

# INAUGURAL – DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Naturwissenschaftlich-Mathematischen Gesamtfakultät

der

Ruprecht - Karls - Universität

Heidelberg

vorgelegt von

Diplom- Biologin Susann Janowski

aus Rudolstadt

Tag der mündlichen Prüfung:.....



Untersuchung zur Brutbiologie und Populationsgenetik der  
Wiesenweihe (*Circus pygargus* Linnaeus, 1758) mittels  
Mikrosatelliten-Analyse

Gutachter: Prof. Dr. Michael Wink

Prof. Dr. Thomas Braunbeck



## Zusammenfassung

Die Wiesenweihe (*Circus pygargus*), ein bodenbrütender Greifvogel, ist durch die Intensivierung der Landwirtschaft in vielen Regionen Europas bedroht und auf umfangreiche Schutzmaßnahmen angewiesen. Ziel der vorliegenden Arbeit war die Identifizierung artspezifischer Mikrosatelliten-Primer, um damit brutbiologische sowie populationsgenetische Analysen mittels Elternschaftstests durchzuführen. Diese Daten könnten in Schutzprogramme einfließen. Die größte deutsche Population im bayerischen Mainfranken war das Ziel, wo 2000-2012 Blutproben von Jungvögeln und 2009-2012 von adulten Weibchen gesammelt wurden. Mittels der 454-Pyrosequenzierung konnten 14 artspezifische STR-Loci identifiziert und für Elternschaftsanalysen verwendet werden. Zusammen mit zwei STR-Loci nahe verwandter Arten wurden drei Multiplex-Sets für die Mikrosatellitenanalyse zusammengestellt. Die Genotypisierung der Wiesenweihen erfolgte mittels Kapillar-Gelelektrophorese und Fluoreszenz-markierten Primern. 204 Familien mit 1276 Proben von Jungvögeln und 123 adulten Weibchen wurden über Elternschaftsanalysen ausgewertet.

Eine Untersuchung zum Alter bei Erstbrut ergab für Männchen ein Alter von drei Jahren und Weibchen von zwei Jahren. Die Erstbrut der Männchen lag durchschnittlich 15 km vom Schlupfort entfernt (Weibchen 22 km). Dabei konnten 41,2% der Männchen und 29,4% der Weibchen als philopatrisch bezeichnet werden, da sie sich in einer Entfernung von  $\leq 10$  km ansiedelten. Rückkehraten für Jungvögel ergaben für Männchen 4,9% und Weibchen 2,9% (zusammen 4%). Die Männchen stellten außerdem mit durchschnittlich 53,1% das häufigere Geschlecht unter den Jungvögeln dar. Auch bei den Adulten waren die Männchen das philopatrischere Geschlecht, da ihre Nest-Distanzen zwischen zwei Jahren 1,7-2,9 km betragen (Weibchen 6,4 km). Das Paarungssystem der Wiesenweihe kann anhand der Ergebnisse als vorwiegend saisonal monogam bezeichnet werden. Die Polygynie-Rate war mit 1,5% (drei von 204 Familien) sehr gering, so auch die Fremdvaterschaftsrate (0,5-1% der Bruten bzw. 0,3% aller Jungtiere). Nur 25,5% der adulten Weibchen brüteten in mehrjährigen Paarbindungen. Bei ihnen wurden ein signifikant höherer Bruterfolg und eine signifikant geringere Entfernung zum Vorjahresnest, im Vergleich zu Weibchen mit einjährigen Paarbindungen, festgestellt. Untersuchungen zur Lebenserwartung ergab für Männchen ein Alter von 3,8 Jahren und für Weibchen 3,6 Jahre. Einzelne Tiere wurden mit 7-10 Jahren deutlich älter. Für adulte Weibchen wurden zudem jährliche Überlebensraten von 60-82% ermittelt. Im Hinblick auf die Entwicklung von Management- und Schutzkonzepten wurden zusätzlich acht Brutvorkommen mitteleuropäischer Wiesenweihen auf genetischen Austausch untersucht. Das Ergebnis weist auf eine starke Durchmischung der Populationen hin, da diese aus genetischer Sicht sehr homogen waren. Genauere Analysen sind jedoch nötig, um Konsequenzen für Schutzprogramme abzuleiten. Alle Ergebnisse wurden auf mögliche biologische und methodische Hintergründe diskutiert.

## Summary

Montagu's harrier (*Circus pygargus*) breeds on the ground and is endangered due to intensification of agricultural activities. Therefore, in most European countries the species is in high demand of intensive conservation efforts. The aim of this work was to identify novel microsatellite loci for Montagu's harrier that can be used for breeding biological and population genetic analyses by means of paternity tests. These data could be used for conservation management. The work concentrated on the largest population in Germany: Mainfranken, Bavaria. Between 2000-2012 from chicks and between 2009-2012 from adult females blood samples were collected from this population. By means of 454-pyrosequencing 14 STR loci could be identified for use in parentage analyses. Another two loci from related species were found and three multiplex-PCR sets were developed for the microsatellite analysis. Genotyping of Montagu's harrier samples was performed by capillary-array electrophoresis using fluorescently labelled primers. Altogether 204 families containing 1276 samples from chicks and 123 samples from adult females were analysed via paternity tests.

Investigation on age of first breeding revealed an age of three years for males and of two years for females. Nests of first-breeding males were located 15 km away from the hatching site, whereas those of females were 22 km. 41.2% of males and 29.4% of females can be considered to be philopatric, since distances between nests of first breeding and hatching site were  $\leq 10$  km. Recruitment rates of males were 4.9% and for females 2.9%. Sex ratio of chicks was biased towards males (53.1%). Altogether, only 4% of the studied chicks returned to the breeding colony. Adult males seem to be the more philopatric sex because nesting distances between two consecutive years were found to be 1.7-2.9 km (6.4 km for females). Concerning results on partner fidelity, the breeding system of the species can be considered to be seasonally monogamous. Rates of bigamy (1.5%, three of 204 families) and extrapair youngs (0.5-1% of broods and 0.3% of all chicks) seem to be very low. Only 25.5% of females bred with the same partner in more than one year. A significant higher breeding success could be detected when females remained with the same partner compared to females that changed their partner every year. Moreover, nests of faithful females were located closer to the nest of the previous year, than those of non-faithful females. Mean age of males observed during the study period time was 3.8 years and 3.6 years for females. Individual birds reached much higher ages of 7-10 years. Furthermore, yearly survival rates of 60-82% could be determined for females. With regard to conservation efforts and management strategies, eight European populations were investigated for genetic exchange. Result indicate pronounced mixing of these populations, since they were found to be genetically homogenous. More detailed analyses on population genetics is needed to derive consequences for conservation. All findings are discussed regarding to biological and methodological aspects.

## Danksagung

Herzlicher Dank geht an Prof. Dr. M. Wink, dass ich das vorliegende Thema an seinem Lehrstuhl bearbeiten durfte. Vielen Dank für Unterstützung, Ratschläge und Hilfestellungen.

Prof. Dr. T. Braunbeck möchte ich Danken, der als mein Zweitbetreuer meine Arbeit unterstützt hat. Daneben danke ich meinen weiteren Prüfern, Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. V. Storch und Herrn Prof. Dr. S. Frings.

Für die finanzielle Unterstützung der Arbeit möchte ich folgenden Einrichtungen danken: der Gerhard und Ellen Zeidler-Stiftung, dem Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V. und der Graduiertenakademie der Universität Heidelberg für ein Stipendium nach dem Landesgraduiertenförderungsgesetz.

Prof. Dr. M. Frohme und Dr. M. A. Grohme der Technischen Universität Wildau, Molekulare Biotechnologie und funktionelle Genomik, danke ich für die 454-Pyrosequenzierung einer Wiesenweihenprobe. Damit haben sie zu einem wesentlichen Teil dieser Arbeit beigetragen.

Meinen aller herzlichsten Dank möchte ich an die Wiesenweihenschützer in Würzburg richten, darunter C. Pürckhauer, R. Krüger und C. Köllner-Krüger, E. Hoh, A. Gögelein, A. H. Klein, T. Mebs, G. Pauldrach, H. Schrank, E. Hetterich und vielen mehr. Ich danke ihnen für die großartige Arbeit mit den Wiesenweihen, die Einarbeitung und Unterstützung im Feld sowie für interessante und hilfreiche Gespräche. Sie haben die Probennahme sowie die Nestschutzarbeiten für mich zu einer unvergesslichen Zeit gemacht.

Auch den vielen Mitarbeitern und Kollegen am IPMB möchte ich für die Unterstützung danken: Vielen Dank an Dr. D. T. Tietze und Dr. H. Schäfer für fachliche Diskussionen und Ratschläge, an H. Sauer-Gürth und H. Staudter sowie die Azubis für die Unterstützung im Labor und an P. Fellhauer für ihr großartiges Engagement. Besonderer Dank geht auch an meine Kollegen I. Groß, C. Dziggel, E. Arnold, Dr. D. Kaufmann, Dr. A. Bauer und viele andere für ihre tägliche Unterstützung und Freundschaft im Labor.

Dr. A. Eben möchte ich besonders Danken für die Durchsicht der Arbeit, sowie für wertvolle Tipps.

Ich danke auch Prof. Dr. M. Koch, Dr. M. Kiefer und F. Michling für die Möglichkeit der Nutzung der MegaBACE am COS Heidelberg. Ich bedanke mich für wertvolle Tipps und technische Unterstützung.

Ein großes Dankeschön möchte ich meiner Familie aussprechen, besonders meinen Eltern R. und U. Janowski und meinem Mann A. Janowski für die unerschütterliche moralische Unterstützung während der Arbeit.

## **Veröffentlichungen im Rahmen der Arbeit**

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde folgender Aufsatz veröffentlicht:

Janowski S, Grohme MA, Frohme M, Wink M. (2014) Development of new microsatellite (STR) markers for Montagu's harrier (*Circus pygargus*) via 454 shot-gun pyrosequencing. *The Open Ornithology Journal* 7: 11-18.

## **Abstracts für Poster und Vorträge**

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden folgende Abstracts für Poster und Vorträge veröffentlicht:

Janowski S & Wink M (2011) Wiesenweihenschutz in Deutschland - Populationsgenetik schafft neue Möglichkeiten. *Vogelwarte* 49: Heft 4, 244-245.

Janowski S, Grohme M, Frohme M, Becker PH, Wink M (2012) Identifizierung neuer Mikrosatelliten-Marker für Flusseeeschwalben *Sterna hirundo* und Wiesenweihen *Circus pygargus* mittels Next-Generation Sequencing (NGS). *Vogelwarte* 50: 275-276.

Janowski S, Grohme M, Frohme M, Becker PH, Wink M (2012) Etablierung eines Mikrosatelliten-Verfahrens zur Ermittlung von Familienstammbäumen von Flusseeeschwalben *Sterna hirundo*. *Vogelwarte* 50:, 272-273.

Janowski S, Groß I, Becker PH, Wink M (2013) Analyse der Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb einer Kolonie der Flusseeeschwalbe *Sterna hirundo* mit neuen hoch-informativen STR-Markern. *Vogelwarte* 51: 278.

Janowski S, Wink M (2013) Schwerpunktthema "Vogel- und Artenschutz" DNA-Analysen bei Wiesenweihen *Circus pygargus* - Forensik im Artenschutz. *Vogelwarte* 51: 314-315.

Janowski S, Sauer-Gürth H, Groß I, Tietze DT, Becker PH & Wink M (2014) Flusseeeschwalben-Genetik: Paternität und Verwandtschaft. *Vogelwarte* 52: Heft 4, 289.



## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung
A	Adenin
APS	Ammoniumpersulfat
BP	Brutpaare
bp	Basenpaaren
C	Cytosin
CJS	Cormack-Jolly-Seber Modell
dATP	Desoxyadenosintriphosphat
ddATP	Didesoxyadenosintriphosphat
ddCTP	Didesoxycytidintriphosphat
ddGTP	Didesoxyguanosintriphosphat
ddNTP	Didesoxynukleosidtriphosphat
ddTTP	Didesoxythymidintriphosphat
DNA	Desoxyribonukleinsäure
dNTPs	Desoxyribonukleosidtriphosphat
EPC	<i>Extrapair Copulation</i>
EPF	<i>Extrapair Fertilization</i>
EPP	<i>Extrapair Paternity</i>
EPY	<i>Extrapair Young</i>
FAM	Fluorescein
G	Guanin
HEX	Hexachlorfluorescein
HWG	Hardy-Weinberg Gleichgewicht
i.d.R.	In der Regel
kb	Kilobasen
LPA	<i>Linear Polyacrylamide</i>
NGS	<i>Next-Generation Sequencing</i>
PAGE	Polyacrylamid-Gelelektrophorese
PCR	<i>Polymerase Chain Reaction</i>
PIC	Polymorphie Informationsgehalt
RNA	Ribonukleinsäure
SDS	Natriumdodecylsulfat
SNP	<i>Single Nucleotide Polymorphism</i>
STR	<i>Short-Tandem-Repeat</i>
T	Thymin
TEMED	N,N,N',N'-Tetramethyl-Ethylendiamin
TET	Tetrachlorfluorescein
WPC	<i>Within Pair Copulation</i>



# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	5
Summary .....	6
Danksagung .....	7
Veröffentlichungen im Rahmen der Arbeit .....	8
Abstracts für Poster und Vorträge .....	8
Abkürzungsverzeichnis .....	9
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>15</b>
1.1 ARTBESCHREIBUNG .....	15
1.1.1 <i>Identifikation und Klassifikation</i> .....	15
1.1.1.1 Morphologie .....	15
1.1.1.2 Einordnung in die Systematik .....	17
1.1.1.3 Phylogeographie europäischer Populationen .....	17
1.1.2 <i>Verbreitung und Bestand</i> .....	21
1.1.2.1 Verbreitung weltweit .....	21
1.1.2.2 Bestand und Gefährdung .....	21
1.1.2.3 Die deutschen Brutpopulationen .....	23
1.1.3 <i>Zugwege</i> .....	23
1.1.4 <i>Bruthabitat</i> .....	24
1.1.5 <i>Brutbiologie</i> .....	25
1.1.5.1 Gelege und Jungenaufzucht .....	25
1.1.5.2 Paarungssystem .....	26
1.1.5.3 Philopatrie von Alt- und Jungvögeln .....	27
1.1.5.4 Nahrung .....	28
1.2 DIE BRUTPOPULATION IM BAYERISCHEN MAINFRANKEN .....	29
1.2.1 <i>Die Entstehung der Population</i> .....	29
1.2.2 <i>Der Nestschutz</i> .....	29
1.3 UNTERSUCHUNGSGEBIET .....	30
1.4 ZIEL DER ARBEIT .....	32
<b>2 METHODEN .....</b>	<b>33</b>
2.1 PROBEN-SAMMLUNG .....	33
2.1.1 <i>Probengewinnung von juvenilen Wiesenweihen</i> .....	33
2.1.2 <i>Blutgewinnung an weiblichen Altvögeln mit Raubwanzen</i> .....	34
2.1.2.1 Verwendete Wanzen und Kunsteier .....	35
2.1.2.2 Durchführung der „Wanzen-Methode“ bei Wiesenweihen .....	36
2.2 MOLEKULARBIOLOGISCHE METHODEN .....	39
2.2.1 <i>Listen der verwendeten Materialien, Geräte und Chemikalien</i> .....	40
2.2.1.1 Verbrauchsmaterial .....	40
2.2.1.2 Kits .....	40
2.2.1.3 Geräte .....	41
2.2.1.4 Chemikalien .....	42
2.2.1.5 Puffer .....	43
2.2.2 <i>DNA-Isolation</i> .....	44
2.2.3 <i>PCR allgemein</i> .....	45
2.2.4 <i>Radioaktive PCR und genetische Geschlechtsbestimmung</i> .....	47
2.2.5 <i>Gelelektrophorese</i> .....	48
2.2.5.1 Agarose-Gelelektrophorese .....	49
2.2.5.2 Polyacrylamid-Gelelektrophorese (PAGE) und Autoradiographie .....	49
2.2.6 <i>STR-Primer Entwicklung</i> .....	50
2.2.6.1 Mikrosatelliten .....	50

2.2.6.2	Sequenzierungsmethoden allgemein-----	51
2.2.6.3	Next-generation sequencing und 454 Pyrosequenzierung -----	52
2.2.6.4	Entwicklung von STR-Primern für Wiesenweihen-----	53
2.2.6.4.1	454 Pyrosequenzierung einer Wiesenweihen-Probe -----	53
2.2.6.4.2	Auswahl polymorpher Loci -----	54
2.2.6.5	Multiplex-PCR Entwicklung -----	58
2.2.6.5.1	Multiplex-PCR allgemein-----	58
2.2.6.5.2	Verwendete Fluoreszenz-Farbstoffe-----	58
2.2.6.5.3	Multiplex-Vorversuche-----	59
2.2.7	<i>Genotypisierung der Wiesenweihen mittels drei Multiplex PCR Sets</i> -----	61
2.2.8	<i>Fragmentlängenanalyse mittels Kapillar-Gelelektrophorese</i> -----	65
2.2.9	<i>Auswertung von Elektropherogrammen</i> -----	66
2.3	ANALYSEMETHODEN -----	69
2.3.1	<i>Allel-Rundung</i> -----	69
2.3.2	<i>Loci-Charakterisierung</i> -----	71
2.3.2.1	Ausschluss nach der ersten Charakterisierung-----	73
2.3.2.2	Ausschluss nach der zweiten Charakterisierung-----	73
2.3.3	<i>Analysen mit den Programmen Cervus und Colony</i> -----	74
2.3.3.1	Identitätstest adulter Weibchen mit der Software Cervus-----	74
2.3.3.2	Elternschaftsanalyse mit dem Programm Colony-----	74
2.3.3.2.1	Darstellung der Ergebnisse durch Colony-----	75
2.3.3.2.2	Die weitere Datenauswahl und Überprüfung der Familien-----	76
2.3.4	<i>Berechnung von Überlebensraten mit dem Programm MARK</i> -----	76
2.3.5	<i>Analysen mittels den Programmen Structure und FSTAT</i> -----	79
2.3.5.1	Structure-----	79
2.3.5.2	FSTAT-----	80
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE -----</b>	<b>81</b>
3.1	ENTWICKLUNG VON STR-PRIMERN-----	81
3.1.1	<i>Ergebnisse der ersten Loci-Charakterisierung</i> -----	81
3.1.2	<i>Die finalen Multiplex-Sets</i> -----	82
3.1.3	<i>Ergebnisse der zweiten Loci-Charakterisierung</i> -----	83
3.2	MIKROSATELLITEN-ANALYSEN AN WIESENWEIHEN-----	93
3.2.1	<i>Lebensläufe von Männchen und Weibchen</i> -----	93
3.2.1.1	Lebensläufe von Weibchen-----	93
3.2.1.2	Lebensläufe von Männchen-----	97
3.2.2	<i>Juvenil-Philopatrie</i> -----	99
3.2.2.1	Ansiedlungsentfernung von Jungvögeln und Rekrutierung-----	99
3.2.2.1.1	Ansiedlungsentfernung Weibchen-----	99
3.2.2.1.2	Ansiedlungsentfernung Männchen-----	102
3.2.2.1.3	Rekrutierungsrate von Jungvögeln-----	106
3.2.3	<i>Adult-Philopatrie und Dauer von Paarbindungen</i> -----	106
3.2.3.1	Dauer von Paarbindungen-----	106
3.2.3.2	Philopatrie der Weibchen-----	108
3.2.3.2.1	Brutortstreue unabhängig von der Dauer der Paarbindung-----	109
3.2.3.2.2	Brutortstreue bei einjähriger Paarbindung-----	110
3.2.3.2.3	Brutortstreue bei mehrjähriger Paarbindung-----	111
3.2.3.3	Philopatrie der Männchen-----	113
3.2.3.4	Vergleich der Brutortstreue zwischen Weibchen und Männchen-----	115
3.2.4	<i>Paarungssystem</i> -----	116
3.2.4.1	Bruterfolg der Weibchen abhängig von der Dauer der Paarbindung-----	116
3.2.4.2	Polygynie bei Wiesenweihen-----	118
3.2.4.3	Fremdvaterschaften-----	120
3.2.5	<i>Demographie</i> -----	127
3.2.5.1	Überlebensraten von Wiesenweihen-----	127
3.2.5.2	Lebenserwartung von Wiesenweihen-----	130
3.2.5.3	Geschlechterverhältnisse bei Jungvögeln-----	130
3.2.6	<i>Populationsdifferenzierung mitteleuropäischer Wiesenweihen</i> -----	131
3.2.6.1	Populationsdifferenzierung mit Structure-----	131
3.2.6.2	Populationsdifferenzierung mit FSTAT-----	136

<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>138</b>
4.1	STR-PRIMER ENTWICKLUNG	138
4.1.1	<i>Identifikation artspezifischer STR-Marker und ihre Charakterisierung</i>	138
4.1.2	<i>Beurteilung der Analysemethoden</i>	138
4.2	MIKROSATELLITEN-ANALYSEN AN WIESENWEIHEN	139
4.2.1	<i>Juvenil-Philopatrie</i>	139
4.2.1.1	Ansiedlungsentfernung von Jungvögeln und Rekrutierung	139
4.2.2	<i>Philopatrie und Paarungssystem bei adulten Wiesenweihen</i>	142
4.2.2.1	Dauer von Paarbindungen und Bruterfolg	143
4.2.2.2	Dauer von Paarbindungen und Philopatrie	144
4.2.2.3	Polygynie	145
4.2.2.4	Fremdvaterschaften	146
4.2.3	<i>Demographie</i>	148
4.2.3.1	Überlebensraten von Wiesenweihen	148
4.2.3.2	Geschlechterverhältnisse bei Jungvögeln	150
4.2.4	<i>Populationsdifferenzierung mitteleuropäischer Wiesenweihen</i>	151
4.3	FAZIT UND AUSBLICK	153
<b>5</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>155</b>
<b>6</b>	<b>VERWENDETE PROBEN UND ALLELVERTEILUNG</b>	<b>163</b>
6.1	VERWENDETE PROBEN UND ALLELVERTEILUNG FÜR DIE PROGRAMME COLONY UND CERVUS	163
6.2	VERWENDETE PROBEN UND ALLELVERTEILUNG FÜR DIE PROGRAMME STRUCTURE UND FSTAT	195
6.3	VERWENDETE PROBEN FÜR GESCHLECHTERVERHÄLTNISSE BEI JUNGVÖGELN	199



# 1 Einleitung

Die Wiesenweihe (*Circus pygargus*), ein am Boden brütender Greifvogel, ist wie viele andere Vögel der Agrarlandschaft auch, durch die Intensivierung der Landwirtschaft bedroht. Sie ist ein Langstreckenzieher, der sechs bis acht Monate in semi-ariden offenen Habitaten südlich der Sahara sowie auf dem indischen Sub-Kontinent überwintert (Clarke, 1996; Trierweiler & Koks, 2009). Ihre Brutgebiete sind südwestlich-paläarktisch ausgerichtet (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971; Cramp and Simmons, 1980). Wenngleich BirdLife International (2014) den globalen Bestand der Art als „nicht gefährdet“ (*least concern*) einstuft, so werden in vielen europäischen Brutgebieten rückläufige Bestandstrends gemeldet. Auch in Deutschland ist die Wiesenweihe regional stark gefährdet und auf der Roten Liste der Gefährdeten Arten aufgeführt (Südbeck *et al.*, 2007). In ganz Westeuropa geht man davon aus, dass 60-70% der Nestlinge, die in Agrarflächen schlüpfen, ohne aktiven Nestschutz nicht überleben könnten (Arroyo *et al.*, 2002). Folglich ist die Wiesenweihe auf umfangreiche Schutzmaßnahmen angewiesen.

