht über den Tandemlauf von Henne und Hahn und das ihm vorausgehende Verhalten (absolute Häufigkeiten)

Tandemlauf		
Sie wird gekraut	14	
Sie wird verfolgt	4	
Sie erkundet	1	
Sie kreist mit dem Kopf	1	
Sie läuft	1	
Sie steht	1	
Haus	1	
Er läuft	2	
Er ist aggressiv	1	
Er erkundet	1	

Insgesamt wurde 31 Mal die Verhaltensweise Tandemlauf registriert. Die an dieser Summe fehlenden Auftrittshäufigkeiten gehen auf Tandemläufe zurück, die außerhalb der Sicht des Beobachters begannen, so dass keine Auskunft über das vorausgehende Verhalten gegeben werden kann.

Die sozialen Interaktionen der Tiere machen nur einen geringen Teil des Gesamtverhaltens aus. Es kamen während der gesamten Beobachtungszeit nur knapp 30 Minuten zusammen. Wird die Dauer des empfangenen Verhaltens hinzu gezählt, wird ein Wert von 36 Minuten erreicht.

### Präferenz des Aufenthaltsortes

Die Aufenthaltsdauer in den verschiedenen Bereichen des Geheges war bei den Tieren insgesamt recht ähnlich (s. Abb. 30). Solange sie einzeln gehalten wurden, hielt sich die Henne etwa zu gleichen Teilen in den ihr zur Verfügung stehenden Bereichen des Außengeheges auf. Die im Innengehege verbrachte Zeit war deutlich kürzer. Ähnliches galt beim Hahn. Zu der Zeit als beide ein gemeinsames Gehege bewohnten, verbrachte die Henne mehr als 60% der Beobachtungszeit im Innenbereich. Im Außengehege hielt sie sich am längsten im Bereich 02 auf, am kürzesten im Bereich 05. Auch der Hahn nutzte den Gehegebereich 02 am längsten und den Bereich 05 am kürzesten. Für die Bereiche 03, 04 und 05 gab es bei der Aufenthaltsdauer kaum Unterschiede zwischen Henne und Hahn. Der Hahn hielt sich jedoch deutlich länger im Bereich 02 auf als die Henne.

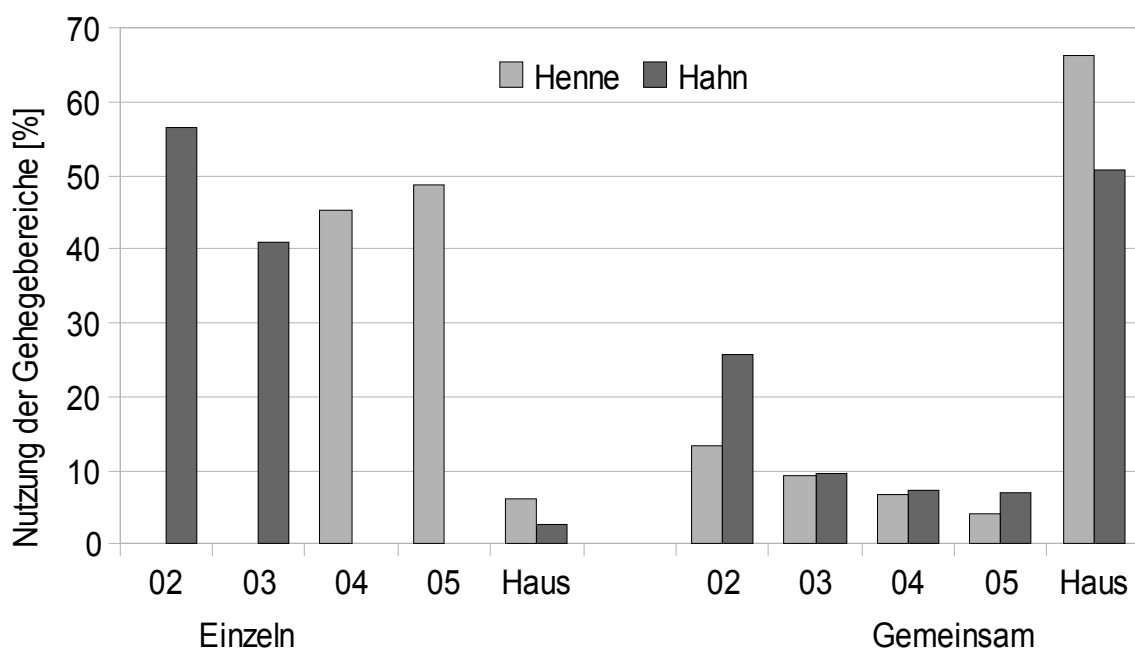


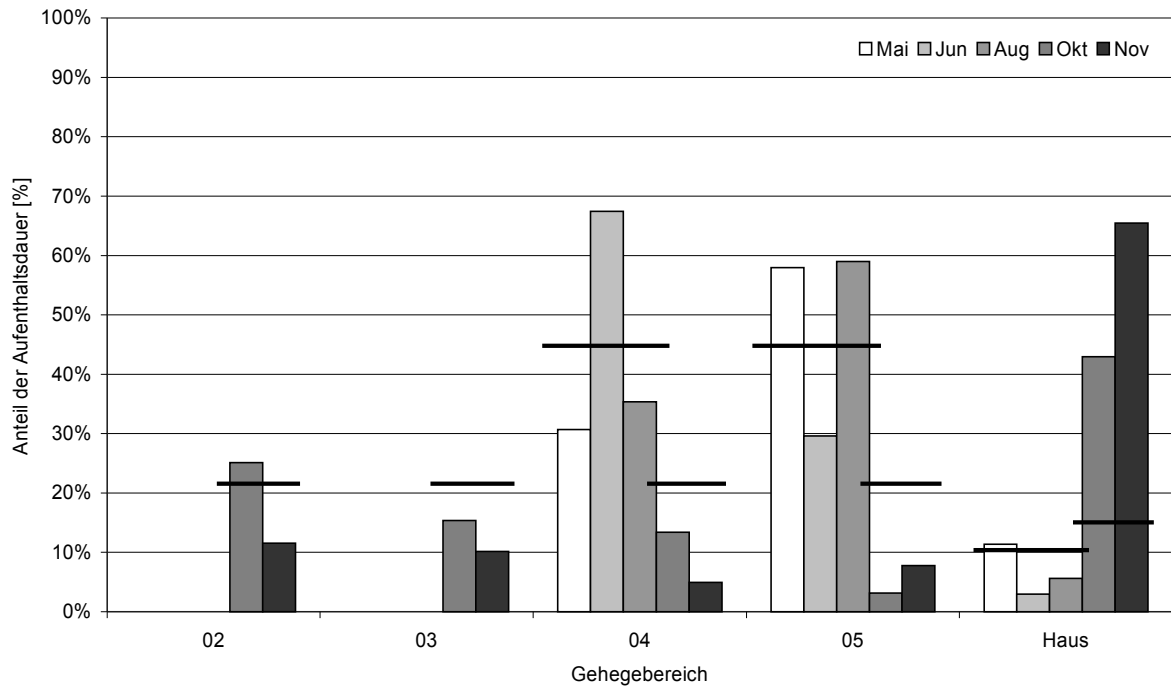
Abb. 30: Nutzung der einzelnen Bereiche des Geheges durch Henne und Hahn in Prozent, aufgeschlüsselt nach den Haltungsbedingungen (einzeln bzw. gemeinsam); s.a. Gehegeskizze (Abb. 3, S. 12)

Um die Abweichungen bei der Aufenthaltsdauer zu quantifizieren, wurde der Aufenthalt der beiden Tiere noch einmal für jeden Beobachtungstermin einzeln betrachtet und der Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Dabei wurden die Unterschiede des Aufenthalts zwischen Außenbereich und Haus,

zwischen den einzelnen Teilen des Außenbereiches und Haus und zwischen den einzelnen Außenbereichen ohne Berücksichtigung des Hauses auf Abweichungen von einem Erwartungswert für gleichmäßige Nutzung getestet, der unter Berücksichtigung der Fläche des jeweiligen Gehegebereiches berechnet wurde. Die beobachteten und die erwarteten Aufenthaltszeiten für die einzelnen Gehegebereiche sind in Abb. 31 dargestellt. Auch wenn insgesamt die Nutzung der verschiedenen Gehegebereiche während der getrennten Haltung gleichmäßig war, erkennt man die Unterschiede in der Aufenthaltsdauer zwischen den Gehegeabschnitten bei Betrachtung der einzelnen Beobachtungsperioden.

Während der Beobachtungsphasen im Mai, Juni und August hielten sich beide Tiere nachts nicht gleichmäßig im Innen- und Außenbereich auf (Chi-Quadrat-Test,  $p=0,05$ ). Eine Ausnahme bildete der Aufenthalt der Henne im Monat Mai, bei dem sich keine signifikante Abweichung ergab. Im Mai schien es bei ihr also keine Bevorzugung des Außen- oder Innenbereichs zu geben. Doch sowohl im Oktober als auch im November waren Henne und Hahn signifikant länger im Haus anzutreffen als bei gleichmäßiger Nutzung zu erwarten gewesen wäre.

Henne



Hahn

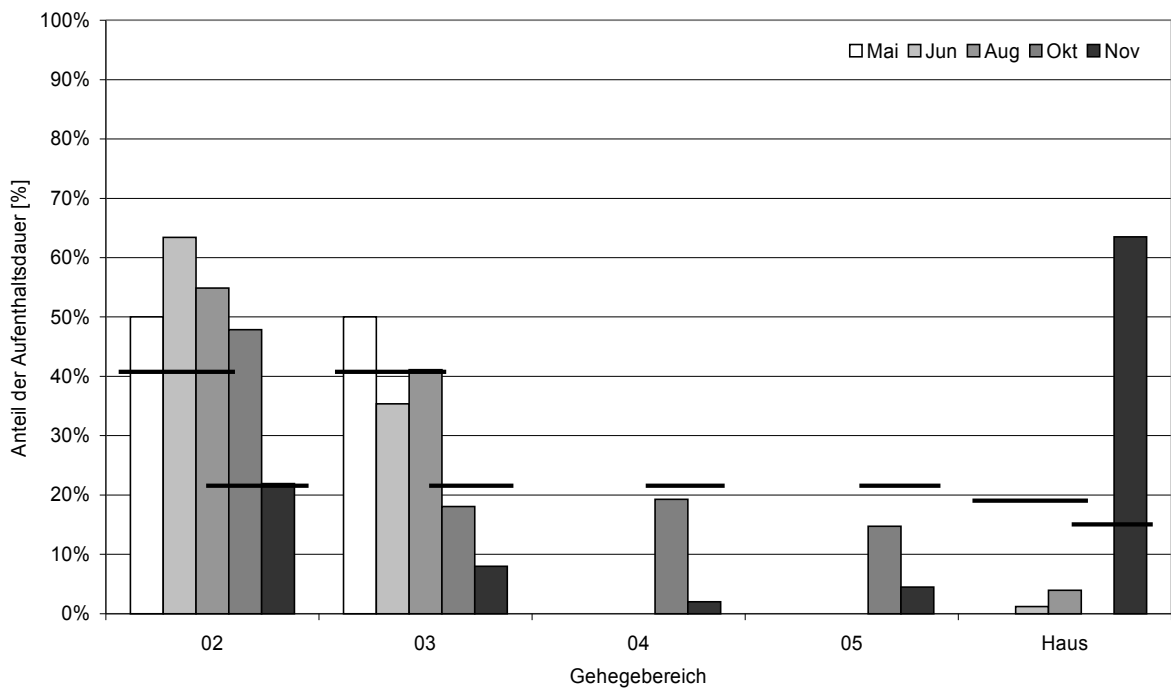


Abb. 31: Anteil der Aufenthaltsdauer von Henne (oben) und Hahn (unten) in den verschiedenen Gehegebereichen in Prozent. Die Säulen geben den beobachteten, die waagerechten Linien den Erwartungswert bei gleichmäßigem Aufenthalt wieder.



Im Vergleich der Aufenthaltsdauer in den einzelnen Außenbereichen zeigte sich, dass die Henne den ihr zur Verfügung stehenden Raum an jedem Beobachtungstermin nicht gleichmäßig nutzte (Chi-Quadrat-Test,  $p=0,05$ ), sondern stets einen ihrer beiden Außenbereiche favorisierte, jedoch nicht immer denselben. Während der getrennten Haltung zeigte der Hahn zumindest im Mai und im August in den Außenbereichen keine signifikanten Abweichungen seiner Aufenthaltsdauer von den Erwartungswerten (Chi-Quadrat-Test,  $p=0,05$ ). Er hielt sich also gleichmäßig in beiden ihm zur Verfügung stehenden Außenbereichen auf. Im Juni zeigte aber auch der Hahn eine Vorliebe für einen Bereich des Außengeheges (Chi-Quadrat-Test,  $p=0,05$ ). Interessanterweise hielt er sich am längsten im Gehegebereich 02 auf, der durch eine in der Nähe angebrachte Lampe der hellste aller Bereiche war. Auch im Oktober und November, als Henne und Hahn das Gehege wieder zusammen bewohnten, nutzte er das Gehege nicht gleichmäßig (Chi-Quadrat-Test,  $p=0,05$ ).

Im Vergleich der vier Außenbereiche und dem Innengehege ergaben sich für beide Tiere signifikante Abweichungen zwischen den beobachteten und den erwarteten Werten der Aufenthaltsdauer (Chi-Quadrat-Test,  $p=0,05$ ) und zeigen, dass das Gehege insgesamt ungleichmäßig genutzt wurde.

Nicht nur bei der Dauer des Aufenthalts sondern auch bei der Art der Nutzung der Gehegebereiche wurden Unterschiede deutlich. Dies ist im Folgenden in Abb. 32 (S. 57) für die Henne und in Abb. 33 (S. 58) für den Hahn dargestellt. Interessant wäre in Hinblick auf das Sozialverhalten das Ergebnis gewesen, wie häufig und wie lang sich Henne und Hahn in demselben Gehegebereich aufhielten, welchen Abstand sie dort zueinander hatten und welche Verhaltensweisen auftraten, um Synchronisierungen des Verhaltens zu erkennen. Durch die Beobachtung mit dem Nachtsichtgerät war dies aber nicht machbar, da es durch den eingeschränkten Fokus nicht möglich war, beide Tiere gleichzeitig im Auge zu behalten. Daher wurde die Untersuchung der Gehegenutzung auf das einzelne Tier bezogen.

Besonders bei der Henne wurden Unterschiede in der Nutzung der Gehegebereiche sichtbar. Während beispielsweise im Mai die Fortbewegung im Bereich 04 einen Anteil von 5% an ihrer Aufenthaltsdauer ausmachte, waren es im Bereich 05 ungefähr 75%. Im Juni hingegen nutzte sie etwa 60% ihrer Zeit in beiden Bereichen zur Fortbewegung. Die Anteile des Verhaltens in den während der getrennten Haltung zur Verfügung stehenden Gehegebereichen unterschieden sich beim Hahn ebenfalls, jedoch gab es keine so großen Differenzen im Vergleich der Beobachtungstermine. Die Art der Nutzung eines Bereiches veränderte sich also nicht wesentlich im Laufe der Zeit.

Während der gemeinsamen Haltung glichen sich die Anteile des Erkundens eines Tieres in den verschiedenen Gehegebereichen einander an. Im Oktober ergab sich auch eine Übereinstimmung zwischen den Anteilen des Erkundens im Vergleich beider Tiere. Für den November hingegen wurde die Nutzung der verschiedenen Bereiche durch Henne und Hahn wieder sehr unterschiedlich. Bei der Henne waren die Anteile der gezeigten Verhaltensweisen in den Bereichen 03, 04 und 05 sehr ähnlich und wurden durch das Erkunden der Umgebung dominiert. Im Bereich 02 hingegen zeigte sie ein deutlich davon abweichendes Verhalten und verbrachte die Hälfte ihrer Zeit mit Stehen oder dem Aufenthalt in einer Höhle. Auch beim Hahn zeigten sich im November Unterschiede in der Nutzung. Die Anteile der Verhaltensweisen waren einander in den Bereichen 02, 03 und 05 sehr ähnlich. Im Bereich 04 wichen sie deutlich ab.

Henne

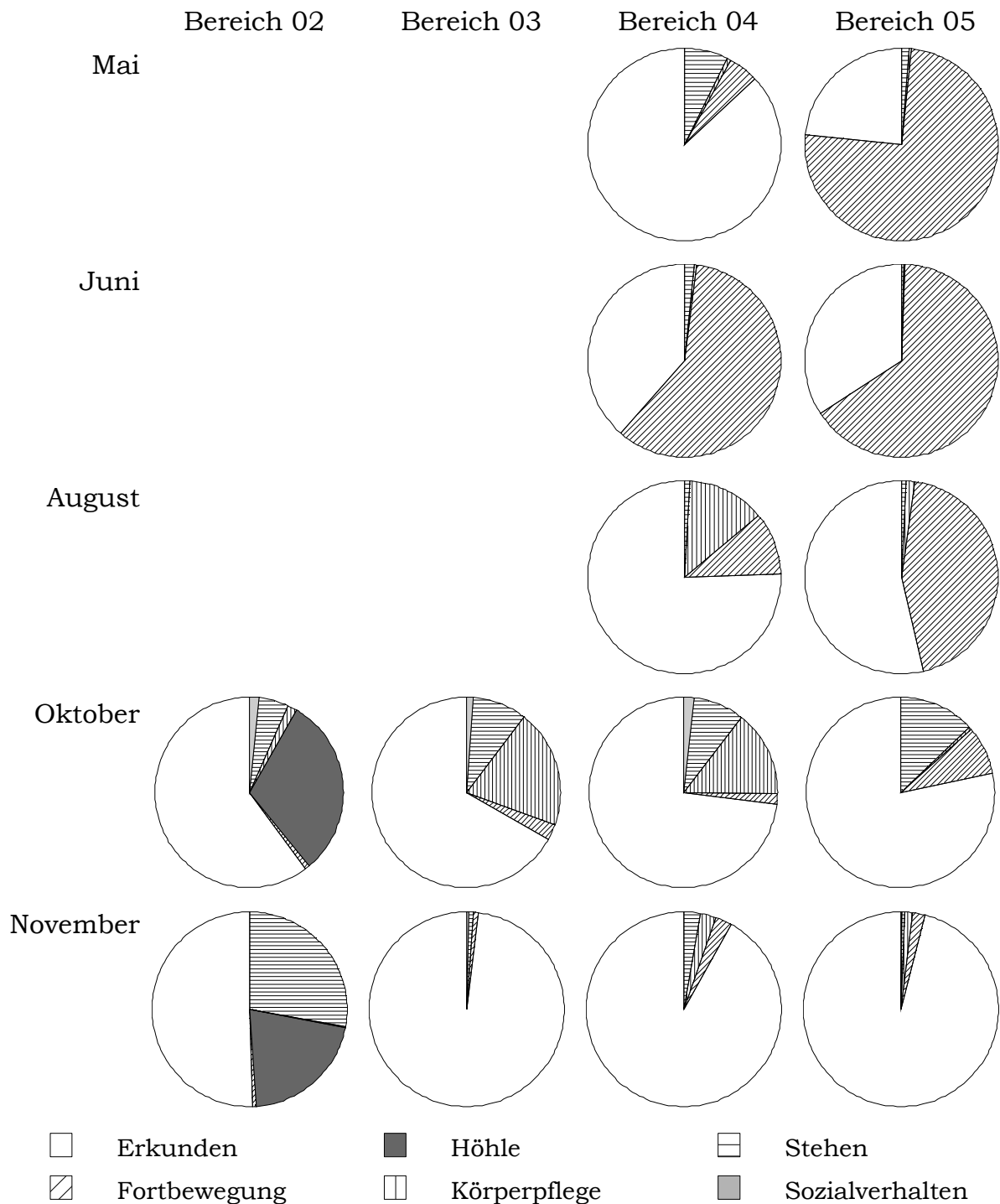


Abb. 32: Anteil der verschiedenen Verhaltensweisen der Henne bezogen auf die Dauer des Aufenthalts im Außengehege, getrennt nach Gehegebereich und Beobachtungstermin (s.a. Gehegeskizze Abb. 3, S. 12)

Hahn

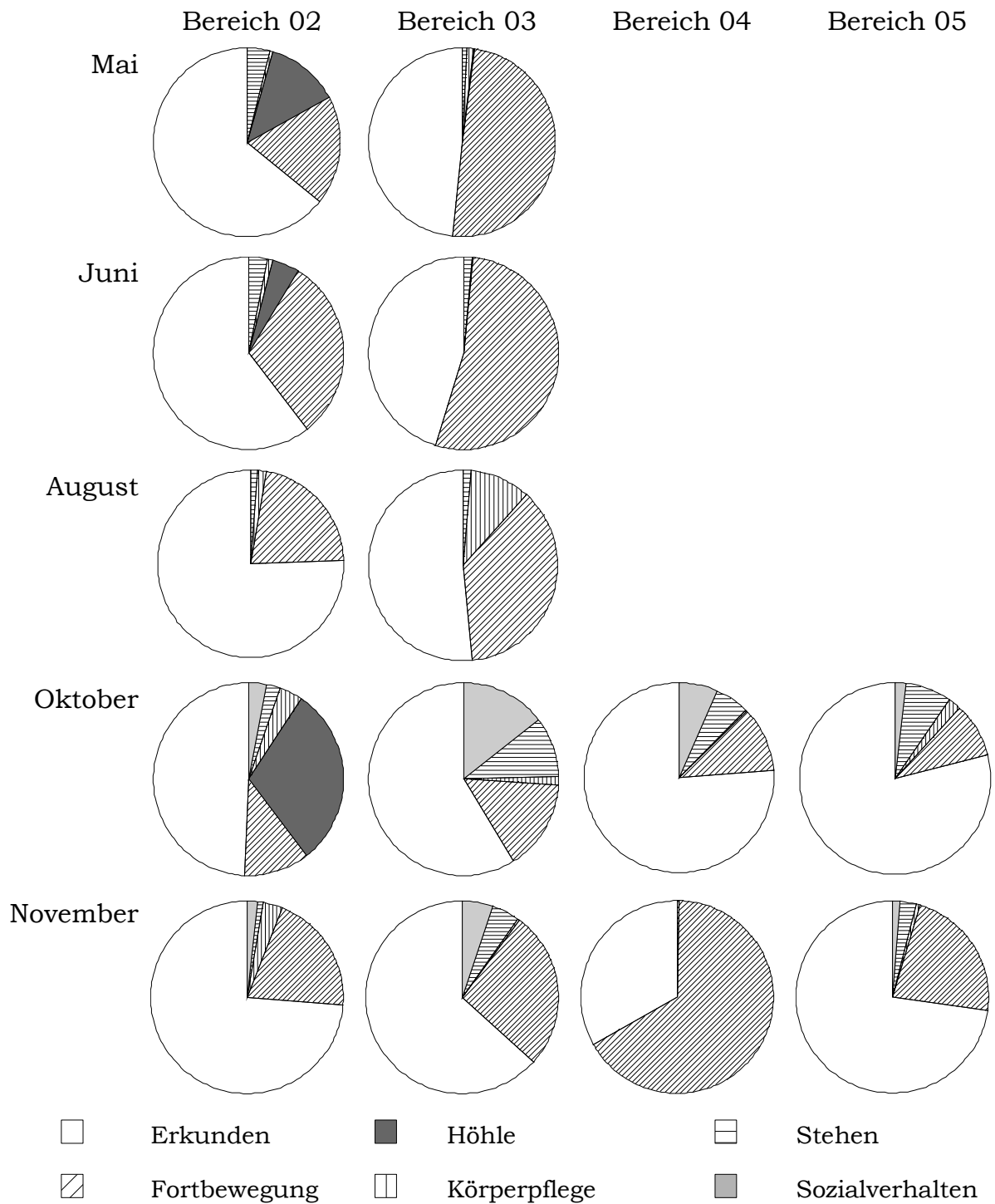


Abb. 33: Anteil der verschiedenen Verhaltensweisen des Hahnes bezogen auf die Dauer des Aufenthalts im Außengehege, getrennt nach Gehegebereich und Beobachtungstermin (s.a. Gehegeskizze Abb. 3, S. 12)

## Laufaktivität

Als Maß der Laufaktivität der Tiere wurde gezählt, wie oft sie von einem Teil des Geheges in einen anderen wechselten (Abb. 34). Dabei wurden die Wechsel zwischen den verschiedenen Bereichen des Außengeheges (02, 03, 04) und die Wechsel zwischen Außengehege und Innenbereich gewertet (s.a. Gehegeskizze, Abb. 3, S. 12). Der Bereich 05 war während der Aufnahmezeit durch ein Jungtier besetzt und stand damit den Adulten nicht zur Verfügung. Da sich die Dauer der Dunkelperiode im Verlauf des Jahres erheblich verändert, wurde die Anzahl an Wechseln durch die Dauer der jeweiligen Nacht in Stunden dividiert. Als "Nacht" wurde dabei die Zeit zwischen Abend- und Morgendämmerung herangezogen.

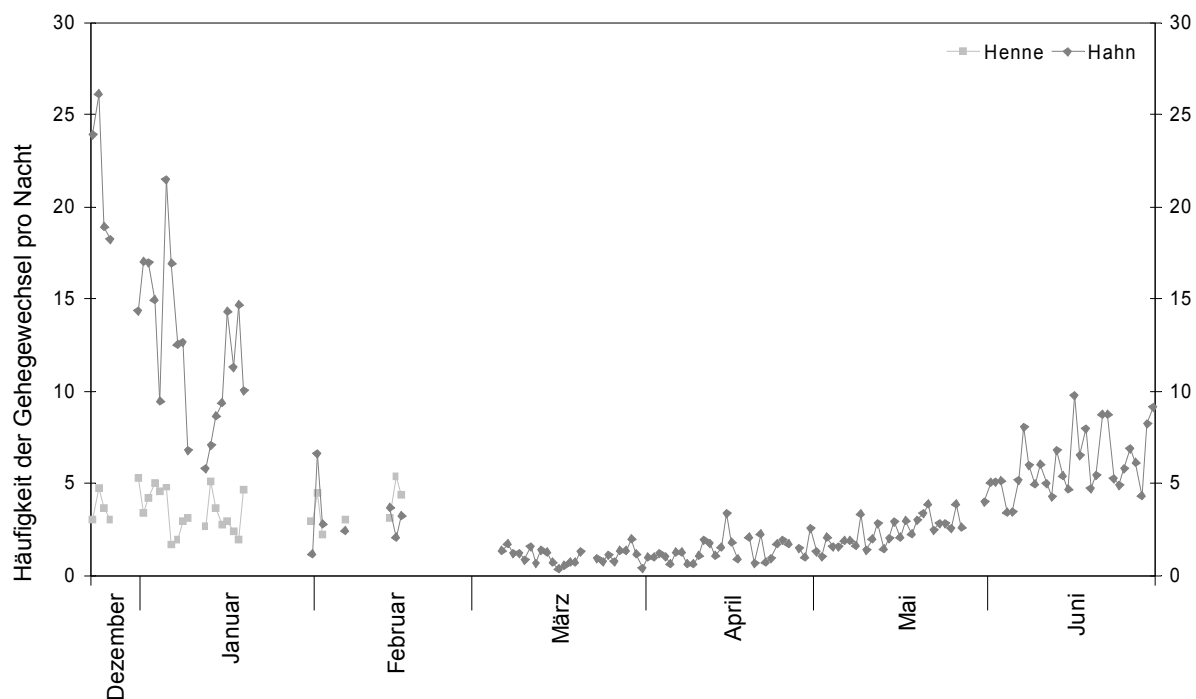


Abb. 34: Absolute Häufigkeit der Gehegewechsel von Henne und Hahn pro Nachtstunde, 2005. Die Unterbrechungen der Datenreihen kamen durch Ausfälle der Kameras zustande; die Beobachtung der Henne wurde nach der zweiten Eiablage Anfang März eingestellt.

Im Dezember wechselte der Hahn im Durchschnitt fünf Mal häufiger zwischen den einzelnen Gehegeteilen als die Henne. Im Januar war seine Laufaktivität etwa dreieinhalb Mal höher. Im Februar glichen sich Henne und Hahn in ihrer Aktivität einander an. Die Unterschiede in Dezember und

Januar sind signifikant, im Februar nicht (Mann-Whitney-U-Test,  $p=0,05$ ). Nach der Ablage des zweiten Eis sank die Laufaktivität des Hahnes stark ab und stieg im Mai wieder leicht an. Im Juni erhöhte sich die durchschnittliche Anzahl an Wechseln pro Nacht erneut und erreichte einen Wert, der etwas über dem der Henne im Winter lag.

## 4 Diskussion

### 4.1. Angewandte Methoden

Das Verhalten von Tieren im Zoo wird meist nicht mit dem ihrer wilden Artgenossen übereinstimmen. Im Zoo kann es durchaus Verhaltensweisen einschließen, die im Freiland nicht zu beobachten sind. Umgekehrt können auch Verhaltensweisen im Zoo fehlen, die von Tieren in ihrer natürlichen Umgebung gezeigt werden. Innerhalb gewisser Grenzen ist das Verhalten adaptiv und Abweichungen vom Verhalten im Vergleich mit wilden Artgenossen sind als Anpassung an die Haltungsbedingungen anzusehen (MÜHLING 1998<sup>1</sup>). Allein die ständige Anwesenheit von Menschen im Zoo führt zu einer erheblich verminderten Fluchtreaktion der Tiere (TEMBROCK 1977). Diese Zahmheit, also die Gewöhnung an Menschen, ist sicherlich eines der am deutlichsten hervortretenden Verhaltensmerkmale eines Zootieres. Sie ist normalerweise im Freiland nicht zu beobachten, zeigt aber, dass das Tier sich an das Leben in der Nähe von Menschen angepasst hat. Die Gewöhnung an Menschen ist gleichzeitig auch einer der bedeutendsten Vorteile von Verhaltensbeobachtungen im Zoo, da die Tiere die Anwesenheit des Beobachters im besten Fall ignorieren und ihr gewöhnliches Verhalten zeigen (ENGEL 1999).

Bei den Kiwis im Zoo Berlin, zu denen Besucher aufgrund der Nachtaktivität keinen Zutritt haben, war zu befürchten, dass die für direkte Beobachtungen erforderliche Gewöhnung an Menschen nicht gegeben wäre. Dies war jedoch der Fall. Am Außenbereich des Geheges führt ein Weg entlang, der durch die Angestellten des Zoos und die Mitarbeiter des Wachdienstes sowohl tagsüber als auch während der Dunkelperiode, also zur Aktivitätsphase der Kiwis, frequentiert wird. Nur zwei Mal konnte eine Reaktion der Kiwis auf die Anwesenheit von Menschen beobachtet werden. Beim ersten Mal tauchte so unvermittelt ein Wachmann auf, dass die Henne ins Haus rannte. Diese Begegnung fiel jedoch nicht in die Beobachtungszeit.

Beim zweiten Mal unterbrach die Henne plötzlich ihre Gefiederpflege als ein Fahrrad am Gehege vorbei fuhr, was das Verhalten der Tiere normalerweise nicht beeinflusste. Sie floh jedoch nicht, sondern verharrte am Ort. Ansonsten wurden Menschen vor dem Gehege ignoriert. Eine Beeinflussung des Verhaltens durch die Anwesenheit des Beobachters konnte somit weitgehend ausgeschlossen werden. Man kann davon ausgehen, dass das Anbringen der Kameras im Außengehege und in den Schlafkästen kurzfristig für Unruhe sorgte, doch vermutlich keine längerfristigen Auswirkungen hatte.

Da Vögel kein Infrarotlicht sehen können, ließ sich erwarten, dass die eingesetzten Lampen die Tiere nicht stören (z.B. MAIER 1994). Infrarotlicht wurde bereits in anderen Studien eingesetzt, um Kiwis zu beobachten, ohne dass eine Beeinflussung festgestellt werden konnte (z.B. SEIDEL et al. 1999; TABORSKY & TABORSKY 1999). Auch registrierten die in den Schlafkästen angebrachten Datenlogger, die kontinuierlich Temperatur und Luftfeuchtigkeit aufzeichneten, nach Aktivierung der Infrarotlampen keinen plötzlichen Temperaturanstieg. Mit den Temperaturmessungen sollte ursprünglich die Möglichkeit untersucht werden, die An- bzw. Abwesenheit des Kiwis im Kasten nachzuweisen. Diese Methode erwies sich im Vergleich mit den Videoaufzeichnungen jedoch als nicht fein genug. Zur einfachen Überwachung des Brutverlaufs könnte sie jedoch durchaus Anwendung finden, da längere Zeiten der Anwesenheit bzw. Abwesenheit abgebildet werden können. Zusätzlich ließe sich diese Methode durch sensiblere Messfühler vielleicht noch verfeinern. Die Aufzeichnung der Aktivität mithilfe einer Lichtschranke am Eingang der Schlafkästen sollte mit Anpassungen an die Größe und das Verhalten der Kiwis möglich sein und zu einer einfachen Auswertung der Daten führen. Da bei beiden Ansätzen aber die Tiere nicht unterschieden werden können, wäre der Einsatz nur während der getrennten Haltung sinnvoll. Besonders die Aktivitätsaufzeichnung mittels Lichtschranke könnte Potenzial für eine unkomplizierte Überwachung der Brut haben, die auch im Zooalltag durchführbar wäre.



Die Aktivität der adulten Kiwis wurde über ihre Anwesenheit bzw. Abwesenheit von ihren Schlafkästen definiert. Eine genauere Unterteilung in aktive Verhaltensweisen in Gegenüberstellung zu passivem Verhalten erschien nicht praktikabel, da der Innenbereich des Geheges während der

Nacht nicht überwacht wurde. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass die Kiwis außerhalb ihrer Kästen, aber innerhalb des Hauses Ruhephasen einlegten. Bei den Vorbeobachtungen konnte die Kiwihenne einmal im Innenbereich des Geheges beim Schlafen beobachtet werden. Sie verließ ihren Schlafkasten, fraß aus



Abb. 35: Kiwihenne, Nachtsichtaufnahme;  
Foto: Coronula Grauf, 2005

ihrem Futternapf und trank mehrmals. Dann stellte sie sich neben den Trinknapf, steckte den Kopf in ihr Gefieder und verharrte in dieser Position (s. Abb. 35). Die Aktivität der Kiwis wurde daher möglicherweise etwas überschätzt, obwohl sie im Außenbereich des Geheges nie bei einer Schlafphase beobachtet werden konnten. Da die Methode der Aktivitätsmessung bei Henne und Hahn und in allen Beobachtungsjahren dieselbe war, lassen sich die Ergebnisse dennoch vergleichen (vgl. ASCHOFF & HONMA 1959). Auch bei den Küken ist davon auszugehen, dass die Dauer der Aktivität überschätzt wurde, da sie außerhalb oder möglicherweise auch im Eingangstunnel ihres Kastens Ruhephasen eingelegt haben könnten. Beide Bereiche konnten aus technischen Gründen nicht per Video überwacht werden.

Die Fokustier-Methode zur direkten Beobachtung des Verhaltens ist zur Erstellung eines Zeitbudgets gut geeignet, da die Verhaltensweisen eines Tieres kontinuierlich aufgezeichnet werden. Ein entscheidender Nachteil besteht darin, dass Verhaltensweisen, die gleichzeitig bei verschiedenen Tieren auftreten, schwierig zu erfassen sind. Die Synchronisation zwischen den Tieren lässt sich somit nicht registrieren (NAGUIB 2006). So wurden die

Lautäußerungen der Kiwis mit Ausnahme der Rufe ignoriert, da sie andere Verhaltensweisen, v.a. das soziale Verhalten, überlagerten. Durch den Einsatz eines Handcomputers wäre eine parallele Aufzeichnung vielleicht machbar gewesen. Doch durch die zweihändige Bedienung des Nachtsichtgerätes war dies nicht möglich. Auch seltene Verhaltensweisen können mit der Fokustier-Methode übersehen werden, wenn sie auftreten, während ein anderes Tiere im Fokus steht. Durch zusätzliche Erfassung der seltenen Verhaltensweisen neben der eigentlichen Beobachtung, kann dieser Nachteil gut ausgeglichen werden (LEHNER 1996). Bei den Kiwis war dies schlecht ausführbar. Da das Nachtsichtgerät das Blickfeld erheblich einschränkte, konnte immer nur ein Tier beobachtet werden. Eine Beobachtung "aus dem Augenwinkel" scheiterte damit an der Dunkelheit. Da auch die Videoaufzeichnungen für eine detaillierte Dokumentation des Verhaltens durch tote Winkel und schlechtes Licht nicht die benötigte Qualität erbrachten, blieb nur die direkte Beobachtung mittels Fokustier-Methode. Einzig das soziale Verhalten, das eine Annäherung der Tiere voraussetzte, ließ sich auch bei dem Tier, das nicht im Fokus stand, aufnehmen. Die Methode ist durchaus geeignet, einen Einblick in das Verhalten der Tiere zu erhalten. Wünschenswert wäre eine erweiterte Videoüberwachung gewesen, um detailliertere Aufnahmen zu gewinnen und tote Winkel auszuschließen. Dies hätte zu einer lückenlosen Beobachtung beider Tiere gleichzeitig beitragen können. Durch die dann anfallenden Datenmengen und die zusätzlich nötige Verkabelung des Geheges wäre die Überwachung allerdings eine technische Herausforderung geworden.

## 4.2. Brut und zirkadiane Aktivität

Tiere zeigen ein arttypisches Aktivitätsmuster, das sich in Abhängigkeit von endogenen und exogenen Faktoren, wie z.B. dem Fortpflanzungsstatus, der Ontogenese oder den Jahreszeiten ändert, wodurch sich die Tiere an die ökologischen Gegebenheiten anpassen (ASCHOFF 1957; SIEGMUND & WALLSCHLÄGER 1988). Häufig ist der Wechsel zwischen Tag und Nacht der wichtigste Zeitgeber für die Aktivitäten eines Tieres, doch werden diese auch durch das Auftreten der Beutetiere, die Aktivität des Partners oder der Feinde beeinflusst (ASCHOFF 1954). Das Aktivitätsmuster muss bei einem brütenden Vogel umgestellt werden, um die Bedürfnisse des Geleges und später die der Küken zu erfüllen. Von der außerhalb der Brutzeit gewöhnlich auftretenden Aktivität wird sie somit stark abweichen. Der Vergleich mehrerer Brutperioden eines Tieres oder auch mehrerer Tiere einer Art sollten ähnliche Tendenzen und Regelmäßigkeiten erkennen lassen (ASCHOFF & HONMA 1959). Abweichungen vom gewöhnlichen zirkadianen Aktivitätsmuster können ein Ausdruck für die Beeinträchtigung des Wohlbefindens eines Tieres sein (BUCHHOLTZ 2005). Somit ist die Untersuchung der Aktivität eine Möglichkeit, Störungen zu erkennen, die die Brut beeinflussen können, und gegebenenfalls Abhilfe zu schaffen.

Für den Kiwihahn des Berliner Zoos wurden die Änderungen in der Aktivität während der Brutzeit in den Jahren 2005 bis 2007 untersucht und dargestellt. Es existieren nur wenige Studien zum Aktivitätsmuster von Kiwis während der Brut, und sie ergeben ein uneinheitliches Bild.

Die Dauer und Verteilung der Brutpausen während der Nacht scheinen bei den einzelnen Hähnen individuell zu variieren und auch über längere Zeiträume unterschiedlich zu sein, was der Entwicklung der Embryonen aber offensichtlich nicht abträglich ist. Für den Berliner Hahn ergaben sich, abgeleitet von seiner An- bzw. Abwesenheit im Nistkasten während der Brutzeit, Aktivitätsmuster wie sie für nachtaktive Tiere typisch sind. So zeigte er häufig kurz nach Sonnenuntergang eine längere Phase der Aktivität

und in den frühen Morgenstunden eine weitere, kürzere (vgl. ASCHOFF 1957). Das gleiche Aktivitätsmuster fand sich bei einem in Gefangenschaft gehaltenen Hahn, der ein künstliches Ei bebrütete (CALDER 1979). Außerhalb der Brutzeit ließ sich dieses Muster beim Berliner Hahn methodenbedingt nicht erkennen.

Bei McLENNAN (1988) und COLBOURNE (2002) finden sich Angaben zur Brutaktivität wild lebender Streifenkiwis. Sie beschreiben ausschnittsweise die Veränderungen in der Aktivität mit fortschreitender Brut. Durchschnittlich verließen die wilden Hähne ihr Nest nur ein Mal pro Nacht für fünf Stunden. Dies steht in Gegensatz zum Berliner Hahn, der dem Nest nur für insgesamt anderthalb bis zwei Stunden pro Nacht fernblieb und diese Zeit meist auf zwei Pausen verteilte. Beim Bartkauz (*Strix nebulosa*) brütet ausschließlich das Weibchen, wird dabei aber vom Männchen gefüttert. Somit muss es keine Zeit für die Nahrungssuche aufwenden und kann fast die komplette Brutzeit im Nest verbringen (PULLIAINEN & LOISA 1977 aus MIKKOLA 1995). Während sich der Berliner Kiwihahn 5-8% seiner Zeit nicht in seinem Nest aufhielt, war es bei dem Bartkauzweibchen nur knapp 1% (PULLIAINEN & LOISA 1977 aus MIKKOLA 1995). Durch die im Zoo bereit gestellte Nahrung wird der Kiwihahn nicht viel Zeit für die Nahrungssuche benötigen, was die im Vergleich mit seinen wilden Artgenossen kurzen Brutpausen erklären könnte (vgl. McLENNAN 1988). Kürzere Abwesenheitszeiten vom Nest zeigten sich auch bei anderen Vögeln, denen zusätzliche Nahrung angeboten wurde (z.B. MORENO 1989; CONWAY & MARTIN 2000).

Auch beim südamerikanischen Graukehltinamu (*Crypturellus boucardi*), einem nahen Verwandten der Laufvögel (GROTH & BARROWCLOUGH 1999), brüten ausschließlich die Hähne. Ein beobachteter Hahn verließ sein Nest nur alle zwei Tage für jeweils wenige Stunden (LANCASTER 1964). Brütende Hähne werden nicht gefüttert. Sie scheinen das Gelege daher nicht aufgrund der Versorgung mit Futter so selten zu verlassen, sondern weil das auf dem Boden angelegte Nest sonst eine leichte Beute für Räuber wäre. Die langen

Anwesenheitszeiten des Hahnes verkürzen womöglich die Brutdauer, dienen der Tarnung der auffällig gefärbten Eier, bieten dem Hahn Gelegenheit, potenzielle Räuber zu vertreiben und verringern die Aktivität des Hahnes am Nest, wodurch weniger Aufmerksamkeit erregt wird (BRENNAN 2009). Letzteres sehen auch TIELEMAN et al. (2004) als den Hauptgrund für langes Verweilen auf einem Gelege an. Da die Nester der Kiwis im Freiland natürlicherweise der Prädation durch die Wekaralle (*Gallirallus australis*) ausgesetzt sind (McLENNAN & McCANN 1991), wäre es denkbar, dass die häufigeren und kürzeren Pausen des Berliner Hahnes im Gegensatz zu den wenigen langen Pausen der wilden Kiwis eine Verhaltensanpassung an das Fehlen dieser Bedrohung sind. Hinweise darauf, dass die Minimierung der Aktivität am Nest tatsächlich ein Grund für die wenigen langen Pausen der wilden Kiwis sein könnte, finden sich bei den Untersuchungen von JOLLY (1989) am Zwergkiwi (*Apteryx owenii*).

Die Weibchen des Haastkiwis (*Apteryx haastii*) beteiligen sich an der Brut. Es wird vermutet, dass dies eine Adaptation an die niedrigeren Außentemperaturen auf der Südinsel Neuseelands sein könnte. Dadurch kann der Hahn längere Zeit mit der Nahrungssuche verbringen und muss weniger Energie aufwenden, um das Ei nach einer Brutpause wieder zu erwärmen (vgl. VLECK 1981). Ob niedrige Außentemperaturen im Freiland auch beim Nördlichen Streifenkiwi zu einer Verkürzung der Brutpausen oder sogar zu einer Ablösung durch das Weibchen führen, ist bisher nicht bekannt (McLENNAN & McCANN 1991). Bei kleinen Vögeln im Freiland, bei denen nur ein Geschlecht brütet, besteht nach CONWAY & MARTIN (2000) ein gewisser Zusammenhang zwischen den Umgebungstemperaturen und der Dauer der Abwesenheit des brütenden Alttieres, was auf einen Trade-off zwischen den energetischen Bedürfnissen des brütenden Vogels und denen der Eier zurück geführt wird. Die im Berliner Zoo im Innengehege gemessenen Temperaturen waren immer höher als die Außentemperaturen und auch höher als die in Neuseeland zur Brutzeit zu erwartenden Temperaturen (WEISCHET 1996). Zusätzlich zur angebotenen Nahrung kühlte

das Gelege also vermutlich nicht so stark aus wie im Freiland. Beides zusammen könnte dem Hahn damit erlauben, mehrere kurze Brutpausen einzulegen statt einer langen. Letzteres ist optimal, wenn die Umgebungstemperaturen hohen energetischen Aufwand bei der Wiedererwärmung des Geleges nach sich ziehen und die Nahrung gesucht werden muss (CONWAY & MARTIN 2000).