Neben dem reinen Nestschutz, so kann auch die Forschung zur Ökologie der Art einen entscheidenden Beitrag zum Schutz liefern. Umfangreiche Untersuchungen liegen z.B. über die Zugwege und Überwinterungsgebiete vor (Clarke, 1996; Trierweiler & Koks, 2009), sowie über Raumnutzung (Trierweiler, 2010), Nahrungspräferenzen (Salamolard *et al.*, 2000; Götz, 2002; Millon *et al.*, 2002; Trierweiler, 2004; Hölker & Wagner, 2006) und Brutbiologie (siehe z.B. Glutz von Blotzheim *et al.* (1971) und Arroyo *et al.* (2004)). Große Lücken bestehen jedoch noch im Hinblick auf Philopatrie von Alt- und Jungvögeln, Rückkehraten von Jungvögeln und Überlebensraten von Altvögeln. Zudem gibt es kaum genetische Untersuchungen an der Art, die Aussagen über die genetische Variabilität zulassen. Diese Themen sind jedoch entscheidend für die Verbesserung von Schutzkonzepten. In der vorliegenden Arbeit sollte daher näher auf diese Problematiken eingegangen werden.

## 1.1 Artbeschreibung

### 1.1.1 Identifikation und Klassifikation

#### 1.1.1.1 Morphologie

Die genannten Merkmale für *Circus pygargus* sind den Seiten 380-406 der Artbeschreibung in Glutz von Blotzheim *et al.* (1971) entnommen.

Die Wiesenweihe ist die kleinste und zierlichste Art der Gattung *Circus* und besitzt die vergleichsweise längsten Flügel in Relation zur Körpergröße. Im Vergleich zu anderen *Circus* Arten sind bei beiden Geschlechtern auffallend kürzere und schwächere Beine zu nennen.

Typisch für die Gattung ist außerdem ein ausgeprägter Sexualdimorphismus, der *Circus* von anderen Accipitriformes Gattungen unterscheidet. Sexualdimorphismus wird traditionell mit einem polygamen Paarungssystem in Verbindung gebracht (Mock & Fujioka, 1990).

Die Weibchen sind durch ihre braune Gefiederfärbung, mit helleren Stellen an der Körperoberseite und dem Kopf, sehr gut getarnt. Während des Fluges werden weiße Federn am Bürzel sichtbar (Abbildung 1). Von der nahe verwandten Kornweihe *Circus cyaneus* sind sie durch ein dunkleres Gesicht und den weniger stark ausgeprägten hellbraunen Nackenring zu unterscheiden. Die Körperunterseite ist deutlich heller, weiß oder creme-farbig, und weißt breite, rotbraune Schaftstreifen am Hals- Brust-, Bauch- und Flankengefieder auf.



Abbildung 1: Zwei weibliche Wiesenweihen  
(beide Fotos zur Verfügung gestellt von © R. Lang)

Männchen im ersten Kalenderjahr ähneln optisch den Weibchen, sind jedoch meistens im Gesamtbild etwas grauer. Adulte Männchen haben ein typisch Tauben- oder asch-graues Gefieder und unterscheiden sich von der ähnlichen Kornweihe *C. cyaneus* und der Steppenweihe *C. macrourus* durch zwei schwarze Streifen auf der Unterseite der Armschwingen sowie einem schwarzen Streifen auf der Oberseite (Abbildung 2). Bei 1- und 2-jährigen Männchen können diese Streifen noch recht undeutlich ausgeprägt sein. Die sechs äußeren Handschwingen sind schwarz und besitzen bräunlich-graue Spitzen. Das Brust- und Nackengefieder erscheint etwas heller in der Graufärbung als die Oberseite des restlichen Körpers. Hingegen sind die Flanken sowie die Flügelunterseiten weiß und mit rotbraunen, Pfeilspitzen-ähnlichen Strichen versehen.





Abbildung 2: Zwei männliche Wiesenweihen

(beide Fotos zur Verfügung gestellt von © R. Lang)

Auch im Gewicht wird ein auffälliger Sexualdimorphismus deutlich. Während Männchen 227-305 g wiegen, sind bei den Weibchen Gewichte zwischen 319 und 445 g möglich. Die Flügelspannweite beträgt bei den Männchen 342-389 mm und bei den Weibchen 350-388 mm. Aufgrund des relativ geringen Körpergewichtes zusammen mit der großen Flügelspannweite sind Wiesenweihen sehr wendige und ausdauernde Flieger.

#### **1.1.1.2 Einordnung in die Systematik**

Die Gattung *Circus* gehört zur Familie der Habichtartigen *Accipitridae* (Ordnung *Accipitriformes*) mit 13 beschriebenen Arten weltweit (Simmons, 2000). Phylogenetische Analysen der *Accipitridae* haben bisher zu unterschiedlichen Positionen der Gattung *Circus* innerhalb ihrer Familie geführt. Wink and Sauer-Gürth (2004) als auch Lerner and Mindell (2005) platzieren die Weihen (*Circus*) in unmittelbare Nähe zu *Accipiter*. Hingegen wird *Circus* bei Griffiths *et al.* (2007) innerhalb der Gattung *Accipiter* positioniert, wodurch angedeutet wird, dass letztere Gattung paraphyletisch sein könnte. Da jedoch die zugrunde liegenden bootstrap Werte in diesem Fall sehr gering waren, erscheint die erstere Situation bisher sicherer.

#### **1.1.1.3 Phylogeographie europäischer Populationen**

Zur Phylogeographie europäischer Wiesenweihen gibt es bislang nur wenige Untersuchungen. Über die Analyse mitochondrialer DNA (t-RNA Trp, *ND2* und *COI*) konnte keine tiefere genetische Differenzierung von 13 europäischen und asiatischen Brutvorkommen gezeigt werden (García *et al.*, 2011). Während europäische Populationen weitgehend homogen sind, scheint

eine Differenzierung zwischen südwestlichen und nordöstlichen Populationen des globalen Wiesenweihen-Bestandes zu bestehen.

Eine am IPMB Heidelberg von Prof. M. Wink und Mitarbeitern durchgeführte, unveröffentlichte Analyse der Phylogeographie über die Amplifizierung und Sequenzierung des mitochondrialen Cytochrom b-Gens (*cyt b*) identifizierte kaum populationspezifische Haplotypen. Die Variabilität des *cyt b*-Gens scheint innerhalb der Wiesenweihen-Populationen vergleichsweise gering zu sein. Dies deutet auf einen engen Austausch (Genfluss) der Wiesenweihen Europas hin. Immigration und Emigration scheinen regelmäßige Ereignisse zu sein. Abbildung 3 zeigt ein *Maximum Likelihood*-Phylogramm, Abb. 4 das zugehörige ML-Kladogramm. In letzterem ist eine Strukturierung in 3-4 Gruppen (*Clades*) zu erkennen, die teilweise mit den Herkünften korrelieren; z.B. sind die spanischen Wiesenweihen fast alle in einem gemeinsamen *Clade*. Da innerhalb der *Clades* fast immer auch Tiere aus anderen Populationen zu finden sind, ist eine intensive Durchmischung wahrscheinlich. Im Rahmen derselben Studie wurde mittels sechs STR-Loci von nahe verwandten Greifvogelarten eine *Cluster*-Analyse mit dem Programm Structure 2.3.4 (Evanno *et al.*, 2005) für die Populationen Mainfranken, Niederlande und Spanien durchgeführt. Den Ergebnissen zufolge herrscht ein hoher Genfluss zwischen den Gruppen. Eine klare Abgrenzung der Mainfranken von den anderen beiden Populationen war nicht erkennbar. Alle Gruppen wiesen dieselben Allele auf, jedoch in unterschiedlichen Anteilen. Diese Ergebnisse könnten auf individuelle oder familiäre Unterschiede zurückzuführen sein und könnten folglich, bei der Verwendung anderer Proben und STR-Marker zu anderen Resultaten führen. Folglich wurde mit der vorliegenden Dissertation eine erneute Untersuchung der Phylogeographie mit artspezifischen STR-Loci angestrebt.

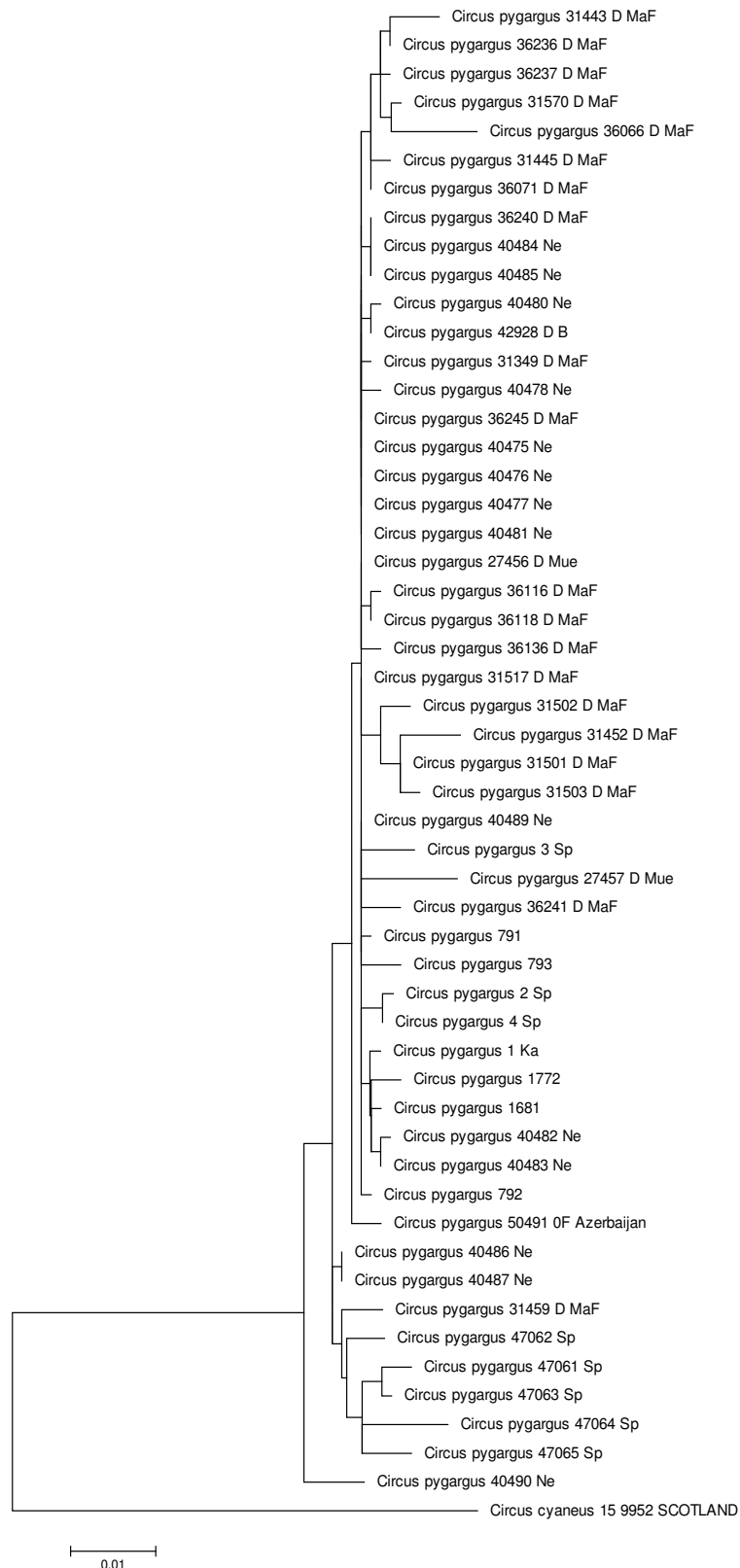


Abbildung 3: ML-Phylogramm der cyt b-Sequenzen für Wiesenweihen aus verschiedenen Populationen

MaF: Mainfranken, Ne: Niederlande, Sp: Spanien, Ka: Kasachstan. Als Außengruppe wurde *Circus cyaneus* verwendet; *Substitution Model: General Time Reversible model; Rates among Sites: gamma distributed with invariant sites (G+I); number of discrete gamma categories: 5; tree inference options: ML heuristic method Nearest-Neighbour-Interchange (NNI)*

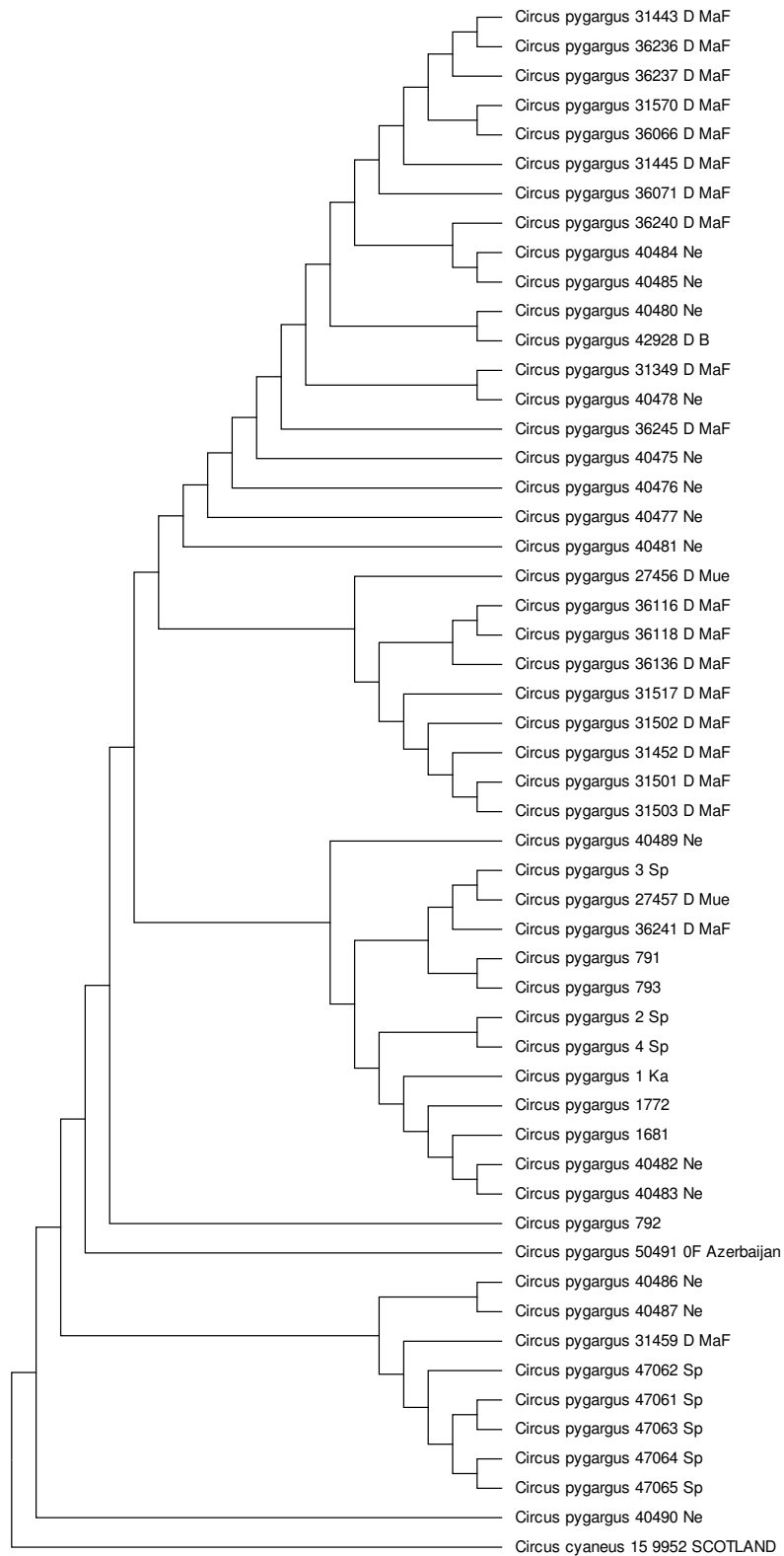


Abbildung 4: ML-Kladogramm der cyt b-Sequenzen für Wiesenweihen aus verschiedenen Populationen

MaF: Mainfranken, Ne: Niederlande, Sp: Spanien, Ka: Kasachstan. Als Außengruppe wurde *Circus cyaneus* verwendet.

## **1.1.2 Verbreitung und Bestand**

### **1.1.2.1 Verbreitung weltweit**

Das Brutgebiet der Wiesenweihe weist eine südwestliche paläarktische Ausbreitung auf (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971; Cramp & Simmons, 1980). Es reicht von Marokko, Algerien, Spanien, Südfrankreich und Norditalien über Ostkroatien, Ungarn, Rumänien und das nordöstliche Bulgarien bis in die Türkei (Anatolien), den südlichen Kaukasus und den nördlichen Teil des iranischen Hochlandes. Im Norden erreicht es die Britischen Inseln und südliche Teile Dänemarks, Schwedens und Finnlands. In Westsibirien ist die nördliche Grenze etwa bei 56°30' N erreicht. Die südliche Grenze umfasst den größten Teil der Steppen Kasachstans bis in das nördliche Altai-Vorland. (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971)

In Europa ist die Wiesenweihe insgesamt sehr lückenhaft verteilt, regional sogar gänzlich abwesend. Generell ist das Vorkommen der Art als relative un stetig zu betrachten. So können Brutplätze, die in einem Jahr völlig verweist sind, im nächsten Jahr und den folgenden wieder besiedelt sein (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971).

### **1.1.2.2 Bestand und Gefährdung**

Bezüglich BirdLife International (2014) wird der globale Bestand der Wiesenweihe auf 50.000-74.000 Brutpaare geschätzt und die Art daher als „nicht gefährdet“ (*least concern*) eingestuft. Die europäische Brutpopulation umfasst etwa 35.000 bis 65.000 Paare, wobei der größte Anteil (20.000-35.000 Paare) in Russland zu finden ist.

Seit den 1970er Jahren sinken die Bestände jedoch in vielen Ländern aufgrund einer intensiver werdenden Agrarwirtschaft, sodass die Art regional bereits stark gefährdet ist. Die zugrunde liegenden Ursachen sind unter anderem bei der direkten Zerstörung der Nester durch Ernteaktivitäten, dem Verlust geeigneter Jagdhabitats und der bevorzugten Beute (kleine Säuger und Vögel), sowie in einem gesteigerten Einsatz von Pestiziden bzw. einer gesteigerten Heuschreckenbekämpfung in den Winterquartieren zu finden (Ferguson-Lees & Christie, 2001). Gemäß BirdLife International (2014) liegen heute die wichtigsten europäischen Populationen in Spanien (2500-10.000 Brutpaare), Frankreich (3800-5100), Weißrussland (3000–5000), Polen (1300-2500) und der Ukraine (1500-2400).

In Europa genießt die Wiesenweihe einen erhöhten Schutzstatus mit der Aufnahme in den Anhang 1 der Europäischen Vogelschutzrichtlinie, da abnehmende Brutpaarzahlen in vielen Ländern eine zunehmende Gefährdung zeigen. In den folgenden Punkten 1-5 werden weitere Studien genannt, die von Illner (2011) zusammengetragen wurden und teilweise andere Bestandszahlen nennen:

1. Spanien schätzt seinen nationalen Bestand auf 5100-8800 Paare (Arroyo & García, 2007). In einigen Gebieten (hauptsächlich Castilla-León) konnten sogar zunehmende Bestände beobachtet werden, sehr wahrscheinlich beruhend auf einem saisonal schwankenden Beutevorkommen (Feldmäuse). Andere Regionen verzeichnen hingegen sinkende Bestände, sodass Spaniens Population momentan ein stabiles Niveau zu haben scheint. Nichtsdestotrotz wird eine zunehmende Gefährdung offensichtlich (Einstufung als "gefährdet" (*vulnerable*) nach dem IUCN Kriterium A3cd), da mit einem Kollaps der Population gerechnet wird, sobald die aktuellen umfangreichen Schutzmaßnahmen eingestellt würden (Arroyo & García, 2007).

2. Frankreich hat in der Periode 2000 bis 2002 etwa 3900-5100 Brutpaare ermittelt, jedoch mit einem abwärts gerichteten Trend, verursacht durch die Intensivierung der Agrarwirtschaft (Millon & Bretagnolle, 2004). In der Lorraine z.B. gab es zwischen 1988-1990 noch etwa 100 bis 135 Brutpaare, die jedoch in der Zeit zwischen 2004-2006 auf etwa 40-50 Paare geschrumpft sind (Vandekerckhove *et al.*, 2008). Wie Spanien auch, so stuft Frankreich die Art entsprechend UICN (2011) als "gefährdet" ein.

3. In Ostpolen schätzte im Jahr 2009 D. Krupinski (zitiert von Illner (2011)) den nationalen Bestand auf 3300-3550 Brutpaare. Genaue Bestandszahlen liegen nicht vor; regional sinkende Zahlen weisen jedoch auf einen abnehmenden Populationstrend hin.

4. Starke Verluste wurden auch in den niederländischen Brutgebieten verzeichnet. Gab es zwischen 1900 und 1930 noch etwa 500-1000 Brutpaare (Koks *et al.*, 2007), so brach der Bestand ab 1950 auf gerade einmal drei Brutpaare zusammen. Allein durch die Stilllegung von Anbauflächen und dem damit einhergehenden Anstieg der Feldmausdichte (der bevorzugten Beute), im Rahmen von Reformen in der Agrarpolitik 1989, konnte sich die Population langsam wieder erholen (Koks & Van Scharenburg, 1997). Nicht zuletzt rettete sicherlich auch der voranschreitende Wechsel des bevorzugten Bruthabitates (Kapitel 1.1.4 Bruthabitat), von immer seltener werdenden natürlichen Feuchtgebieten hin zu Brutten in Getreideflächen, die Art vor dem gänzlichen verschwinden. Heute wird der niederländische Bestand auf einem gleichbleibenden Niveau von 64 Brutpaaren geschätzt (A. Schlaich (zitiert durch Illner (2011))).

5. Auch in Italien und Dänemark werden starke Abnahmen verzeichnet. Das größte und am umfangreichsten untersuchte Brutgebiet in Mittelitalien (östlich der Apenninen) meldet sinkende Bestände seit 2002. 2005 konnten sogar nur fünf Paare ermittelt werden. Die Gründe werden auch hier in den sich verschlechternden Nahrungsbedingungen gesehen (Pandolfi & Tanferna, 2009). In Dänemark (Jutland) gab es 2011 nur 22-25 Paare. Im Zeitraum 1995-1997 waren es noch 35 (Rasmussen & Clausen, 2011). Großbritannien meldet in den letzten Jahren stets fluktuierende Zahlen um etwa 15-20 Brutpaare (Clarke, 2002), siehe auch BTO (2015).

### **1.1.2.3 Die deutschen Brutpopulationen**

Auch in Deutschland ist die Wiesenweihe regional stark gefährdet und in der Roten Liste der Gefährdeten Arten vertreten (Südbeck *et al.*, 2007). Wichtige Brutvorkommen sind noch in Bayern (2004-2008: 134 Brutpaare (BP), 2009-2013: 175 BP), Niedersachsen inklusive Bremen (2004-2008: 71 BP, 2009-2013: 82 BP), Schleswig-Holstein (2004-2008: 38 BP, 2009-2013: 37 BP), Nordrhein-Westfalen (2004-2008: 30 BP, 2009-2013: 25 BP), Brandenburg inklusive Berlin (2004-2008: 26 BP, 2009-2013: 26 BP), Sachsen-Anhalt (2004-2008: 21 BP, 2009-2013: 28 BP), Mecklenburg-Vorpommern (2004-2008: 19 BP, 2009-2013: 16 BP) und im nordöstlichen Teil Baden-Württembergs, der von der wachsenden Bayerischen Population zu profitieren scheint (2004-2008: 3 BP, 2009-2013: 12 BP), zu finden (Informationen zusammengetragen von H. Illner, unveröffentlicht). Die in Deutschland erfassten Brutpaare zählten zusammen zwischen 2004 und 2008 344 BP und 2009-2013 404 BP. Da Brutpaare mit unklarem Status nicht einbezogen und der Anteil unbekannter Brutpaare nicht abgeschätzt wurde, war bzw. ist der Bestand wahrscheinlich etwas größer. Diese Entwicklung scheint auf eine wachsende deutsche Population hinzuweisen, die hauptsächlich umfangreichen und aufwendigen Nestschutzmaßnahmen zu verdanken ist. (Südbeck *et al.*, 2007; Stiefel, 2010). Den größten Anteil an den steigenden Zahlen hat das ungebrochene Wachstum des Brutbestandes im bayerischen Mainfranken und dem Nördlinger Ries (23,7% Wachstum zwischen den zwei betrachteten Zeiträumen). Dieses Wachstum wirkt sich direkt auf die benachbarten Gebiete in Baden-Württemberg aus (Pürckhauer *et al.*, 2014), wo dadurch ein Anstieg von 73,8% erreicht wurde. Auch Niedersachsen meldet eine deutlich positive Entwicklung (26,2% Wachstum), während starke Abnahmen in Nordrhein-Westfalen (16,5% Abnahme) und Mecklenburg-Vorpommern (19,2%) gemeldet werden. Ein starker Abwärtstrend wird besonders in Mecklenburg-Vorpommern deutlich (40-50 Brutpaare 1968 (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971)), wo der Bestand schon seit vielen Jahren schrumpft.