Ein im Zoo von Columbus brütender Kiwihahn verließ sein Nest in den ersten zehn Tagen nach der Eiablage ebenfalls für vier bis fünf Stunden pro Nacht (J. Curton, pers. Mittlg.). Zu Beginn der Brutperiode ist eine lange Abwesenheit vom Nest jedoch nicht ungewöhnlich. Verzögerung des Brutbeginns um ein bis zwei Wochen bzw. kurze Brutzeiten im ersten Monat nach der ersten Eiablage kommen bei Kiwis vor, ohne dass jedoch bekannt wäre, welche Bedingungen für die Verzögerungen verantwortlich sind (McLENNAN 1988). Möglicherweise ist diese Temperaturregulierung durch den Hahn für die Entwicklung der Eier entscheidend, denn der größte Erfolg bei künstlichen Inkubationen stellt sich ein, wenn die Eier erst nach etwa der Hälfte der Brutzeit aus dem Nest genommen und erst dann im Brutschrank bebrütet werden (ROBERTSON et al. 2006). Auch der Berliner Hahn zeigte entsprechende Variationen beim Brutbeginn. Das zweite Ei eines Geleges wird dagegen meist direkt nach der Ablage bebrütet, ebenso wie das erste Ei eines zweiten Geleges (McLENNAN 1988; ROGERS 1990; SALES 2005). Im Columbus Zoo werden die Eier nach spätestens vier Wochen in einen Inkubator überführt, so dass keine weiteren Angaben zur Brutzeit vorliegen (J. Curton, pers. Mittlg.).

Die Hähne des Otorohanga Kiwi House jedoch, einer Organisation, die sich für den Schutz der neuseeländischen Tierwelt einsetzt, bebrüten ihre Eier zu Beginn der Brutzeit pro Nacht relativ lang. Erst kurz vor dem Schlupf werden die Abwesenheitszeiten vom Nest verlängert (E. Fox, pers. Mittlg.). Beim Berliner Hahn ließ sich im Jahr 2006 ebenfalls eine verlängerte Abwesenheitszeit beobachten. In der Nacht bevor das zweite Ei aus dem Nest entfernt wurde, da es Anzeichen für einen bevorstehenden Schlupf gab,

steigerte er die Dauer seiner Abwesenheit auf insgesamt fast fünf Stunden. Vor dem Schlupf des ersten Kükens zeigte er ein solches Verhalten jedoch nicht, und auch während der Brutzeit 2007 tendierte er bei einem bevorstehenden Schlupf eher zu einer Verkürzung der Abwesenheitsdauer.

Die Verlängerung der Abwesenheitszeiten kurz vor dem Schlupf und eine über 40 Stunden dauernde Anwesenheit während und nach dem Schlupf konnte auch an Kiwis im Freiland beobachtet werden (MILES 1998; COLBOURNE 2002). Ein ähnliches Muster fand sich ebenso bei zwei brütenden Auerhühnern (*Tetrao urogallus*) sowie bei einem Haselhuhn (*Bonasa bonasia*) (KLAUS et al. 1989; BERGMANN et al. 1996). Kurz vor dem Schlupf kann das Kiwiküken selbst genug Wärme produzieren, um längere Phasen ohne Bebrütung zu überstehen. Nach dem Schlupf hingegen ist es auf die Wärme des Hahnes angewiesen, bis es getrocknet ist und die Federn eine isolierende Schicht bilden (COLBOURNE 2002). So könnte die Verlängerung der Abwesenheit kurz vor dem Schlupf des Kükens für den Hahn eine Möglichkeit sein, noch einmal ausgiebig auf Nahrungssuche zu gehen, um für die Zeit nach dem Schlupf, in der er das Küken möglichst nicht verlassen sollte, vorzusorgen. Kiwihähne können im Verlauf der Brut bis zu 23% ihres Körpergewichts verlieren (McLENNAN 1988). Folglich werden ihre Reserven besonders gegen Ende der Saison weitgehend verbraucht sein. Bei einem in Menschenobhut brütenden Hahn wäre eine ausgedehnte Abwesenheit nicht nötig, da die Futtersuche entfällt. Dieses Verhalten der verlängerten Abwesenheit ließ sich in Berlin auch nur in einem Fall feststellen. Für das zweite Ei scheint eine längere Unterbrechung der Brut nicht schädlich zu sein. Es entwickelt sich meist schneller als das erste (McLENNAN 1988; WICKER 2002) und könnte somit auch schon deutlich vor seinem Schlupftermin in der Lage sein, eine längere Phase ohne äußere Wärme zu überstehen. Kiwieier scheinen zudem allgemein eine ausgeprägte Toleranz gegenüber einer Auskühlung zu haben (vgl. COLBOURNE 2002).

Die Brutaktivität des Hahnes im Zoo Berlin wich zwar von der wilder Hähne ab, schien sich jedoch nicht nachteilig auszuwirken. Dennoch war das erste

Ei des Jahres 2005 ein Misserfolg. Als es aus dem Nest entfernt wurde, war das Innere bereits so weit zu einer homogenen Masse zersetzt, dass nicht mehr feststellbar war, ob sich ein Embryo entwickelt hatte. Es muss also zu einem sehr frühen Zeitpunkt abgestorben, kann aber auch unbefruchtet gewesen sein. Es fanden sich keine Hinweise, dass die Brutaktivität des Hahnes für den Verlust entscheidend gewesen ist. Auch aus dem zweiten Ei schlüpfte nichts. Im Inneren wurde ein voll entwickeltes Küken gefunden. Da es im Ei falsch positioniert war, konnte es mit seinem Schnabel die Luftkammer nicht erreichen und erstickte vermutlich (Abb. 36).



Abb. 36: Öffnung des zweiten Eis der Brut 2005; Fotos: Dieter Wallschläger, 2005

Für den Zwergkiwi wurde ein solcher Fall im Freiland beschrieben und auf die in diesem Fall nicht mögliche Drehung des Eis zurückgeführt (COLBOURNE 2002). Dass der Hahn im Berliner Zoo seine Eier während der Brutzeit drehte, konnte mehrfach beobachtet werden. Ob die Rate des Drehens für das zweite Ei des Jahres 2005 zu gering war, ließ sich nicht feststellen, da die Drehbewegungen nicht quantifiziert wurden.

In den beiden anderen Jahren schlüpfen jeweils zwei Küken. Eines starb an einer Infektion. Ein zweites musste wegen einer Fehlbildung des Hüftgelenks eingeschlüpfert werden. Temperaturschwankungen während der Brut,



schnelles Wachstum aufgrund von energie- und proteinreicher Ernährung, sowie von der Norm abweichende Konzentrationen von verschiedenen Spurenelementen im Serum wurden bei verschiedenen Vögeln als Auslöser von Missbildungen beschrieben (PANUM 1860; SERAFIN 1982; MUSHI et al. 1999). Temperaturschwankungen können als Ursache für die Fehlbildungen im Zoo weitgehend ausgeschlossen werden, da die Temperaturen im Innengehege recht konstant waren und die Abwesenheitszeiten des Hahnes in den Jahren 2006 und 2007 kaum voneinander abwichen. Ein zu schnelles Wachstum ist ebenfalls unwahrscheinlich, da Kiwiküken in den ersten Lebenstagen keine Nahrung zu sich nehmen und dadurch sogar an Gewicht verlieren (CALDER 1979; WICKER 2002; LANGE & LENZNER 2005). Eher scheint die Ernährung der Mutter einen Einfluss auf die Gesundheit der Küken zu haben (HOUSTON & FIDGETT 2000). Seitdem das Futter der Kiwis mit Hefe als zusätzlichem Vitamin-D-Lieferant angereichert wird, sind keine weiteren Missbildungen aufgetreten. Eine Blutanalyse bei den Küken, die Fehlbildungen aufwiesen, hätte vielleicht genauere Hinweise für eine Erklärung liefern können.

Die Eier eines Geleges werden normalerweise im Abstand von drei bis vier Wochen gelegt, wobei die Variation recht groß ist. COCKREM et al. (1992) berichten von einem Legeabstand zwischen 13 und 40 Tagen, KINSKY (1971) von elf bis 57 Tagen, während COLBOURNE (2002) einen durchschnittlichen Abstand von 20 Tagen angibt. Die Zuchthenne im Berliner Zoo legte ihre Eier im Abstand zwischen 29 und 58 Tagen. Im Jahr 2004 legte sie 119 Tage nach dem zweiten Ei ein weiteres (LANGE & LENZNER 2005), das einem zweiten Gelege zugeordnet werden kann. Ebenso könnte man das jeweils zweite Ei aus den Jahren 2002 und 2005 als erstes Ei eines zweiten Geleges interpretieren. Der Legeabstand zum jeweils ersten Ei betrug 50 (LANGE & LENZNER 2005) bzw. 58 Tage. Auch COCKREM et al. (1992) definieren, dass zwei Eier dann zu einem Gelege gehören, wenn sie im Abstand von maximal 40 Tagen gelegt wurden. Legt man den durchschnittlichen Abstand von 21 bis 30 Tagen zugrunde, wären die Legeabstände im Zoo Berlin ungefähr

doppelt so lang gewesen. Dass in den Jahren 2002 und 2005 in der Zeit zwischen dem ersten und dem zweiten Ei ein weiteres Ei beispielsweise in eine der Höhlen im Außengehege abgelegt wurde, ist nicht auszuschließen, jedoch unwahrscheinlich, da die Gehege täglich von den Tierpflegern kontrolliert werden. Zudem zeigte auch die Gewichtsentwicklung der Henne keine Auffälligkeiten, die auf eine zusätzliche Eiablage hätten schließen lassen können. Hinzu kommt, dass die Berliner Henne auch bei den anderen Eiern einen relativ langen Zeitraum zwischen der ersten und zweiten Ablage verstreichen ließ. Der kürzeste Abstand betrug 29 Tage. Der Abstand zwischen der Ablage von zwei Eiern kann bei Vögeln aufgrund ungünstiger Witterung und Temperaturstürzen oder schlechtem Nahrungsangebot vergrößert werden (vgl. SCHMIDT & HAMANN 1983). Mitte Januar 2005 wurden in Berlin-Mitte zwei Temperaturabfälle um mehrere Grad an wenigen Tagen registriert (WETTERONLINE 2009). Ob diese tatsächlich einen Einfluss auf den Legeabstand hatten, ist nicht belegbar, sie könnten aber eine mögliche Ursache dafür sein.

Die Küken schlüpften im Zoo Berlin nach 70 bis 89 Tagen. Damit liegt die Brutdauer im Bereich von 74 bis 84 Tagen, der für Streifenkiwis als normal gilt (REID & WILLIAMS 1975; SALES 2005). Beim zweiten Ei kam es im Zoo meist zwei Wochen früher nach der Ablage zum Schlupf als beim ersten. Dadurch war der Schlupfabstand deutlich kürzer als der Legeabstand. Auch COLBOURNE (2002) schreibt, dass der Schlupfabstand zwischen erstem und zweitem Küken durchschnittlich nur 13 Tage beträgt. Das unregelmäßige Brüten nach der ersten Eiablage dürfte die Entwicklung des ersten Eis verzögern und damit für die Verkürzung des Schlupfabstands verantwortlich sein (vgl. WHITE & KINNEY 1974).

Im Freiland entwickeln Kihähne in den ersten beiden Wochen der Brut einen Brutfleck. Sowohl beim Okarito-Streifenkiwi (*Apteryx rowii*) als auch beim Südlichen Streifenkiwi (*Apteryx australis*) kommt er auch bei den Hennen und, im Falle des Südlichen Streifenkiwis, den Bruthelfern vor (COLBOURNE 2002). Die Hennen des Haastkiwis lösen den Hahn zwar bei der

Brut ab, entwickeln jedoch keinen Brutfleck (McLENNAN & McCANN 1991). Ein solcher war beim Berliner Hahn ebenfalls nicht zu erkennen. Während der Brutzeit wurde er jedoch nicht regelmäßig zum Wiegen aus dem Nistkasten genommen, so dass ein Brutfleck möglicherweise auch unbemerkt geblieben sein könnte. Da der Brutfleck bei Kiwis erst während der Brut entsteht, wird das erste Ei anfangs mit einer niedrigeren Temperatur bebrütet als das zweite, was dessen verzögerte Entwicklung ebenfalls erklären könnte (vgl. BAILEY 1952; COLBOURNE 2002). Im Jahr 2006 war die Brutdauer beim zweiten Küken des Berliner Zoos eine Woche länger als die des ersten. Folglich war der Schlupfabstand (36 Tage) länger als der Legeabstand (29 Tage). Im Vergleich zum Jahr 2007 zeigte sich, dass die Gesamtdauer der Abwesenheit pro Nacht bis zur zweiten Eiablage im Jahr 2006 kürzer war. Das erste Ei könnte dadurch einen Entwicklungsvorsprung erhalten haben.

Die Angaben zur Brutdauer aus dem Zoo Frankfurt/Main entsprechen den Werten des Berliner Zoos (WICKER 2002). Im Zoo Washington schlüpfte Anfang 2006 ein Küken bereits nach 64 Tagen (K. Brader, pers. Mttlg.). Dies könnte an der in Washington üblichen Bebrütung im Inkubator liegen, da dort die Phasen der Auskühlung während der Abwesenheit des brütenden Elterntieres entfallen (vgl. CALDER 1979). Auch bei anderen Vögeln wurde eine Verkürzung der Brutdauer durch längere Anwesenheitszeiten des brütenden Alttieres beschrieben (z.B. MORENO 1989; MARTIN 2002). TIELEMAN et al. (2004) bezweifeln jedoch, dass die Dauer der Brutzeit von der Anwesenheitsdauer des brütenden Vogels abhängig ist.

Auch die Temperaturen im Innengehege, die deutlich über den Außentemperaturen lagen, könnten zur Reduzierung der Brutzeit des ersten Eis im Zoo beigetragen haben (vgl. KÖNIG 1969). Im Jahr 2005 wurde von Februar bis August die Temperatur im Nistkasten des Hahnes in Intervallen von 15 Minuten gemessen. Dabei zeigte sich, dass die Temperaturen im Inneren im Winter bis zu 9°C höher waren als im Außenbereich (DEUTSCHER WETTERDIENST 1996-2009). Im Frühjahr glichen sich Außen- und Innentemperatur an, so dass der Unterschied im Mai nur noch 4°C betrug.

Die Umgebungstemperaturen haben Einfluss auf den Grad und die Geschwindigkeit der Auskühlung des Geleges während der Abwesenheit des Hahnes (vgl. WHITE & KINNEY 1974). Auf der Nordinsel Neuseelands, dem natürlichen Verbreitungsgebiet des Streifenkiwis, schwanken die Temperaturen zu Beginn der Brutzeit im Juni und Juli je nach Region zwischen 4°C und 10°C (McLENNAN 1988; WEISCHET 1996). Die niedrigen Temperaturen verzögern wahrscheinlich die Entwicklung der Eier. Dies wurde beispielsweise auch von HEPP et al. (2006) für Brautenten (*Aix sponsa*) gezeigt. Da der Juli in Neuseeland der kälteste Monat ist (WEISCHET 1996), dürfte sich dies insbesondere auf die Entwicklungsdauer des ersten Kükens auswirken. Eine Verzögerung der Entwicklung führt zu einem späteren Schlupf. Dies könnte sicher stellen, dass zum Zeitpunkt des Schlupfs nicht mehr die ungünstigen Umweltbedingungen des Winters herrschen und das Jungtier Nahrung finden kann, die im Sommer reichlicher vorhanden ist (MOEED & MEADS 1992).

Eine deutliche Abweichung von der normalen Brutdauer zeigte sich im Jahr 2005. Die Zeit von der Ablage des ersten Eis bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der Hahn begann, seine Abwesenheit vom Nest wieder auf die gesamte Nacht auszudehnen, erstreckte sich auf etwa 150 Tage, also rund fünf Monate. Eine durchschnittliche Brutsaison dauert im Berliner Zoo 100 bis 110 Tage (vgl. LANGE & LENZNER 2005). Somit wurde die Brutzeit um knapp 50% verlängert, was im Vergleich mit anderen Vogelarten recht wenig ist (BEZZEL & PRINZINGER 1990). Das zweite Ei im Jahr 2005 wurde extrem spät gelegt, und das Küken starb vor dem Schlupf, mit dem die Brutzeit beendet worden wäre. Wäre es nach einer durchschnittlichen Brutdauer geschlüpft, wären von der ersten Eiablage bis zum Schlupf des zweiten Kükens etwa 140 Tage vergangen. Unter dieser Voraussetzung brütete der Hahn nur etwa zehn Tage länger als er es sonst womöglich getan hätte. Diese zehn Tage entsprechen ungefähr der Zeit, die ein Kiwiküken braucht, um selbstständig zu werden und das Nest endgültig zu verlassen. Ähnliches wurde bei einem Weibchen des Sperlingskauzes (*Glaucidium passerinum passerinum*)

beobachtet: Es bebrütete seine sich nicht entwickelnden Eier bis zu dem Zeitpunkt, an dem sonst die Jungen die Nisthöhle verlassen hätten (SCHÖNN 1995). BREHM (1911) gibt für einen Kiwihahn in London hingegen nur eine Dauer von 111 Tagen vom Beginn der Brut bis zum Verlassen der sich nicht entwickelnden Eier an. Das zweite Ei dieses Hahns war zum Zeitpunkt des Brutabbruchs jedoch erst 77 Tage bebrütet worden. Aufgrund seines feinen Geruchssinns sollte ein Hahn erkennen können, dass ein Ei sich nicht entwickelt. Der entstehende Gestank scheint aber nicht sofort ein Anlass zu sein, das Ei zu verlassen. Dies wurde von McLENNAN (1988) beobachtet und konnte auch im Jahr 2005 im Zoo Berlin nachgewiesen werden. Dass der Abbruch der Brut an die Tageslänge gekoppelt ist, ließ sich nicht nachweisen, da das Verlassen des Nestes in Berlin im Juni stattfand, in London hingegen im April (BREHM 1911). Bei der Beobachtung eines Kiwihahnes, der eine Flasche bebrütete, stellt auch DREY (1983) die Frage, wie lang ein Kiwi über die normale Inkubationszeit hinaus brütet. Eine Antwort wird jedoch nicht gegeben, und weitere Untersuchungen gibt es dazu nicht.

Die Bebrütung des Geleges durch die Henne scheint beim Nördlichen Streifenkiwi eine Ausnahme zu sein und sich maximal auf die ersten Tage nach der Eiablage zu beschränken. Im Zoo Berlin existiert eine Aufzeichnung über ein im Außengehege gelegtes Ei, das mindestens bis zum Morgen nach der Ablage von der Henne gewärmt wurde. Auch im National Zoological Park Washington D.C. wurde eine Kiwihenne beobachtet, die zwei Tage nach der Eiablage an vier aufeinander folgenden Tagen ein Ei bebrütete. Es handelte sich hierbei allerdings um ein Dummy-Ei, da das "echte" zwei Tage nach der Ablage zerbrochen war. Wie lang die Henne jeweils auf dem Dummy-Ei saß, war nicht feststellbar (K. Brader, pers. Mittlg). BULLER (1888) und BREHM (1911) berichten von je einer Henne, die nach der Eiablage mindestens einen Tag auf dem Ei saß. Jeweils eine weitere Beobachtung einer brütenden Henne findet sich bei McLENNAN (1988) und COLBOURNE (2002).

Bei REID & WILLIAMS (1975) werden Beobachtungen von Hennen geschildert, die mit Futter im Schnabel das Nest betraten. Sie schließen daraus, dass ein brütender Hahn mitunter von der Henne gefüttert wird. Auch sollen die Hennen gelegentlich die Eier mit pflanzlichem Material bedecken oder den Eingang zur Nisthöhle tarnen, während der Hahn abwesend ist. Zusammen ergeben diese Beobachtungen ein uneinheitliches Bild von der Rolle der Henne bezüglich ihres Geleges. Außer bei McLENNAN (1988) finden sich keine Hinweise, inwiefern bei diesen Beobachtungen z.B. eine Verwechslung der Geschlechter, Nahrungsknappheit oder extreme Umweltbedingungen eine Rolle gespielt haben (vgl. McLENNAN & McCANN 1991; LANGE & LENZNER 2005). Die Henne im Zoo Berlin verhielt sich jedenfalls so, wie es aufgrund der allgemeinen Kenntnisse über Kiwis zu erwarten war (ROGERS 1990; FOLCH 1992; SALES 2005): sie legte ihre Eier ab und überließ die Brut dem Hahn.

Videoaufzeichnungen zeigten, dass der Hahn im Berliner Zoo bei mindestens einer Eiablage anwesend war. Am 4. März 2005 suchte er den Nistkasten auf, in der die Henne gerade das zweite Ei ablegte. Zu welchem Zeitpunkt genau das Ei gelegt wurde, ließ sich nicht erkennen. Die Ablage spielte sich jedoch innerhalb von 70 Minuten ab. In diesem Zeitraum betrat der Hahn fünf Mal den Kasten und blieb bei dem Ei zurück, als die Henne ihn verließ.

Für das Gewicht von adulten Streifenkiwis im Freiland werden Werte von 2100 g für Hähne und 2600 g für Hennen angegeben (MILES et al. 1997; McLENNAN et al. 2004). Mit durchschnittlich 1940 g ist der Berliner Hahn etwas leichter, die Henne mit einem durchschnittlichen Gewicht von 2900 g etwas schwerer als die wilden Kiwis. Da Kiwis auch nach Erreichen der Geschlechtsreife noch wachsen (ROBERTSON 2004), liegen dieser Angabe die Messwerte ab dem durchschnittlichen Alter bei der ersten Reproduktion zugrunde, welches für Hennen mit drei Jahren und neun Monaten und für Hähne mit zwei Jahren und drei Monaten angegeben wird (KIWI CAPTIVE MANAGEMENT ADVISORY COMMITTEE 2004). Das Gewicht von Kiwis hängt jedoch stark vom Ernährungszustand ab und unterliegt auch kurzfristigen

Schwankungen (REID 1971). Beim Vergleich des durchschnittlichen Gewichts mit dem Gewicht nach einer Brutperiode zeigte sich, dass der Berliner Hahn während einer Brut zwischen sieben und zehn Prozent seines Körpergewichtes verlor. Nach McLENNAN (1988) sind diese Werte als gering einzustufen. Da im Zoo ausreichend Futter angeboten wird, das zudem nicht aufgespürt werden muss, kann man davon ausgehen, dass dies dem Gewichtsverlust des Hahnes entgegen wirkte. Zudem kühlen die Eier aufgrund der relativ hohen Temperaturen im Nistkasten während der Abwesenheit des Hahnes vermutlich nicht so stark aus wie im Freiland (vgl. COLBOURNE 2002). Dadurch wird der Energieaufwand verringert, mit dem die Eier nach der Rückkehr des Hahnes wieder auf Bruttemperatur gebracht werden müssen (VLECK 1981; BAIRLEIN 1996).

Bei der Eiproduktion investiert eine Henne hauptsächlich körpereigenes Protein. Die Qualität der vor Beginn der Legephase in der Nahrung enthaltenen Proteine entscheiden mit über den physischen Zustand des weiblichen Vogels und damit auch über die Qualität des von ihm produzierten Geleges. Dabei wirken nicht der Energiegehalt sondern vermutlich essenzielle Nährstoffe limitierend (HOUSTON et al. 1995; HOUSTON & FIDGETT 2000). Die Qualität des Futters im Zoo dürfte dabei eine Rolle spielen und es der Berliner Kiwihenne ermöglichen, nicht nur große Eier zu legen, sondern auch ihre Reserven nach der Eiablage schnell wieder zu regenerieren, denn vor der jeweils zweiten Eiablage erreichte sie ungefähr wieder das gleiche Gewicht wie vor der ersten Ablage. Dies ist für im Zoo gehaltene Kiwihennen nicht ungewöhnlich. Dagegen verlieren die frei lebenden Hennen in der Periode der Eiablage kontinuierlich an Gewicht (McLENNAN 1988). Das Gewicht der Zoo-Henne ist also deutlich größeren Schwankungen ausgesetzt als das der im Freiland untersuchten Hennen.

Für die Eier von im Zoo gehaltenen Kiwis gibt REID (1981<sup>3</sup>) ein Durchschnittsgewicht von 360 g an, für die Eier von wilden Kiwis 431 g. Ein Ei des Paares im Berliner Zoo wurde eine Woche nach der Eiablage gewogen und vermessen, ein weiteres wurde vermessen, nachdem es aus dem Nest

entfernt worden war. Da die Entnahme etwa dreieinhalb Monate nach der Ablage erfolgte, wurde das Gewicht des letzteren nach REID (1971, 1981<sup>1</sup>) berechnet. Die Eier hatten ein Gewicht von 410 g bzw. 456 g und waren damit schwerer als die von REID (1981<sup>3</sup>) in Gefangenschaft untersuchten Eier. Im Zoo Frankfurt/Main liegen die Gewichte der Eier ebenfalls in dem Bereich, den REID (1981<sup>3</sup>) für wilde Kiwis angibt oder sogar deutlich darüber (WICKER 2002). Die natürliche Nahrung der Kiwis besteht aus Insekten und deren Larven, Würmern, Spinnen und Schnecken, aber auch aus pflanzlichem Material (BULL 1959). Sie wurde im Zoo oft durch Fleischstreifen, Getreideflocken, Pflanzenöl sowie Mineral- und Vitaminzusätze ersetzt (REID 1981<sup>3</sup>; REINHARD 1987). Die zusätzliche Gabe von Würmern, Insekten und Früchten wie sie heute in den Zoos üblich ist, scheint der natürlichen Nahrung der Vögel besser angepasst zu sein. Trotzdem weicht die Nahrung von Kiwis in Menschenobhut bezogen auf die Anteile verschiedener Aminosäuren, Kohlenhydrate oder Fettsäuren weiterhin teilweise deutlich von der im Freiland aufgenommenen Nahrung ab (POTTER et al. 2009). Die Möglichkeit, im Außengehege eines Zoos nach Bodenorganismen zu suchen und auch pflanzliche Nahrung aufzunehmen, könnte zur Versorgung mit den nötigen Nährstoffen beitragen und letztlich auch zur Produktion großer Eier führen und gesunder Küken führen.

Aber auch wenn qualitativ hochwertige Ernährung mit den für die Produktion von Eiern wichtigen Inhaltsstoffen gute Ergebnisse bezüglich der Reproduktion erzielt, könnten sich möglicherweise andere Probleme ergeben. So listet das Zuchtbuch für Nordamerika und Europa 25 Hähne auf, denen aber nur elf Hennen gegenüberstehen (BRADER 2007). Allein im Zoo Berlin waren sechs von sieben überlebenden Küken männlich. Bei einigen Vogelarten wurde bereits das Phänomen beschrieben, dass abhängig von der physischen Kondition der Mutter das Geschlechterverhältnis der Nachkommen verschoben werden kann (z.B. BRADBURY & BLAKEY 1998; NAGER et al. 1999; HIPKISS & HÖRNFELDT 2004). Die Ernährung im Zoo könnte somit ein Grund dafür sein, dass häufiger Männchen als Weibchen schlüpfen. Eine



Abweichung von einem ausgeglichenen Geschlechterverhältnis ist zwar nichts ungewöhnliches (KRACKOW 2002), doch für die Haltung und Zucht einer monogamen Art ist ein verschobenes Geschlechterverhältnis ungünstig, weil dadurch ein Großteil der Tiere von der Reproduktion ausgeschlossen wird. Dies gilt besonders für eine Art wie den Kiwi, bei der die Tiere häufig unverträglich sind (KLÖS & REINHARD 1990; T. Lenzner, pers. Mittlg.). Auszuschließen ist aber auch nicht, dass andere Faktoren, wie z.B. die Inkubationstemperatur, die Dauer der Lichtperiode oder die Attraktivität des Männchens, das Geschlechterverhältnis der schlüpfenden Küken beeinflussen, wie es bei anderen Vögeln bereits gezeigt wurde (z.B. PIKE & PETRIE 2003; GÖTH & BOOTH 2005). Somit wäre es wünschenswert nicht nur die Nahrung der Kiwis in den Zoos detailliert zu analysieren und den Gegebenheiten im Freiland weiter anzupassen (vgl. POTTER et al. 2009), sondern auch herauszufinden, welcher Einfluss tatsächlich für das unausgeglichene Geschlechterverhältnis verantwortlich ist, denn der Anteil der in Neuseeland schlüpfenden weiblichen und männlichen Küken liegt bei jeweils 50% (K. Brader, pers. Mittlg.) Untersuchungen dazu an Kiwis gibt es bisher nicht.

In den Zoos wird die Handhabung der Kiwibrut in unterschiedlichem Maße den Gegebenheiten im Freiland angenähert. Von der Bebrütung der Eier in einem Inkubator bis hin zum Verweilen der Küken im Gehege des Hahnes über mehrere Tage nach dem Schlupf existieren verschiedene Konzepte. Das Verbleiben der Küken beim Hahn über mehrere Tage kommt der natürlichen Situation am nächsten. Ein Zoo ist jedoch auch immer für die Gesundheit und die Sicherheit seiner Tiere verantwortlich, und in Hinblick auf Todesfälle in der Vergangenheit, die möglicherweise auf aggressives Verhalten des Hahnes zurückgingen (CLAYTON 1972; KLÖS & REINHARD 1990; WICKER 2002), erscheint es angemessen, die Küken direkt nach dem Schlupf aus dem Nest zu nehmen. Über die Stärke der Bindung zwischen Eltern und Küken gibt es nur ungenaue Angaben. Doch scheint sie nicht sehr ausgeprägt zu sein. In einigen Fällen wurden aber schon Jungtiere ein Jahr nach dem Schlupf

zusammen mit ihren Eltern beobachtet (COLBOURNE & KLEINPASTE 1983; ROGERS 1990; FOLCH 1992).

Der Hahn des Berliner Zoos reagierte auf den Verlust der Küken bzw. der kurz vor dem Schlupf stehenden Eier in den folgenden Nächten mit hoher Aktivität, welche sich in wiederholtem Verlassen und Betreten des Nestes manifestierte (s. Abb. 12, S. 25 und Abb. 13, S. 26). Nach der Entnahme des jeweils ersten Eis bzw. Kükens erhöhte sich die Aktivität nicht so stark wie nach der Entnahme des zweiten, nach der das Nest dann leer zurückblieb. Diese Erhöhung der Aktivität lässt darauf schließen, dass das leere Nest zumindest irritierend auf den Hahn wirkte. Die Reaktion anderer Hähne auf die Entnahme der Küken aus dem Nest ist nicht beschrieben. Da die gestörte Aktivität als Reaktion auf das leere Nest bereits nach wenigen Tagen nachließ, scheint die Entnahme der Küken in Hinblick auf das Wohlbefinden des Hahnes vertretbar. Der Zoo Washington entnimmt die Eier bereits nach 30 Tagen Brutzeit, wobei die Reaktionen des Hahnes nicht dokumentiert sind. Der Zoo umgeht zwar die Entnahme der Küken, doch kann der Hahn damit einen großen Teil seines Verhaltensrepertoires nicht zeigen.

Im Jahr 2008 wurde das Küken im Zoo Berlin nach dem Schlupf beim Vater im Nest gelassen. Nachdem der Hahn etwa eine Woche nach dem Schlupf damit begann, dem Küken am Kopf die Federn auszuzupfen, wurde das Küken schließlich in ein eigenes Gehege umgesetzt (T. Lenzner, pers. Mittlg). Der Zeitraum von ungefähr einer Woche entspricht der Zeit, in der ein Küken im Freiland selbständig wird (FOLCH 1992; SALES 2005). Es ist denkbar, dass auch im Freiland die Küken zu dieser Zeit von den Hähnen aus dem Nest verdrängt werden. Auch das Küken des Jahres 2009 schlüpfte im Nest, wurde allerdings bereits nach vier Tagen in ein anderes Gehege gebracht, bevor der Hahn großflächig mit dem Federzupfen beginnen konnte. Zu dieser Zeit wurde die Aktivität des Hahnes nicht mehr beobachtet. Es ist jedoch davon auszugehen, dass dieses Form des Umgangs, die der natürlichen Situation weitgehend entspricht, am besten geeignet ist, das Wohlbefinden der Tiere zu unterstützen und Störungen zu vermeiden.

Die Aktivität der Henne wurde für das Jahr 2005 dargestellt. Vor der Ablage des zweiten Eis war ihre Anwesenheit im Schlafkasten von Nacht zu Nacht sehr variabel. Nach der Eiablage wurden die Schwankungen geringer. Einige Tage vor einer Eiablage steigert eine Kiwihenne im Freiland ihre Nahrungsaufnahme deutlich, nimmt in den letzten ein oder zwei Tagen jedoch keine Nahrung mehr auf, weil sie vielleicht durch das große Ei in der Fortbewegung behindert wird (BULLER 1888; REID & WILLIAMS 1975; CALDER & ROWE 1977). Ein stetiges Ansteigen des Gewichts der Berliner Henne vor der Ablage eines Eis konnte im Zoo beobachtet werden. Da die Henne Gelegenheit hat, zusätzlich zu ihrem gewohnten Futter im Außengehege nach Nahrung zu suchen, ist die Gesamtmenge des gefressenen Futters kaum ersichtlich. Der Anteil des Erkundens erreichte im November seinen Höhepunkt, was auf eine ausgedehnte Nahrungssuche hindeuten könnte. Vermutlich war aber neben der gesteigerten Nahrungsaufnahme auch die Produktion des Eis für die Gewichtszunahme verantwortlich.

Eine Behinderung der Fortbewegung durch das sich entwickelnde Ei ließ sich nur indirekt erschließen. Die Henne unterbrach ihre Anwesenheit im Kasten vor der Eiablage durch deutlich kürzere Phasen der Abwesenheit als nach der Ablage. Daraus könnte man schließen, dass sie das ausgiebige Erkunden im Außengehege zugunsten der Anwesenheit im Kasten einschränkte. Aufgrund des zeitlichen Auftretens könnte man als Grund das sich entwickelnde Ei annehmen, denn in der auf die Eiablage folgenden Nacht blieb die Henne ihrem Schlafkasten während der gesamten Zeit zwischen Beginn der Abenddämmerung und Beginn der Morgendämmerung fern. Auch in den folgenden Nächten war sie jeweils während der gesamten Dunkelperiode aktiv. Von Sperlingskäuzen und Schleiereulen (*Tyto alba*) wird berichtet, dass die Weibchen vor der Eiablage ebenfalls nicht sehr aktiv sind und lange Zeit am Nistplatz oder dessen Nähe verharren (BRANDT & SEEBASS 1994; SCHÖNN 1995).

In der Nacht vor der Eiablage war die Häufigkeit, mit der die Henne ihren Kasten verließ und wieder betrat jedoch am höchsten, was auf eine hohe

Laufaktivität trotz Ei hinweist. Ob dieses Verhalten auch im Freiland auftritt, ist nicht beschrieben. Möglicherweise handelt es sich um ein der Nestinspektion entsprechendes Verhalten, wie es bei anderen Vögeln auftritt (z.B. DECKERT 1962; FÖLSCH 1981). Bei Hühnern (*Gallus gallus*) trat es auch noch während der Legephase auf (LICKTEIG 2006). Vielleicht dient es vor der Ablage des zweiten Eis der Sicherung des Nestes. Da der Geruchssinn der Kiwis gut ausgeprägt ist, wäre es denkbar, dass eine Henne den erfolgten Besuch eines potenziellen Räubers oder den Befall mit Mikroorganismen bzw. Parasiten erkennen würde. Kiwis legen in der Wildnis viele Höhlen in ihrem Territorium an (FOLCH 1992). Daher könnte die Henne das zweite Ei in ein anderes Versteck legen, falls das erste bereits entdeckt wurde. Ein Hinweis darauf findet sich bei COLBOURNE (2002), der von einem Nest des Okarito-Streifenkiwis berichtet, das nach einer Störung durch einen Fuchskusu von den Altvögeln verlassen wurde. Beim Südlichen Streifenkiwi wurden mehrere Nester aufgegeben, die stark mit Flöhen (*Parapsyllus nestoris nestoris*) befallen waren (COLBOURNE 2002), und bei McLENNAN (1988) findet sich die Beobachtung einer Henne des Nördlichen Streifenkiwis, die ihr zweites Ei in ein anderes Nest legte als das erste, das sich später als nicht entwicklungsfähig erwies.

Vor der ersten Eiablage im Jahr 2005 trat beim Hahn vermehrtes Verlassen und Betreten des Kastens auf. Dies könnte in Analogie zu einer möglichen Nistplatzinspektion der Henne als das Präsentieren eines für die Eiablage geeigneten Ortes durch den Hahn interpretiert werden, wie es z.B. für Hühner, Sperlingskäuze sowie Grün- und Grauspechte (*Picus viridis* und *Picus canus*) beschrieben wurde (z.B. FÖLSCH 1981; SCHÖNN 1995; BLUME 1996). Für Kiwis wurde ein solches Verhalten bisher jedoch nicht beschrieben.

Nach dem Schlupf eines Kükens kehrt die Mutter im Freiland zum Nest zurück. Welche Rolle sie dort einnimmt, ist hingegen unsicher (BULLER 1888; McLENNAN 1988; ROGERS 1990; COLBOURNE 2002). Im Zoo Berlin wird die Henne spätestens nach Ablage des zweiten Eis vom Hahn getrennt. Dadurch soll

verhindert werden, dass sie weitere Eier produziert, was ihrer Gesundheit abträglich wäre und sogar tödlich enden könnte (WICKER 2002). In diesem Fall steht also wieder die Sorge um die Gesundheit des Tieres im Gegensatz zu der Möglichkeit, das komplette natürliche Verhalten zu zeigen, was angesichts des vermutlich geringen bis nicht vorhandenen Einflusses der Henne auf die Brut und die Küken akzeptabel erscheint. Im Gegensatz zum Frankfurter Zoo, in dem Henne und Hahn nicht nur physisch, sondern auch olfaktorisch und akustisch voneinander getrennt werden (WICKER 2002; Y. Hablowetz, pers. Mittlg.), wird das Zuchtpaar in Berlin in zwei aneinander grenzenden Gehegen gehalten. Dennoch wird die weitere Eiproduktion unterbunden. Durch die Möglichkeit, über Gerüche und Rufe Kontakt zu halten, wird die Paarbindung außerhalb der Brutzeit nicht vollständig unterbrochen, sondern kann bis zu einem gewissen Grad aufrecht erhalten werden, was eher der natürlichen Situation entsprechen dürfte. Inwiefern dies eine Rolle für das soziale Miteinander spielt, ist nicht bekannt, jedoch scheinen Kiwis bei der Partnerwahl sehr wählerisch und treu zu sein (KLÖS & REINHARD 1990; TABORSKY & TABORSKY 1991, 1999).

Neben der Aktivität von Henne und Hahn wurde auch die Aktivität zweier Küken im Zoo Berlin beobachtet. Die zirkadiane Rhythmik ist bei jungen Tieren noch nicht voll ausgeprägt. Das Nervensystem und die Sinnesorgane müssen ausreifen, bevor sich der Organismus der Rhythmik der Umwelt anpassen kann (MIRMIRAN & KOK 1991; VALLONE et al. 2007). Stattdessen können die später als zirkadian erkennbaren Rhythmen in der Anfangsphase der Entwicklung ultradian hervortreten (ANDERS 1982; THOMAS 1995), so dass juvenile Tiere mehrere Ruhe- und Aktivitätsphasen an einem Tag durchlaufen. WUNTKE (2003) sieht bei Schleiereulen in der Anpassung der Küken an eine zirkadiane Rhythmik eine Synchronisation mit den fütternden Elterntieren. Schleiereulen sind Nesthocker, denen eine Anpassung ihrer Aktivität an die der Eltern Vorteile bringt. Das ultradiane Auftreten der Aktivität bei nestflüchtenden Küken könnte hingegen der sozialen Synchronisation innerhalb der Nestgeschwister dienen, wie

LUMINEAU et al. (2001) an Japanwachteln (*Coturnix japonica*) beobachtet haben. Bei Kiwis scheint die Aktivität hauptsächlich mit dem Tag-Nacht-Wechsel synchronisiert zu werden, so dass sich die Küken im Laufe ihrer Entwicklung an den Wechsel von Licht und Dunkelheit anpassen und ihre Aktivität, die anfangs auch während der Tagesstunden auftritt (vgl. CLAYTON 1972; KLÖS & REINHARD 1990; WICKER 2002), ausschließlich in die Dunkelperiode verlegen. Auch die soziale Umgebung dürfte einen Einfluss haben. Die Henne spielt als Zeitgeber der Synchronisierung mit der Umwelt wahrscheinlich keine Rolle. Vermutlich gibt aber der Hahn einen Anstoß, wenn er das Wärmen des Kükens für die Nahrungssuche unterbricht. Auch die Aktivität der verfügbaren Beuteorganismen könnte nach und nach zu einer Anpassung an die nächtliche Lebensweise führen. Bei einer Untersuchung des Mageninhalts von Kiwis wurden unter den gefressenen Insekten mit einer Ausnahme ausschließlich nachtaktive Arten entdeckt (WATT 1971). Auf der neuseeländischen Stewart-Insel hingegen gehen die Kiwis (*Apteryx australis*) regelmäßig auch tagsüber auf Nahrungssuche, da dort nur wenige Bodeninvertebraten vorkommen, so dass sie bei ausschließlich nächtlicher Suche nicht genügend Nahrung finden würden (COLBOURNE & POWLESLAND 1988). Eine soziale Synchronisation der Aktivität mit Nestgeschwistern spielt für Kiwis vermutlich keine Rolle bei der Anpassung an die zirkadiane Rhythmik, da sie nicht wie Wachteln gleichzeitig schlüpfen sondern im Abstand von ein bis zwei Wochen. Wenn das zweite Küken schlüpft, ist das erste bereits so weit, das Nest zu verlassen und sich einen eigenen Unterschlupf für den Tag zu suchen. Wenn das erste Küken noch in das ursprüngliche Nest zurückkehrt, wäre es denkbar, dass es durch seine Aktivität die des jüngeren Kükens beeinflusst. Im Zoo wurde die Aktivität des jüngeren Kükens deutlich durch die des älteren verändert (s. Aktivität der Küken, S. 37 ff.).

### 4.3. Verhalten

In den Anfängen der Zootierhaltung galt eine lange Lebensdauer und die Produktion von Nachwuchs als Zeichen für das Wohlbefinden der Tiere (MARTYS 1994; KIRKWOOD 2003). Heutzutage sind diese zwar auch noch Hinweise darauf, im Vordergrund steht jedoch der Gesamteindruck des Tieres. Dazu gehören nicht nur das äußere Erscheinungsbild, Gesundheit, lange Lebensdauer und Fortpflanzung, sondern auch das Verhalten (SHEPHERDSON 2003). Wenn ein Tier in Gefangenschaft den Raum und passende Stimuli erhält, um sein natürliches Verhalten auszuführen, kann man in der Regel vom Wohlbefinden des Tieres ausgehen (DAWKINS 1988; HOLST 1999). Weicht das Verhalten eines Tieres in Bezug auf Qualität, Quantität oder den Zusammenhang, in dem bestimmte Verhaltensweisen gezeigt werden, von dem der Artgenossen ab, die die Möglichkeit haben, ihr gesamtes Verhaltensrepertoire zu zeigen, so ist dies ein Indikator für einen niedrigen Grad an Wohlbefinden (BROOM 1991). Auf der anderen Seite ist nicht jede Abweichung des Verhaltens in Gefangenschaft vom Verhalten der wild lebenden Artgenossen ein Beweis für das Leiden eines Tieres, da das Verhalten an die veränderte Umgebung angepasst wird (BEILHARZ & ZEEB 1981). Wie bereits erwähnt, ist das fehlende Fluchtverhalten in der Anwesenheit von Menschen eine solche Anpassung des Verhaltens bei Zootieren. Käme es nicht dazu, wäre das Leben für ein Tier im Zoo unerträglich. Auch können genetische Unterschiede zwischen der wild lebenden Population und den in Menschenobhut gehaltenen Artgenossen auftreten, die zu Abweichungen im Verhalten führen. Dass Haustiere in ihrem Verhalten von ihren wilden Artgenossen abweichen, ist offensichtlich und war ein Ziel der Domestikation (BEILHARZ & ZEEB 1981; HERRE & RÖHRS 1990). Zootiere sollen zwar so weit wie möglich den wilden Artgenossen gleichen, doch durch ungewollte Selektion können sie sich genetisch von den Wildtieren entfernen. Pflanzen sich im Zoo bevorzugt Individuen fort, die zufällig gut an die Bedingungen in Gefangenschaft

angepasst sind, ist es möglich, dass sie sich bereits im Laufe weniger Generationen von der Wildform entfernen (BEILHARZ & ZEEB 1981; HAASE 1985).

Unter diesen Voraussetzungen kann man davon ausgehen, dass das Verhalten der Kiwis im Berliner Zoo von dem der im Freiland lebenden Kiwis abweicht. Inwiefern dies zu einer Beeinträchtigung des Wohlbefindens führt, ist zu diskutieren. Es gibt allerdings bisher kaum Angaben zu Verhaltensweisen und Zeitbudget wilder Kiwis, da die Beobachtung durch die nächtliche und heimliche Lebensweise schwierig bis unmöglich ist.

Nach Einbruch der Dämmerung verlassen Kiwis ihr Tagesversteck und begeben sich auf Nahrungssuche (ROGERS 1990; FOLCH 1992). Weil die Beutetiere sehr klein sowie wenig energiereich sind und überdies nicht jeder Versuch sie zu fangen erfolgreich ist, benötigen Kiwis dafür viel Zeit (REID et al. 1982; FOLCH 1992). Bei den im Berliner Zoo beobachteten Kiwis entfällt ein Großteil des gezeigten Verhaltens auf das Erkunden, das vermutlich der Nahrungssuche entspricht. Durch den natürlichen Untergrund im Außenbereich des Kiwigeheges bekommen die Tiere die Gelegenheit, wie ihre frei lebenden Artgenossen auf die Jagd nach Bodeninvertebraten zu gehen. Dass sie dies trotz der Fütterung durch die Pfleger tun, könnte ein Zeichen dafür sein, dass das ausgedehnte Erkunden das Bedürfnis der Tiere nach der Nahrungssuche befriedigt. Bei Hühnern kann es zu gegenseitigem Federpicken kommen, wenn das Futter ohne Anstrengung verfügbar ist. Dies wird auf die fehlende Möglichkeit zum Scharren und damit auf den Versuch einer Kompensation dieses Mangels zurückgeführt (SAMBRAUS 1997). Beim Kiwihahn änderte sich der Anteil des Erkundens am gezeigten Verhalten im Vergleich der verschiedenen Beobachtungstermine nicht in demselben Maße wie bei der Henne. Die Henne zeigte das Erkunden im Winter deutlich häufiger. Zu ihrer täglichen Futterrational suchte sie sich offenbar zusätzliche Nahrung. Möglicherweise versuchte sie dadurch, sich Reserven für die Eiproduktion anzulegen.