### **1.1.3 Zugwege**

Die Wiesenweihe ist ein Langstreckenzieher und überwintert sechs bis acht Monate in semi-ariden offenen Habitaten in West-, Ost- und Südafrika südlich der Sahara sowie auf dem indischen Sub-Kontinent (Clarke, 1996; Trierweiler & Koks, 2009). Sie verlassen ihre Brutgebiete Ende Juli und August bis Oktober, um im Frühjahr frühestens Ende März, meistens jedoch erst Mitte April bis zur zweiten Maihälfte zurückzukehren (Bauer *et al.*, 2005).

In den letzten Jahren wurden die Zugwege dieser Art mit Hilfe der Satellitentelemetrie umfangreich untersucht (Exo *et al.*, 2010; Trierweiler, 2010). Etwa  $\frac{3}{4}$  der in Mitteleuropa mit Satelliten-Sendern ausgestatteten Wiesenweihen (Niederlande, Deutschland und Dänemark) wählten während des Frühjahr- und Herbstzuges einen westlich ausgerichteten Weg über

Frankreich und Spanien. Die restlichen beobachteten Tiere zogen über Italien und Sardinien nach Süden. Aus Nordost-Polen stammende Vögel flogen im Herbst über Griechenland und Italien und kehrten im Frühjahr über Italien und Sardinien zurück in ihre Brutgebiete (Trierweiler *et al.*, 2014). Da die meisten Vögel ein und dieselbe Route in aufeinanderfolgenden Jahren benutzen nehmen Exo *et al.* (2010) an, dass Individuen ihre gewählte Route über mehrere Jahre beibehalten. Trierweiler *et al.* (2014) fanden heraus, dass das Überwinterungsgebiet in Afrika von der gewählten Zugroute abhängt. Das Hauptüberwinterungsgebiet der untersuchten Vögel lag in Westafrika. Tiere, die im Herbst über Spanien zogen, überwinterten meistens in Süd-Mauretanien, im Senegal und in Mali, wohingegen Tiere, die den zentraleren Weg über Italien nahmen, vorwiegend im Westniger und Nordwest-Nigeria bis Burkina Faso blieben. Nordost-europäische Vögel überwinterten im Niger, in Nigeria, im westlichen Tschad und in Nord-Kamerun. Folglich blieben die Überwinterungsgebiete der über Spanien migrierenden Vögel weitgehend von denen der Nordost-europäischen Vögel getrennt.

#### **1.1.4 Bruthabitat**

In der West-Paläarktis bevorzugen Wiesenweihen eine warme und offene Landschaft mit flachen Hügeln und Flüssen (Garcia & Arroyo, 2001). Traditionell brütete die Art im Feuchtland, in ariden Zonen mit lockeren Schilfbeständen, sowie in Flachmoren und feuchten Wiesen (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971). Auch Salz-Wiesen (Sanchez-Zapata *et al.*, 2003), Steppe-ähnliches Grasland und Heidelandschaften wurden zur Brut genutzt (Clarke, 1996). Zu Beginn des 20. Jahrhunderts gab es erste dokumentierte Bruten in Getreidefeldern (Frionnet, 1925); ein „Vegetationstyp“, der schon immer als mögliches Bruthabitat bekannt war. (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971). In den 1950er und 1960er Jahren traten vermehrt solche Bruten auf und ein Wechsel des bevorzugten Bruthabitates, der sich schrittweise in ganz Mitteleuropa vollzog, wurde immer deutlicher (Arroyo *et al.*, 2004). Heute brüten 70-90% der West-europäischen Wiesenweihen in Getreidefeldern (Arroyo, 1995) und können als eine typische Vogelart der Agrarlandschaft betrachtet werden. Nur in den großen Steppengebieten Russlands, Weißrusslands und Polens brüten Wiesenweihen noch bevorzugt in ihren ursprünglichen, natürlichen und halbnatürlichen Bruthabitaten (Arroyo *et al.*, 2004). Dieser Bruthabitat-Wechsel ist als Folge des Verlustes natürlicher Brutgebiete, vor allem durch Entwässerung humider Zonen, zu sehen und zeigt gleichfalls eine besondere Flexibilität dieser Vogelart, auf Veränderungen in der Umwelt zu reagieren. Es ist jedoch auch bekannt, dass sich die Vögel bei der Ankunft im Brutgebiet bevorzugt in Flächen mit einer genügend hohen Vegetation niederlassen. In der Agrarlandschaft trifft dies im Frühjahr zumeist auf Getreidefelder zu, die folglich dann auch bevorzugt aufgesucht werden (Cramp & Simmons, 1980; Millon *et al.*, 2002; Griesenbrock, 2006; Fonger, 2008; Illner, 2008).



## 1.1.5 Brutbiologie

### 1.1.5.1 Gelege und Jungenaufzucht

Die Gattung *Circus* wird charakterisiert durch das Anlegen eines Bodennestes und der Beuteübergabe in der Luft. Nur die Fleckenweihe *Circus assimilis* Australiens und Indonesiens nistet im Gegensatz zu allen anderen Arten in Bäumen (Watson, 1977).

Die Männchen der Wiesenweihe erreichen das Brutgebiet in der Regel zuerst. Erst nach der Ankunft der Weibchen bilden sich die Paare (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971), die in den meisten Fällen nur eine Brutsaison zusammen bleiben und daher als saisonal monogam bezeichnet werden (Arroyo *et al.*, 2004). Vor der Zeit des eigentlichen Legebeginns kann es dennoch zu mehreren Partnerwechseln kommen (Arroyo *et al.*, 2004). Die Wiesenweihe wird als ein semikolonialer Brüter bezeichnet (Arroyo *et al.*, 2002), da neben lockerverteilten Einzelbruten, auch geklumpfte Bruten auftreten. Dabei können einzelne Kolonien über mehrere Jahre besetzt sein, sich aber auch im Laufe der Zeit wieder auflösen (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971).

Während der Balz werben die Männchen durch imposante Schauflüge um Weibchen. Die Nistplatzwahl wird vermutlich durch das Männchen gesteuert, welches dem Weibchen einen möglichen Platz anbietet. Die Nistplatzwahl scheint hauptsächlich von der Wuchshöhe der Vegetation beeinflusst zu werden. Zwischen verschiedenen Vegetationstypen, sowie innerhalb eines bestimmten Vegetationstyps, bevorzugen sie jenes mit dem höchsten Wuchs (Arroyo *et al.*, 2004). Dabei werden in der Regel Wuchshöhen zwischen 50 und 100 cm (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971; Clarke, 1996) bevorzugt. In Mainfranken ist das Wintergetreide (Gerste und Weizen), in den letzten Jahren jedoch zunehmend auch der für die Biogasgewinnung angebaute Grünroggen, zu Beginn der Brutsaison am weitesten entwickelt. Diese Anbaufrüchte stellen daher das bevorzugte Bruthabitat mainfränkischer Wiesenweihen dar (Pürckhauer, 2009).

Der Brutplatz wird zunächst vom Männchen vorbereitet, in dem es einige Zweige um das entstehende Nest herum entfernt. Der eigentliche Nestbau obliegt ausschließlich dem Weibchen. Im Gegensatz zur Kornweihe *Circus cyaneus* ist das Nest der Wiesenweihe sehr flach und einfach gebaut. Im Laufe der Brutphase und in der frühen Phase der Jungenaufzucht wird es kontinuierlich erweitert. (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971; Arroyo *et al.*, 2004)

Im südlichen Verbreitungsgebiet der Wiesenweihen beginnt die Eiablage bereits Ende April, in den nördlichen Gebieten hingegen erst Ende Mai (Arroyo *et al.* 2004). Im Schnitt werden drei bis fünf Eier im Abstand von ein bis zwei Tagen gelegt (Cramp & Simmons, 1980). Auch größere Gelege mit sechs oder sieben Eiern sind keine Seltenheit. Gelegentlich treten auch Bruten mit mehr als acht oder zehn Eiern auf. In diesen Fällen kann die Beteiligung eines

zweiten Weibchens nicht ausgeschlossen werden, ist bisher jedoch kaum nachgewiesen (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971). Das Weibchen brütet 28-30 Tage und wird während dieser Zeit vom Männchen mit Nahrung versorgt (Cramp & Simmons, 1980). Die Jungen schlüpfen mit einem Abstand von ein 1-2 Tagen (Arroyo, 2002) und sind nach weiteren 28 Tagen flugfähig. Bis zum 35sten Tag bleiben sie zumeist noch in unmittelbarer Nähe des Horstes (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971). Solange die Jungen noch vom Weibchen gehudert werden, ist allein das Männchen für die Nahrungsbeschaffung zuständig. Später beteiligt sich dann auch das Weibchen an der Futtersuche. Auch nach dem Verlassen des Nestes werden die Jungen zumeist vom Männchen weiter versorgt, während das Weibchen oftmals bereits zum Zug in das Winterquartier aufbricht (Arroyo, 1995; Kitowski, 2002).

### **1.1.5.2 Paarungssystem**

Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen einem monogamen (Paarbindung zwischen einem Männchen und einem Weibchen) und einem polygamen Paarungssystem (Wink and Dyrz, 1999) wobei sich letzteres noch einmal in Polygynie (Paarbindung zwischen einem Männchen und mehreren Weibchen), Polyandrie (Paarbindung zwischen einem Weibchen und mehreren Männchen) und Polygynandrie (Paarbindung die zwei oder mehr Männchen und zwei oder mehr Weibchen einschließt) unterteilen lässt. Paarungsverhalten, bei dem beide Geschlechter über lange Zeit nicht in einer engeren Bindung zueinander stehen, wird als promiskuitiv bezeichnet. Diese Paarungssysteme beziehen sich i.d.R. auf ein beobachtetes Verhalten (Balz, Kopulation, Bewachung des Brutpartners und Brutfürsorge). Nicht selten treten jedoch Kopulationen (*Extrapair Copulations*, EPC) und Fertilisationen (*Extrapair Fertilization*, EPF) außerhalb des Paarbundes auf, die zu „Kuckucks-Kindern“ (*Extrapair Youngs*, EPY) führen können. Um diese nachzuweisen, werden genetische Analysen mit multilocus Systemen (DNA-Fingerprint) oder singlelocus Systemen (Mikrosatelliten-DNA) angewendet. Die verschiedenen Paarungssysteme werden als Resultat der sexuellen Selektion betrachtet, bei der beide Geschlechter unabhängig voneinander nach einem möglichst hohen Fortpflanzungserfolg streben (Mock & Fujioka, 1990).

Ein monogames Paarungssystem ist typisch für die meisten Vogelarten, wengleich auch polygames Verhalten, sowie Paarungen außerhalb des Paarbundes (*Extrapair Paternity*, EPP), in sämtlichen Abstufungen zu finden sind (Greenwood, 1980).

Monogamie ist auch bei Säugetieren zu finden. Besonders bei Caniden, die oftmals sehr große Würfe produzieren und diese nach der Laktation noch lange Zeit mit viel Nahrung versorgen müssen, ist dieses Paarungssystem ausgeprägt (Mock & Fujioka, 1990). In polygamen Paarungssystemen müssen die Weibchen mehr in den Nachwuchs investieren, als die

Männchen. Durch das Säugen der Nachkommen sind sie zumindest eine gewisse Zeit ortsgebunden und müssen daher ein gutes Territorium gewinnen. Die Männchen hingegen können ihren reproduktiven Erfolg durch möglichst viele Paarungen mit verschiedenen Weibchen optimieren.

Generell wird die Wiesenweihe als saisonal monogam betrachtet, da sie in den meisten Fällen den Brutpartner jährlich wechselt (Arroyo *et al.*, 2004). Paarbindungen, die mehr als eine Brutsaison umfassen, sowie polygynes und polyandrisches (Arroyo, 1996b; Arroyo *et al.*, 2004) Verhalten sind dennoch keine Seltenheit (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971; Arroyo *et al.*, 2004). Nach der Verpaarung im Brutgebiet balzen die Männchen häufig weiter und gehen teilweise eine zweite Paarbindung mit einem später ankommenden Weibchen ein. Die beiden Nester eines polygynen Männchens werden i. R. dann in relativ kurzer Distanz zueinander angelegt, um die Versorgung beider Bruten zu ermöglichen (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971). Polygynes Verhalten wird mit guten Nahrungsbedingungen in Verbindung gebracht und ist regelmäßig in niederländischen (Biljsma *et al.*, 1993) und deutschen Brutgebieten (Illner, 2007; Illner, 2011) dokumentiert.

Kopulationen außerhalb des Paarbundes werden häufig vor der Zeit des eigentlichen Legebeginns beobachtet (Arroyo *et al.*, 2004). Der Erfolg von solchen Paarungen außerhalb eines Paarbundes (EPP) ist jedoch kaum untersucht bzw. scheint gering zu sein. Über DNA-Fingerprinting von acht Bruten mit 13 Jungvögeln in Polen konnten keine Jungen (EPYs) festgestellt werden, die nicht zum erwarteten Brutpaar gehörten (Wiacek & Koziol, 1997).

### **1.1.5.3 Philopatrie von Alt- und Jungvögeln**

Philopatrie bezeichnet die Ortstreue eines Tieres, Dispersion (engl. *dispersal*) die Wanderung eines Tieres, entweder zwischen Geburtsort und dem Ort der ersten versuchten Reproduktion (engl. *natal dispersal*), oder bei adulten Tieren zwischen dem Reproduktionsort eines Jahres und dem Ort der nächsten Reproduktion (engl. *breeding dispersal*) (Greenwood, 1980; Greenwood & Harvey, 1982). Dispersions- und Philopatrie-Eigenschaften sind wichtige Faktoren, die Einfluss auf die Populationsregulierung und die räumliche Verbreitung einer Spezies haben. Sie tragen substantiell zur genetischen Struktur von Populationen bei, wenn benachbarte Gruppen mehr oder weniger stark voneinander isoliert sind. Die Wanderung und der Austausch von Individuen zwischen einzelnen Gruppen (Subpopulationen oder Metapopulationen) vermeidet Inzucht und fördert genetische Variabilität durch Genfluss, spielt eine entscheidende Rolle bei der räumlichen Ausbreitung von Metapopulationen und beeinflusst *source-sink* Dynamiken (Greenwood, 1980; Paradis *et al.*, 1998).

*Dispersal*-Eigenschaften, wie z.B. zurückgelegte Entfernungen, werden vererbt und führen zu intraspezifischer genetischer Varianz (Forero *et al.*, 2002; Pasinelli *et al.*, 2004).

Juvenil- und Adult-Dispersion werden durch zahlreiche, eine Art charakterisierende Eigenschaften beeinflusst, wie Habitatansprüche, Sozialsystem, geographische Verbreitung und Migrationseigenschaften (Paradis *et al.*, 1998). Daher ist Wissen über *Dispersal* bzw. Philopatrie von besonderer Bedeutung, wenn es um die Entwicklung und Anwendung von Schutzmaßnahmen geht.

Das Dispersions-Verhalten ist abhängig vom Alter und dem Geschlecht eines Tieres. Bei den meisten Arten sind die Jungtiere mobiler als die Adulten. Während bei Säugetieren die Männchen tendenziell das dispersivere Geschlecht darstellen, sind dies bei den Vögeln gleichermaßen die Weibchen und die Jungtiere (Greenwood, 1980). Ausnahmen gibt es auch bei dieser Theorie: z.B. die von Männchen bevorzugte Dispersion beim Braunhäger *Cyanocorax morio* (Williams & Rabenold, 2005) und beim Blutschnabelweber *Quelea quelea* (Dallimer *et al.*, 2002).

Auch bei Greifvögeln stellen die Weibchen in der Regel das dispersivere Geschlecht dar (Forero *et al.*, 2002; Whitfield *et al.*, 2009; Dennhardt & Wakamiya, 2013). Es gibt jedoch auch Arten, bei denen die Männchen mobiler sind, oder beide Geschlechter gleiches Dispersions-Verhalten zeigen (Booms *et al.*, 2011). Die meisten Greifvögel kehren zu ihrem alten Brutplatz zurück, denn durch die Vertrautheit mit dem Habitat oder dem Brutpartner können sie ihren Bruterfolg steigern (Newton & Marquiss, 1982).

Bei der Wiesenweihe gibt es kaum Untersuchungen zur Adult- und Juvenil-Dispersion. Die generelle Meinung ist, dass die Art nur gering philopatrisch ist (Arroyo *et al.*, 2004; Liminana *et al.*, 2012).

#### **1.1.5.4 Nahrung**

Die Wiesenweihe kann als opportunistischer Jäger betrachtet werden, da sie ein breites Spektrum möglicher Beutetiere nutzt. Die bevorzugte Beute hängt in der Regel von dessen Abundanz und Zugänglichkeit ab und kann in verschiedenen Brutgebieten variieren (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971; Arroyo, 1997). In Mitteleuropa werden vor allem Feldmäuse (*Microtus arvalis*) erbeutet und, abhängig von Region und der Verfügbarkeit während der Brutzeit, auch Kleinvögel, Eidechsen und Insekten (Salamolard *et al.*, 2000; Götz, 2002; Millon *et al.*, 2002; Trierweiler, 2004; Hölker & Wagner, 2006). Entsprechend einer spanischen Untersuchung können regional sogar junge Hasen (*Lepus granatensis*) den Hauptanteil an Biomasse darstellen (Garcia & Arroyo, 2005).

## 1.2 Die Brutpopulation im bayerischen Mainfranken

### 1.2.1 Die Entstehung der Population

Ende 19./ Anfang 20. Jhd. waren Wiesenweihen im Süden Deutschlands nur selten zu beobachten, da ihre ursprünglich bevorzugten Bruthabitate, wie ausgedehnte Feuchtwiesen und Flachmoore, weitgehend verschwunden waren (Bandorf & Laubender, 1982). Durchziehende Jungtiere wurden in den oberbayerischen Moosen bei München, Mossach und Dachau angegeben (Jäckel, 1891). Jagende und durchziehende Wiesenweihen hielten sich auch in Unterfranken auf, dort jedoch fast ausschließlich in den Feldfluren der Ebenen Maintal, Gäufurter Becken, Steigerwald- und Haßbergvorland, Werntal und auf den Gäuflächen im Maindreieck (Bandorf & Laubender, 1982). Durch Abschüsse ist ihr Vorkommen unter anderem in Schwabhausen (Oberbayern), Straubing (Niederbayern), an verschiedenen Orten in der Oberpfalz, sowie in Bayreuth (Oberfranken), Ansbach (Mittelfranken), Würzburg (Unterfranken) und in Schwaben bekannt (Jäckel, 1891). Brutversuche wurden in dieser Zeit im Schweinfurter Becken und in Gerolzhöfer Weihergebiet beobachtet (Bandorf & Laubender, 1982). Regelmäßige Brutvorkommen traten jedoch nur sehr selten in Mittel- und Süddeutschland auf. 1977 wurde die erste Getreidebrut, ebenfalls im Schweinfurter Raum bei Gernach, in einem Roggenschlag beobachtet. Diese wurde jedoch durch Unachtsamkeit bei der Mahd zerstört (Bandorf & Laubender, 1982).

Mit dem gezielten Schutz von Getreidebruten begann sich ab 1994 eine kleine Wiesenweihen-Population in Mainfranken anzusiedeln. 1998 konnten bereits 81 Brutversuche dokumentiert werden (Krüger *et al.*, 1999). Ein Jahr später gründete das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) ein Artenhilfsprogramm (AHP) für die Wiesenweihe. Zusammen mit dem Einsatz des Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V. (LBV), den lokalen Behörden und der Kooperation der Landwirte nahm der Bestand der Wiesenweihe rasant zu. Die Getreideäcker der Mainfränkischen Platten (Kapitel 1.3 Untersuchungsgebiet) konnten nur dadurch zum heute wichtigsten Brutgebiet der Art in Deutschland werden. Mit 176 Brutpaaren im Jahr 2014, sowie 412 ausgeflogenen Jungvögeln, handelt es sich zudem um das größte und erfolgreichste Brutvorkommen in Mitteleuropa (Pürckhauer, 2014).

### 1.2.2 Der Nestschutz

Das Auffinden und der Schutz des Nestes in landwirtschaftlich genutzten Flächen ist der zentrale Ansatz im Schutzprogramm (Pürckhauer *et al.*, 2014). Nester, die nicht durch die zumeist ehrenamtlichen Vogelschützer entdeckt werden, sind von der Zerstörung durch Mahd bedroht. Besonders kritisch sind Flächen, die schon früh in der Brutsaison gemäht werden, wie Luzerne

und Getreidesorten zur Biogasgewinnung. 2013 benötigten in Mainfranken 67% der erfolgreichen Brutnestschutz (Pürckhauer, 2013), 2014 waren es 61% (Pürckhauer, 2014). Doch nicht nur in Deutschland, sondern in ganz Westeuropa ist davon auszugehen, dass 60% der Nestlinge, die in Agrarflächen schlüpfen, ohne aktiven Nestschutz nicht überleben könnten (Arroyo *et al.*, 2002).

Sobald in Mainfranken ein Nest in einem Getreidefeld gefunden wird, werden die Landwirte informiert. Wenn bekannt ist, dass die Jungvögel nicht vor dem Erntetermin ausfliegen, wird eine Fläche von 50x50 m um den Horst markiert, die schließlich von der Ernte ausgespart bleibt. Diese sogenannte „Restflächenmethode“ ist sehr erfolgreich und wird in vielen anderen Regionen Europas eingesetzt (Belting & Krüger, 2002; Koks & Visser, 2002; Gahrau & Schmöser, 2007; Illner, 2007; Pürckhauer, 2008).

Eine Gefährdung des Nestes kann aber auch auf natürlichen Umständen beruhen. Bei Sturm oder Starkregen, aber auch durch die Gewichtszunahme der Ähren bei der Reife, kann sich das Getreide über den Horst legen und das Weibchen zur Brutaufgabe zwingen (Pürckhauer *et al.*, 2014). Daher werden die Halme in einem Umkreis von 10-15 cm um den Horst herum abgeschnitten. Wenn eine besondere Gefährdung vorliegt, das Nest z.B. in sehr lockerem Getreide oder in einer Fahrgasse angelegt ist und daher eine erhöhte Prädationsgefahr besteht, erfolgt eine Umzäunung des Nestbereiches.

Neben den Schutzmaßnahmen gibt es seit dem Jahr 2000 ein Forschungsprogramm für die mainfränkische Population. Dabei werden alle Jungvögel von der Arbeitsgruppe C. Pürckhauer, R. Krüger und E. Hoh, sowie weiteren ehrenamtlichen Vogelschützern, beringt und mit Flügelmarken versehen, um sie in späteren Jahren erneut identifizieren zu können. In Zuge dessen werden außerdem Blutproben der Jungtiere gesammelt, die der Universität Heidelberg zur Verfügung gestellt wurden und die Datengrundlage der vorliegenden genetischen Analysen darstellen.

### **1.3 Untersuchungsgebiet**

Die vorliegenden genetischen Analysen bzw. die Probengewinnung konzentrierten sich auf das Brutgebiet in Mainfranken, Bayern, Deutschland. Abbildung 5 zeigt die bayerischen Brutvorkommen. Neben der Mainfränkischen Population ist auch das Gebiet in Niederbayern gezeigt (bei Regensburg), wo ebenfalls Proben gesammelt wurden (Kapitel 3.2.6 Populationsdifferenzierung mitteleuropäischer Wiesenweihen).