Kiwis sind meist territorial. Dabei bewohnt ein einzelner Kiwi oder ein Kiwipaar ein begrenztes Gebiet und behauptet es gegenüber seinen



Nachbarn. Meist überlappen sich die Gebiete der Nachbarn an den Grenzen (McLENNAN et al. 1987; TABORSKY & TABORSKY 1992). Diese Organisation lässt sich mit den klassischen Begriffen von exklusiv genutztem Territorium und von Nachbarn gemeinsam genutztem Streifgebiet beschreiben (BURT 1943). Doch im Freiland kommen zudem nicht-territoriale Vögel vor, deren Streifgebiete die Territorien anderer komplett einschließen können. Physische Aggressivität ist dennoch selten (TABORSKY & TABORSKY 1991; McLENNAN 1997). Vermutlich wird der Anspruch auf ein Gebiet durch Rufe und Duftmarken durchgesetzt. Die Vögel nutzen in der Regel viele verschiedene Verstecke und bewegen sich dadurch von Tag zu Tag durch ihr Territorium. Da Kiwis einen strengen Geruch hinterlassen, der durch das ständige Wechseln ihrer Tagesverstecke überall in ihrem Territorium zurückbleibt, kann er somit als Reviermarkierung dienen. Das gleiche gilt für ihren Kot (COLBOURNE & KLEINPASTE 1983; McLENNAN et al. 1987). Auf der Suche nach Nahrung können Kiwis zudem Entfernungen von mehreren Kilometern pro Nacht zurücklegen (FOLCH 1992). Die Fortbewegung durch ihr Territorium ist damit sicher eine wichtige Komponente des Verhaltens freilebender Kiwis, was sich auch bei dem Paar im Berliner Zoo zeigte. Bezogen auf die Anwesenheit im Außengehege war der Anteil der Fortbewegung beim Hahn größer als bei der Henne. Dies könnte auf das bei den Hähnen stärker ausgeprägte Territorialverhalten zurückzuführen sein. Die Hähne scheinen dadurch zu versuchen, die Hennen zu monopolisieren, denn in einem Gebiet mit Weibchenüberschuss verliert sich das Territorialverhalten (TABORSKY & TABORSKY 1999).

Beim Betreten des Außengeheges zeigten sich ebenfalls Unterschiede im Verhalten von Henne und Hahn. Der Hahn rannte meist hinaus, woraufhin er sämtliche Begrenzungen des Außenbereichs einmal entlang eilte, während die Henne sofort mit der Erkundung der Umgebung begann. Dieses Verhalten könnte ebenfalls als Sicherung des Territoriums interpretiert werden. Das Ablaufen der Gehegegrenzen erfolgte häufig mehrmals im Laufe der Nacht. Bei Steinkäuzen (*Athene noctua*) wurde ein solches Verhalten

ebenfalls beobachtet. Sie fliegen regelmäßig den von ihnen genutzten Bereich ab. Dies geschieht vorwiegend zu Beginn der ersten Aktivitätsphase, da zu diesem Zeitpunkt auch die Artgenossen aktiv werden und das Eindringen eines fremden Vogels wahrscheinlich ist (SCHÖNN et al. 1991). Ebenso beginnen benachbart lebende Kiwis im Freiland ihre nächtliche Aktivität zur selben Zeit. Dabei stimulieren sie sich vermutlich gegenseitig durch Rufe zum Verlassen ihrer Schlafplätze (COLBOURNE 2002).

In Gefangenschaft wurden bei Kiwihähnen kurz vor der Brutperiode Sprünge, Wälzen auf dem Boden und das Herunterrutschen von abschüssigem Gelände beobachtet (REID & WILLIAMS 1975). Wegen seiner hohen Investition in den Nachwuchs kann ein Kiwihahn es sich nicht leisten, Eier auszubrüten, die von einem fremden Hahn befruchtet wurden. Eine Unterstreichung des Besitzanspruchs durch intensive Duftspuren und Lärm wäre eine Möglichkeit, andere Kiwihähne fernzuhalten und Fremdvaterschaften zu verhindern (vgl. McLENNAN et al. 1987). Kiwihennen benötigen etwa Monat, um ein Ei zu produzieren (TABORSKY 1994). Dass die häufigen Wechsel des Hahnes zwischen den verschiedenen Gehegebereichen im Zoo ziemlich genau einen Monat vor der zweiten Eiablage auf das der Henne entsprechende Maß reduziert wurden, ist ein weiteres Indiz dafür, dass es sich bei den ständigen Ortswechseln und die hohe Laufaktivität um eine Strategie zur Sicherung des Territoriums und zur Abschirmung der Partnerin vor fremden Hähnen (Mate-guarding) handelt (BIRKHEAD et al. 1987). Diese Abschirmung der Henne durch die ständige Präsenz des Hahnes während ihrer fruchtbaren Phase wurde bei Kiwis auch im Freiland beobachtet und gehört zu den Strategien, eine Vaterschaft sicher zu stellen (MOCK & FUJIOKA 1990; TABORSKY & TABORSKY 1999).

Verpaarte Vögel verbringen den Tag häufig gemeinsam in einem Versteck. Die Anzahl der gemeinsam verbrachten Tage steigt zu Beginn der Brutsaison. Mit Beginn der Brut sucht sich die Henne jedoch ein eigenes Versteck, um den Tag zu verbringen (BULLER 1888; McLENNAN et al. 1987). Dies war auch bei den Kiwis im Berliner Zoo der Fall. Bewohnten sie im Oktober

ein gemeinsames Gehege, schliefen die Vögel tagsüber meist zusammen in einem Kasten. Sobald der Hahn aber mit der Brut begonnen hatte, verbrachte die Henne den Tag in einem anderen Schlafkasten.

Die Rufe der Kiwis scheinen neben einer territorialen auch eine soziale Funktion innerhalb des Paares zu erfüllen und zur Aufrechterhaltung des Kontakts sowie zur Stärkung der Paarbindung beizutragen (vgl. BAUMGARTNER 1938; COLBOURNE & KLEINPASTE 1984; TABORSKY & TABORSKY 1992). Oft beginnt ein Hahn mit einer Rufserie, in die seine Partnerin zu einem Duett einfällt. Auf Rufe fremder Hähne reagieren die Weibchen meist nicht. Auch beginnen sie deutlich seltener eine Rufserie, in die ihr Partner einstimmen kann (BULLER 1888; COLBOURNE & KLEINPASTE 1984; TABORSKY & TABORSKY 1992). Der Berliner Hahn konnte mehrfach beim Rufen beobachtet werden. Seine Folgen aus Einzelrufen entsprechen dem Muster, das COLBOURNE & KLEINPASTE (1984) beschrieben haben. Die Henne fiel jedoch nie in eine der Rufserien ein und begann auch von sich aus keine.

Weitere Lautäußerungen der Kiwis im Berliner Zoo traten zwar auf, konnten aber nicht erfasst werden. Bei diesen Lautäußerungen handelte es sich hauptsächlich um ein raues Schnurren, das zu verschiedenen Gelegenheiten bei beiden Vögeln auftrat, beispielsweise wenn sich die Partner nah beieinander aufhielten, während der Fortbewegung oder der Kopulation. Auch während ein Vogel den anderen kraulte, war dieses Schnurren hörbar. Nach dem Höreindruck veränderte es sich zu unterschiedlichen Gelegenheiten. Eine qualitative Zuordnung der einzelnen Laute zu bestimmten Situationen war jedoch nicht möglich. Eine Funktion in Bezug auf soziales Miteinander und Reproduktion scheint aber gegeben (vgl. MARTIN 1973; COLBOURNE & KLEINPASTE 1984; TABORSKY & TABORSKY 1991).

Das Kraulen des Partners wird für Kiwis als Einstieg zur Kopulation beschrieben. Der Hahn tippt der Henne dabei wiederholt mit dem Schnabel in das Rücken- und Halsgefieder, bis sie sich mit dem Bauch auf den Boden legt und der Hahn sie besteigen kann (REID & WILLIAMS 1975; ROGERS 1990). Im Zoo Berlin gingen den beobachteten Kopulationen das Kraulen des Hahnes

durch die Henne und eine anschließende Verfolgung der Henne durch den Hahn voraus. Da nur in zwei Fällen eine Kopulation beobachtet werden konnte, kann dies jedoch nicht als allgemeingültige Aussage gelten. Auf einer Videoaufnahme aus dem Außenbereich war beispielsweise zu sehen, dass die Henne vor einer Begattung vom Hahn gekrault wurde, jedoch keine Verfolgung auftrat. Neben der Funktion zur Initiierung der Kopulation scheint das Kraulen generell auch der Stimulation der Henne zu dienen, um sie in Paarungsstimmung zu bringen. Dafür spricht, dass die Kontaktaufnahmen zum Partner durch Kraulen und Verfolgen hauptsächlich vom Hahn ausgingen und vermehrt zu Beginn der Fortpflanzungsperiode auftraten. Auch bei Kaninchenkäuzen (*Athene cunicularia*), Tauben (Columbidae), Störchen (Ciconiidae) oder Papageien (Psittacidae) wurde dies beobachtet (z.B. HARRISON 1965; THOMSEN 1971). Diese Interpretation wird durch das Muster des Aggressionsverhaltens der Kiwihenne unterstützt. Zu Beginn der Fortpflanzungsperiode reagierte sie deutlich häufiger aggressiv auf das Kraulen durch den Hahn als mit fortschreitender Zeit. Somit scheint sie das Kraulen empfänglicher für die Nähe des Hahnes gemacht zu haben. Zudem gilt das gegenseitige Kraulen als Instrument zur Stärkung der Paarbindung (SPARKS 1963; HARRISON 1965; FRANCK 1997). In den meisten Fällen beendete der Hahn das Kraulen der Henne, indem er neben ihr stehen blieb oder mit der Erkundung der Umgebung begann. Auch die Henne beendete das Kraulen des Hahnes meist durch den Beginn der Erkundung des Geheges. Oft folgte auch eine Verfolgungsjagd, eine Fortbewegung umeinander herum oder ein Tandemlauf. Verfolgungsjagden sind bei Kiwis als Bestandteil des Sozialverhaltens zu Beginn der Fortpflanzungszeit beschrieben worden (HORGAN 1970; FOLCH 1992). Die Tandemläufe, bei denen der Hahn die Henne jagt und dabei seinen Schnabel in ihrem Rückengefieder oder auf ihrem Rücken hält, werden hingegen nicht explizit erwähnt.

Aggressivität der Weibchen gegenüber den Männchen und Verfolgungsflüge wurden bei Schleiereulen beschrieben und als Zeichen der innerartlichen

Aggression interpretiert, die während der Balzphase nach und nach überwunden werden muss (BRANDT & SEEBASS 1994). Möglicherweise trifft dies in gewissem Maße auch für Kiwis zu. Doch die Tiere bilden monogame Paare, erhalten ihre Paarbindung in der Regel über Jahrzehnte hinweg aufrecht und nutzen häufig gemeinsame Höhlen, um den Tag zu verbringen (COLBOURNE & KLEINPASTE 1983; TABORSKY & TABORSKY 1999). Die Aggressivität innerhalb eines Paares sollte also grundsätzlich nicht sehr groß sein.

Visuelle Signale werden vermutlich nicht für die soziale Interaktion eingesetzt, da Kiwis nachtaktiv sind und ihnen auffällige weiße Flecken fehlen, die auch in der Dunkelheit zur visuellen Kommunikation eingesetzt werden könnten (vgl. ARAGONÉS et al. 1999; PENTERIANI et al. 2006).

Von Paaren werden gewisse Verhaltensweisen erwartet, die die Paarbindung stärken und dadurch den Zusammenhalt fördern (KAPPELER 2009), doch der Anteil der sozialen Verhaltensweisen am gesamten Verhalten der Kiwis im Zoo war gering. Es ist denkbar, dass die erwähnten schnurrenden Laute rituelle Komponenten zur Aufrechterhaltung der Paarbindung beinhalten (COLBOURNE & KLEINPASTE 1984). Ob aber das Sozialverhalten im Freiland tatsächlich intensiver ist als es im Zoo beobachtet werden konnte, ist unbekannt, da im Freiland meist nur die Rufe oder das gemeinsame Ruhen erfasst werden. Auch kann bei Kiwis nicht ausgeschlossen werden, dass die Partner olfaktorisch interagieren, was bisher offenbar noch nicht untersucht wurde. Eine detailliertere Erhebung des sozialen Verhaltens wäre daher wünschenswert.

Das Graben von Höhlen zur Brut findet vermehrt in den zwei Monaten vor der Eiablage statt (REID & WILLIAMS 1975). Im Zoo konnte der Hahn zwar auch im Mai und im Juni beim Graben beobachtet werden, aber der Anteil des Grabens stieg im Oktober deutlich auf knapp ein Drittel des im Außenbereich gezeigten Verhaltens. Auch das Abzupfen von pflanzlichem Material und Einbringen desselben in die Höhle durch den Hahn, vermutlich eine Vorbereitung des Nestes, konnte beobachtet werden (vgl. FOLCH 1992), wobei "Einbringen" ein mehr oder weniger gezieltes Werfen in Richtung

Höhleingang bis zum Transport des Pflanzenmaterials mit dem Schnabel in die Höhle meint. In diesem Verhalten gleicht der Kiwi anderen Höhlenbrütern, die vor Beginn der Brutsaison oft viel Zeit auf die Auswahl und das Vorbereiten einer geeigneten Höhle verwenden (z.B. DECKERT 1962; MIKKOLA 1995; BLUME 1996). Durch die Anwesenheit von Menschen im Außengehege besteht ständige Einsturzgefahr, was die Tiere dazu animiert, ihre Höhlen immer wieder neu anzulegen, so wie sie es auch im Freiland tun, wo viele Höhlen in einem Territorium zu finden sind (FOLCH 1992).

Das Kopfkreisen scheint ein durch die Haltungsbedingungen ausgelöstes Verhalten zu sein. Im Freiland durchstreifen Kiwis Gebiete mit einer Größe von 60.000 bis über 400.000 m<sup>2</sup> (McLENNAN et al. 1987; TABORSKY & TABORSKY 1991). Im Berliner Zoo stehen ihnen außerhalb der Fortpflanzungszeit 60 bis 70 m<sup>2</sup> zur Verfügung. Dadurch wird vermutlich die Stimulation der Tiere durch Reize der Umgebung eingeschränkt, was zu solch anormalem Verhaltensweisen führen kann. Ob das Kopfkreisen als Stereotypie bezeichnet werden sollte, lässt sich schwer sagen, da keine Übereinstimmung für eine allgemein gültige Definition von stereotypem Verhalten existiert (vgl. MASON 1991; MEISTER 1998). Es handelt sich zwar um eine sich wiederholende Verhaltensweise ohne offensichtliche Funktion (vgl. BROOM 1991), doch ist das Kopfkreisen variabel bezüglich der Anzahl der Wiederholungen und des Ortes des Auftretens. Durch gezielte Maßnahmen, wie beispielsweise das Verstecken von Futter, kann das Kopfkreisen eingeschränkt werden (S. Bassett, pers. Mittlg.). Diese Methode ist jedoch im Alltag schwer umsetzbar, da sie für die Pfleger einen zusätzlichen Arbeitsaufwand bedeutet sowie die Kontrolle erschwert, wie viel Futter die Kiwis zu sich nehmen. Zudem sind etwa Tauwürmer mobil und recht teuer, so dass die Umsetzung für den Zoo wirtschaftlich belastend sein könnte. Ein anderer Ansatz wäre beispielsweise das Ausbringen von verschiedenen Düften im Gehege der Kiwis, die sie zusätzlich zum Erkunden animieren könnten. Dabei würden sich jedoch möglicherweise weitere Probleme ergeben, wie z.B. dass bestimmte Substanzen bei den Tieren Stress

verursachen oder die Kommunikation mit dem Partner einschränken könnten. Versuchsreihen zu Durchführung und Nutzen verschiedener Maßnahmen wären vor einer Anwendung angeraten.

In einem optimal ausgestatteten Gehege sollte ein Tier in der Lage sein, seine artspezifischen und individuellen Ansprüche zu befriedigen und sein natürliches Verhalten in Anpassung an die Gegebenheiten in Gefangenschaft zu zeigen (MÜHLING 1998<sup>2</sup>; KAUMANN 2000). Zur Förderung der physischen Fitness und des Explorationsverhaltens gehört auch, dass das Tier animiert wird, das gesamte zur Verfügung stehende Gehege zu nutzen. Für die Kiwis zeigte sich, dass sie sich in jedem der zur Verfügung stehenden Außenbereiche aufhielten, wobei sich zwischen den einzelnen Beobachtungsterminen Unterschiede in der Gleichmäßigkeit der Nutzung ergaben. In den unterschiedlichen Bereichen des Außengeheges hielten sich die Tiere vornehmlich an den Begrenzungen des Geheges auf und suchten die Nähe der höheren Vegetation. Auch der Stumpf eines Baumes, der mit Pflanzen bewachsen war, regte die Kiwis zum Erkunden an. Die exponierteren Flächen betraten sie seltener. Die Bepflanzung des Geheges mit weiteren Büschen oder kleinen Bäumen könnte den Tieren Anreize geben, das Gehege neu zu entdecken und zur Nutzung der gesamten Fläche anregen. Vielleicht würde dies auch einen Beitrag dazu leisten, das Kopfkreisen einzudämmen. Wenn die Tiere ein gemeinsames Gehege bewohnen, tritt das Kopfkreisen nicht auf. Die Gegenwart des Partners und die beginnende Fortpflanzungszeit scheinen ausgleichend zu wirken.

Sowohl im Freiland als auch im Zoo existieren verschiedene Stellen im Streifgebiet bzw. im Gehege, die von den Tieren für verschiedene Tätigkeiten genutzt werden, z.B. bevorzugte Orte der Nahrungsaufnahme, für das Ruhen oder die Markierung (HEDIGER 1942). Das Graben fand hauptsächlich im Bereich 02 des Außengeheges statt. Zwar wurden auch im Bereich 03 hin und wieder kleine Löcher gegraben, aber komplette Höhlen, in denen sich Kiwis z.T. für längere Zeit aufhielten, wurden nur im Bereich 02 angelegt. Warum Höhlen ausschließlich in diesem Teil des Geheges gegraben wurden,

ist unklar. Vielleicht hängt es mit der Vegetation zusammen, mit der der Boden des Gehegebereichs 02 am dichtesten bewachsen war und somit eine Tarnung des Höhleneingangs begünstigt hat. Dieser Bereich war auch der einzige, in dem der Hahn beim Abzupfen von Pflanzenmaterial beobachtet werden konnte. Die für das Anlegen von Höhlen geeignete Umgebung begünstigte wahrscheinlich auch den im Oktober und November längsten Aufenthalt der Kiwis im Bereich 02 im Vergleich mit den anderen Teilen des Außenbereichs, denn das Graben von Höhlen könnte als Vorbereitung für die Eiablage gedeutet werden. Tatsächlich wurde mindestens ein Ei in einer von den Kiwis gegrabenen Höhle im Außengehege abgelegt.

Aus dem gleichen Grund könnten sich die Vögel im Herbst und im Winter im Vergleich der Aufenthaltsdauer im Freien und im Haus zu einem großen Teil im Haus aufgehalten haben. Möglicherweise waren sie dort, um den Nistkasten wie eine Höhle für die Brut vorzubereiten. Da zu dieser Zeit das Innere des Kastens noch nicht per Video überwacht wurde, ließ sich die Anwesenheit der Vögel dort jedoch nicht nachweisen. Der lange Aufenthalt im Innengehege könnte auch mit der Verfügbarkeit von Bodenorganismen zusammen hängen, die zum Winter abnimmt. Die Zeit, die die Vögel im Oktober und im November im Außengehege anwesend waren, wurde zu 60-80% mit Erkunden verbracht und war damit etwas höher als der Anteil während der Beobachtungen im Frühjahr und Sommer. Dies könnte ebenfalls ein Hinweis darauf sein, dass weniger Beute zur Verfügung stand und die Zeit der Nahrungssuche deshalb ausgedehnt wurde.



#### 4.4. Fazit

Die Brutaktivität des Hahnes im Berliner Zoo konnte über drei Brutperioden hinweg recht detailliert dargestellt werden und zeigte, dass nicht nur innerhalb der Art sondern bei einem einzigen Tier eine große Variabilität auftreten kann. Daher ist die Brutaktivität für Vorhersagen über den Erfolg einer Brut ohne spezifische Kenntnisse bezüglich der Einflussnahme verschiedener Umgebungsfaktoren nicht geeignet. Mögliche Ursachen wurden diskutiert, doch für ein tieferes Verständnis des Brutverhaltens und eine mögliche Verbesserung der Bedingungen für die Zucht wäre eine Untersuchung zum Einfluss der Umweltbedingungen auf die Brutaktivität des Hahnes wünschenswert. Im Zusammenhang mit der zirkadianen Aktivität der Henne ließen sich keine Auffälligkeiten erkennen, die auf eine allgemeine Störung der Tiere schließen lassen oder für eine Beeinträchtigung der Brut verantwortlich gemacht werden könnten.

Die Ergebnisse der nächtlichen Beobachtungen führten sowohl zur Erstellung eines Ethogramms als auch zu einem Überblick über die Dauer und Häufigkeit der verschiedenen Verhaltensweisen sowie der Gehegenutzung. Das gezeigte Verhalten sowie die Unterschiede bei Henne und Hahn ließen sich mithilfe des Verhaltens frei lebender Kiwis interpretieren. Soweit aus den Beobachtungen im Freiland geschlossen werden kann, scheinen die Kiwis im Zoo ein weitgehend natürliches Verhalten und Zeitbudget aufzuweisen. Aus einer detaillierteren Analyse des sozialen Verhaltens könnte sich das Verständnis entwickeln lassen, nach welchen Kriterien Kiwis ihren Partner auswählen, was für die Zucht in Gefangenschaft von Vorteil wäre. In diesem Zusammenhang wäre auch die Möglichkeit der olfaktorischen Kommunikation ein interessanter Aspekt.

Einige Abweichungen vom natürlichen Verhalten wurden zwar erkannt, jedoch als nicht schwerwiegende Probleme eingestuft. Auch die Nutzung der gesamten Gehegefläche durch die Tiere ließe sich möglicherweise verbessern. Eine Versuchsreihe bezüglich des Nutzens verschiedener Maßnahmen zur

Vermeidung des Fehlverhaltens sowie zur Vergrößerung der durch die Tiere genutzten Fläche unter Einbeziehung wirtschaftlicher Gesichtspunkte könnte zu Ergebnissen führen, die letztendlich zur Optimierung der Haltungsbedingungen beitragen.

Die Entnahme der frisch geschlüpften Küken aus dem Nest schien für den Hahn eine Störung darzustellen, wurde nach dieser Untersuchung jedoch vermieden. So ist anzunehmen, dass die Aktivität des Hahnes in Zukunft keine Unregelmäßigkeiten mehr erkennen lassen wird, da der Entnahmezeitpunkt nun mit dem Zeitpunkt übereinstimmt, zu dem die Jungen natürlicherweise ihr Nest endgültig verlassen. Es wäre interessant, dies durch Beobachtungen zu überprüfen und mit dem Verhalten weiterer Hähne zu vergleichen, deren Küken zu unterschiedlichen Zeitpunkten nach dem Schlupf aus dem Nest entnommen werden. Ein weiterer Ansatzpunkt für zukünftige Projekte wäre die Untersuchung der Gründe, die für das Auftreten von verhältnismäßig viel männlichem Nachwuchs in den Zoos außerhalb Neuseelands verantwortlich sind.

Die gewonnenen Erkenntnisse können in gewissem Rahmen zur Verbesserung der Brut- und Haltungsbedingungen beitragen. Es zeigte sich aber auch, dass die gegebenen Umstände und die technischen Möglichkeiten nicht immer zur Erlangung der erhofften Ergebnisse beitrugen. Erstrebenswert wären damit weiterführende Untersuchungen, deren Methoden aufgrund der Ergebnisse dieser Arbeit optimiert wurden, um einzelne Aspekte der Brutbiologie und des Verhaltens genauer zu überprüfen.

## 5 Zusammenfassung

Der Streifenkiwi (*Apteryx mantelli*) kommt im Freiland ausschließlich auf der Nordinsel Neuseelands vor. Er ist etwa so groß wie ein Huhn und flugunfähig. Den Tag verbringt der Vogel in selbst gegrabenen Höhlen oder natürlichen Verstecken. Nachts stochert er mit seinem langen, dünnen Schnabel im Boden nach Invertebraten, die er olfaktorisch aufspürt. Paare leben in lebenslanger Monogamie zusammen und behaupten gemeinsam ein Territorium. Ein Gelege besteht normalerweise aus zwei Eiern, die im Abstand von drei bis vier Wochen gelegt werden und jeweils über 400 g wiegen. Das Brüten übernimmt der Hahn allein. Die voll entwickelt schlüpfenden Küken ernähren sich in der ersten Lebenswoche ausschließlich von ihrem Vorrat im Dottersack. Später gehen sie selbständig auf Nahrungssuche und suchen sich eigene Verstecke.

Der Zoo Berlin ist einer von nur drei Zoos, in denen außerhalb von Neuseeland die Nachzucht von Kiwis gelingt. Ein möglicher Grund für den geringen Bruterfolg könnten Störungen des Brutablaufs sein. Es ist bekannt, dass das Brutverhalten von Kiwis sehr variabel sein kann, doch detaillierte Beobachtungen liegen noch nicht vor. Durch diese Untersuchung sollten die Kenntnisse über die Brutaktivität erweitert und speziell für den Berliner Hahn Aktivitätsmuster herausgearbeitet werden, die eine erfolgreiche Brut begleiten. Bei Zootieren stellt sich zudem immer wieder die Frage, inwiefern die Haltungsbedingungen den Ansprüchen einer Art gerecht werden bzw. das Wohlbefinden der Tiere und damit möglicherweise auch die Fortpflanzung negativ beeinflussen.

Zur Untersuchung der zirkadianen Aktivität wurde im Nistkasten des Hahnes eine Infrarotkamera installiert und die Bilder über drei Brutperioden aufgezeichnet. Die An- bzw. Abwesenheit des Hahnes im Nistkasten wurde als Maß für die Aktivität herangezogen. Neben der Aktivität des Hahnes wurde auch die zirkadiane Aktivität einer Henne sowie zweier Küken untersucht. Dazu kamen direkte nächtliche Beobachtungen des Verhaltens

der adulten Kiwis mithilfe der Fokustier-Methode. Dabei kam ein Nachtsichtgerät zum Einsatz. Aus den gewonnenen Daten wurde ein Ethogramm angefertigt, sowie das Zeitbudget, die Ortsabhängigkeit der Verhaltensweisen und die Unterschiede zwischen den Tieren dargestellt.

Bei der Brutaktivität des Hahnes fiel auf, dass nicht nur innerhalb der Art sondern schon bei einem einzigen Individuum von Saison zu Saison unter ähnlichen Bedingungen erhebliche Variationen bezüglich der Dauer und Anzahl der Brutpausen auftreten können. Allgemeine Störungen der Aktivität traten nicht zutage, doch resultierte die Entnahme der frisch geschlüpften Küken aus dem Nest in einer deutlichen Abweichung des typischen Aktivitätsmusters.

In Hinblick auf das Wissen über frei lebende Kiwis entsprach die Aktivität der Henne den Erwartungen. In den Tagen vor der Eiablage traten jedoch Muster auf, von denen nicht bekannt ist, ob sie im Freiland ebenfalls vorkommen. Die Küken hingegen zeigten nicht nur nachts sondern auch tagsüber kurze Phasen der Aktivität. Da junge Tiere ihre Aktivität erst mit der Umwelt synchronisieren müssen, sind wiederholte Aktivitäts- und Ruhephasen bei diesen jedoch nicht ungewöhnlich.

Das aufgenommene Verhaltensrepertoire und das Zeitbudget ließen sich anhand der Kenntnisse über das Verhalten frei lebender Kiwis interpretieren und stimmten mit diesen weitgehend überein. Es zeigten sich keine Unterschiede im Verhalten bei Henne und Hahn. Inwieweit dies jedoch der Situation im Freiland entspricht, ist nicht bekannt. Doch wurde ein vermutlich haltungsbedingtes Fehlverhalten beobachtet, das aber nicht als schwerwiegendes Problem eingestuft wurde. Mögliche Maßnahmen zur Einschränkung dieses Fehlverhaltens sowie zur Verbesserung der Gehegenutzung wurden angesprochen.

Insgesamt zeigten die Kiwis im Zoo Berlin weder im Verhalten noch in ihrer zirkadianen Aktivität Auffälligkeiten, die auf ein eingeschränktes Wohlbefinden hindeuten könnten. Die Haltungsbedingungen scheinen den

Ansprüchen der Tiere zu entsprechen. Die Entnahme der Küken direkt nach dem Schlupf sollte aber vermieden werden.

Es ließen sich nur bedingt Strategien entwickeln, um die Bedingungen für die Brut und damit für die Nachzucht zu verbessern, da sich die Aktivität des Hahnes während der Brut von Jahr zu Jahr als unerwartet variabel erwies. Welche Faktoren die Aktivität des Hahnes beeinflussen, müsste sowohl im Zoo als auch im Freiland genauer untersucht werden.

## Literatur

Persönliche Mitteilungen von:

Thomas Lenzner, Reviertierpfleger Fasanerie, Zoo Berlin

Kathleen Brader, Senior Bird Keeper, National Zoological Park Washington D.C., Zuchtbuchführerin

Yvonne Hablowetz, Diplomandin im Zoo Frankfurt/Main

Eric Fox, Otorohanga Kiwi House Curator

John Curton, Primary Bird Keeper, Columbus Zoo and Aquarium

Takao Ashida, Tierpfleger, Zoo Osaka

Suzanne Bassett, Mitarbeiterin der Organisation Operation Nest Egg

Die angeführten Internet-Adressen finden sich mit kompletter URL noch einmal am Ende der Literaturliste.

- ALTMANN, J (1974): Observational study of behaviour: Sampling methods. *Behaviour* 49, 227-267
- ALTMANN, SA (1965): Sociobiology of rhesus monkeys. II: Stochastics of social communication. *Journal of Theoretical Biology* 8, 490-522
- ANDERS, TF (1982): Biological rhythms in development. *Psychosomatic Medicine* 44, 61-72
- ARAGONÉS, J, DE REYNA, LA, RECUERDA, P (1999): Visual communication and sexual selection in a nocturnal bird species, *Caprimulgus ruficollis*, a balance between crypsis and conspicuousness. *The Wilson Bulletin* 111, 340-345
- ASCHOFF, J (1954): Zeitgeber der tierischen Tagesperiodik. *Die Naturwissenschaften* 41, 49-56
- ASCHOFF, J (1955): Exogene und endogene Komponente der 24-Stunden-Periodik bei Tier und Mensch. *Die Naturwissenschaften* 42, 569-575
- ASCHOFF, J (1957): Aktivitätsmuster der Tagesperiodik. *Die Naturwissenschaften* 44, 361-367
- ASCHOFF, J, HONMA, K (1959): Art- und Individual-Muster der Tagesperiodik. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie* 42, 383-392
- BAILEY, RE (1952): The incubation patch of passerine birds. *The Condor* 54, 121-136
- BAIRLEIN, F (1996): *Ökologie der Vögel*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm, 149 S.
- BANK OF NEW ZEALAND KIWI RECOVERY TRUST AND DOC (2002)<sup>1</sup>: About the bird. [www.savethekiwi.org.nz](http://www.savethekiwi.org.nz), abgerufen am 25. Februar 2008

- BANK OF NEW ZEALAND KIWI RECOVERY TRUST AND DOC (2002)<sup>2</sup>: 1000<sup>th</sup> chick. [www.savethekiwi.org.nz](http://www.savethekiwi.org.nz), abgerufen am 6. März 2008
- BAUMGARTNER, FM (1938): Courtship and nesting of the great horned owls. *The Wilson Bulletin* 50, 274-285
- BEILHARZ, RG, ZEEB, K (1981): Applied ethology and animal welfare. *Applied Animal Ethology* 7, 3-10
- BELICH, J (2006): History. In BAIN, C: *New Zealand*, 31-38, Lonely Planet, New Zealand, 772 S.
- BENHAM, WB (1906): The olfactory sense in *Apteryx*. *Nature* 74, 222-223
- BERGMANN, HH, KLAUS, S, MÜLLER, F, SCHERZINGER, W, SWENSON, JE, WIESNER, J (1996): *Die Haselhühner*. 4. Aufl., Die Neue Brehm-Bücherei, Westarp Wissenschaften, Magdeburg, 278 S.
- BEZZEL, E, PRINZINGER, R (1990): *Ornithologie*. 2. Aufl., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 552 S.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2007)<sup>1</sup>: Species factsheet: *Apteryx mantelli*. [www.birdlife.org](http://www.birdlife.org), abgerufen am 6. Februar 2008
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2007)<sup>2</sup>: Species factsheet: *Numenius tahitiensis*. [www.birdlife.org](http://www.birdlife.org), abgerufen am 8. Februar 2008
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2008): *Apteryx mantelli*. In: IUCN (2009): *IUCN Red List of Threatened Species*, Version 2009.1.; [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), abgerufen am 2. Oktober 2009
- BIRKHEAD, TR, ATKIN, L, MØLLER, AP (1987): Copulation behaviour of birds. *Behaviour* 101, 101-138
- BLUME, D (1996): *Schwarzspecht, Grauspecht, Grünspecht*. Die Neue Brehm-Bücherei, Westarp Wissenschaften, Magdeburg, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 111 S.
- BLUMSTEIN, DT, EVANS, CS, DANIEL, JC (2000): *JWatcher 0.9 – An introductory user's guide*. Animal behaviour laboratory, Macquarie University, [www.jwatcher.ucla.edu](http://www.jwatcher.ucla.edu), 33 S.
- BRADBURY, RB, BLAKEY, JK (1998): Diet, maternal condition, and offspring sex ratio in the zebra finch, *Poephila guttata*. *Proceedings of the Royal Society of London B* 265, 895-899
- BRADER, K (2007): *North America and Europe studbook for North Island brown kiwi*. Smithsonian National Zoological Park, Washington D.C.
- BRANDT, T, SEEBASS, C (1994): *Die Schleiereule*. Sammlung Vogelkunde im Aula-Verlag, Aula-Verlag, Wiesbaden, 152 S.
- BREHM, A (1891): *Brehms Tierleben. Vögel – 1. Band*, 4. Aufl., bearbeitet von L. HECK, R. HEYMONS, W. MARSHALL, O. STECHE, F. WERNER, herausgegeben von O. ZUR STRASSEN, Bibliographisches Institut, Leipzig, Wien, 713 S., [www.biodiversitylibrary.org](http://www.biodiversitylibrary.org), abgerufen am 30. September 2009

- BRENNAN, PLR (2009): Incubation in great tinamou (*Tinamus major*). The Wilson Journal of Ornithology 121, 506-511
- BROOM, DM (1991): Animal welfare: concepts and measurement. Journal of Animal Science 69, 4167-4175
- BUCHHOLTZ, C (2005): Ethologische Grundlagen zur Beurteilung von Leiden beim Tier. In MARTIN, G, SAMBRAUS, HH, STEIGER, A (Hrsg.): Das Wohlergehen von Legehennen in Europa – Berichte, Analysen und Schlussfolgerungen, 12-18, Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung und Verlag Universität Kassel, Reihe Tierhaltung, Bd. 28, 213 S.
- BULL, PC (1959): Stomach contents of a North Island kiwi (*Apteryx australis mantelli*) from the Raetihi district. Notornis 8, 143-145
- BULLER, WL (1888): A history of the birds of New Zealand. Bd. 2, 2. Aufl., Veröffentlichung durch den Autor, London, 359 S.; [www.nzetc.org](http://www.nzetc.org), abgerufen am 15. Juni 2009
- BURBIDGE, ML, COLBOURNE, RM, ROBERTSON, HA, BAKER, AJ (2003): Molecular and other biological evidence supports the recognition of at least three species of brown kiwi. Conservation Genetics 4, 167-177
- BURT, WH (1943): Territoriality and home range concepts as applied to mammals. Journal of Mammalogy 24, 346-352
- CALDER, WA III. (1978): The kiwi. Scientific American 239, 102-110
- CALDER, WA III. (1979): The kiwi and egg design: Evolution as a package deal. BioScience 29, 461-467
- CALDER, WA III., PARR, CR, KARL, DP (1978): Energy content of eggs of the brown kiwi *Apteryx australis*; an extreme in avian evolution. Comparative Biochemistry and Physiology 60 A, 177-179
- CALDER, WA III., ROWE, B (1977): Body mass changes and energetics of the kiwi's egg cycle. Notornis 24, 129-135
- CATCHPOLE, CK (1982): The evolution of bird sounds in relation to mating and spacing behaviour. In KROODSMA, DE, MILLER, EH, OUELLET, H (Hrsg.): Acoustic communication in birds, Bd. 1 (Production, perception, and design features of sounds), Academic Press, London, 297-319
- CHATFIELD, C, LEMON, RE (1970): Analysing sequences of behavioural events. Journal of Theoretical Biology 29, 427-445
- CLAYTON, LJ (1972): Breeding and behaviour of the kiwi at Sydney Zoo. International Zoo Yearbook 12, 134-136
- COCKREM, JF, GOUDSWAARD, R, SIBLEY, MD, FOX, EK, JOHNSON, TM, BELL, MJ (1992): The breeding season of three species of kiwi (*Apteryx*) in captivity as determined from egg-laying dates. Journal of Zoology 226, 95-107
- COLBOURNE, R (1981): Why is the kiwi so called?. Notornis 28, 216-217



- COLBOURNE, R (2002): Incubation behaviour and egg physiology of kiwi (*Apteryx* spp.) in natural habitats. *New Zealand Journal of Ecology* 26, 129-138
- COLBOURNE, R (2005): Kiwi (*Apteryx* spp.) on offshore New Zealand islands. Department of Conservation, Research and development series 208, 24 S.
- COLBOURNE, R, BASSETT, S, BILLING, T, McCORMICK, H, McLENNAN, J, NELSON, A, ROBERTSON, H (2005): The development of Operation Nest Egg as a tool in the conservation management of kiwi. *Science for Conservation* 259, 24 S.
- COLBOURNE, R, KLEINPASTE, R (1983): A banding study of North Island brown kiwis in an exotic forest. *Notornis* 30, 109-124
- COLBOURNE, R, KLEINPASTE, R (1984): North Island kiwi vocalisations and their use in censusing populations. *Notornis* 31, 191-201
- COLBOURNE, R, POWLESLAND, RG (1988): Diet of the Stewart Island brown kiwi (*Apteryx australis lawryi*) at Scollay's Flat, Southern Stewart Island. *New Zealand Journal of Ecology* 11, 99-104
- CONWAY, CJ, MARTIN, TE (2000): Effects of ambient temperature on avian incubation behavior. *Behavioral Ecology* 11, 178-188
- COOPER, A, MOURER-CHAUVIRÉ, C, CHAMBERS, GK, VON HAESLER, A, WILSON, AC, PÅÅBO, S (1992): Independent origins of New Zealand moas and kiwis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 89, 8741-8744
- COUNCIL OF THE ZSL (1852): Reports of the council and auditors of the Zoological Society of London, Taylor and Francis, London, 32 S., [www.biodiversitylibrary.org](http://www.biodiversitylibrary.org), abgerufen am 30. September 2009
- CUNNINGHAM, S, CASTRO, I, ALLEY, M (2007): A new prey-detection mechanism for kiwi (*Apteryx* spp.) suggests convergent evolution between paleognathous and neognathous birds. *Journal of Anatomy* 211, 493-502
- DARWIN, C (1876): Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl oder die Erhaltung der begünstigten Rassen im Kampfe ums Dasein. 6. Aufl., E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 592 S.
- DAWKINS, MS (1988): Behavioural deprivation: a central problem in animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 20, 209-225
- DECKERT, G (1962): Zur Ethologie des Feldsperlings (*Passer m. montanus* L.). *Journal für Ornithologie* 103, 428-486
- DEUTSCHER WETTERDIENST (1996-2009): Klimadaten weltweit – Global climate data. [www.dwd.de](http://www.dwd.de), abgerufen am 13. Juli 2009
- DICKISON, MR (2007): The allometry of giant flightless birds. Duke University, Durham (USA), Dissertation
- DOUGLAS, JM, TWEED, RL (1979): Analysing the patterning of sequence of discrete behavioural events. *Animal Behaviour* 27, 1236-1252

- DREY, B (1983): The nesting behaviour of a kiwi. *Notornis* 30, 135-136
- DYTHAM, C (2003): Choosing and using statistics: A biologist's guide; 2. Aufl., Blackwell Science, Malden, 248 S.
- EIBL-EIBESFELDT, I (1999): Grundriß der vergleichenden Verhaltensforschung. 8. Aufl., Blank Media, Vierkirchen-Pasenbach, 932 S.
- ENGEL, J (1999): Eine Übersicht über die Vor- und Nachteile von Verhaltensstudien im Zoo. In GANSLOSSER, U (Hrsg.): Tiergartenbiologie II, 197-215, Filander Verlag, Fürth, 224 S.
- FLEMING, CA (1962): History of the New Zealand land bird fauna. *Notornis* 9, 270-274
- FOLCH, A (1992): Family Apterygidae (Kiwis). In DEL HOYO, J, ELLIOTT, A, SARGATAL, J (Hrsg.): Handbook of the birds of the world. Bd. 1 Ostrich to ducks; Lynx Edicions, Barcelona, 696 S.
- FÖLSCH, DW (1981): Das Verhalten von Legehennen in unterschiedlichen Haltungssystemen unter Berücksichtigung der Aufzuchtmethoden. In FÖLSCH, DW, VESTERGAARD, K (Hrsg.): Das Verhalten von Hühnern, 9-106, Tierhaltung 12, 167 S.
- FRANCK, D (1997): Verhaltensbiologie. 3. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 225 S.
- GATTERMANN, R (Hrsg.) (2006): Wörterbuch zur Verhaltensbiologie der Tiere und des Menschen. 2. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, München, 379 S.
- GEISSMANN, T (2002): Verhaltensbiologische Forschungsmethoden: Eine Einführung. 2. Aufl., Schöningh Verlag, Münster, 54 S.
- GÖTH, A, BOOTH, DT (2005): Temperature-dependent sex ratio in a bird. *Biology Letters* 1, 31-33
- GROTH, JG, BARROWCLOUGH, GF (1999): Basal divergences in birds and the phylogenetic utility of the nuclear RAG-1 gene. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 12, 115-123
- HAASE, E (1985): Domestikation und Biorhythmik – Implikationen für den Tierartenschutz. *Natur und Landschaft* 60, 297-302
- HAEUSLER, HR (1923): Notes on the habits of the North Island kiwi (*Apteryx mantelli*). *The Emu* 22, 175-179
- HARRISON, CJO (1965): Allopreening as agonistic behaviour. *Behaviour* 24, 161-208
- HEDIGER, H (1942): Wildtiere in Gefangenschaft – Ein Grundriß der Tiergartenbiologie. Schwabe, Basel, 205 S.

- HEPP, GR, KENNAMER, RA, JOHNSON, MH (2006): Maternal effects in wood ducks: incubation temperature influences incubation period and neonate phenotype. *Functional Ecology* 20, 307-314
- HERRE, W, RÖHRS, M (1990): *Haustiere – zoologisch gesehen*. 2. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 412 S.
- HINDE, RA, ATKINSON, S (1970): Assessing the roles of social partners in maintaining mutual proximity, as exemplified by mother-infant relations in rhesus monkeys. *Animal Behaviour* 18, 169-176
- HINDE, RA, SPENCER-BOOTH, Y (1967): The behaviour of socially living rhesus monkeys in their first two and half years. *Animal Behaviour* 15, 169-196
- HIPKISS, T, HÖRNFELDT, B (2004): High interannual variation in the hatching sex ratio of Tengmalm's owl broods during a vole cycle. *Population Ecology* 46, 263-268
- HODDLE, MS (2004): Restoring balance: Using exotic species to control invasive exotic species. *Conservation Biology* 18, 38-49
- HOLST, B (1999): Ethische Vorgaben bei Zucht und Fütterung. In: GANSLOSSER, U (Hrsg.): *Tiergartenbiologie II*. 171-175, Filander Verlag, Fürth, 224 S.
- HOLZAPFEL, S, ROBERTSON, HA, McLENNAN, JA, SPORLE, W, HACKWELL, K, IMPEY, M (2008): Kiwi recovery plan 2008-2018. *Threatened Species Recovery Plan* 60, 71 S.
- HORGAN, KP (1970): Notes on calling and behaviour of the Stewart Island kiwi. *Notornis* 17, 132
- HOUDE, P (1986): Ostrich ancestors found in the Northern Hemisphere suggest new hypothesis of ratite origins. *Nature* 324, 563-565
- HOUSTON, DC, DONNAN, D, JONES, PJ (1995): Use of labelled methionine to investigate the contribution of muscle proteins to egg production in zebra finches. *Journal of Comparative Physiology B* 165, 161-164
- HOUSTON, DC, FIDGETT, A (2000): What are the nutritional requirements for making a good bird egg? In NIJBOER, J, HATT, JM, KAUMANN, W, BEIJNEN, A, GANSLOSSER, U (Hrsg.): *Zoo animal nutrition*. 51-56, Filander Verlag, Fürth, 324 S.
- HUXLEY, JS (1927): Relation between the egg-weight and body-weight in birds. *Journal of the Linnean Society of London* 36, 457-474
- IUCN (2007): 2007 IUCN Red List of Threatened Species. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), abgerufen am 19. Februar 2008
- KAPPELER, P (2009): *Verhaltensbiologie*. 2. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 605 S.
- KAUMANN, W (2000): Grundlagen der Verhaltenskunde. In DITTRICH, L, u.a.: *Zootierhaltung: Tiere in menschlicher Obhut – Grundlagen*. 177-200, Verlag Harri Deutsch, Thun, Frankfurt/Main, 395 S.