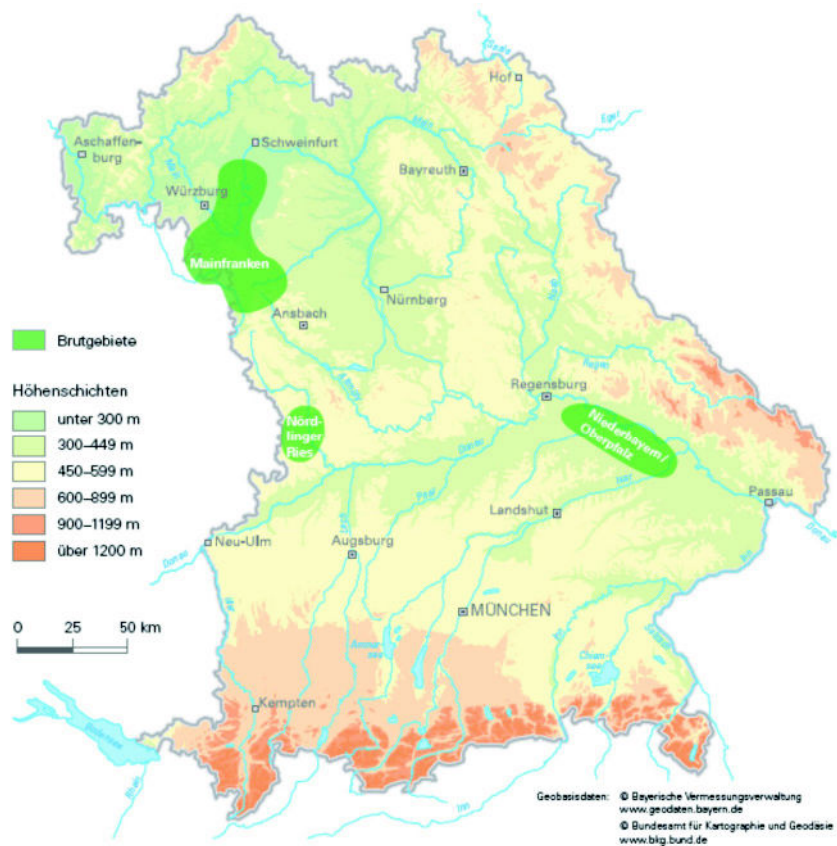


Abbildung 5: Brutgebiete der Wiesenweihe in Bayern

(Quelle: © Bayerisches Landesamt für Umwelt)

Die Region „Mainfranken“ umfasst den östlichen Teil des Regierungsbezirkes Unterfranken mit den Zentren Würzburg  $49^{\circ}46'N$ ,  $09^{\circ}56'E$  und Schweinfurt  $50^{\circ}02'N$ ,  $10^{\circ}13'E$ . Es beschreibt die fränkischen Gebiete des Mairdreieckes (Würzburg, Schweinfurt, Frickenhausen am Main  $49^{\circ}40'N$ ,  $10^{\circ}5'E$ , Ochsenfurt  $49^{\circ}39'N$ ,  $10^{\circ}04'E$  und Gemünden  $50^{\circ}02'N$ ,  $09^{\circ}42'E$ ). In Abbildung 6 ist das Untersuchungsgebiet um Würzburg gezeigt. Im rot umrandeten Bereich wurden Nester von Wiesenweihen aufgesucht, um Proben von Jungvögeln und adulten Weibchen zu sammeln.

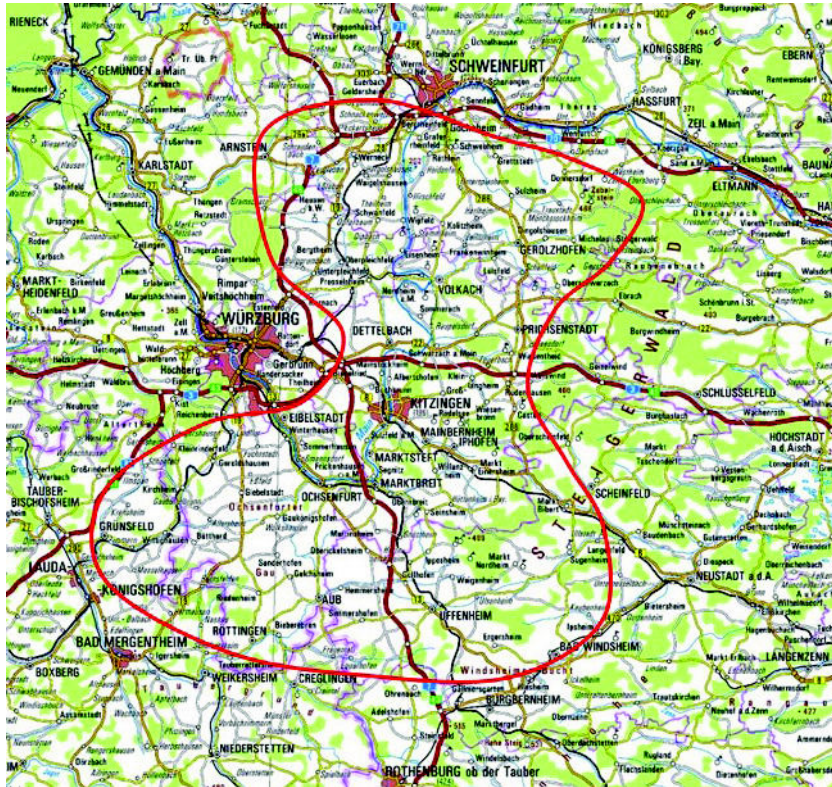


Abbildung 6: Untersuchungsgebiet in Mainfranken

Der rot markierte Bereich zeigt das Untersuchungsgebiet, in dem sich die Nester der Wiesenweihen befanden.

(Quelle der zugrunde liegenden topographischen Übersichtskarte im Maßstab 1:500.000: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung)

Mainfranken ist charakterisiert durch seine besonders fruchtbaren Böden, die intensiv ackerbaulich genutzt werden. Die Landschaft ist durch ein weitläufiges, größtenteils offenes Erscheinungsbild mit flachen Hügeln und einem geringen Anteil an Wald und halb-natürlichen Flächen, wie Feuchtwiesen, charakterisiert. Folglich ist auch der weitaus größte Teil der Brutn in Getreideflächen zu finden (Kapitel 1.1.4 Bruthabitat).

## 1.4 Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit war eine umfangreiche Genotypisierung von Wiesenweihen (*Circus pygargus*) aus Deutschland und Europa. Die Art ist als bodenbrütender Greifvogel in vielen Regionen gefährdet. Das Hauptaugenmerk lag dabei auf der Mainfränkischen Population in Bayern, die mit ihren mehr als 2000 DNA-Proben von Jungvögeln aus den Jahren 2000-2012 den größten Anteil stellte. Die Proben wurden von ehrenamtlichen Vogelschützern im Rahmen von Nest-schutz- und Beringungsmaßnahmen gesammelt und der Universität Heidelberg, Arbeits-gruppe Prof. M. Wink für Analysen zur Verfügung gestellt.



Genetische Analysen sollten in erster Linie auf Elternschafts- und Identifikationstests beruhen. Um dies zu ermöglichen, sollten des Weiteren Proben von adulten Weibchen gesammelt werden. Dazu wurde eine nicht-invasive Methode mit Raubwanzen angewendet, die bereits 2009 in meiner Diplomarbeit („Erste Ansätze zur populationsgenetischen Untersuchung von mainfränkischen Wiesenweihen mit genetischen Markern unter Einsatz von Raubwanzen zur Blutgewinnung“, 20. April 2010) zum Einsatz kam. Diese Methode sollte verbessert werden, um bei möglichst vielen Bruten in den Jahren 2009-2012 Jungtiere und die dazugehörigen Mütter zu erfassen.

Im ersten Schritt der Arbeit sollten artspezifische Mikrosatelliten-Loci für die Wiesenweihe mittels der 454-Pyrosequenzierung identifiziert werden, da bis *dato* noch keine existierten. Des Weiteren sollten die Loci in Multiplex-Sets arrangiert werden. Die Genotypisierung wurde dann durch Kapillar-Gelelektrophorese mittels Fluoreszenz-markierter Primer umgesetzt.

Im zweiten Schritt erfolgten die brutbiologischen Analysen anhand der mainfränkischen Population. Vor dem Hintergrund von zahlreichen, jährlichen Informationen zu den Bruten (Gelegegröße, Bruterfolg, Standort der Nester etc.), die durch lokale Wiesenweihen-Schützer gesammelt wurden, waren neue Erkenntnisse zu bislang kaum erforschten Themen zu erwarten. Die zu untersuchenden Themen umfassten Philopatrie von Alt- und Jungvögeln unter Vergleich der Geschlechter, Rekrutierungsraten von Jungvögeln, das Paarungssystem und die Dauer von Paarbindungen, sowie Polygynie- und Fremdvaterschaftsraten und daraus resultierende mögliche Vor- und Nachteile für die Geschlechter, als auch jährliche Überlebensraten von adulten Wiesenweihen. Des Weiteren sollte untersucht werden, inwieweit sich die verschiedenen Populationen in Europa genetisch voneinander trennen lassen und wie groß der Austausch zwischen ihnen ist. Dazu wurden Proben aus Mainfranken, Schleswig-Holstein, Sachsen-Anhalt, Nordrhein-Westfalen, Niederbayern, Niederlande, Frankreich und Spanien herangezogen. All diese Informationen könnten für Schutz-relevante Strategien und Entscheidungen von Bedeutung sein.

## **2 Methoden**

### **2.1 Proben-Sammlung**

#### **2.1.1 Probengewinnung von juvenilen Wiesenweihen**

Bevorzugt wurden Blutproben von Nestlingen genommen. Des Weiteren wurden Federproben von toten Jungvögeln und Gewebe-Proben aus Eiern aufgegebenen Gelege (von Embryonen oder weiter entwickelten Küken) gesammelt. Federproben wurden bei -15°C tiefgefroren und

Gewebeproben in EDTA-Puffer überführt, um bis zur Weiterverarbeitung im Labor bei 4 °C aufbewahrt zu werden.

In den Jahren 2000 bis 2012 wurde im Zuge der Beringung und Flügelmarkierung durch lokale Wiesenweihenschützer eine Blutentnahme an Jungvögeln durchgeführt. Die Beprobungsorte entsprechen den Neststandorten in Abbildung 6 Kapitel 1.3 Untersuchungsgebiet. Jungvögel in einem Alter ab 20 Tagen wurden per Hand im Nestbereich eingefangen und zum Rand des Feldes getragen. Dort wurde ihnen eine Blutprobe durch Anstechen einer gut sichtbaren Vene auf der Flügelunterseite entnommen (Abbildung 7) und in EDTA-Puffer übertragen. Anschließend wurden die Tiere in das Nest zurück getragen.



Abbildung 7: Blutabnahme an juvenilen Wiesenweihen

Der Pfeil zeigt das angestochene Blutgefäß, aus dem ein Blutstropfen austritt.

### 2.1.2 Blutgewinnung an weiblichen Altvögeln mit Raubwanzen

Um von adulten Wiesenweihen-Weibchen Blutproben zu bekommen, wurde eine nicht-invasive Methode mit Raubwanzen verwendet. Die Raubwanze wurde, versteckt in einem künstlichen, perforierten Ei, in einem Wiesenweihen-Gelege platziert. Beim Bebrüten des Geleges konnte die Wanze im Inneren des Kunsteies den Vogel anstechen und Blut saugen. Die Blutproben-Gewinnung mit Raubwanzen ist bereits ein etabliertes Vorgehen an Zootieren und wildlebenden Tieren, die sehr sensibel oder zu klein für eine Blutabnahme mit Nadeln sind (von Helvesen *et al.*, 1986; Voigt *et al.*, 2004; Becker *et al.*, 2006; Thomsen & Voigt, 2006; Voigt *et al.*, 2006; Arnold *et al.*, 2008; Stadler *et al.*, 2011). An Wiesenweihen wurde die Methode noch nicht angewendet, eignet sich jedoch besonders, da die am Boden angelegten Nester leicht zu erreichen sind. Zudem kann die Beprobung während eines normalen Kontroll-

ganges durchgeführt werden, sodass keine zusätzliche Störung der Vögel entsteht. Der wichtigste Vorteil jedoch ist, dass der brütende Altvogel nicht gefangen werden muss. Eine klassische Fangmethode wäre es z.B. das Weibchen direkt auf dem Nest mit einem großen Netz zu fangen, wodurch die Brut gefährdet werden könnte.

Zum ersten Mal wurden Raubwanzen im Jahr 2009 während meiner Diplomarbeit („Erste Ansätze zur populationsgenetischen Untersuchung von mainfränkischen Wiesenweihen (*Circus pygargus*) mit genetischen Markern unter Einsatz von Raubwanzen zur Blutgewinnung“, 20. April 2010) von Anfang Mai bis Ende Juli im Untersuchungsgebiet eingesetzt. Die Durchführung war zunächst an die Beschreibungen von Becker *et al.* (2006) und Arnold *et al.* (2008) angelehnt. In den Folgejahren 2010-2012 wurde die Methode dann schrittweise modifiziert und an das Verhalten der Wiesenweihe angepasst. Ziel war es, eine möglichst große Erfolgsrate bei der Probengewinnung zu erreichen.

#### **2.1.2.1 Verwendete Wanzen und Kunsteier**

Bei der verwendeten Raubwanzenart *Dipetalogaster maxima*, Uhler 1894 (Heteroptera, Reduviidae) handelte es sich um Zuchttiere aus dem Labor von Prof. G. Schaub (Ruhr Universität Bochum, Deutschland). Während der Beprobungswochen wurden die Wanzen in einer Box in einer Klimakammer der Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Deutschland unter folgenden Bedingungen gehalten: Lufttemperatur 27 °C, Luftfeuchtigkeit 80-90%, Lichtphase 6:00 bis 19:00 Uhr. Eine Fütterung erfolgte während der gesamten Zeit nicht. Für die Blutgewinnung wurden ausschließlich Tiere des dritten Larvalstadium (L3) verwendet, da diese aufgrund ihrer Größe eine ausreichende Blutmenge saugen. In den ersten beiden Jahren befanden sich alle Wanzen bereits zu Beginn der Beprobungsphase im dritten Stadium und waren damit einsatzbereit. Die letzte Blutmahlzeit lag mindestens zwei Wochen zurück, um sicherzustellen, dass die Wanzen kein Restblut dieser Fütterung im Magen mehr enthielten und bereits wieder hungrig waren. In den Jahren 2011 und 2012 wurden zusammen mit den L3 Larven auch solche im zweiten Stadium erworben. Diese häuteten sich innerhalb der ersten 10 Tage nach Beprobungsbeginn zum nächsten Stadium und konnten nach einer zwei-wöchigen Pause die älteren L3-Tiere ersetzen. Es hatte sich gezeigt, dass in den ersten zwei Jahren die L3-Tiere in den letzten Beprobungswochen nur noch eine sehr geringe „Saug-Willigkeit“ zeigten und dadurch die Erfolgsrate nachließ.

Um die Wanze im Nest zu verstecken, wurden künstliche Eier verwendet, die in Form, Farbe und Größe natürlichen Wiesenweihen-Eiern entsprachen. Die Kunsteier wurden aus Kunstharz von R. Nagel (Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, Wilhelmshaven,

Deutschland) hergestellt. Sie bestanden aus zwei Hälften, die durch einen Magneten im Inneren zusammen gehalten wurden und wiesen Perforationen an den Rändern auf (Abbildung 8). Durch diese Löcher konnte die Wanze den Saugrüssel stecken, um den Vogel anzustechen.



Abbildung 8: Künstliche Wiesenweiheneier zur Blutgewinnung mit Raubwanzen

Ein Ei bestand aus zwei farblich markierten Hälften und wurde durch einen Magnetstift mittig zusammengehalten. Die Perforationen auf der Oberfläche ermöglichten es der Wanze im Inneren eines Eis den Vogel anzustechen.

### **2.1.2.2 Durchführung der „Wanzen-Methode“ bei Wiesenweihen**

Die Blutgewinnung mit Raubwanzen wird im Folgenden als „Wanzen-Methode“ bezeichnet. Die Lage des Nestes in einem Getreidefeld machte es unmöglich das Weibchen im Nestbereich zu beobachten. Daher konnte das Verhalten des Weibchens bezüglich des Brütens (Inkubationsdauer, Pausen, das Wenden der Eier und ähnliches), sowie die Reaktion auf das künstliche Ei, schwer abgeschätzt werden. Erst im Laufe der vier Untersuchungsjahre entwickelte sich daher eine sehr erfolgreiche Methode. Obwohl der Beprobungsaufwandt in jedem Jahr gleich blieb, konnte erst 2011 eine zufriedenstellende Erfolgsquote erreicht werden: 2009: 52%, 2010: 66%, 2011: 83% und 2012: 89%. Im Folgenden werden die allgemeine Durchführung und die Entwicklung der Methode geschildert.

An jedem Versuchstag wurden entsprechend der geplanten Menge zu beprobender Weibchen Wanzen in einem separaten Gefäß transportiert. Jedes Nest wurde nur einmal aufgesucht, um ein einzelnes, mit einer Wanze bestücktes Ei, hineinzulegen. Um sicherzugehen, dass das Weibchen die Eier bebrütet, wurden nur Gelege mit mindestens drei Eiern mit einem „Wanzen-Ei“ bestückt. Wiesenweihen beginnen i.d.R. mit dem Bebrüten der Eier erst ab dem

zweiten oder dritten Ei. Jede Wanze wurde nur einmal verwendet, selbst wenn sie optisch kein Blut gesaugt hatte. Damit wurde sichergestellt, dass es zu keiner Vermischung des Blutes verschiedener Vögel kommt, sollte eine Wanze doch ein wenig gesaugt haben. Außerdem wurde dadurch die Übertragung möglicher Krankheiten über doppelt-verwendete Wanzen ausgeschlossen. Die Kunsteier wurden nach jedem Einsatz mit einem Desinfektionsmittel gereinigt, um Ausscheidungen der Wanze und etwaige Blutreste zu entfernen.

Im Jahr 2009 wurde das Ei zunächst noch unbefestigt in das Nest gelegt, damit dem Weibchen die größtmögliche Bewegungsfreiheit aller Eier blieb. Da einige Weihen das falsche Ei jedoch an den Nestrand rollten und damit nicht bebrüteten, wurden die Kunsteier schließlich über eine kurze Angelschnur an einem Erdhaken befestigt und zentral im Nest verankert.

Die Wanzen wurden zwischen 6:00 Uhr und 13:00 Uhr, in Einzelfällen auch später, zur Blutgewinnung ausgebracht. Mit der Zeit hatte sich herausgestellt, dass bei einem späteren Ausbringen der „Wanzen-Eier“ die Wanze nicht mehr saugte. Wie alle Triatominae-Wanzen ist auch *Dipetalogaster maxima* nachtaktiv. Der Zeitpunkt ihrer höchsten Aktivität liegt in der ersten Nachthälfte und noch einmal am frühen Morgen (Lorenzo and Lazzari, 1998; Barrozo *et al.*, 2004). Vor jedem Durchgang wurde eine Wanze ausgesucht, die Zeichen der „Saugwilligkeit“ zeigte. Dazu wurde ein Finger vor das Tier gehalten und getestet, ob dieses den Saugrüssel ausstreckt (Abbildung 9). Bei Regen oder starkem Wind fanden keine Nestbegehungen statt, um die Gelege nicht zu gefährden.



Abbildung 9: Test auf „Saugwilligkeit“ bei einer Wanze

Die Wanze ist hungrig und möchte Blut saugen, denn ihr Saugrüssel ist auf den Daumen gerichtet.

Wenn möglich wurde das Nest während einer Fütterung durch das Männchen aufgesucht, um ein „Wanzen-Ei“ zu platzieren (Abbildung 10). Das Weibchen war zu diesem Zeitpunkt nicht im Nest, und die Störung damit sehr gering. Aus Zeitgründen, da stets mehrere

Nester parallel beprobt wurden, musste jedoch in den meisten Fällen das Weibchen vom Nest aufgescheucht werden. Es konnte zudem selten genau beobachtet werden, wann das Weibchen wieder in den Nistplatz einflog. Die Beobachtungen während meiner Diplomarbeit hatten jedoch gezeigt, dass sie in der Regel schon nach kurzer Zeit zurückkehrten, sobald der Nestbereich verlassen worden war. Da das Verhalten des Weibchens im Nest nicht beobachtet werden konnte, wurde das „Wanzen-Ei“ 2009 und 2010 für mindestens 2 h im Nest belassen. Da in diesem Zeitraum die Erfolgsquote verglichen mit Becker *et al.* (2006) recht gering war, wurde die Zeit 2011 auf mindestens 3 h und 2012 auf mindestens 4 bis 5 h verlängert. In Einzelfällen, wenn z.B. aus Schutzgründen das Nest nicht eher aufgesucht werden konnte, blieb das „Wanzen-Ei“ bis zu 10 h im Gelege.



Abbildung 10: 4er-Gelege einer Wiesenweihe mit einem „Wanzen-Ei“ darin

Auch das Herausnehmen des „Wanzen-Eis“ erfolgte bevorzugt während einer Beuteübergabe, wenn dies die „Saugzeit“ der Wanze nicht allzu stark verkürzte. Hatte eine Wanze erfolgreich gesaugt, so wurde mit einer Nadel das Abdomen angestochen und das Blut mit einer Spritze oder Pipette aufgenommen (Abbildung 11 und 12). Dieses wurde sofort in EDTA-Puffer überführt und bis zur Weiterverarbeitung im Labor bei 4 °C aufbewahrt.



Abbildung 11: Vollgesaugte Raubwanze



Abbildung 12: Aufnahme des Blutes  
in eine Pipette

## 2.2 Molekularbiologische Methoden

Ein Gesamtüberblick der Vorgänge und durchgeführten Methoden, von einer gesammelten Probe bis hin zur Datenanalyse am Computer, bietet die Abbildung 13. Der Vollständigkeit halber ist die 454-Pyrosequenzierung mit aufgeführt, die nicht am IPMB durchgeführt wurde, sondern durch M. A. Grohme in Kooperation mit Prof. M. Frohme (Molekulare Biotechnologie und funktionelle Genomik, Technische Universität Wildau, Deutschland). Die einzelnen Punkte werden in den folgenden Kapiteln detailliert erörtert und umfassen die Entwicklung neuer sowie die Durchführung bereits etablierter Methoden.

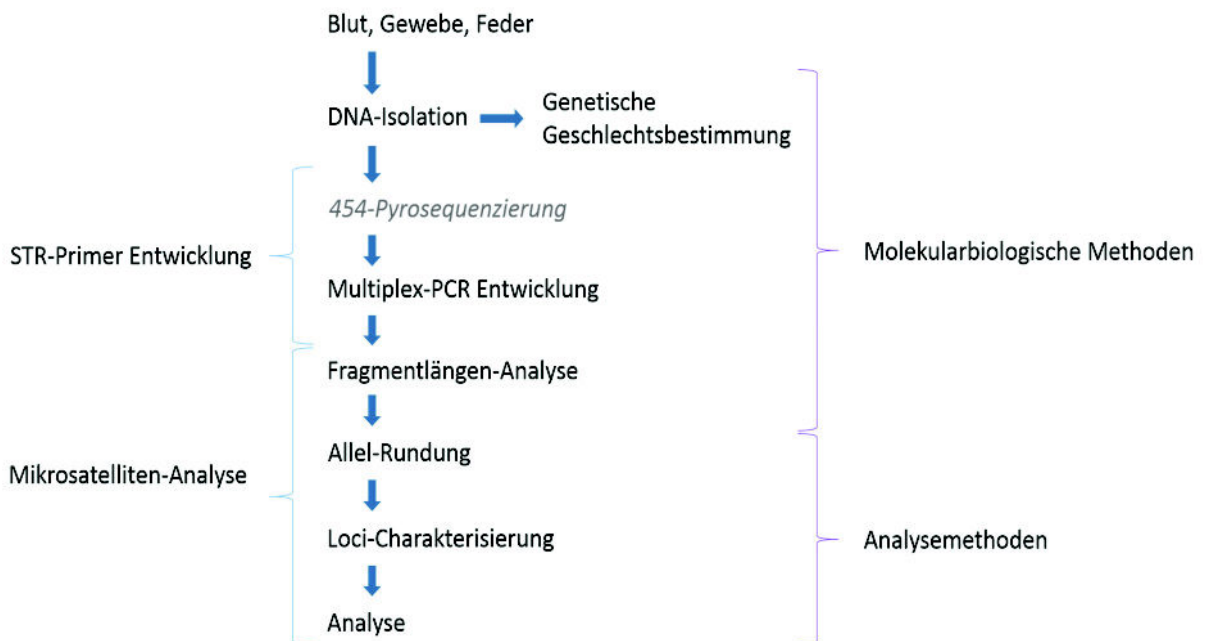


Abbildung 13: Arbeitsschritte von der Probengewinnung bis zur Analyse

454-Pyrosequenzierung wurde nicht selbständig durchgeführt

## 2.2.1 Listen der verwendeten Materialien, Geräte und Chemikalien

### 2.2.1.1 Verbrauchsmaterial

Bezeichnung	Herkunft
Chromatographiepapier (46 cm x 47 cm x 3mm)	Whatman International plc, Maidstone, UK
Eppendorf-Reaktionsgefäße (0,5, 1,5 und 2 mL)	Eppendorf AG, Hamburg, D
Injektionsnadel (Microlance Nr. 23)	BD Biosciences Pharmingen Co., Heidelberg, D
Pipettenspitzen für P2-P1000	Greiner Bio-One GmbH, Frickenhausen, D
Pipettenspitzen für Multistep-Pipetten (Distritip mini syringes, 1250 µL)	Gilson International B.V., Limburg-Offheim, D
Spritze (Discardit 2 mL)	BD Biosciences Pharmingen Co., Heidelberg, D
Sterile Filter, 0,22 µm	Sartorius
96-well PCR-Platte (Frame Star 96)	4titude, Surrey, UK

### 2.2.1.2 Kits

Bezeichnung	Herkunft
Type-it Microsatellite PCR Kit	Qiagen, Hilden, D



### 2.2.1.3 Geräte

Bezeichnung	Herkunft
Elektrophorese Gelkammer für Agarosegele	Herstellung der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, D
Elektrophorese Stromversorger E452	Fröbel, D
Fotokassette ( <i>X-Omatic Cassette</i> )	Kodak AG, Stuttgart, D.
Gelkämme für Sequenzier-Gelkammer (SC33-MO-25-60 MC)	Carl Roth GmbH & Co. KG, Karlsruhe, D
Glasplatten (43,7 cm x 37,4 cm x 0,5 cm und 41,7 cm x 37,4 cm x 0,5 cm)	Friedrich Glaserei, Heidelberg, D
GS Junior Sequencer für Pyrosequenzierung	454 Life Sciences/Roche, Mannheim, D
Kühlgerät für Vakuumpumpe (Compact Cooling Thermostat RML6)	Lauda, Lauda-Königshofen, D
Mikrotiterplatten	Gilson International B.V., Limburg-Offheim, D
Multi-step Pipette P1000	Gilson, De Haag, NL
Nanophotometer	Kisker, Steinfurt, D
PCR-Thermozykler (Trio-Thermoblock und T-Gradient)	Biometra, Göttingen, D
Photometer DU 640	Beckman
Pipetten P2, P100, P200, P1000	Gilson, De Haag, NL; Limburg-Offheim, D und Socorex Isba S.A., Ecublens, CH
Platzhalter zum Gel-Gießen (Spacer TV51400-50.25)	Carl Roth GmbH & Co. KG, Karlsruhe, D
Röntgenfilm (Fuji <i>Medical X-Ray Film</i> 35 x 43 cm)	Fujifilm Corporation, Tokyo, J
Sequenzier-Gelkammer (Base Ace Sequencer)	Stratagene, Cedar Creek, USA
Sequenzierer für Fragmentlängenanalyse: MegaBACE 1000	Amersham Biosciences, Freiburg, D
Thermostat (5320)	Eppendorf AG, Hamburg, D
Thermostat/Heizplatten	Labortechnik Fröbel GmbH, Lindau, D
Trockenschrank	Heraeus Holding GmbH, Hanau, D
UV-transiluminator II-200-M [312nm]	Bachofer
Vakuumpumpe (Consort E752)	Labortechnik Fröbel GmbH, Lindau, D
Vortex Reax 2000	Heidolf
Zentrifugen	Eppendorf AG, Hamburg, D; Heraeus Holding GmbH, Hanau, D

### 2.2.1.4 Chemikalien

Bezeichnung	Herkunft
Agarose	Biozym Scientific GmbH, Hessisch Oldendorf, D
Ammoniumpersulfat (APS)	GE Healthcare, München, D
Borsäure	AppliChem, Darmstadt, D
Bromphenol Blau	Serva, Heidelberg, D
Chloroform	VWR International GmbH, Darmstadt, D
Dichlordimethylsilane	Sigma-Aldrich® München, D
EDTA	Merck KGaA, Darmstadt, D
Essigsäure	Mallinckrodt Backer B.V., Deventer, NL
Ethanol (99%ig)	Mallinckrodt Backer B.V., Deventer, NL
Ethanol (99%ig)	Riedel de Haen GmbH, Seelze, D
Ethidiumbromid	Serva, Heidelberg, D
ET-ROX 400, 550	GE Healthcare Freiburg, D
Guanidinthiocyanat (99%ig)	Carl Roth GmbH & Co. KG, Karlsruhe, D
Harnstoff	Biozym Scientific GmbH, Hessisch Oldendorf, D
HCl	Merck KGaA, Darmstadt, D
KCl	Merck KGaA, Darmstadt, D
Long-Ranger	Biozym Scientific GmbH, Hessisch Oldendorf, D
LPA Puffer für MegaBACE	GE Healthcare Freiburg, D
Matrix für MegaBACE	GE Healthcare Freiburg, D
Mercaptoethanol	Carl Roth GmbH & Co. KG, Karlsruhe, D
MgCl <sub>2</sub>	AppliChem, Darmstadt, D
Mineralöl	Trinity Biotech, Lemgo, D.
N,N,N',N'-Tetramethyl-Ethylendiamin (TEMED)	Carl Roth GmbH & Co. KG, Karlsruhe, D
NaCl	AppliChem, Darmstadt, D
NaF	Merck KGaA, Darmstadt, D
Natriumdodecylsulfat (SDS)	AppliChem, Darmstadt, D
Nukleotide	Sigma-Aldrich® München, D
Primer	Eurofins MWG Operon, Ebersberg, D
Proteinase K	Merck KGaA, Darmstadt, D
Röntgen-Fixierbad	Kodak AG, Stuttgart, D.
Röntgen-Entwickler	Kodak AG, Stuttgart, D.
Taq DNA-Polymerase	Bioron GmbH, Ludwigshafen, D
Thymol	Sigma-Aldrich® München, D
Tris (99 %ig)	Carl Roth GmbH & Co. KG, Karlsruhe, D
Triton X-100	Sigma-Aldrich® München, D
Vaseline	Riedel de Haen GmbH, Seelze, D
λ-PST	MBI Fermentas, St. Leon-Rot, D
2-Propanol	Mallinckrodt Backer B.V., Deventer, NL
<sup>33</sup> p α-ATP (3000 Ci/mmol)	Perkin Elmer, Rodgau, D
3-Methylbutanol	AppliChem, Darmstadt, D
8-Hydroxychinolin	Merck KGaA, Darmstadt, D

### 2.2.1.5 Puffer

Bezeichnung	Zusammensetzung
Agarose Gellösung	1,3% Agarose, 1 µg/mL Ethidiumbromid in Wasser
Blaumarker	500 µL Glycerin (autoklaviert), 0,0025 g Bromphenol Blau, 500 µL Wasser
EDTA-Puffer	10% EDTA, 0,5% NaF, 0,5% Thymol, 1% Tris, pH = 7,5
Guanidinthiocyanat-Puffer	50 mL Guanidinthiocyanat, 500 µL Mercaptoethanol
Long-Ranger Gellösung (5 %)	360 g Harnstoff, 100 mL Long-Ranger (50%ig), 100 mL TBE-Puffer
NaCl-Lösung (gesättigt)	359g/L bei 25 °C
Nukleotidmix 45 % A	2,5 mM dCTP, 2,5 mM dGTP, 2,5 mM dTTP, 1,125 mM dATP
Phenol/Chloroform-Reagenz	1 kg Phenol, 960 mL Chloroform, 40 mL Isoamylalkohol, 1 g 8-Hydroxychinolin, 250 mL 1 mM Tris-Lösung, pH = 7,6
Proteinase K-Lösung	20 mg/mL
Puffer-B	25 mM EDTA, 75 mM NaCl, 10 mM Tris, pH = 7,5
SDS Lösung	20% Lösung in Wasser
Stopp-Lösung	95 mL Formamid, 0,74 g EDTA, 0,05 g Bromphenol Blau, 0,05 g Xylen Cyanol FF, 5 mL Wasser
TE-Puffer	10 mM Tris, 1 mM EDTA, pH = 7-7,5
λ-PST I Größenstandard	DNA geschnitten mit PST I Restriktionsenzym
10fach Puffer für PCR	15 mM MgCl <sub>2</sub> , 500 mM KCl, 100 mM Tris, 5% Triton X-100
10fach TBE-Puffer	1 mM Tris, 0,83 M Borsäure und 10 mM EDTA, pH 8-9
50fach TAE-Puffer	6050 g Tris, 1427,5 mL Essigsäure, 465 g EDTA, pH = 8

## 2.2.2 DNA-Isolation

Genomische DNA wird üblicherweise aus Gewebe, Blutzellen oder kultivierten Zellen isoliert. Da Erythrozyten von Vögeln Zellkerne besitzen, eignet sich Blut besonders gut zur Isolierung einer großen Menge DNA (Wink and Wehrle, 1994).

Alle Blutproben und Gewebeproben von Wiesenweihen wurden in EDTA-Puffer aufbewahrt und bei 4 °C gelagert. Federproben wurden zum Teil in EDTA-Puffer überführt, zum Teil als ganze Feder bei -80 °C tiefgefroren. Eine kleine Menge einer Gewebe- oder Federprobe wurde mit einer in 70%igem Ethanol gereinigten Schere in 900 µL Puffer-B zerkleinert. 100-200 µL Blut wurde in der gleichen Menge Puffer-B aufgenommen. Die folgenden Schritte der DNA-Isolation waren bei allen Probenotypen gleich und entsprechen dem Labor-internen Protokoll.

Die in Puffer-B aufgenommene Probe wurde mit je 50 µL 20%iger SDS-Lösung (Endkonzentration 1%ig) und Proteinase K-Lösung (20 mg/mL) versetzt und zum Protein-Verdau ca. 12 h bei 56 °C, bzw. 48 h bei 37 °C, inkubiert. Anschließend wurden die Proteine durch Zugabe von 500 µL einer gesättigten NaCl-Lösung verdaut. Die Proben wurden geschüttelt (Vortex) und 45 min bei 11.500 U/min zentrifugiert. 1 mL des klaren Überstandes („Ansatz 1“) wurde anschließend in ein frisches Eppendorf-Reaktionsgefäß pipettiert. Mit dem übrig gebliebenen Pellet und etwas Restüberstand („Ansatz 2“) wurde später getrennt weiter gearbeitet. Zunächst wurde „Ansatz 1“ mit 900 µL eiskaltem Isopropanol versetzt, wodurch die DNA dehydriert und gefällt wird. Die Probe wurde gut geschüttelt, damit sich die DNA zusammenballt. Nach einer Zentrifugation für 20 min bei 11.500 U/min und 4 °C wurde der Überstand verworfen und das DNA-Pellet mit 500 µL eiskaltem, 70%igem Ethanol gewaschen. Erneut erfolgte eine Zentrifugation bei 4 °C und 11.500 U/min für etwa 15 min. Der Überstand wurde vorsichtig abgenommen und die DNA im Eppendorf Gefäß mit geöffnetem Deckel bei Raumtemperatur getrocknet. Abhängig von der isolierten DNA-Menge wurden anschließend 200-800 µL steriler TE-Puffer hinzugefügt und die Probe bei 37 °C über Nacht gelöst.

„Ansatz 2“ wurde wie folgt weiterverarbeitet: Zunächst wurden 700 µL Guanidinthiocyanat-Puffer zu den Proben hinzu gegeben, gut geschüttelt und die Proben über Nacht bei 37 °C inkubiert. Anschließend erfolgte die Zugabe von 700 µL Phenol/Chloroform-Reagenz. Die Probe wurde gut geschüttelt und 30 min lang bei Raumtemperatur und 11.500 U/min abzentrifugiert. Der nun klare Überstand wurde abgenommen und in einem frischen Eppendorf Gefäß mit 700 µL Chloroform/Isoamylalkohol (25:1) versetzt. Nach dem Abzentrifugieren unter denselben Bedingungen wurde der klare Überstand erneut abgenommen. Um die DNA zu fällen wurde die Probe nun mit 900 µL eiskaltem Isopropanol versetzt. Nach dem Zentrifugieren bei 4 °C (11.500 U/min, 20 min) und dem Waschen der DNA mit 70%igem Ethanol konnte

diese getrocknet und in TE-Puffer gelöst werden. „Ansatz 1“ und „Ansatz 2“ wurden anschließend zusammengeführt und bei 4 °C aufbewahrt.

Im Anschluss an die DNA-Isolation wurden die Proben photometrisch vermessen, um die einzusetzende Menge für eine PCR-Reaktion zu ermitteln. Dazu wurden der Absorptionswert bei 260 nm (die Wellenlänge, bei der Nukleinsäuren Licht absorbieren) und der Quotient aus den Werten 260 nm und 280 nm (entspricht dem Reinheitsgrad der Probe, da Proteine bei 280 nm absorbieren) ermittelt. Die DNA-Konzentration der Probe wurde mit einem Photometer gemessen.

$$C = OD_{260} \times V \times U / 1000 \mu\text{L}$$

$c [\mu\text{g}/\mu\text{L}] = \text{Konzentration}$

$OD [nm] = \text{optische Dichte (ermittelte Absorption bei einer bestimmten Wellenlänge)}$

$V = \text{Verdünnungsfaktor}$

$U = \text{Umrechnungsfaktor für doppelsträngige DNA (50 } \mu\text{g/mL)}$

Im Anschluss wurden die konzentrierten DNA-Proben in einem Volumen von 100 mL auf eine Konzentration von 30 ng/ $\mu\text{L}$  mit TE-Puffer verdünnt.

### 2.2.3 PCR allgemein

Die PCR (*Polymerase Chain Reaction*) wurde 1983 von Kary Mullis entwickelt (Mullis and Faloona, 1987). Bei einer klassischen PCR werden definierte DNA-Abschnitte mittels einer DNA-Polymerase enzymatisch vervielfältigt. Dazu wird ein Primer-Paar (Oligonukleotide) benötigt. Die Sequenz beider Primer ist komplementär zu einem Bereich unmittelbar in der Nähe der zu synthetisierenden Zielsequenz. Dadurch wird der zu amplifizierende Bereich begrenzt und die Startposition der DNA-Synthese festgelegt.

Für jeden Einzelstrang gibt es einen Primer, der entsprechend des Stranges als *Forward*- (bindet am codierenden Strang) oder *Reverse*-Primer (bindet am codogenen Strang) bezeichnet wird. Um eine optimale Bindung der Primer an die Zielsequenz und damit die erfolgreiche Amplifizierung zu gewährleisten, müssen folgende Parameter bei der Primer-Entwicklung beachtet werden: Primer sollten 18-30 Basen lang sein und einen Guanidin und Cytosin Anteil von 40-60% besitzen. Die Sequenz sollte keine Bereiche mit mehr als vier gleichen Nukleotiden hintereinander aufweisen. Für eine bessere Bindung und Elongation sollte die Sequenz mit einem G oder C enden. Um Artefakt-Bildungen zu vermeiden, sollten möglichst Primer mit hohen *Annealing*-Temperaturen (55-65 °C) verwendet werden. damit es nicht zur

Bildung von Primerdimeren oder Sekundärstrukturen wie Haarnadeln (*hairpins*) kommt Außerdem dürfen keine komplementären Bereiche innerhalb eines Primers bzw. zwischen Primern auftreten (wichtig in Multiplex-PCRs). (Mülhardt, 2013b)

Mit Hilfe einer hitzestabilen DNA-Polymerase, die sich an die Primer anlagert und der Zugabe von Desoxyribonukleosidtriphosphaten (dNTPs), den „Bausteinen“ der DNA, wird die Vervielfältigung des gewünschten DNA-Abschnittes ermöglicht. Die PCR-Reaktion läuft in kleinen Reaktionsgefäßen (Eppendorf Gefäße oder 96-*well* PCR-Platten) durch mehrere hintereinander geschaltete Zyklen in einem Thermozykler ab.

Ein PCR Zyklus besteht aus drei Schritten: Denaturierung, Primerhybridisierung und Elongation. Zunächst erfolgt bei einer Temperatur von 94-96°C die Denaturierung der DNA-Doppelstränge. Durch anschließendes Absenken der Temperatur lagern sich die komplementären Primer an die Zielsequenz am Einzelstrang an (Primerhybridisierung, engl. *annealing*). Die dafür benötigte Temperatur liegt zwischen 40 und 60°C und hängt von der Länge und dem GC-Gehalt des verwendeten Primers ab. In der Regel ist sie etwa 5°C geringer als die Schmelztemperatur des Primers. Im dritten Abschnitt des PCR-Verlaufs, der Elongation, erfolgt die enzymatische Synthetisierung der Zielsequenz. Sie beginnt am 3'-Ende der Sequenz, sodass der neu-synthetisierte Strang in Richtung 5'-3' entsteht. Aufgrund der hohen Denaturierungstemperatur wird in der Regel eine hitzestabile *Taq*-DNA-Polymerase, die aus in heißen Quellen lebenden Prokaryonten (*Thermus aquaticus*) isoliert wurde (Saiki *et al.*, 1988), verwendet. Die Elongation erfolgt bei 72°C. Diese drei Schritte werden zyklisch (etwa 30x) in einem PCR-Thermozykler wiederholt, wobei die neu-synthetisierten Stränge als Ausgangspunkt für weitere Synthesen dienen. (Mülhardt, 2013b)

Im Laufe der Zeit wurden weitere PCR-Methoden entwickelt, die auf dem ursprünglichen Prinzip beruhen, jedoch unterschiedliche Ziele haben: Unter anderem gibt es die *nested* PCR (Nachweis von extrem geringen *Template*-Mengen), die RT-PCR (*Reverse Transkription*: Nachweis der Transkription von Genen, Herstellung von cDNA-Sonden, Expression eines Gens quantifizieren), die *Real-time* quantitative PCR (Nachweis und Quantifizierung von Vorgängen während des PCR-Durchgangs z.B. Produktion von mRNA) und die *Rapid Amplification of cDNA Ends* PCR (RACE) (um cDNA-Klone vollständig zu amplifizieren). (Mülhardt, 2013b)

In der vorliegenden Arbeit wurden zwei PCR-Methoden verwendet: 1) die radioaktive PCR, bei der radioaktiv markierte Desoxyadenosintriphosphat (dATPs) in die Zielsequenz eingebaut werden (Kapitel 2.2.4 Radioaktive PCR und genetische Geschlechtsbestimmung) und 2) Multiplex-PCR, welche die simultane Amplifizierung von mehreren Zielsequenzen ermöglicht (Kapitel 2.2.6.5 Multiplex-PCR Entwicklung).

## 2.2.4 Radioaktive PCR und genetische Geschlechtsbestimmung

Die genetische Geschlechtsbestimmung wurde mit einer radioaktiven PCR durchgeführt (im Folgenden als Sexing-PCR bezeichnet).

Bei Vögeln wird das Geschlecht über *W*- und *Z*-Chromosom (Gonosomen) bestimmt, wobei, anderes als bei Säugetieren, die Weibchen das heterogametische Geschlecht (*WZ*) sind, während die Männchen zwei *Z*-Chromosomen besitzen. Für die genetische Geschlechtsbestimmung wurden die Primer 1237L und 1272H (Tabelle 1) verwendet, die im CHD-Gen eine nicht-codierende Region (Intron) amplifizieren. Diese Region weist unterschiedliche Größen bei den betreffenden Gonosomen auf. Da das CHD-Gen hochkonserviert ist, sind mit diesen Primern Geschlechtsbestimmungen bei den verschiedensten Vogelarten möglich (Kahn *et al.*, 1998).

Tabelle 1: Verwendete Primer und ihre Sequenz für eine Sexing-PCR

Primer	Sequenz (5'-3')
1237L	GAGAAACTGTGCAAAACAG
1272H	TCCAGAATATCTTCTGCTCC

In Abbildung 14 ist ein über Autoradiographie visualisierter Ausschnitt einer Sexing-PCR mit Wiesenweißen-Proben gezeigt. Die Weibchen sind durch das Vorhandensein einer zweiten Bande (*W*-Chromosom) von den Männchen unterscheidbar.

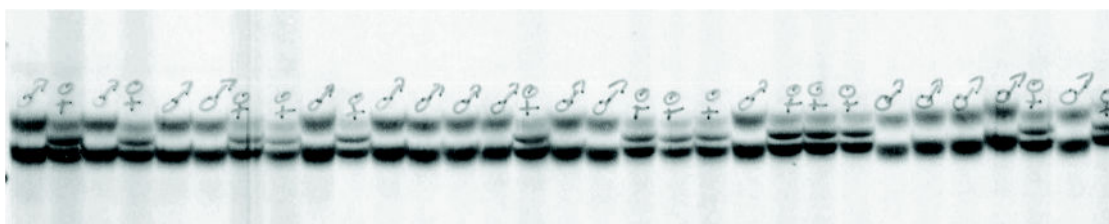


Abbildung 14: Autoradiographie einer Sexing-PCR am Beispiel der Wiesenweihe

Die beiden unteren Banden repräsentieren die amplifizierten Gonosomen. ♂: Männchen, ♀: Weibchen. Die obere, bei allen Proben vorhandene Bande, ist ein Nebenprodukt der PCR.

Die PCRs wurden in 96-*well* Platten durchgeführt. Ein PCR-Ansatz betrug 25  $\mu$ L (Tabelle 2). Das eingesetzte Volumen einer DNA-Probe mit weniger als 30 ng Ausgangskonzentration wurde auf 5  $\mu$ L gesetzt und die Zugabe an Wasser dementsprechend reduziert. Im

verwendeten Nukleotidmix (IPMB) betrug die Konzentration von dATP (Desoxyadenosintriphosphat) nur 45% der übrigen Nukleotide. Die Zugabe von  $^{33}\text{p-}\alpha\text{-dATP}$  im Isotopenlabor zum PCR-Mix ermöglichte den Einbau von radioaktiv markierten dATPs in die PCR-Produkte. Diese konnten später durch Autoradiographie auf einem Röntgenfilm sichtbar gemacht werden (Abb. 14).

Tabelle 2: Zusammenstellung einer radioaktiven PCR

<b>Ansatz</b>	<b>Volumen</b>
30 ng isolierte DNA	2 $\mu\text{L}$
10 pmol <i>Forward</i> -Primer	0,1 $\mu\text{L}$
10 pmol <i>Reverse</i> -Primer	0,1 $\mu\text{L}$
10 mM Nukleotidmix 45% ATP	1 $\mu\text{L}$
10x PCR-Puffer	2,5 $\mu\text{L}$
Wasser (steril, monodestilliert)	19,05 $\mu\text{L}$
<i>Taq</i> -Polymerase (5U/ $\mu\text{L}$ )	0,15 $\mu\text{L}$
$^{33}\text{p-}\alpha\text{-dATP}$ (3000 Ci/mmol)	0,1 $\mu\text{L}$
Summe	25 $\mu\text{L}$

In Tabelle 3 sind die genutzten Temperaturen einer Sexing-PCR beschrieben.

Tabelle 3: Temperaturprogramm einer Sexing-PCR

<b>Schritt</b>	<b>Zeit</b>	<b>Temperatur</b>	<b>Wiederholung</b>
Denaturierung	2 min	94 °C	
Denaturierung	30 sec	94 °C	
<i>Annealing</i>	1 min	56 °C	38 Zyklen
Extension	2 min	72 °C	
Finale Elongation	10 min	72 °C	
Pause	$\infty$	16 °C	

Nach der radioaktiven PCR wurden die PCR-Produkte über PAGE aufgetrennt und durch Autoradiographie visualisiert (Kapitel 2.2.5.2 Polyacrylamid-Gelelektrophorese (PAGE) und Autoradiographie).