- KINSKY, FC (1971): The consistent presence of paired ovaries in the kiwi (*Apteryx*) with some discussion of this condition in other birds. *Journal für Ornithologie* 112, 334-357
- KIRKWOOD, JK (2003): Welfare, husbandry and veterinary care of wild animals in captivity: changes in attitudes, progress in knowledge and techniques. *International Zoo Yearbook* 38, 124-130
- KIWI CAPTIVE MANAGEMENT ADVISORY COMMITTEE (2004): Captive management plan for kiwi. Department of Conservation, Threatened species occasional publication 24, 42 S.
- KLAUS, S, ANDREEV, AV, BERGMANN, HH, MÜLLER, F, PORKERT, J, WIESNER, J (1989): *Die Auerhühner*. 2. Aufl., Die Neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt, 280 S
- KLÖS, HG, REINHARD, R (1990): Erfahrungen in Haltung und Zucht des Kiwis im Zoologischen Garten Berlin. *Der Zoologische Garten* 60, 190-196
- KÖNIG, C (1969): Sechsjährige Untersuchungen an einer Population des Rauhfußkauzes, *Aegolius funereus* (L.). *Journal für Ornithologie* 110, 133-147
- KRACKOW, S (2002): Why parental sex ration manipulation is rare in higher vertebrates. *Ethology* 108, 1041-1056
- LANCASTER, DA (1964): Life history of the Boucard tinamou in British Honduras, Part II: Breeding biology. *The Condor* 66, 253-276
- LANDCARE RESEARCH (1997): Possums – their introduction and spread. [www.landcareresearch.co.nz](http://www.landcareresearch.co.nz), abgerufen am 19. Februar 2008
- LANGE, J., LENZNER, T (2005): Haltung und Zucht von Kiwis im Zoo Berlin. *Bongo* 35, 77-82
- LEHNER, PN (1996): *Handbook of ethological methods*. 2. Aufl., Cambridge University Press, 663 S.
- LEMON, RE, CHATFIELD, C (1971): Organization of song in cardinals. *Animal Behaviour* 1, 1-17
- LICKTEIG, E (2006): Vergleich der zwei Legehennenlinien Lohmann Selected Leghorn-Classic und Lohmann Brown-Classic unter den Bedingungen des Feldversuchs im Bezug auf Verhalten, Gesundheit und Leistung in Volierenhaltung. Ludwig-Maximilians-Universität München, Dissertation
- LUMINEAU, S, GUYOMARCH, C, RICHARD, JP (2001): Ultradian rhythm of activity in Japanese quail groups under semi-natural conditions during ontogeny: functional aspects and relation to circadian rhythm. *Biological Rhythm Research* 32, 373-388
- LUNDBERG, U (1979): Diagnostische Grundkategorien des äußeren Verhaltens von Tieren. *Zoologische Jahrbücher* 83, 263-279
- MAIER, EJ (1994): Das UV-Sehen der Vögel: Neue Ergebnisse über den spektralen Sehbereich der Vögel. *Journal für Ornithologie* 135, 179-192

- MARTIN, DJ (1973): Selected aspects of burrowing owl ecology and behavior. *The Condor* 75, 446-456
- MARTIN, P, BATESON, P (2006): *Measuring behaviour – an introductory guide*. 2. Aufl., Cambridge University Press, Cambridge, 222 S.
- MARTIN, TE (2002): A new view of avian life-history evolution tested on an incubation paradox. *Proceedings of the Royal Society of London B* 269, 309-316
- MARTYS, M (1994): Haben Tiergärten eine Zukunft? *Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereins in Innsbruck* 81, 217-221
- MASON, GJ (1991): Stereotypes: a critical review. *Animal Behaviour* 41, 1015-1037
- McDONALD, JH (2007): *Handbook of biological statistics*. <http://copland.udel.edu/~mcdonald/>, abgerufen am 26. Mai 2008
- McLENNAN, JA (1988): Breeding of North island brown kiwi, *Apteryx australis mantelli*, in Hawke's Bay, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 11, 89-97
- McLENNAN, JA (1997): Ecology of brown kiwi and causes of population decline in Lake Waikaremoana catchment. Department of Conservation, Conservation Advisory Notes 167, 25 S.
- McLENNAN, JA, DEW, L, MILES, J, GILLINGHAM, N, WAIWAI, R (2004): Size matters: Predation risk and juvenile growth in North Island brown kiwi (*Apteryx mantelli*). *New Zealand Journal of Ecology* 28, 241-250
- McLENNAN, JA, McCANN, AJ (1991): Incubation temperatures of great spotted kiwi, *Apteryx haastii*. *New Zealand Journal of Ecology* 15, 163-166
- McLENNAN, JA, POTTER, MA (1993): Juveniles in mainland populations of kiwi. *Notornis* 40, 294-299
- McLENNAN, JA, POTTER, MA, ROBERTSON, HA, WAKE, GC, COLBOURNE, R, DEW, L, JOYCE, L, McCANN, AJ, MILES, J, MILLER, PJ, REID, J (1996): Role of predation in the decline of kiwi, *Apteryx* spp., in New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 20, 27-35
- McLENNAN, JA, RUDGE, MR, POTTER, MA (1987): Range size and denning behaviour of brown kiwi, *Apteryx australis mantelli*, in Hawke's Bay, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 10, 97-107
- McNAB, BK (1994): Energy conservation and the evolution of flightlessness in birds. *The American Naturalist* 144, 628-642
- MEISTER, J (1998): Environmental enrichment. In GANSLOSSER, U (Hrsg.): *Kurs Tiergartenbiologie*, 2. Aufl., 85-98, Filander Verlag, Fürth, 118 S.
- MIKKOLA, H (1995): *Der Bartkauz*. Die Neue Brehm-Bücherei, Westarp Wissenschaften, Magdeburg, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 124 S.

- MILES, JRG (1998): Cat and stoat visit a kiwi (*Apteryx* spp.) nest. *Notornis* 45, 93-94
- MILES, JRG, POTTER, MA, FORDHAM, RA (1997): Northern brown kiwi (*Apteryx australis mantelli*) in Tongariro National Park and Tongariro Forest – ecology and threats. Department of Conservation, Science for Conservation 51, 23 S.
- MILLER, PJ, PIERCE, RJ (1995): Distribution and decline of the North Island brown kiwi (*Apteryx australis mantelli*) in Northland. *Notornis* 42, 203-211
- MIRMIRAN, M, KOK, JH (1991): Circadian rhythms in early human development. *Early Human Development* 26, 121-128
- MOCK, DW, FUJIOKA, M (1990): Monogamy and long-term pair bonding in vertebrates. *Trends in Ecology and Evolution* 5, 39-43
- MOEED, A, MEADS, MJ (1992): A survey of invertebrates in scrublands and forest, Hawke's Bay, New Zealand. *New Zealand Entomologist* 15, 63-71
- MORENO, J (1989): Energetic constraints on uniparental incubation in the wheatear *Oenanthe oenanthe* (L.). *Ardea* 77, 107-115
- MÜHLING, P (1998<sup>1</sup>): Artgerecht – tiergerecht: Bemerkungen zur Diskussion der Haltungsproblematik. In GANSLOSSER, U (Hrsg.): Kurs Tiergartenbiologie, 2. Aufl., 77-84, Filander Verlag, Fürth, 118 S.
- MÜHLING, P (1998<sup>2</sup>): Neue Wege in der Haltung und Zucht von Wildtieren. In GANSLOSSER, U (Hrsg.): Kurs Tiergartenbiologie, 2. Aufl., 7-21, Filander Verlag, Fürth, 118 S.
- MUSHI, EZ, BINTA, MG, CHABO, RG, ISA, JFW, PHUTI, MS (1999): Limb deformities of farmed ostrich (*Struthio camelus*) chicks in Botswana. *Tropical Animal Health and Production* 31, 397-404
- NAGER, RG, MONAGHAN, P, GRIFFITHS, R, HOUSTON, DC, DAWSON, R (1999): Experimental demonstration that offspring sex ratio varies with maternal condition. *Proceedings of the National Academy of Science USA*, 96, 570-573
- NAGUIB, M (2006): Methoden der Verhaltensbiologie. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 233 S.
- NILSSON, G. (2005): Endangered species handbook. Animal Welfare Institute, Washington D.C., [www.endangeredspecieshandbook.org](http://www.endangeredspecieshandbook.org), abgerufen am 21. Februar 2008
- OLIVER, WRB (1953): The Royal Society and conservation. *Transactions and Proceedings of the Royal Society of New Zealand* 81, 44-52
- PANUM, PL (1860): Untersuchungen über die Entstehung der Missbildungen zunächst in den Eiern der Vögel. Verlegt von Georg Reimer, Berlin, 260 S.

- PENTERIANI, V, DELGADO, M, ALONSO-ALVAREZ, C, SERGIO, F (2006): The importance of visual cues for nocturnal species: eagle owls signal by badge brightness. *Behavioral Ecology* 18, 143-147
- PETER, WP (1999): Erhaltungszucht und in-situ Situation. Die Zoologischen Gärten auf dem Weg zum Naturschutzzentrum. In: Ganslößer, U (Hrsg.): *Tiergartenbiologie II*, 7-21, Filander Verlag, Fürth, 224 S.
- PIKE, TW, PETRIE, M (2003): Potential mechanisms of avian sex manipulation. *Biological Reviews* 78, 553-574
- POTTER, MA, HENDRIKS, WH, LENTLE, RG, THOMAS, DV, MINSON, CJ, PINDUR, NB (2009): An exploratory analysis of the suitability of diets fed to a flightless insectivore, the North Island brown kiwi (*Apteryx mantelli*), in New Zealand. *Zoo Biology* 28, 1-14
- PULLIAINEN, E, LOISA, K (1977): Breeding biology and food of the great grey owl, *Strix nebulosa*, in northeastern Finnish forest Lapland. *Aquilo - Series Zoologica* 17, 23-33, aus MIKKOLA, H (1995): *Der Bartkauz*, 2. Aufl., Die Neue Brehm-Bücherei, Westarp Wissenschaften, Magdeburg, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 124 S.
- QUINN, TW, SHIELDS, GF, WILSON, AC (1991): Affinities of the Hawaiian goose based on two types of mitochondrial DNA data. *The Auk* 108, 585-593
- REID, B (1971): The weight of the kiwi and its egg. *Notornis* 18, 245-249
- REID, B (1972): Kiwi eggs laid at Wellington Zoo. *Notornis* 19, 276-277
- REID, B (1981)<sup>1</sup>: Estimating the fresh weight of the eggs of brown kiwi (*Apteryx australis mantelli*). *Notornis* 28, 288-291
- REID, B (1981)<sup>2</sup>: North Island brown kiwi and her egg. *Notornis* 28, 287
- REID, B (1981)<sup>3</sup>: Size discrepancy between eggs of wild and captive brown kiwi (*Apteryx australis mantelli*). *Notornis* 28, 281-287
- REID, B, ORDISH, RG, HARRISON, M (1982): An analysis of the gizzard contents of 50 North Island brown kiwis, *Apteryx australis mantelli*, and notes on feeding observations. *New Zealand Journal of Ecology* 5, 76-85
- REID, B, WILLIAMS, GR (1975): The kiwi. In KUSCHEL, G (Hrsg.): *Biogeography and ecology in New Zealand*, 301-330, Junk, Den Haag, Auckland, 689 S.
- REINHARD, R (1987): Erste Erfahrungen mit Kiwis im Berliner Zoo. *Bongo* 12, 125-126
- ROBERTSON, H (2004): Research and monitoring plan for the kiwi sanctuaries. *Science for Conservation* 241, 24 S.
- ROBERTSON, HA, COLBOURNE, RM, NELSON, A, WESTBROOKE, IM (2006): At what age should brown kiwi (*Apteryx mantelli*) eggs be collected for artificial incubation? *Notornis* 53, 231-234

- ROGERS, DI (1990): Apterygidae. In MARCHANT, S, HIGGINS, PJ (Hrsg.): Handbook of Australian, New Zealand, and Antarctic birds. Bd. 1, Ratites to ducks, Oxford University Press, Melbourne, 1408 S.
- SALES, J (2005): The endangered kiwi: A review. *Folia Zoologica* 54, 1-20
- SALMON, JT (1975): The influence of man on the biota. In KUSCHEL, G (Hrsg.): Biogeography and ecology in New Zealand, 231-276, Junk, Den Haag, Auckland, 689 S.
- SAMBRAUS, HH (1997): Normalverhalten und Verhaltensstörungen. In SAMBRAUS, HH, STEIGER, A (Hrsg.): Das Buch vom Tierschutz, 57-69, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 947 S.
- SCHMIDT, KH, HAMANN, HJ (1983): Unterbrechung der Legefolge bei Höhlenbrütern. *Journal für Ornithologie* 124, 163-176
- SCHÖNN, S (1995): Der Sperlingskauz. 3. Aufl., Die Neue Brehm-Bücherei, Westarp Wissenschaften, Magdeburg, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 123 S.
- SCHÖNN, S, SCHERZINGER, W, EXO, KM, ILLE, R (1991): Der Steinkauz. Die Neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg, 237 S.
- SEIDEL, B, WICKER, R, SEBISCH, S, NICKEL, H, FLEISSNER, G, SCHILDGER, B (1999): Chronoethologische Untersuchungen am Streifenkiwi (*Apteryx australis*). *Der Zoologische Garten* 69, 40-48
- SERAFIN, JA (1982): The influence of diet composition upon growth and development of sandhill cranes. *The Condor* 84, 427-434
- SHEPHERDSON, DJ (2003): Environmental enrichment: past, present and future. *International Zoo Yearbook* 38, 118-124
- SIEGMUND, R, WALLSCHLÄGER, D (1988): Das Verhalten von Tieren in Beziehung zur Zeit. *Wissenschaft und Fortschritt* 38, 117-120
- SPARKS, JH (1963): Significance of allopreening in the red avadavat and its development in other birds. *Nature* 200, 281
- TABORSKY, B, TABORSKY, M (1991): Social organization of North Island brown kiwi: Long-term pairs and three types of male spacing behaviour. *Ethology* 89, 47-62
- TABORSKY, B, TABORSKY, M (1992): Spatial organization of the North Island brown kiwi *Apteryx australis mantelli*: Sex, pairing status and territoriality. *Ibis* 134, 1-10
- TABORSKY, B, TABORSKY, M (1999): The mating system and stability of pairs in kiwi *Apteryx* spp. *Journal of Avian Biology* 30, 143-151
- TABORSKY, M (1988): Kiwis and dog predation: Observations in Waitangi State Forest. *Notornis* 35, 197-202
- TABORSKY, M (1994): Reproductive energetics of brown kiwi, *Apteryx australis*. *Journal für Ornithologie* 135, Sonderheft, 107



- TEMBROCK, G (1977): Grundlagen des Tierverhaltens. Akademie-Verlag, Berlin, 319 S.
- TEMBROCK, G (1992): Verhaltensbiologie. 2. Aufl., Gustav Fischer Verlag, Jena, 386 S.
- THOMAS, KA (1995): Biorhythms in infants and role of the care environment. *Journal of Perinatal and Neonatal Nursery* 9, 61-75
- THOMSEN, L (1971): Behavior and ecology of burrowing owls on the Oakland municipal airport. *The Condor* 73, 177-192
- TIELEMAN, BI, WILLIAMS, JB, RICKLEFFS, RE (2004): Nest attentiveness and egg temperature do not explain the variation in incubation periods in tropical birds. *Functional Ecology* 18, 571-577
- TINBERGEN, N (1979): Instinktlehre. 6. Aufl., Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 256 S.
- TURBOTT, EG (1961): The interaction of native and introduced birds in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Ecological Society* 8, 62-66
- TURBOTT, EG (1967) (Ed.): *Buller's Birds of New Zealand*. Macdonald, London, 261 S.
- VALLONE, D, LAHIRI, K, DICKMEIS, T, FOULKES, NS (2007): Start the clock! Circadian rhythms and development. *Developmental Dynamics* 236, 142-155
- VLECK, CM (1981): Energetic cost of incubation in the zebra finch. *The Condor* 83, 229-237
- WATT, JC (1971): The North Island kiwi: a predator of pasture insects. *New Zealand Entomologist* 5, 25-27
- WEISCHET, W (1996): Regionale Klimatologie. Teil 1 - Die Neue Welt, B. G. Teubner, Stuttgart, 468 S.
- WENZEL, B (1968): The olfactory prowess of the kiwi. *Nature* 220, 1133-1134
- WETTERONLINE (2009): Wetter Berlin-Mitte. [www.wetteronline.de](http://www.wetteronline.de), abgerufen am 8. September 2009
- WHITE, FN, KINNEY, JL (1974): Avian Incubation. *Science* 186, 107-115
- WICKER, R (2002): Kiwihaltung und Kiwizucht im Zoologischen Garten Frankfurt/Main. *Der Zoologische Garten* 72, 210-221
- WUNTKE, B (2003): Zur Entwicklung der Tagesrhythmik bei Schleiereulen (*Tyto alba*). *Journal für Ornithologie* 144, 81-85
- ZAVALETA, ES, HOBBS, RJ, MOONEY, HA (2001): Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. *Trends in Ecology and Evolution* 16, 454-459

**Verwendete Internet-Seiten**

- [www.biodiversitylibrary.org](http://www.biodiversitylibrary.org)  
 BREHM, A (1891): Brehms Tierleben  
 zugänglich gemacht durch Biodiversity Heritage Library  
<http://www.biodiversitylibrary.org/item/52452>  
 COUNCIL OF THE ZSL (1852): Reports of the council and auditors of the  
 Zoological Society of London  
<http://www.biodiversitylibrary.org/item/46631#517>
  
- [www.birdlife.org](http://www.birdlife.org)  
 BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004+2007<sup>1</sup>): Streifenkiwi (*Apteryx mantelli*)  
<http://www.iucnredlist.org/search/details.php/40437/all>  
[http://www.birdlife.org/datazone/species/index.html?  
 action=SpcHTMDetails.asp&sid=9818&m=0](http://www.birdlife.org/datazone/species/index.html?action=SpcHTMDetails.asp&sid=9818&m=0)  
 BIRDLIFE INTERNATIONAL (2007)<sup>2</sup>: Borstenbrachvogel (*Numenius tahitiensis*)  
[http://www.birdlife.org/datazone/species/index.html?  
 action=SpcHTMDetails.asp&sid=3010&m=0](http://www.birdlife.org/datazone/species/index.html?action=SpcHTMDetails.asp&sid=3010&m=0)
  
- [copland.udel.edu/~mcdonald/](http://copland.udel.edu/~mcdonald/)  
 McDONALD, JH (2007): Handbook of biological statistics  
<http://udel.edu/~mcdonald/statintro.html>  
<http://udel.edu/~mcdonald/statchigof.html>
  
- [www.doc.govt.nz](http://www.doc.govt.nz)  
 DEPARTMENT OF CONSERVATION (2006): Informationen über Kiwischutzgebiete  
[http://www.doc.govt.nz/templates/MultipageDocumentPage.aspx?  
 id=44558](http://www.doc.govt.nz/templates/MultipageDocumentPage.aspx?id=44558)
  
- [www.dwd.de](http://www.dwd.de)  
 DEUTSCHER WETTERDIENST (1996-2009): Temperaturen in Berlin  
[http://www.dwd.de/sid\\_PLq1KcNhMms9YRs3qg3Jv4GcYKTMgKLnG5yrxdh2LpbDPQ211J3Z!550002059!-1485548200!  
 1247579418570/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?  
 \\_nfpb=true&\\_pageLabel=\\_dwdwww\\_spezielle\\_nutzer\\_hobbymeteorologen\\_k  
 limainfos&T19607431211153463379402gsbDocumentPath=Content  
 %2FOeffentlichkeit%2FKU%2FKUPK%2FHobbymet%2FKlimainfos  
 %2FKlimadaten\\_\\_weltweit\\_\\_Teaser.html&\\_state=maximized&\\_windowLabe  
 l=T19607431211153463379402&lastPageLabel=\\_dwdwww\\_spezielle\\_nutz  
 er\\_hobbymeteorologen\\_klimainfos](http://www.dwd.de/sid_PLq1KcNhMms9YRs3qg3Jv4GcYKTMgKLnG5yrxdh2LpbDPQ211J3Z!550002059!-1485548200!1247579418570/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_spezielle_nutzer_hobbymeteorologen_klimainfos&T19607431211153463379402gsbDocumentPath=Content%2FOeffentlichkeit%2FKU%2FKUPK%2FHobbymet%2FKlimainfos%2FKlimadaten__weltweit__Teaser.html&_state=maximized&_windowLabel=T19607431211153463379402&lastPageLabel=_dwdwww_spezielle_nutzer_hobbymeteorologen_klimainfos)
  
- [www.endangeredspecieshandbook.org](http://www.endangeredspecieshandbook.org)  
 NILSSON, G (2005): Neuseelands Waldgebiete  
[http://www.endangeredspecieshandbook.org/forest\\_new.php](http://www.endangeredspecieshandbook.org/forest_new.php)