## 2.2.5 Gelelektrophorese

Die Gelelektrophorese ermöglicht die Auftrennung von DNA und anderen Makromolekülen in einem elektrischen Feld. Das Prinzip beruht auf der Siebwirkung von Gelen, die einer elektrischen Spannung ausgesetzt werden. Entsprechend ihrer negativen Ladung wandern



DNA-Fragmente zur Anode. Die Wanderungsgeschwindigkeit der zu trennenden Moleküle ist abhängig von der Porengröße eines Gels und der Größe der Moleküle selbst. Kleine Moleküle wandern aufgrund einer geringeren Reibung schneller durch das Gel und kommen zuerst an der Anode an. (Mülhardt, 2013a)

Zu den meist angewandten Methoden zählen unter anderem die Agarose-Gelelektrophorese, die Polyacrylamid-Gelelektrophorese und die Kapillar-Gelelektrophorese. Alle drei Methoden wurden in der vorliegenden Arbeit verwendet.

### **2.2.5.1 Agarose-Gelelektrophorese**

Agarose-Gele trennen DNA-Fragmente von 0,5-25 Kilobasen (kb) auf (Mülhardt, 2013a). Sie wurden verwendet, um DNA-Extraktion und die Vervielfachung von DNA in Multiplex-PCRs zu überprüfen. Dazu wurden 1 g respektive 1,4 g Agarose pro 100 mL 1x TAE Elektrolyse-Puffer (Tris-Acetat-EDTA-Puffer) in der Mikrowelle gelöst bzw. die Gellösung bei 56°C im Heitzschrank aufbewahrt. Je 100 mL Agarose-Gellösung wurden 10 µL Ethidiumbromid (0,1%ig) hinzugefügt, welches zwischen die Basenstapel der DNA interkaliert und unter UV-Licht (312 nm) fluoresziert (Wink & Wehrle, 1994). Somit können DNA-Fragmente nachgewiesen werden. Eine horizontale Gelkammer wurde mit dieser Gellösung befüllt und ein Gelschlitten zur Herstellung von kleinen Taschen platziert. Nach der Verfestigung wurde das Gel mit 1x TAE-Elektrolyse-Puffer übergegossen. Die Proben wurden mit 1 µL Blaumarker in einer Mikrotiterplatte gemischt und in die Geltaschen pipettiert. Zur Größenermittlung der aufgetragenen PCR-Produkte wurde eine Geltasche mit λ-PST I als Größenstandard (Fragmente von λ-Phagen DNA bekannter Größe, die mit dem Restriktionsenzym PST I geschnitten wurde) versehen. Durch Anlegen einer Spannung von 90 V erfolgte die Auftrennung der DNA-Fragmente und die Wanderung zur Anode. Nach 20 min wurde das Gel unter UV-Licht fotografiert.

### **2.2.5.2 Polyacrylamid-Gelelektrophorese (PAGE) und Autoradiographie**

Polyacrylamid-Gele sind in der Lage besonders kleine DNA-Fragmente von bis zu 1000 bp zu trennen. Sie besitzen eine hohe Kapazität, d. h. man kann im Vergleich zu Agarose-Gelen mehr DNA in die Geltaschen füllen. Neben nicht-denaturierenden Gelen, bei denen die DNA doppelsträngig bleibt, gibt es denaturierende Gele, die eine Elektrophorese von DNA Einzelsträngen ermöglichen. Diese werden z.B. bei der Sequenzierung oder beim Auftrennen von STR-Allelen verwendet. Die denaturierende Wirkung wird durch Zugabe von Harnstoff in die Gellösung ermöglicht. Als Elektrophorese-Puffer wird TBE-Puffer (Tris-Borat-EDTA-Puffer) verwendet, da dieser stabiler als TAE-Puffer ist und eine Elektrophorese mit größerer Spannung erlaubt. (Mülhardt, 2013a)

Die Polyacrylamid-Gelelektrophorese (PAGE) wurde verwendet, um PCR-Produkte einer radioaktiven PCR elektrophoretisch aufzutrennen. Im Gegensatz zu einem Agarosegel ist ein Polyacrylamidgel vertikal ausgerichtet und wird zwischen zwei Glasplatten gegossen. Eine der beiden Glasplatten wurde mit einer 1:20 Silane-Chloroform Mischung poliert, um ein späteres Ablösen des Gels zu erleichtern. Für eine Gellösung wurden 50 mL einer „Long Ranger Gellösung“ (5% Harnstoff) mit 35  $\mu$ L TEMED und 250  $\mu$ L 10%iges APS versetzt, um die Polymerisation zu ermöglichen. Diese war nach etwa einer Stunde abgeschlossen, sodass das Gel in eine Gelkammer eingespannt werden konnte. Der obere sowie der untere Teil der Laufkammer wurden mit 1x TBE-Puffer befüllt und die Proben (versetzt mit 10  $\mu$ L Stopplösung) nach einer 5-minütigen Denaturierung bei 95°C in die Geltaschen pipettiert. Die Elektrophorese wurde durch Anlegen von 65 W, 5 kV und 150 mA gestartet und hatte eine Laufzeit von 1,5 h. Die Glasplatten wurden vorsichtig voneinander getrennt und das Gel mit einem Bogen Chromatographiepapier belegt und abgehoben. Anschließend wurde es mit Frischhaltefolie und einer Gummimatte belegt und auf einer Heizplatte bei 90°C unter Vakuum in 30-60 min getrocknet. Nach 12 h, oder gegebenenfalls nach einigen Tagen, wurde ein Röntgenfilm auf das Gel platziert und in einer dunklen Kassette inkubiert (Autoradiographie). Die Entwicklung des Röntgenfilms erfolgte in völliger Dunkelheit mit Hilfe einer Entwickler- und Fixierlösung.

## 2.2.6 STR-Primer Entwicklung

### 2.2.6.1 Mikrosatelliten

Tautz & Renz (1984) beschreiben erstmals 1984 einfache repetitive DNA-Sequenzen im Genom von Eukaryonten. Dabei handelte es sich um die so genannte Mikrosatelliten-DNA (engl: *Short-Tandem-Repeat*, STR). Diese Sequenzmotive bestehen aus 2-6 Nucleotiden (Di-, Tri-, Tetra-Nucleotide usw.), welche typischerweise in Längen von 10-50 Wiederholungen vorkommen (Ellegren, 1992). Dabei treten Di-Nucleotide am häufigsten auf. Das Motiv (TG)<sub>n</sub> ist bei Säugetieren, z.B. beim Menschen, durchschnittlich alle 30 kb zu finden (Stallings *et al.*, 1991).

Eine Region in der DNA mit einem Mikrosatelliten wird als Locus (Plural: Loci) bezeichnet. Die DNA, die einen solchen Locus umgibt, wird Flankierungs-Region (engl. *flanking region*) genannt. Komplementäre Primer können entwickelt werden, um die Amplifizierung eines STR-Locus mittels PCR zu ermöglichen. Die Entwicklung eines spezifischen STR-Primers ist der entscheidende Schritt bei der Mikrosatelliten-Marker Identifizierung. (Selkoe & Toonen, 2006)

Wie alle Gene in einem diploiden Organismus, so haben auch Mikrosatelliten für jeden Locus zwei Kopien (Allele). Diese Allele können sich in verschiedenen Organismen hinsichtlich der Anzahl wiederholter Motive unterscheiden. Mikrosatelliten liegen in Regionen, die nicht für

Proteine codieren und damit einer erhöhten Mutationsrate unterliegen können (Hedrick, 2005). Im Gegensatz zu den Flankierungs-Regionen mutieren STR-Motive regelmäßig durch Stolpern (engl. *slippage*) und fehlerhaftes Korrekturlesen (engl. *proofreading errors*) der DNA-Polymerase während der DNA-Replikation. Viele Mikrosatelliten haben daher hohe Mutationsraten von  $10^{-2}$ - $10^{-10}$  Mutationen pro Locus und Generation (Goldstein & Schlötterer, 1999). Die Allel-Variabilität von Mikrosatelliten ist folglich in der Regel sehr hoch. Weisen die beiden Allele an einem Locus die gleiche Größe auf, so wird der Genotyp als homozygot bezeichnet. Heterozygote Allele sind hingegen in ihrer Länge unterschiedlich.

Mikrosatelliten-Allele werden nach den Mendel'schen Gesetzen vererbt. Nachkommen erben folglich ein mütterliches und ein väterliches Allel. Diese Tatsache wird zur Identifizierung von Individuen und bei Elternschaftsanalysen genutzt.

### **2.2.6.2 Sequenzierungsmethoden allgemein**

Zahlreiche Bereiche in der Forschung, sei es Medizin oder organismische Biologie, hängen von Genom-Analysen ab. Neben dem strukturellen Aufbau der DNA, steht besonders die Funktion von Genen im Fokus der Medizin, um z.B. die Ursache von Krankheiten zu erforschen. Zentral sind das Auffinden und die Quantifizierung von Sequenz-Variationen und der Vergleich von phänotypischen Ausprägungen. Sequenz-Variationen spielen jedoch nicht nur in der Medizin eine tragende Rolle, sondern sind auch für die organismische Biologie interessant, wenn es um populationsgenetische Untersuchungen (z.B. Inzucht, Verwandtschaft) oder die Erforschung der Evolution (Entwicklungsbiologie, Stammesgeschichte) geht. Seit den frühen 1990er Jahren beruhen fast alle Ansätze zur Entschlüsselung von DNA-Sequenzen auf der halbautomatischen Sanger-Sequenzierung (Sanger, 1988; McPherson *et al.*, 2001).

Die Sanger-Sequenzierung (Kettenabbruch-Synthese) wurde um 1975 entwickelt und 1977 durch die vollständige Sequenzierung eines Bakteriophagen-Genoms erstmals veröffentlicht (Sanger *et al.*, 1977). Sie beruht auf einer DNA-Synthese Reaktion von kurzen DNA-Fragmenten mittels PCR (Polymerase Chain Reaction, PCR), bei der ddNTPs (Dideoxynukleosidtriphosphate: ddATP, ddCTP, ddGTP und ddTTP) in den neusynthetisierten Strang eingebaut werden. Diese ddNTPs besitzen keine Hydroxygruppe am 3'-C-Atom, so dass die DNA-Polymerase an dieser Stelle nicht mehr die Verknüpfung von der OH-Gruppe des letzten Nukleotids mit der Phosphatgruppe des nächsten Nukleotids ausführen kann. Es entstehen unterschiedlich lange Fragmente, die alle auf das gleiche ddNTP enden, abhängig davon, ob die Synthese mit ddATP, ddCTP, ddGTP oder ddTTP durchgeführt wurde. Im Fall einer radioaktiven Markierung der ddNTPs erfolgen anschließend die Auftrennung der Fragmente mittels Polyacrylamid-Gelelektrophorese und die Auswertung auf einem Röntgenfilm. Zur Ermittlung der Gesamtsequenz wird die Reihenfolge der Sequenzier-Durchgänge mit den

verschiedenen Nukleotiden verglichen.

Eine weitere Möglichkeit ist die Kopplung eines fluoreszierenden Farbstoffes an jedes der vier möglichen ddNTPs und die Auftrennung mittels Kapillar-Gelelektrophorese. Durch eine Laser-induzierte Fluoreszenz werden die unterschiedlichen Nukleotide erkennbar und die zugrundeliegende DNA-Sequenz in einem Elektropherogramm dargestellt (Swerdlow *et al.*, 1990; Ewing & Green, 1998).

Die stetige Verbesserung der Sanger-Sequenzierung führte dazu, dass Leselängen von bis zu 1000 Basenpaaren (bp) mit einer Genauigkeit von 99,999% erreicht werden können (Shendure & Ji, 2008).

### **2.2.6.3 Next-generation sequencing und 454 Pyrosequenzierung**

Weiterentwickelte Methoden, die einen größeren Basenpaar-Durchsatz in kürzerer Zeit zum Ziel haben, werden als Sequenzierung der zweiten Generation (*second generation sequencing*, oder *next-generation sequencing*) bezeichnet. Darunter werden verschiedene Ansätze, wie mikroelektrophoretische Methoden, Sequenzierung durch Hybridisierung, *real-time* Beobachtung von einzelnen Molekülen, sowie zyklische Sequenzierung (*cyclic-array sequencing*) betrachtet. Die zyklische Sequenzierung wird mittlerweile durch zahlreiche kommerzielle Systeme angewendet, wie die 454 Sequenzierung (*454 Genome Sequencer*, Roche Applied Science), die Solexa Technologie (*Illumina Genome Analyzer*), die SOLiD Plattform (Applied Biosystems), und die HeliScope Technologie (*Single Molecule Sequencer*, Helicos). (Shendure & Ji, 2008)

Im Folgenden wird die 454 Sequenzierung im Detail beschrieben, da diese Methode in der vorliegenden Studie zum Einsatz kam. Diesem Kapitel liegen folgende Quellen zugrunde: Mardis (2008); Shendure & Ji (2008) und Metzker (2010).

Die 454 Pyrosequenzierung war die erste kommerziell verfügbare Methode und wurde 2004 eingeführt. Bei der Pyrosequenzierung führt jeder Einbau eines Nukleotids durch die DNA-Polymerase zur Freigabe eines Pyrophosphates. Über eine enzymatisch katalysierte Reaktionskette wird Licht durch das Enzym Luciferase generiert. Die Menge des produzierten Lichts ist proportional zur Menge der eingebauten Nukleotide. Der folgende Abschnitt beschreibt den genauen Ablauf.

Zunächst wird genomische DNA fragmentiert und an Adapter-Oligonukleotide legiert. Diese Fragmentsammlung (*fragment library*) wird mit Agarose Kügelchen (*beads*) gemischt, an deren Oberfläche Oligonukleotide gekoppelt wurden, welche komplementär zu den Adaptoren der DNA-Fragmente sind. Jedes *bead* kann genau ein DNA-Fragment binden. Mittels

Emulsions-PCR (Öl-Wasser Gemisch) werden auf jedem *bead* etwa 1 Million Kopien des daran gekoppelten DNA-Fragmentes produziert. In einer Emulsions-PCR findet die eigentliche PCR-Reaktion in kleinsten Wassertröpfchen statt, welche alle Reagenzien enthalten, die für eine PCR benötigt werden. Die *beads* werden anschließend in eine Picotiter-Platte gegeben, sodass genau ein *bead* in jede der mehrere Hunderttausend Kammern (*wells*) gelangt. In jeder dieser Kammern kann nun separat der Sequenzierungsprozess verfolgt werden. Zunächst werden weitere *beads*, welche die Enzyme der Katalyse-Kette zur Lichtproduktion beinhalten, auf die Picotiter-Platte gegeben. Nacheinander getrennt werden nun die vier Nukleotide über die Platte geschwemmt und nach jedem Nukleotid-Einbau ein Bild des emittierten Lichts aufgenommen. Über ein Fließdiagramm (*flowgram*) wird die Anzahl der eingebauten Nukleotide über die jeweilige Peak-Höhe ablesbar und eine Basen-Sequenz erstellt. Der Hauptvorteil dieser Methode liegt in der langen Leselänge der Sequenzen, wodurch gerade die Abbildung von repetitiven Regionen (Mikrosatelliten) verbessert wird. Die durchschnittliche Leselänge einer Sequenz beträgt 330 bp. Nachteile bestehen vor allem bei der genauen Ermittlung homopolymerer *repeats* (>6 gleiche Nukleotide hintereinander).

#### **2.2.6.4 Entwicklung von STR-Primern für Wiesenweihen**

##### *2.2.6.4.1 454 Pyrosequenzierung einer Wiesenweihen-Probe*

Da eines der Ziele der vorliegenden Arbeit die Entwicklung von STR-Primern für Wiesenweihen war, kam die 454 Pyrosequenzierung zum Einsatz. Mit Hilfe der Sequenzierung eines Teils des Genoms von Wiesenweihen sollten repetitive Elemente gefunden werden, die sich für Elternschaftsanalysen eignen.

Die 454 Pyrosequenzierung wurde von M. A. Grohme und Prof. M. Frohme (Molekulare Biotechnologie und funktionelle Genomik, Technische Universität Wildau, Deutschland) durchgeführt. Mit einem 454 GS Junior Sequencer (Roche Applied Science) und einem GS FLX Titanium Rapid Library Preparation Kit wurde eine genomische Bibliothek einer einzelnen Wiesenweihen DNA-Probe angefertigt. Ein einzelner Lauf erbrachte 85.624 verwendbare Fragmente mit einer durchschnittlichen Länge von 391 bp und insgesamt über 33 Mio. bp Sequenzdaten. Mit der Software MSATCOMMANDER 0.8.1 (Faircloth, 2008) konnten 448 Loci mit repetitiven STR-Motiven (ohne Mononukleotide) identifiziert werden. Die Software Primer 3 (Rozen & Skaletsky, 2000) wurde verwendet, um 156 Primer-Paare zu bestimmen, von denen 92 einmalig waren. Die Sequenzen der 92 Primer-Paare und der dazugehörigen STR-Loci wurden mir in einer Datei zur Verfügung gestellt.

#### 2.2.6.4.2 Auswahl polymorpher Loci

Aus dieser Datei der sequenzierten STR-Motive und ihren Primern erfolgte anschließend die Auswahl potentiell polymorpher Loci: Es wurden zunächst 42 Loci ausgewählt, die mindestens 10 Wiederholungen von 2-6 repetitiven Nukleotiden (*Di-Repeats*, *Tri-Repeats*, *Tetra-Repeats*, *Penta-Repeats* und *Hexa-Repeats*) enthielten. Loci mit 10-16 *Repeats* sind potentiell polymorph und bergen ein geringes Risiko unterbrochene Motive (z.B. (GCC)<sub>12</sub>(GC)<sub>10</sub>) aufzuweisen (van Asch *et al.*, 2010).

Die ausgewählten Primer-Paare wurden einzeln mittels radioaktiver PCR auf Verlässlichkeit bei der Amplifizierung und möglicher Polymorphie getestet. Die Durchführung der PCR und anschließende Polyacrylamid-Gelelektrophorese entspricht den Methoden in Kapitel 2.2.4 Radioaktive PCR und genetische Geschlechtsbestimmung bzw. 2.2.5.2 Polyacrylamid-Gelelektrophorese (PAGE) und Autoradiographie. Für jeden zu testenden Primer wurde ein 25 µL Ansatz mit einer einzelnen DNA-Probe und ein weiterer Ansatz mit einem Gemisch aus 10 verschiedenen DNA-Proben vorbereitet (Tabelle 4). Tabelle 5 zeigt das angewandte Temperaturprogramm. Auf dem entwickelten Röntgenfilm wurden solche Loci als polymorph erachtet, bei denen im DNA-Gemisch mehrere Allel-Banden in unterschiedlichen Höhen zu erkennen waren. Loci, die nur 1 oder 2 dicke Banden im 10x-DNA Gemisch zeigten wurden als nicht polymorph gewertet und von den weiteren Entwicklungsschritten der Methode ausgeschlossen (Abbildung 15).

Tabelle 4: Zusammenstellung einer radioaktiven PCR für Primer-Tests

<b>Ansatz</b>	<b>Volumen 1x DNA</b>	<b>Volumen 10x DNA</b>
30 ng isolierte DNA	2 µL	10x 1 µL
10 pmol <i>Forward</i> -Primer	0,1 µL	0,1 µL
10 pmol <i>Reverse</i> -Primer	0,1 µL	0,1 µL
10 mM Nukleotidmix 45% ATP	2,5 µL	2,5 µL
10x PCR-Puffer	2,5 µL	2,5 µL
Wasser (steril, monodestilliert)	17,45 µL	9,35 µL
<i>Taq</i> -Polymerase (5U/µL)	0,25 µL	0,25 µL
<sup>33</sup> P- $\alpha$ -dATP (3000 Ci/mmol)	0,1 µL	0,2 µL
Summe	25 µL	25 µL

Tabelle 5: Temperaturprogramm einer radioaktiven PCR für Primer-Tests

Schritte	Zeit	Temperatur	Wiederholung
Denaturierung	5 min	95°C	
Denaturierung	45 sec	95°C	
<i>Annealing</i>	1 min	56°C	38 Zyklen
Extension	1,30 min	72°C	
Finale Elongation	10 min	72°C	
Pause	∞	15°C	

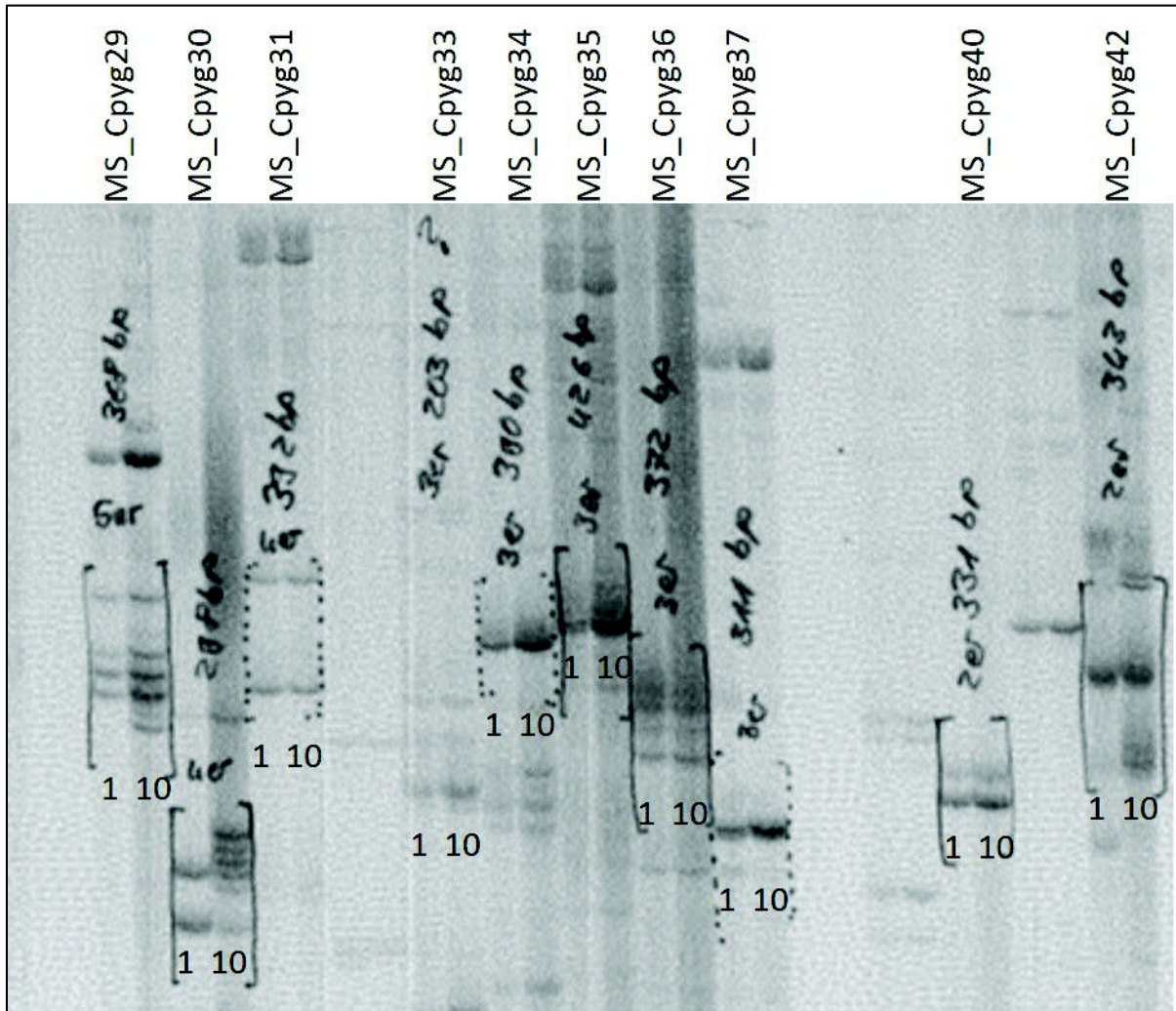


Abbildung 15: Autoradiographie-Ausschnitt eines Primer-Tests mit 1x- und 10x-DNA

Jeder untersuchte Locus (Namen am oberen Bildrand) wurde mit einer einzelnen DNA-Probe (1) und einem Gemisch aus 10 verschiedenen DNA-Proben (10) amplifiziert. Angegeben sind des Weiteren die *Repeat*-Größe (5er: Penta-*Repeat*, 4er: Tetra-*Repeat*, 3er: Tri-*Repeat*, 2er: Di-*Repeat*) sowie die zu erwartende Größe in Basenpaaren (bp). Die Lage der Allele eines jeden Locus sind in eckige Klammern gefasst.

40 der 42 getesteten Primer-Paare produzierten eindeutige Allel-Banden. Davon zeigten 18 Loci Allele in verschiedenen Größen. Diese wurden für die weiteren Polymorphie-Tests ausgewählt.

Diese 18 Loci wurden in radioaktiven PCRs einzeln mit fünf verschiedenen DNA-Proben von Wiesenweihen untersucht. Auch hier war es wichtig, dass nach der Amplifizierung in den fünf Proben möglichst viele unterschiedliche Allele zu erkennen waren. Die einzelnen PCR-Ansätze entsprechen den in Tabelle 4 aufgeführten Angaben für 1x-DNA. Um die optimale *Annealing*-Temperatur für jedes Primer-Paar zu finden, wurden drei verschiedene Temperaturen (50°C, 55°C und 58°C) getestet. Das weitere Temperaturprogramm war analog zu Tabelle 5. Abbildung 16 zeigt einen Ausschnitt eines Autoradiographie-Gels.

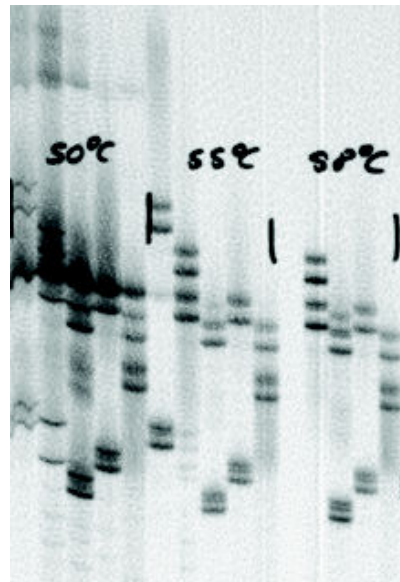


Abbildung 16: Ausschnitt einer Autoradiographie eines Polymorphie-Tests

Der Locus MS\_Cpyg05 (*Penta-Repeat*) wurde bei drei verschiedenen *Annealing*-Temperaturen (50°C, 55°C und 58°C) amplifiziert. Die fünf verschiedenen Proben zeigen unterschiedliche, heterozygote Allele, was auf einen polymorphen Locus hindeutet.

Anhand der Position der Loci auf den Röntgenfilmen wurden im Anschluss erste radioaktive Multiplex-Versuche gemacht (Tabelle 6). Dabei sollte untersucht werden, ob die einzelnen Primer-Paare auch bei Anwesenheit von anderen Primern reproduzierbar die entsprechenden DNA-Abschnitte amplifizieren. Loci einer Singleplex-PCR, deren Allele auf den Filmen optisch nicht in der gleichen Höhe lagen, wurden in einer Multiplex-PCR kombiniert. In einer radioaktiven Multiplex-PCR wurden maximal drei verschiedene Primer-Paare kombiniert



und an je fünf DNA-Proben bei drei verschiedenen *Annealing*-Temperaturen (50°C, 55°C und 58°C) getestet (Abbildung 17).

Tabelle 6: Zusammenstellung von radioaktiven Multiplex PCRs

Ansatz	Volumen 2er-Plex	Volumen 3er-Plex
30 ng isolierte DNA	2 µL	2 µL
10 pmol <i>Forward</i> -Primer	je 0,1 µL	je 0,1 µL
10 pmol <i>Reverse</i> -Primer	je 0,1 µL	je 0,1 µL
10 mM Nukleotidmix 45% ATP	2,5 µL	2,5 µL
10x PCR-Puffer	2,5 µL	2,5 µL
Wasser (steril, monodestilliert)	17,2 µL	17 µL
<i>Taq</i> -Polymerase (5U/µL)	0,2 µL	0,2 µL
<sup>33</sup> P- $\alpha$ -dATP (3000 Ci/mmol)	0,2 µL	0,2 µL
Summe	25 µL	25 µL

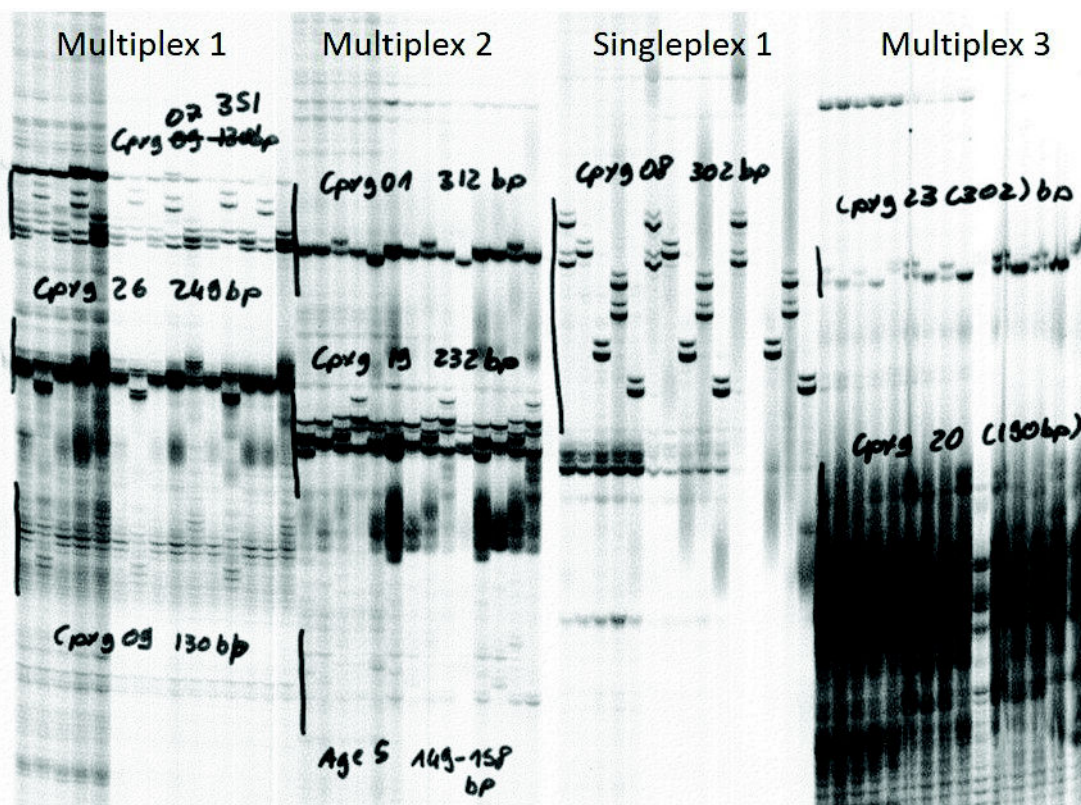


Abbildung 17: Autoradiographie-Ausschnitt von Multiplex- und Singleplex-PCRs

Die zugehörigen Allele eines jeden Locus sind durch einen schwarzen Balken am linken Rand markiert und die erwarteten Allel-Größen in bp wurden angegeben. Da der Locus MS\_Cpyg08 (*Hexa-Repeat*) ein sehr breites Allel-Spektrum besitzt wurde er nur in einer Singleplex-PCR amplifiziert.

Anhand der Gelbilder und der Lage der Allele je Locus wurde entschieden, welche Primer mit demselben bzw. mit einem unterschiedlichen Fluoreszenz-Farbstoff für die Kapillare-Gelelektrophorese markiert werden können (Kapitel 2.2.6.5.2 Verwendete Fluoreszenz-Farbstoffe).

### **2.2.6.5 Multiplex-PCR Entwicklung**

#### *2.2.6.5.1 Multiplex-PCR allgemein*

Mit einer Multiplex-PCR ist es durch simultane Bereitstellung mehrerer Primer-Paare möglich, in einem einzigen PCR-Lauf mehrere Zielsequenzen zu amplifizieren. Dadurch wird die Anzahl der PCR-Läufe, die nötig sind, um eine Probe vollständig zu genotypisieren, reduziert. Zur Unterscheidung der PCR-Produkte werden Primer mit Fluoreszenz-Farbstoffen markiert, welche in das PCR-Produkt eingebaut werden. Über Kapillar-Gelelektrophorese werden die PCR-Produkte aufgetrennt und erscheinen als Peaks in einem Elektropherogramm. Dieses Vorgehen war für meine Untersuchung sinnvoll, da eines der Ziele dieser Arbeit in der Genotypisieren von mehr als 2000 Wiesenweihen-Proben mit 10-20 Primern bestand.

#### *2.2.6.5.2 Verwendete Fluoreszenz-Farbstoffe*

Alle *Forward*-Primer eines Primer-Paares wurden am 5'-Ende mit einem von drei fluoreszierenden Farbstoffen markiert (MWG Operon). Die Fragmentlängenanalyse der PCR-Produkte in dieser Studie erfolgte mit MegaBACE 1000 (Amersham Biosciences), die die Farbstoffe FAM (Fluorescein), HEX (Hexachlorfluorescein) und TET (Tetrachlorfluorescein) erlaubte (Kapitel 2.2.8 Fragmentlängenanalyse mittels Kapillar-Gelelektrophorese).

Loci mit überlappenden Allel-Längen sollten mit unterschiedlichen Farbstoffen markiert werden und solche mit nicht-überlappenden Allelen mit dem gleichen Farbstoff. Aus folgenden Gründen konnte dies nicht so umgesetzt werden: Der Farbstoff FAM absorbiert Licht bei einer Wellenlänge von 488 nm und emittiert es mit einer Wellenlänge von 515 nm. TET absorbiert bei 521 nm und emittiert bei 536 nm. Da die Emissionswerte der beiden Farbstoffe sehr eng beieinander liegen, kam es zur Signalüberlagerung bei der Analyse durch die MegaBACE. In den resultierenden Elektropherogrammen erschienen folglich FAM-Peaks auch im TET-Kanal. Hatten die zu untersuchenden Fragmente sehr ähnliche Basenpaar-Längen, so überschritten sich die Peaks beider Farbstoffe. Daher war es wichtig, dass sich Allel-Größen von Loci, die mit diesen Farbstoffen markiert wurden, nicht überlappten. Der Farbstoff HEX emittiert Licht bei 535 nm und emittiert es bei 556 nm. Auch bei TET und HEX kam es zu Überlagerung der Signale mit den beschriebenen Folgen. Bei der Zusammenstellung der Multiplex-Sets wurde

zudem darauf geachtet, dass mindestens 100 bp zwischen gleichfarbig markierten Loci liegen. Damit sollte verhindert werden, dass sich Allele verschiedener Loci überschneiden.

### 2.2.6.5.3 Multiplex-Vorversuche

In Vorversuchen wurden die Primer-Kombinationen ermittelt, die es erlauben, möglichst viele Primer in wenigen Multiplex-Sets zu kombinieren. In Tabelle 7 sind 18 Wiesenweihen-Primer und drei Literatur-Primer mit den dazugehörigen Sequenzen und STR-Motiven aufgelistet, die in Multiplex-Versuche involviert waren.

Tabelle 7: Primer für Multiplex-PCR Versuche

F: *Forward*-Primer, R: *Reverse*-Primer

<b>Locus</b>	<b>Primer Sequenz (5'-3')</b>	<b>Motiv</b>
MS_Cpyg01	F: ACTGAGTATTGATGACTGCTGC	(AC) <sub>14</sub>
	R: ATTCTGGAGTCACACGCATG	
MS_Cpyg04	F: CAGGAGAGCTTCTGGTAGGG	(ATGCC) <sub>11</sub>
	R: TGACAGTACTCAGCACCCAC	
MS_Cpyg05	F: GCTTCTGGAGGAGCATCATG	(AACAT) <sub>10</sub>
	R: TCAGTCCTCCAAGAACCAG	
MS_Cpyg06	F: GGCTAAAGAGGACAACGGTG	(AATAG) <sub>11</sub>
	R: TGCACCAGGGGAGGTTTAGAC	
MS_Cpyg07	F: CCTGATAGGGCTGGTGTCTAG	(AAAG) <sub>13</sub>
	R: TGTTCCAGGTCCAGTGAAC	
MS_Cpyg08	F: GAGACCTCTTCCGCCAAAC	(AAGAGG) <sub>13</sub>
	R: GCTCCTCACAGTCCCAGAC	
MS_Cpyg10	F: TTTAACACACCATGGCAGGC	(AGG) <sub>13</sub>
	R: CTCGCTATCTCTCTGCAGGG	
MS_Cpyg16	F: TCTGCCACACTTCTCACAGG	(AC) <sub>11</sub>
	R: TGAGAGGCTGTTGTATCATCTC	
MS_Cpyg19	F: AGTGGCCTAATGTCCTAAACC	(AC) <sub>11</sub>
	R: TGGTTAGGGATTCTGTTGCTTG	
MS_Cpyg23	F: AGCAAACCTGGCCTTAACTATG	(AT) <sub>10</sub>
	R: GGTAGTGGTCTGCAGCTTAATG	
MS_Cpyg25	F: AGATGAAGGCTGGACTGTGG	(AC) <sub>10</sub>
	R: TACCACTCATTCCAACAGGC	
MS_Cpyg26	F: AGCCACCTGAAACCCTTTAAAC	(AT) <sub>11</sub>
	R: TCTCAGCTCTCAGTCTTGGG	
MS_Cpyg29	F: AAGTCCTAAGCCCAAACACC	(AAAAC) <sub>9</sub>
	R: CTATGCAAGGAAGGTACAG	
MS_Cpyg30	F: AGTTTCTGGCTGTAGGTAGAC	(AGAT) <sub>9</sub>
	R: TGACTGCTGAAACTGGCAAC	

Fortsetzung von Tabelle 7 Primer für Multiplex PCR Versuche

<b>Locus</b>	<b>Primer Sequenz (5'-3')</b>	<b>Motiv</b>
MS_Cpyg31	F: CTGCCATACTTCTGCCATGC	(AAAC) <sub>8</sub>
	R: GATGCCTGTACAAGCAACTG	
MS_Cpyg33	F: AGTCGGTACTCATCACAGC	(AGG) <sub>9</sub>
	R: GACGACTTGCACTGACAGAG	
MS_Cpyg39	F: ACAGTTATCTTCTCACATCCC	(AT) <sub>8</sub>
	R: TGGGTGGTGGCTGTGTAAC	
MS_Cpyg42	F: GTCTTGAGCATCCCACCTCC	(AC) <sub>8</sub>
	R: GCGAAGTCTGCTAGCACAAG	
Age5	F: ACGTTACAGACACCGATTACTTCC	(AAT) <sub>10</sub>
	R: AGCCACGCGTCTGATACTTT	
Hvo-02	F: CGTTTATGCTAGGGCTGCTT	(GT) <sub>12</sub>
	R: GTCAATGACAAGGCTGAGCA	
IEAAAG15	F: GAGAATAATTTTTGAAAAGCAGTAGG	(AAAG) <sub>7</sub>
	R: GCTTAGTTGTTTCAGAGGACGGTAAG	

Die Primer-Sequenzen Age5, Hvo-02 und IEAAAG15 wurden der Literatur entnommen, um das Marker-Set zu erweitern. Locus Age5 wurde am Habicht *Accipiter gentilis* (Topinka and May, 2004) isoliert, Locus Hvo-02 am Madagaskarseeadler *Haliaeetus vociferoides* (Tingay *et al.*, 2007) und Locus IEAAAG15 am Kaiseradler *Aquila heliaca* (Busch *et al.*, 2005).

Zunächst wurde versucht, die Multiplex-PCRs über ein Labor-eigenes PCR-Protokoll und verschiedene Modifikationen zu entwickeln. Ziel war es, möglichst viele Primer-Paare in einer Multiplex-PCR zu kombinieren und gut erkennbare Allel-Peaks in den Elektropherogrammen zu erhalten. Modifiziert wurden die Primer-Kombinationen, die *Annealing*-Temperaturen für eine betreffende Multiplex-PCR, die Zeiten und Temperaturen für die Elongation, sowie die eingesetzten Konzentrationen der Primer, des PCR-Puffers und der *Taq*-DNA-Polymerase. Auch die nachträgliche Aufreinigung der PCR-Produkte per Sephadex und eine erneute Reinigung mit Phenol-Dichlormethan wurden durchgeführt. Da diese Versuche zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis führten, wurden verschiedene Hot Start *Taq*-Polymerasen von Bioron, Promega und Peqlab getestet, sowie verschiedene PCR-Kits speziell für Multiplex-PCRs bzw. STR-Loci Amplifizierung (Type-it Microsatellite PCR Kit und das PCR Plus Kit von Qiagen, sowie die AmpliTaq Gold und das Platinum Kit von Applied Biosystems). Mit diesen Kits konnten deutlich bessere Ergebnisse erzielt werden.

Die besten Ergebnisse konnten mit dem Type-it Microsatellite PCR Kit von Qiagen erzielt werden, welches folglich für alle weiteren Multiplex-PCRs eingesetzt wurde. Das PCR-Volumen von normalerweise 25 µL konnte auf 10 µL reduziert werden, ebenso die zugefügten Primer-Volumina. Weitere Entwicklungsschritte der Multiplex-Sets und PCRs umfassten die Auswahl von Loci nach verschiedenen Parametern, wie Polymorphie Informationsgehalt (PIC)

und Hardy-Weinberg Gleichgewicht (Kapitel 2.3.2.1 Ausschluss nach der ersten Charakterisierung) und die Reduktion von vier Multiplex-Sets auf drei finale Sets. Die genauen Bedingungen zur Genotypisierung mit den drei finalen Marker-Sets sind in Kapitel 2.2.7 Genotypisierung der Wiesenweihen mittels drei Multiplex PCR Sets beschrieben.

## **2.2.7 Genotypisierung der Wiesenweihen mittels drei Multiplex PCR Sets**

Im Folgenden werden die drei Multiplex-Sets vorgestellt, die zur Genotypisierung der Wiesenweihen-Proben verwendet wurden. Für alle Multiplex-PCRs wurde das Type-it Microsatellite PCR Kit (Qiagen) verwendet. Ein PCR-Ansatz für jedes der drei Sets wurde in 10  $\mu$ L zusammengestellt (siehe Tabelle 9-11). Die verwendeten Primer-Sequenzen und Fluoreszenz-Farbstoffe sind Tabelle 8 zu entnehmen. Da die farbstoffmarkierten-Primer sehr lichtempfindlich sind, wurden zunächst nur die DNA-Proben in einer 96-*well* PCR-Platte vorgelegt. Aufgrund der geringen, einzusetzenden Volumina wurde eine Primer-Stock-Lösung für jedes Set angefertigt. In diesem waren alle *Forward*- und *Revers*-Primer für das jeweilige Set in entsprechender Konzentration zusammengeführt. Eine Stock-Lösung wurde für 10 PCRs zu je 96 Proben angefertigt. Dadurch wurde außerdem ermöglicht, dass die Primer seltener dem Licht ausgesetzt wurden. Primer, die nicht verwendet wurden, blieben bei -20 °C tiefgefroren und wurden nur herangezogen, wenn eine neue Stock-Lösung angesetzt werden musste. Der in den Tabellen 9-11 gezeigte PCR-Ansatz für eine einzelne DNA-Probe wurde entsprechend der Probenmenge für eine PCR-Reaktion vergrößert. Mit Hilfe einer 8-Kanal Pipette wurde unter Abdunkelung der Platte der PCR-Mix mit den Bestandteilen 2x Type-it Multiplex PCR Master Mix, RNase freies Wasser sowie zusätzlich für Set 1 Q-Solution als auch die jeweilige Primer-Stock-Lösung zu den vorgelegten DNA-Proben hinzu pipettiert.

Tabelle 8: Verwendete Multiplex-Sets mit 19 Loci zur Genotypisierung von Wiesenweihen

Die Farbstoffe FAM, HEX und TET wurden jeweils nur an den *Forward*-Primer (F) legiert. R: *Reverse*-Primer. Die *Annealing*-Temperatur ( $T_a$ ) gilt für ein komplettes Multiplex-Set.

<b>Multiplex Set</b>	<b>Locus</b>	<b>Primer Sequenz (5'-3')</b>	<b>Farbstoff</b>	<b><math>T_a</math></b>
<b>Set 1</b>	MS_Cpyg01	F: ACTGAGTATTGATGACTGCTGC	TET	60 °C
		R: ATTCTGGAGTCACACGCATG		
	MS_Cpyg05	F: GCTTCTGGAGGAGCATCATG	HEX	
		R: TCAGTCCTCCAAGAACCCAG		
	MS_Cpyg06	F: GGCTAAAGAGGACAACGGTG	HEX	
		R: TGCACCAGGGGAGGTTTAGAC		
	MS_Cpyg16	F: TCTGCCACACTTCTCACAGG	FAM	
		R: TGAGAGGCTGTTGTATCATCTC		
	MS_Cpyg19	F: AGTGGCCTAATGTCCTAAACC	TET	
		R: TGGTTAGGGATTCTGTTGCTTG		
MS_Cpyg23	F: AGCAAACCTGGCCTTAACTATG	FAM		
	R: GGTAGTGGTCTGCAGCTTAATG			
MS_Cpyg26	F: AGCCACCTGAAACCCTTTAAAC	FAM		
	R: TCTCAGCTCTCAGTCTTGGG			
Age5	F: ACGTTACAGACACCGATTACTTCC	FAM		
	R: AGCCACGCGTCTGATACTTT			
<b>Set 2</b>	MS_Cpyg04	F: CAGGAGAGCTTCTGGTAGGG	TET	60 °C
		R: TGACAGTACTCAGCACCCAC		
	MS_Cpyg07	F: CCTGATAGGGCTGGTGTCTAG	HEX	
		R: TGTTCCCAGGTCCAGTGAAC		
	MS_Cpyg25	F: AGATGAAGGCTGGACTGTGG	HEX	
		R: TACCACTCATTCCAACAGGC		
MS_Cpyg39	F: ACAGGTTATCTTCTCACATCCC	HEX		
	R: TGGGTGGTGGCTGTGTAAC			
Hvo-02	F: CGTTTATGCTAGGGCTGCTT	TET		
	R: GTCAATGACAAGGCTGAGCA			
<b>Set 3</b>	MS_Cpyg29	F: AAGTCCTAAGCCCAAACACC	TET	58 °C
		R: CTATGCAAGGAAGGGTACAG		
	MS_Cpyg30	F: AGGTTCTGGCTGTAGGTAGAC	FAM	
		R: TGACTGCTGAACTGGCAAC		
	MS_Cpyg31	F: CTGCCATACTTCTGCCATGC	HEX	
		R: GATGCCTGTACAAGCAACTG		
	MS_Cpyg33	F: AGTCGGTACTCATCACAGC	TET	
		R: GACGACTTGCACTGACAGAG		
	MS_Cpyg42	F: GTCTTGAGCATCCCACCTCC	HEX	
		R: GCGAAGTCTGCTAGCACAAAG		
IEAAAG15	F: GAGAATAATTTTTGAAAAGCAGTAGG	FAM		
	R: GCTTAGTTGTTTCAGAGGACGGTAAG			

Die Primer-Sequenzen Age5 und Hvo-02 wurden der Literatur entnommen, um das Marker-Set zu erweitern. Locus Hvo-02 wurde an *Haliaeetus vociferoides* isoliert (Tingay *et al.*, 2007) und Locus Age5 an *Accipiter gentilis* (Topinka & May, 2004) und Locus IEAAG15 an *Aquila heliaca* (Busch *et al.*, 2005).