- [home.datacomm.ch](http://home.datacomm.ch)  
<http://home.datacomm.ch/juergmueller/sonnenaufgang.html>  
 Dämmerungszeiten, abgerufen am 4. September 2008
- [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)  
 IUCN (2007): Fledertiere Neuseelands  
[http://www.iucnredlist.org/search/search.php?freetext=chiroptera&modifier=phrase&criteria=wholedb&terrestrial=1&taxa\\_species=1&redlistCategory%5B%5D=all&country%5B%5D=NZ&cty\\_default=1&aquatic%5B%5D=all&aqu\\_default=1&regions%5B%5D=all&reg\\_default=1&habitats%5B%5D=all&threats%5B%5D=all&redlistAssessyear%5B%5D=all&growths%5B%5D=all](http://www.iucnredlist.org/search/search.php?freetext=chiroptera&modifier=phrase&criteria=wholedb&terrestrial=1&taxa_species=1&redlistCategory%5B%5D=all&country%5B%5D=NZ&cty_default=1&aquatic%5B%5D=all&aqu_default=1&regions%5B%5D=all&reg_default=1&habitats%5B%5D=all&threats%5B%5D=all&redlistAssessyear%5B%5D=all&growths%5B%5D=all)
- [www.jwatcher.ucla.edu](http://www.jwatcher.ucla.edu)  
 BLUMSTEIN, DT, EVANS, CS, DANIEL, JC (2000): JWatcher-Handbuch  
<http://www.jwatcher.ucla.edu/JWmanual.pdf>
- [www.landcareresearch.co.nz](http://www.landcareresearch.co.nz)  
 LANDCARE RESEARCH (1997): Infos über den Fuchskusu  
[http://www.landcareresearch.co.nz/publications/infosheets/possums/introduction\\_spread.pdf](http://www.landcareresearch.co.nz/publications/infosheets/possums/introduction_spread.pdf)
- [nationalzoo.si.edu](http://nationalzoo.si.edu)  
 BRADER, K (2005-2009): Informationen über die Kiwizucht im NZP Washington D.C.  
<http://nationalzoo.si.edu/Animals/Birds/Kiwi/default.cfm?year=2006>  
<http://nationalzoo.si.edu/Animals/Birds/Kiwi/default.cfm?year=2007>  
<http://nationalzoo.si.edu/Animals/Birds/Kiwi/default.cfm?year=2008>  
<http://nationalzoo.si.edu/Animals/Birds/Kiwi/default.cfm>
- [www.nps.gov](http://www.nps.gov)  
 HARRY, B (2004): Foto eines Borstenbrachvogels  
[http://www.nps.gov/npsa/photosmultimedia/index%2Ehtm?eid=104907&root\\_aId=34#e\\_104907](http://www.nps.gov/npsa/photosmultimedia/index%2Ehtm?eid=104907&root_aId=34#e_104907)  
<http://www.nps.gov/disclaimer.htm>
- [www.nzetc.org](http://www.nzetc.org)  
 BULLER, WL (1888): A history of the birds of New Zealand  
 zugänglich gemacht durch New Zealand Electronic Text Centre  
<http://www.nzetc.org/tm/scholarly/tei-BulBird-t1-g1-t2-body-d137.html>

- [www.savethekiwi.org.nz](http://www.savethekiwi.org.nz)  
BANK OF NEW ZEALAND KIWI RECOVERY TRUST AND DOC (2002)<sup>1</sup>: Informationen über Kiwis  
<http://www.savethekiwi.org.nz/AboutTheBird/Threats/People/Early+Impacts.htm>  
<http://www.savethekiwi.org.nz/AboutTheBird/Threats>  
BANK OF NEW ZEALAND KIWI RECOVERY TRUST AND DOC (2002)<sup>2</sup>: 1000stes Küken von Operation Nest Egg  
<http://www.savethekiwi.org.nz/Kiwilife/1000th+Chick>
- [www.sonnenaufgang-sonnenuntergang.de](http://www.sonnenaufgang-sonnenuntergang.de)  
Zeiten für Sonnenaufgang und Sonnenuntergang; abgerufen am 2. September 2008
- [www.wetteronline.de](http://www.wetteronline.de)  
WETTERONLINE (2009): Rückblick auf Temperaturen und Niederschläge  
[http://www.wetteronline.de/framesets/rueckblick/rueckblick\\_diagramme.htm](http://www.wetteronline.de/framesets/rueckblick/rueckblick_diagramme.htm)

## **Anhang**

Tab. 4: Brutpausen des Hahnes während der Brutperioden 2005-2007

	2005	2006	2007
<b>Dauer einzelner Pausen [h]</b>			
Bis zur 2. Ablage Ø	0,99	0,83	3,35
Bis zur 1. Entnahme Ø		0,67	1,03
Bis zur 2. Entnahme Ø		0,40	0,62
Nach 2. Entnahme Ø	5,20	1,59	0,55
<b>Häufigkeit pro Nacht</b>			
<b>Ab 1. Eiablage</b>			
Mittelwert	5,6	2,4	2,3
Median	5	2	2
Modalwert	5	2	2
Maximum	11	3	2
Minimum	2	1	1
<b>Ab 2. Eiablage</b>			
Mittelwert	1,8	1	1,2
Median	2	2	1
Modalwert	2	1	1
Maximum	4	5	4
Minimum	1	1	1
<b>Nach 2. Schlupf</b>			
Mittelwert	1,9	3,1	3
Median	1	3,5	8,5
Modalwert	1	3	—
Maximum	4	4	5
Minimum	1	2	4

2005: Zweite Ablage in der 8. Brutwoche; Entnahme des zweiten Eis in der 20. Brutwoche

2006: Zweite Ablage in der 5. Brutwoche; zweiter Schlupf in der 14. Brutwoche

2007: Zweite Ablage in der 4. Brutwoche; zweiter Schlupf in der 14. Brutwoche

Tab. 5: Durchschnittliche Gesamtdauer der Abwesenheit pro Nacht [h]

	Mittelwert	Maximum	Minimum
<b>2005</b>			
Ab 1. Eiablage	8,37	11,33	5,92
Ab 2. Eiablage (8. Woche)	1,68	4,08	0,75
Ab 20. Woche	5,93	10,25	3,50
<b>2006</b>			
Ab 2. Woche nach 1. Eiablage	1,88	2,43	1,00
Ab 2. Eiablage (5. Woche)	1,17	2,02	0,60
Nach 2. Schlupf (14. Woche)	7,95	8,78	4,80
<b>2007</b>			
Ab 2. Woche nach 1. Eiablage	7,07	19,90	2,15
Ab 2. Eiablage (4. Woche)	1,25	2,42	0,17
Nach 2. Schlupf (14. Woche)	5,38	6,20	4,82

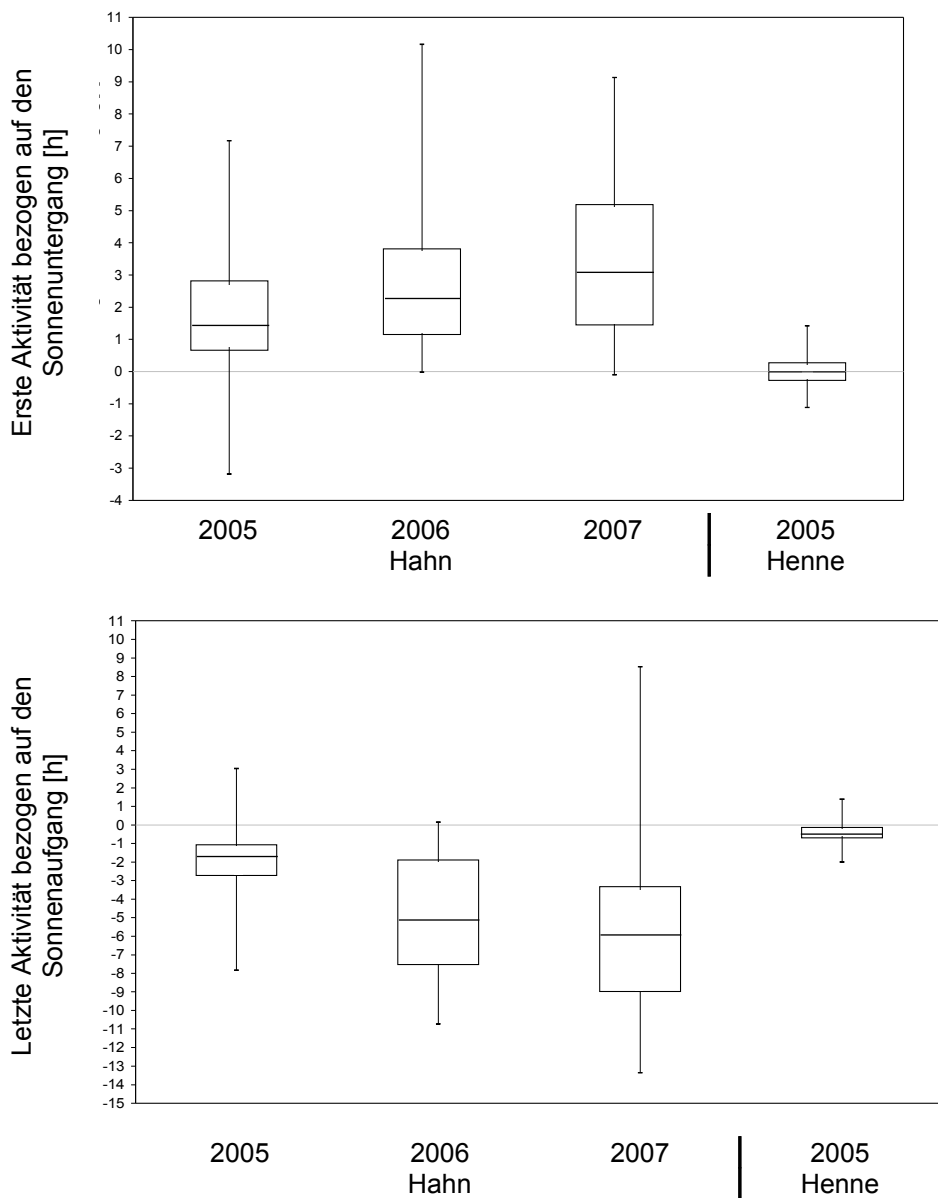


Abb. 37: Aktivitätsbeginn von Henne und Hahn in Bezug zum Sonnenuntergang (oben) und Aktivitätsende in Bezug zum Sonnenaufgang (unten) für die jeweiligen Untersuchungszeiträume; die x-Achse markiert jeweils den Sonnenuntergang bzw. den Sonnenaufgang, negative Werte liegen jeweils davor, positive danach; dargestellt sind Mediane, Minima, Maxima sowie 25%- und 75%-Quartile

Tab. 6: Ethogramm; berücksichtigte Verhaltensweisen der Kiwis

Aggression	Vogel verscheucht den anderen durch in Richtung des anderen Vogels gerichtete pickende Schnabelbewegungen und/oder einige schnelle Schritte auf den anderen zu
Erkunden	Vogel steht oder bewegt sich Schritt für Schritt langsam vorwärts, tippt mit der Spitze des Schnabels wiederholt vor und neben sich auf den Boden (HAEUSLER 1923), bewegt die Schnabelspitze kurz über dem Boden, bohrt den Schnabel tief in den Boden, während er den Kopf vor und zurück bewegt (FOLCH 1992); Schnabel und Boden bilden spitzen Winkel, der Hals ist leicht vorgestreckt; gibt dabei leise schnaubende Geräusche von sich  Vogel steht still mit erhobenem Kopf, dreht den Schnabel in verschiedene Richtungen und bewegt den Kopf dabei wiederholt auf und ab
Fortbewegung	Vogel bewegt sich gerichtet vorwärts, tippt dabei evtl. wiederholt mit der Schnabelspitze auf den Boden
Kraulen	Vogel steckt seinen Schnabel in das Rückengefieder des Partners
Haus	Vogel befindet sich im Innenbereich des Geheges
Höhle	Vogel befindet sich in einer der Erdhöhlen im Außengehege
Kopfkreisen	Vogel bewegt den Kopf in einem vertikalen Kreis mit dem oder gegen den Uhrzeigersinn; Schnabel zeigt zu Beginn Richtung Boden
Körperpflege	Vogel kratzt sich, putzt sich oder schüttelt sein Gefieder
Paarung	Henne neigt sich nach unten und legt Kopf und Schnabel ausgestreckt auf den Boden, Hahn besteigt sie, lehnt sich auf seine Füße, hält sich mit dem Schnabel im Gefieder der Henne fest und schnurrt, während sie kopulieren (FOLCH 1992)
Rufen	Vogel steht aufrecht, Hals und Beine gestreckt, der Schnabel zeigt aufwärts, wobei er seinen Ruf ausstößt: bei jedem Ruf wird der Kopf nach hinten geworfen und der Schnabel weit geöffnet (FOLCH 1992)
Stehen	Vogel steht still, kann dabei die Schnabelspitze auf den Boden stützen; dieser Zustand hält mindestens drei Sekunden an; kann dabei mit dem Bauch den Boden berühren
Tandemlauf	Vögel laufen hintereinander her, wobei der hintere (Hahn) seinen Schnabel ins Rückengefieder des vorderen (Henne) gesteckt hat
Verfolgen	Vogel geht oder läuft gerichtet hinter dem Partner her



Tab. 7: Übersicht über das Verhalten der Henne, aufgeschlüsselt nach den Beobachtungsterminen; inkl. der Verhaltensereignisse

		Gesamthäufigkeit	Relative Häufigkeit [%]	Gesamtdauer [min]	Anteil an Gesamtdauer [%]
Mai	Erkunden	182	14,1	33,0	41,9
	Fortbewegung	497	38,4	33,3	42,3
	Haus	2	0,2	9,7	12,4
	Kopfkreisen	581	44,9		
	Körperpflege	8	0,6	0,3	0,3
	Stehen	23	1,8	2,5	3,2
Juni	Erkunden	328	12,9	42,9	36,2
	Fortbewegung	922	36,4	70,2	59,1
	Haus	1	0,0	3,7	3,1
	Kopfkreisen	1255	49,5		
	Körperpflege	10	0,4	0,3	0,3
	Stehen	18	0,7	1,6	1,3
August	Erkunden	394	15,5	94,6	58,7
	Fortbewegung	918	36,0	45,9	28,5
	Haus	3	0,1	10,0	6,2
	Kopfkreisen	1205	47,3		
	Körperpflege	14	0,5	9,4	5,8
	Stehen	14	0,5	1,3	0,8
Oktober	Aggression	20	4,9		
	Erkunden	153	37,7	153,3	36,0
	Fortbewegung	36	8,9	4,5	1,1
	Haus	21	5,2	194,1	45,6
	Höhle	10	2,5	31,5	7,4
	Kopfkreisen	17	4,2		
	Körperpflege	30	7,4	22,4	5,2
	Kraulen	9	2,2	0,4	0,1
	Stehen	98	24,1	17,4	4,1
	Tandemlauf	8	2,0	2,0	0,5
	Verfolgen	4	1,0	0,5	0,1
	November	Aggression	1	0,8	
Erkunden		52	40,0	113,5	16,2
Fortbewegung		22	16,9	1,9	0,3
Haus		22	16,9	554,7	79,2
Höhle		6	4,6	16,8	2,4
Kopfkreisen		3	2,3		
Körperpflege		9	6,9	1,0	0,1
Kraulen		2	1,5	0,1	0,0
Stehen		11	8,5	12,3	1,7
Tandemlauf		2	1,5	0,1	0,0
Gesamt		Erkunden	1109	16,0	437,36
	Fortbewegung	2395	34,7	155,78	10,5
	Haus	49	0,7	772,28	52,0
	Höhle	16	0,2	48,27	3,3
	Kopfkreisen	3061	44,3		
	Körperpflege	71	1,0	33,32	2,2
	Stehen	164	2,4	35,1	2,4
	Sozialverhalten	46	0,7	3,09	0,2

Tab. 8: Übersicht über das Verhalten des Hahnes, aufgeschlüsselt nach den Beobachtungsterminen; inkl. der Verhaltensereignisse

		Gesamthäufigkeit	Relative Häufigkeit [%]	Gesamtdauer [min]	Anteil an Gesamtdauer [%]
Mai	Erkunden	356	30,6	60,1	54,8
	Fortbewegung	482	41,5	35,8	32,6
	Haus	3	0,3	3,3	3,0
	Höhle	7	0,6	7,0	6,4
	Kopfkreisen	267	23,0		
	Körperpflege	16	1,4	0,9	0,8
	Stehen	31	2,7	2,7	2,4
Juni	Erkunden	506	28,6	84,6	54,3
	Fortbewegung	761	42,9	59,6	38,3
	Haus	3	0,2	2,0	1,3
	Höhle	3	0,2	4,4	2,9
	Kopfkreisen	423	23,9		
	Körperpflege	20	1,1	1,1	0,7
	Rufen	2	0,1		
Stehen	54	3,0	3,9	2,5	
August	Erkunden	401	27,5	106,0	62,8
	Fortbewegung	613	42,0	45,4	26,9
	Haus	2	0,1	6,7	4,0
	Kopfkreisen	390	26,7		
	Körperpflege	28	1,9	8,5	5,0
	Stehen	26	1,8	2,1	1,2
Oktober	Erkunden	362	36,7	201,4	51,0
	Fortbewegung	293	29,7	38,5	9,8
	Haus	17	1,7	62,7	15,9
	Höhle	7	0,7	47,6	12,1
	Kopfkreisen	26	2,6		
	Kopulation	2	0,2	0,4	0,1
	Körperpflege	37	3,7	8,4	2,1
	Kraulen	81	8,2	10,2	2,6
	Stehen	97	9,8	17,3	4,4
	Tandemlauf	12	1,2	2,1	0,5
	Verfolgen	53	5,4	6,0	1,5
	November	Erkunden	372	40,7	122,3
Fortbewegung		328	35,9	43,5	6,8
Haus		57	6,2	459,8	72,2
Kopfkreisen		41	4,5		
Körperpflege		45	4,9	3,8	0,6
Kraulen		24	2,6	1,8	0,3
Rufen		1	0,1		
Stehen		25	2,7	3,4	0,5
Tandemlauf		9	1,0	1,6	0,2
Verfolgen		12	1,3	0,8	0,1
Gesamt	Erkunden	1997	31,7	574,34	39,2
	Fortbewegung	2477	39,3	222,76	15,2
	Haus	82	1,3	534,46	36,5
	Höhle	17	0,3	58,99	4,0
	Kopfkreisen	1147	18,2		
	Körperpflege	146	2,3	22,62	1,5
	Stehen	233	3,7	29,4	2,0
	Sozialverhalten	196	3,1	22,88	1,6

## How the kiwi lost his wings

One day, Tane Mahuta was walking through the forest. He looked up at his children reaching for the sky and he noticed that they were starting to sicken, as bugs were eating them. He talked to his brother, Tane Hokahoka, who called all of his children, the birds of the air together.

Tane Mahuta spoke to them. "Something is eating my children, the trees. I need one of you to come down from the forest roof and live on the floor, so that my children can be saved, and your home can be saved. Who will come?"

All was quiet, and not a bird spoke. Tane Hokahoka turned to Tui.

"E Tui, will you come down from the forest roof?"

Tui looked up at the trees and saw the sun filtering through the leaves. Tui looked down at the forest floor and saw the cold, dark earth and shuddered.

"Kao, Tane Hokahoka, for it is too dark and I am afraid of the dark."

All was quiet, and not a bird spoke. Tane Hokahoka turned to Pukeko.

"Pukeko, will you come down from the forest roof?"

Pukeko looked up at the trees and saw the sun filtering through the leaves. Pukeko looked down at the forest floor and saw the cold, damp earth and shuddered.

"Kao, Tane Hokahoka, for it is too damp and I do not want to get my feet wet."

All was quiet, and not a bird spoke. Tane Hokahoka turned to Pipiwharauoa.

"Pipiwharauoa, will you come down from the forest roof?"

Pipiwharauoa looked up at the trees and saw the sun filtering through the leaves. Pipiwharauoa looked around and saw his family.

"Kao, Tane Hokahoka, for I am busy at the moment building my nest."

All was quiet, and not a bird spoke. And great was the sadness in the heart of Tane Hokahoka, for he knew that if one of his children did not come down from the forest roof, not only would his brother lose his children, but the birds would have no home.

Tane Hokahoka turned to Kiwi.

"E kiwi, will you come down from the forest roof?"

Kiwi looked up at the trees and saw the sun filtering through the leaves. Kiwi looked around and saw his family. Kiwi looked at the cold, damp earth. Looking around once more, he turned to Tane Hokahoka and said, "I will."

Great was the joy in the hearts of Tane Hokahoka and Tane Mahuta, for this little bird was giving them hope. But Tane Mahuta felt that he should warn kiwi of what would happen.

"E kiwi, do you realise that if you do this, you will have to grow thick, strong legs so that you can rip apart the logs on the ground and you will lose your beautiful coloured feathers and wings so that you will never be able to return to the forest roof. You will never see the light of day again."

All was quiet, and not a bird spoke.

"E kiwi, will you come down from the forest roof?"

Kiwi took one last look at the sun filtering through the trees and said a silent goodbye. Kiwi took one last look at the other birds, their wings and their coloured feathers and said a silent goodbye.

Looking around once more, he turned to Tane Hokahoka and said, "I will."

Then Tane Hokahoka turned to the other birds and said, "E Tui, because you were too scared to come down from the forest roof, from now on you will wear the two white feathers at your throat as the mark of a coward. Pukeko, because you did not want to get your feet wet, you will live forever in the swamp. Pipiwaharuroa, because you were too busy building your nest, from now on you will never build another nest again, but lay your eggs in other birds' nests.

But you kiwi, because of your great sacrifice, you will become the most well known and most loved bird of them all."



Kiwi



Tui



Pukeko



Pipiwaharuroa

Die Maori-Legende "How the kiwi lost his wings" wurde abgerufen am 11. Dezember 2008 von <http://www.kiwinewz.com/html/losewing.htm>

Die vier Bilder wurden entnommen aus BULLER, WL (1888): A history of the birds of New Zealand. Bd. 2, 2. Aufl., Veröffentlichung durch den Autor, London, 359 S.; abgerufen am 22. Juli 2009 von den Seiten des New Zealand Electronic Text Centre ( [www.nzetc.org](http://www.nzetc.org))

Kiwi: <http://www.nzetc.org/tm/scholarly/BulBird-fig-Bul02BirdP047.html>

Pipiharauroa: <http://www.nzetc.org/tm/scholarly/BulBird-fig-Bul01BirdP015.html>

Pukeko: <http://www.nzetc.org/tm/scholarly/BulBird-fig-Bul02BirdP031.html>

Tui: <http://www.nzetc.org/tm/scholarly/BulBird-fig-Bul01BirdP010.html>

Die vier Bilder sind lizenziert unter CreativeCommons-Lizenz by-sa-3.0-nz  
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/nz/>

Herzlichen Dank an...

... Prof. Dr. Dieter Wallschläger für die Betreuung der Arbeit sowie die Unterstützung bei der Durchführung, sowohl der theoretischen durch Anregungen, Kommentare und Kritik als auch der praktischen in Form von Technik und handwerklichem Geschick.

... Dr. Rudolf Reinhard für die Anregung des Themas, das Vermitteln der nötigen Kontakte innerhalb und außerhalb des Zoos und die fachliche Unterstützung.

... Thomas Lenzner und sein Team der Fasanerie des Berliner Zoos für die Geduld beim Beantworten von Fragen, tatkräftige Unterstützung der Untersuchungen, fachliche Anregungen und den Einblick in die tierpflegerische Praxis.

... Dr. Bernhard Blaszkiewitz und Dr. Jürgen Lange für die Möglichkeit, durch kostenlosen Zugang und Schlüssel den Zoo zu jeder Tages- und Nachtzeit besuchen zu können.

... Ute Eggers, Naomi Itonaga, Angela Puschmann, Dr. Okka Tschöpe, Petra van Dorsten, Insa Voss und Dr. Gundula Wonke für Anregungen und Kritik, die mir geholfen haben, manches Problem zu lösen.

... Michael Bell für das kleine Programm zur Datensortierung, das mir viel Handarbeit erspart hat.

... Friederike Haller und Ute Eggers für das konstruktive Korrekturlesen.

... Barbara Grauf und Prof. Dr. Hans-Heinrich Voigt sowie die Universität Potsdam für die finanzielle Unterstützung, die mir diese Arbeit erst ermöglicht hat.

... meine Familie für den Rückhalt und die Aufmunterungen.