In Tabelle 9 (Multiplex-Set 1), Tabelle 10 (Multiplex-Set 2) und Tabelle 11 (Multiplex-Set 3) ist jeweils die Zusammenstellung der PCR dargestellt. Zum einen sind die einzelnen Konzentrationen der Primer aufgeführt und zum anderen das Volumen der eingesetzten Primer-Stock-Lösung. Die Konzentrationen der eingesetzten Primer unterscheiden sich, da manche Primer bessere Amplifikationsprodukte erbrachten, als andere. Höher konzentrierte Primer zeigten in der Regel kleinere Peaks. Das Volumen für *Forward*- und *Reverse*-Primer war jeweils gleich. Die Q-Solution, ein Kit-eigenes Detergent, welches den Einsatz GC-reicher Primer erleichtern soll, wurde nur zu Multiplex-Set 1 (Tabelle 9) hinzugefügt. Nur in diesem Set verbesserten sich dadurch die Elektrophorese-Ergebnisse, das heißt die Peaks wurden deutlicher.

Tabelle 9: Zusammenstellung einer Multiplex-PCR mit Set 1

Ein PCR-Ansatz bestand aus vorgelegter DNA, dem Primer-Stock und dem PCR-Mix. Im Primer-Stock waren die Primer mit entsprechenden Konzentrationen wie in „Primer in einzelner Konzentration“ beschrieben, enthalten. Die Bestandteile 2x Type-it Multiplex PCR Master Mix, Q-Solution und RNase freies Wasser entstammen dem verwendeten Type-it Microsatellite PCR Kit von Qiagen

<b>Ansatz</b>	<b>Bestandteil</b>	<b>Volumen</b>
<b>Vorgelegte DNA</b>	isolierte DNA	15 ng
Primer in einzelner Konzentration	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg01	je 0,2 pmol/µL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg05	je 0,2 pmol/µL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg06	je 0,2 pmol/µL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg16	je 0,18 pmol/µL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg19	je 0,2 pmol/µL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg23	je 0,25 pmol/µL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg26	je 0,25 pmol/µL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von Age5	je 0,25 pmol/µL
<b>Eingesetzter Primer-Stock</b>	Primer-Stock für Set 1	3,46 µL
<b>PCR Mix</b>	2x Type-it Multiplex PCR Master Mix	5 µL
	Q-Solution	0,75 µL
	RNase freies Wasser	0,79 µL
	<b>Endvolumen</b>	<b>10 µL</b>

Tabelle 10: Zusammenstellung einer Multiplex-PCR mit Set 2

Ein PCR-Ansatz bestand aus vorgelegter DNA, dem Primer-Stock und dem PCR-Mix. Im Primer-Stock waren die Primer mit entsprechenden Konzentrationen wie in „Primer in einzelner Konzentration“ beschrieben, enthalten. Die Bestandteile 2x Type-it Multiplex PCR Master Mix und RNase freies Wasser entstammen dem verwendeten Type-it Microsatellite PCR Kit von Qiagen.

<b>Ansatz</b>	<b>Bestandteil</b>	<b>Volumen</b>
<b>Vorgelegte DNA</b>	isolierte DNA	15 ng
Primer in einzelner Konzentration	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg04	je 0,2 pmol/μL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg07	je 0,25 pmol/μL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg25	je 0,2 pmol/μL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg39	je 0,2 pmol/μL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von Hvo-02	je 0,18 pmol/μL
<b>Eingesetzter Primer-Stock</b>	Primer-Stock für Set 2	2,06 μL
<b>PCR Mix</b>	2x Type-it Multiplex PCR Master Mix	5 μL
	RNase freies Wasser	2,94 μL
	<b>Endvolumen</b>	<b>10 μL</b>

Tabelle 11: Zusammenstellung einer Multiplex-PCR mit Set 3

Ein PCR-Ansatz bestand aus vorgelegter DNA, dem Primer-Stock und dem PCR-Mix. Im Primer-Stock waren die Primer mit entsprechenden Konzentrationen wie in „Primer in einzelner Konzentration“ beschrieben, enthalten. Die Bestandteile 2x Type-it Multiplex PCR Master Mix und RNase freies Wasser entstammen dem verwendeten Type-it Microsatellite PCR Kit von Qiagen.

<b>Ansatz</b>	<b>Bestandteil</b>	<b>Volumen</b>
<b>Vorgelegte DNA</b>	isolierte DNA	15 ng
Primer in einzelner Konzentration	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg29	je 0,25 pmol/μL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg30	je 0,25 pmol/μL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg31	je 0,2 pmol/μL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg33	je 0,25 pmol/μL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von MS_Cpyg42	je 0,25 pmol/μL
	<i>Forward</i> -und <i>Reverse</i> -Primer von IEAAAG15	je 0,25 pmol/μL
<b>Eingesetzter Primer-Stock</b>	Primer-Stock für Set 3	2,9 μL
<b>PCR Mix</b>	2x Type-it Multiplex PCR Master Mix	5 μL
	RNase freies Wasser	2,1 μL
	<b>Endvolumen</b>	<b>10 μL</b>

Das verwendete Temperaturprogramm für eine PCR-Reaktion ist Tabelle 12 zu entnehmen. Nach Beendigung der PCR wurde die Probenplatte in einer dunklen Schachtel bei 4 °C bis zur Weiterverwendung aufbewahrt.



Tabelle 12: Temperaturprogramm einer Multiplex-PCR

Für die jeweiligen Sets 1-3 sind die angewendeten *Annealing*-Temperaturen angegeben.

Schritt	Zeit	Temperatur	Wiederholung
Denaturierung	5 min	95°C	
Denaturierung	45 sec	95°C	
<i>Annealing</i> für Set 1	1,30 min	60°C	28 Zyklen
<i>Annealing</i> für Set 2	1,30 min	60°C	
<i>Annealing</i> für Set 3	1,30 min	58°C	
Extension	30 sec	72°C	
Finale Elongation	30 min	60°C	
Pause	∞	15°C	

## 2.2.8 Fragmentlängenanalyse mittels Kapillar-Gelelektrophorese

Bei einer Kapillar-Gelelektrophorese befindet sich die Gelmatrix in einer Kapillare mit einem Innendurchmesser von 20-100 µm. Durch die große Oberfläche der Kapillaren im Vergleich zum Gelvolumen, können sehr hohe Spannungen von bis zu 800 V/cm angelegt werden, ohne, dass sich das Gel überhitzt (Mülhardt, 2013a).

Die durch eine Multiplex-PCR amplifizierten STR-Allele wurden mittels Kapillar-Gelelektrophorese auf der MegaBACE 1000 (Amersham Biosciences) aufgetrennt. Bei diesem Verfahren werden die Proben durch einen elektrischen Impuls aus einer 96-well PCR-Platte in Kapillaren gezogen, in denen sich eine Gelmatrix befindet. Diese sogenannte MegaBACE Long Read Matrix besteht aus einem linear verknüpften Polyacrylamidgel. Wie in einer Polyacrylamid-Gelelektrophorese (PAGE) trennen sich die DNA-Fragmente im elektrischen Feld auf dem Weg zur Anode auf. Da große Fragmente langsamer durch das Gel wandern, erreichen sie erst später das Detektions-Fenster am Ende der Kapillaren. Dort werden die mit einem Fluoreszenz-Farbstoff markierten Fragmente durch einen Laser angeregt. Über einen *Beamsplitter* wird das emittierte Licht in die einzelnen Wellenlängen aufgeteilt und den entsprechenden Filtern zugeführt. Ein Rekorder nimmt die emittierten Strahlen wahr, analysiert sie und wandelt sie in elektrische Signale um. Als Ergebnis erhält man ein Elektropherogramm (siehe Kapitel 2.2.9 Auswertung von Elektropherogrammen), in dem die Fragmente (STR-Allele) entsprechend ihrer Farbmarkierung als Peaks auftreten. Für jedes Allel wird die genaue Länge an Basenpaaren angegeben. (Quelle: MegaBACE User Guide)

Als interner Größenstandard wurde zunächst ET-ROX 400 und später ET-ROX 550 (Amersham Biosciences) verwendet, da die Herstellung des ersteren eingestellt wurde. ET-ROX 400 enthält 20 Fragmente der Größen 60 bis 400 bp. ET-ROX 550 enthält 22 Fragmente die zwischen 60 und 550 bp liegen. Der Farbstoff ROX emittiert Licht bei einer Wellenlänge von 610 nm. Mit Hilfe der bekannten, farbmarkierten Fragmente erfolgt die Größenermittlung

der zu untersuchenden, unbekanntem STR-Fragmente einer Probe. Vor der Kapillargelelektrophorese wurde eine 96-well PCR-Platte mit den zu analysierenden Proben vorbereitet. Zum Schutz der Fluoreszenz-Farbstoffe erfolgte die Umsetzung unter Lichtabschluss. Zunächst wurden die PCR-Produkte mit steril filtriertem, monodestilliertem Wasser 1:250 verdünnt und davon je 1,2 µL in eine frische 96-well PCR-Platte pipettiert. Für eine Platte wurden 8 µL des ET-ROX Standards mit 472 µL steril filtriertem, monodestilliertem Wasser gemischt, um davon 4,8 µL zu jeder Probe hinzuzugeben. Die Proben-Platte wurde bis zum Start der MegaBACE in einer dunklen Box aufbewahrt, da sich die Fluoreszenz-Farbstoffe im Licht zersetzen können. Für einen MegaBACE-Lauf wurden zwei Puffer-Platten mit 150 µL 1x-LPA-Puffer (LPA: *Linear Polyacrylamide*) je well vorbereitet. Außerdem benötigte man sechs 2-mL Röhrchen mit MegaBACE Long Read Matrix und sechs 2-mL Röhrchen mit je 2 mL 1x-LPA-Puffer.

Vor jedem MegaBACE-Lauf wurden durch einen vorprogrammierten Spül-Durchgang die Kapillaren mit monodestilliertem Wasser gereinigt, da es durch ein langes Ruhen der Maschine zu Verstopfungen der Kapillaren kommen könnte.

Die Probenplatte wurde kurz vor dem Lauf bei 95 °C für 3 min denaturiert und anschließend auf Eis gestellt. Puffer-Platten, Matrix-Röhrchen, Puffer-Röhrchen und die Proben-Platte wurden entsprechend der Hersteller-Anleitung der Maschine dem System zugeführt. Das Injizieren der Proben erfolgte automatisch durch einen elektrischen Impuls bei 2kV für 90 sec. Ein MegaBACE-Lauf dauerte 75 min. Die Elektropherogramme wurden im Anschluss mittels der Software Genetic Profiler Version 2.0 (Amersham Bioscience) ausgewertet.

### **2.2.9 Auswertung von Elektropherogrammen**

Mit Hilfe der Kapillar-Gelelektrophorese wurden Elektropherogramme für jede Wiesenweihen-Probe erstellt und mittels der Software Genetic Profiler Version 2.0 (Amersham Bioscience) ausgewertet. In einem Elektropherogramm erscheinen DNA-Fragmente (Allele, aber auch Primer und unspezifische PCR-Produkte), welche mit einem Fluoreszenz-Farbstoff markiert sind, als Peaks (Abbildung 18-20). Jedem der drei verwendeten Farbstoffe ist ein Kanal zugeordnet, damit sie im Elektropherogramm untereinander angeordnet erscheinen. Zusätzlich wird ein vierter Kanal dargestellt (in der Abbildung ganz oben in Rot), welcher den vorgegebenen Größenstandard zeigt. Darunter folgen dann die drei Farbstoffe FAM (Blau), HEX (Schwarz) und TET (Grün). Auf der jeweiligen X-Achse erscheinen die Fragment-Peaks entsprechend ihrer Größe. Da kleine Fragmente im Gel schneller eluieren als große Fragmente, nimmt die Größe der Allele nach rechts zu. Die Y-Achse gibt die Intensität der Licht-Emission eines Peaks an.

In Abbildung 18-20 sind Elektropherogramme einer einzelnen Wiesenweihen-Probe gezeigt, welche mit den Multiplex-Sets 1-3 (Kapitel 2.2.7 Genotypisierung der Wiesenweihen mittels drei Multiplex PCR Sets) genotypisiert wurde. Die folgenden Erläuterungen der Peaks beziehen sich nur auf die drei unteren Kanäle in Abb. 18, richten sich aber auch an die anderen beiden Elektropherogramme: Im blauen FAM-Kanal sind vier Loci mit je zwei Allelen zu erkennen (markiert mit einem Kreuz auf der Peak-Spitze). Allel-Peaks, die sehr nahe beieinander stehen gehören zu einem Locus. Entsprechend der zu erwartenden Größe eines Locus konnten die Allele in der Regel leicht den verschiedenen Loci zugeordnet werden (in den Abbildungen mit einer Klammer und dem Namen des Locus zusammengefasst). Am Beispiel des ersten Locus (zwei deutliche Allel-Peaks) im FAM-Kanal ist zu erkennen, dass ein „Allel-Peak“ immer durch 1-2 starke und evtl. mehrere sehr kleine Peaks (sogenannte Stotter-Peaks) gebildet wird. Um eine uniforme Auswertung zu gewährleisten, wurde je Locus entweder immer der erste starke oder immer der zweite starke Peak gewertet und dessen Größe in bp notiert.

In allen Abbildungen ist des Weiteren zu erkennen, dass die Signale des schwarzen HEX-Kanals auch im grünen TET-Kanal auftreten. In Abbildung 20 sind die TET-Peaks auch im FAM-Kanal enthalten. Die Ursache liegt in den sehr ähnlichen Emissionswerten der Farbstoffe begründet. Diese Problematik wurde in Kapitel 2.2.6.5.2 Verwendete Fluoreszenz-Farbstoffe ausführlich erläutert.

Es wurden zunächst nur dezimale Werte der Peaks, wie von der Software Genetic Profiler Version 2.0 angegeben, notiert und später für alle Proben zusammen gerundet (Kapitel 2.3.1 Allele-Rundung). Die Auswertung der anderen beiden Multiplex-Sets (Abb. 19-20) erfolgte entsprechend der beschriebenen Vorgehensweise.

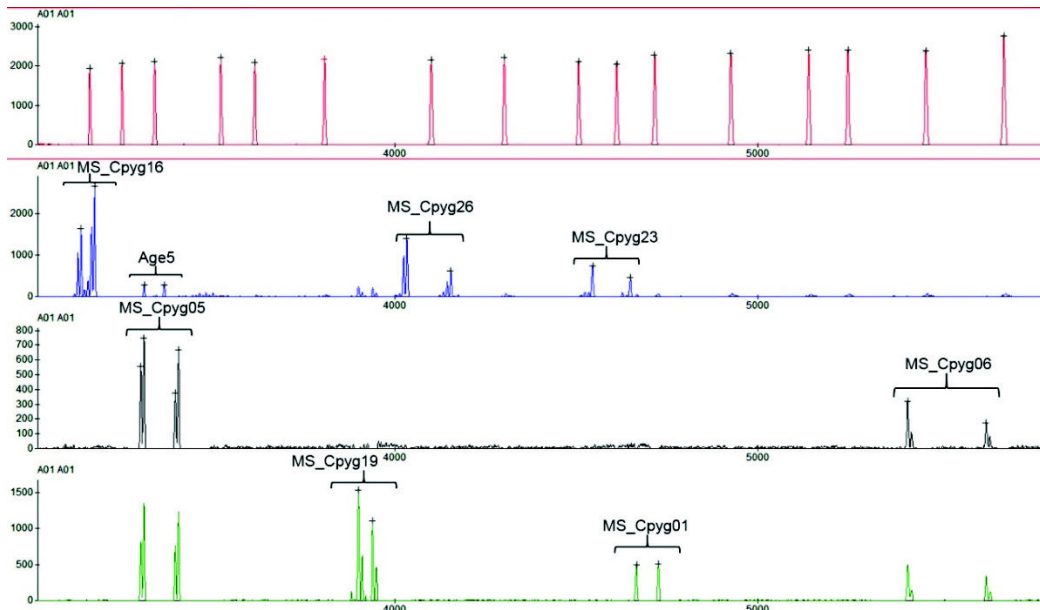


Abbildung 18: Elektropherogramm einer Wiesenweihen-Probe mit Multiplex-Set 1

Von oben nach unten sind in den vier gezeigten Kanälen die Farbstoffe ROX (Größenstandard), FAM, HEX und TET dargestellt. Peaks, die auf Allele zurückzuführen sind, sind mit einem kleinen Kreuz an der Spitze versehen. Mit einer Klammer sind die Allele des jeweiligen Locus zusammengefasst. Der Name des Locus ist angegeben. Die jeweilige X-Achse entspricht einer Zeitachse, die Y-Achse zeigt die Intensität der Peaks.

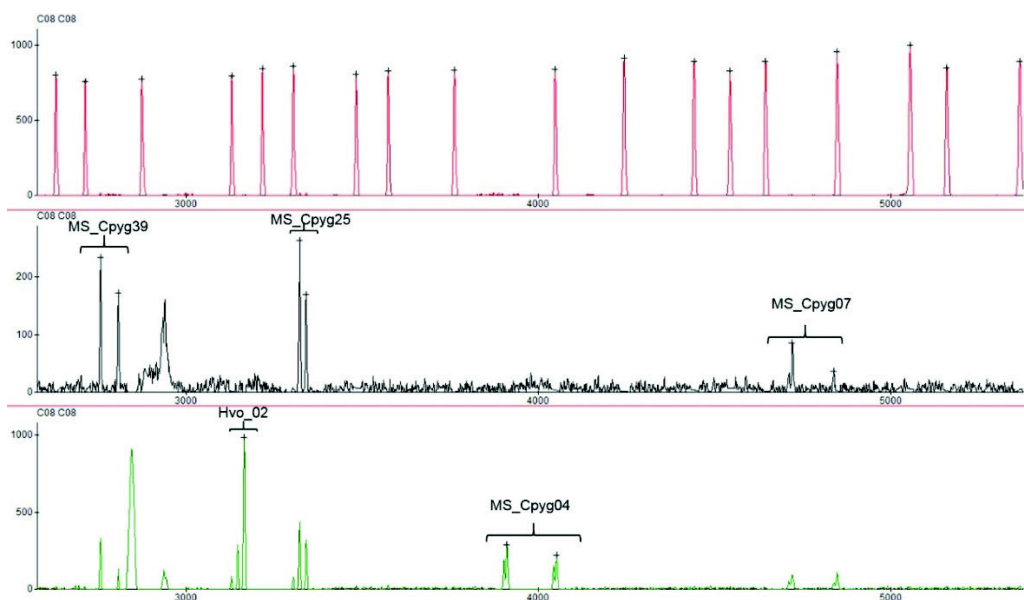


Abbildung 19: Elektropherogramm einer Wiesenweihen-Probe mit Multiplex-Set 2

Von oben nach unten sind in den drei gezeigten Kanälen die Farbstoffe ROX (Größenstandard), HEX und TET dargestellt. In diesem Multiplex-Set waren keine FAM-markierten Primer enthalten. Peaks, die auf Allele zurückzuführen sind, sind mit einem kleinen Kreuz an der Spitze versehen. Mit einer Klammer sind die Allele des jeweiligen Locus zusammengefasst. Der Name des Locus ist angegeben. Die jeweilige X-Achse entspricht einer Zeitachse, die Y-Achse zeigt die Intensität der Peaks.

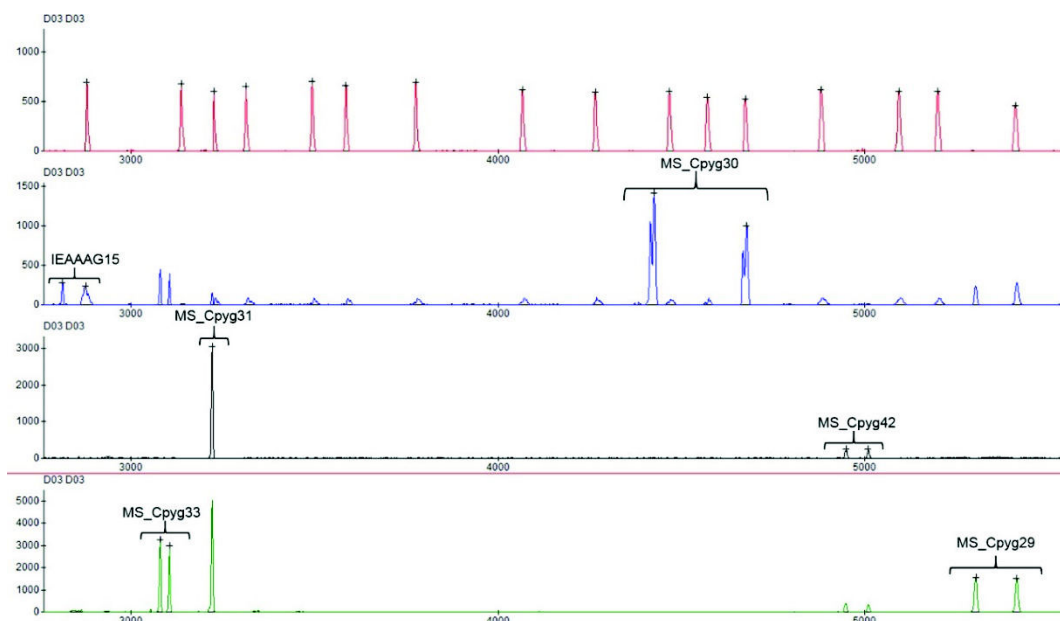


Abbildung 20: Elektropherogramm einer Wiesenweihen-Probe mit Multiplex-Set 3

Von oben nach unten sind in den vier gezeigten Kanälen die Farbstoffe ROX (Größenstandard), FAM, HEX und TET dargestellt. Peaks, die auf Allele zurückzuführen sind, sind mit einem kleinen Kreuz an der Spitze versehen. Mit einer Klammer sind die Allele des jeweiligen Locus zusammengefasst. Der Name des Locus ist angegeben. Die jeweilige X-Achse entspricht einer Zeitachse, die Y-Achse zeigt die Intensität der Peaks.

## 2.3 Analysemethoden

### 2.3.1 Allel-Rundung

Zur Auswertung der Elektropherogramme wurde das Programm GeneticProfiler Version 2.0 benutzt. Im Ergebnis werden Allel-Größen mit Dezimalstellen angegeben und mussten folglich zu ganzen Zahlen gerundet werden. Die Rundung erfolgte zum einen, als 100 Individuen genotypisiert waren und die Primer charakterisiert werden sollten (Kapitel 2.3.2.1 Ausschluss nach der ersten Charakterisierung). Eine erneute, gemeinsame Rundung erfolgte, als alle Proben, die in dieser Studie untersucht werden sollten, genotypisiert waren (Kapitel 2.3.2.2 Ausschluss nach der zweiten Charakterisierung). Damit wurde gewährleistet, dass alle Allele nach demselben Vorgehen gerundet wurden. Das Vorgehen ist im Folgenden beschrieben:

1. Für jeden Locus wurden alle vorkommenden Allele in Excel in einer Spalte untereinander aufgelistet.
2. Die Allele wurden anschließend nach aufsteigender Größe geordnet.
3. Aus der resultierenden Allel-Reihe wurde ein Punktdiagramm erstellt (Abbildung 21).

4. Allel-Punkte, die sich in einer Ebene anordneten und durch eine auffällige Lücke von der nächsten Gruppe (wie Stufen auf einer Leiter) getrennt waren, wurden als ein und dasselbe Allel interpretiert.
5. Anhand dieser Gruppen wurden die Ober- und Untergrenzen eines Allels ermittelt, das heißt der kleinste bzw. größte Dezimalwert für das Allel ermittelt. Jedes zu dieser Gruppe gehörende Allel wurde dann durch einen gemeinsamen Allel-Wert ersetzt. Z.B. wurden alle Allele, die zwischen 369,1 und 369,9 lagen auf den Wert 370 gerundet (Abbildung 21). Die Vergabe der Allel-Werte der anderen Gruppen richtete sich dann nach dem *Repeat* des Locus. Bei einem Penta-Repeat wurden folglich Allel-Werte in 5er-Schritten vergeben.

Allel-Punkte, die im Diagramm nicht eindeutig einer Allel-Stufe zugeordnet werden konnten, wurden manuell kontrolliert. Abbildung 21 zeigt am Beispiel von Locus MS\_Cpyg29 das Prinzip der Allel-Rundung. Aus visuellen Gründen ist hier nicht der gesamte Datensatz für diesen Locus gezeigt. Loci, die sich nicht eindeutig runden ließen, wurden von der weiteren Analyse ausgeschlossen.

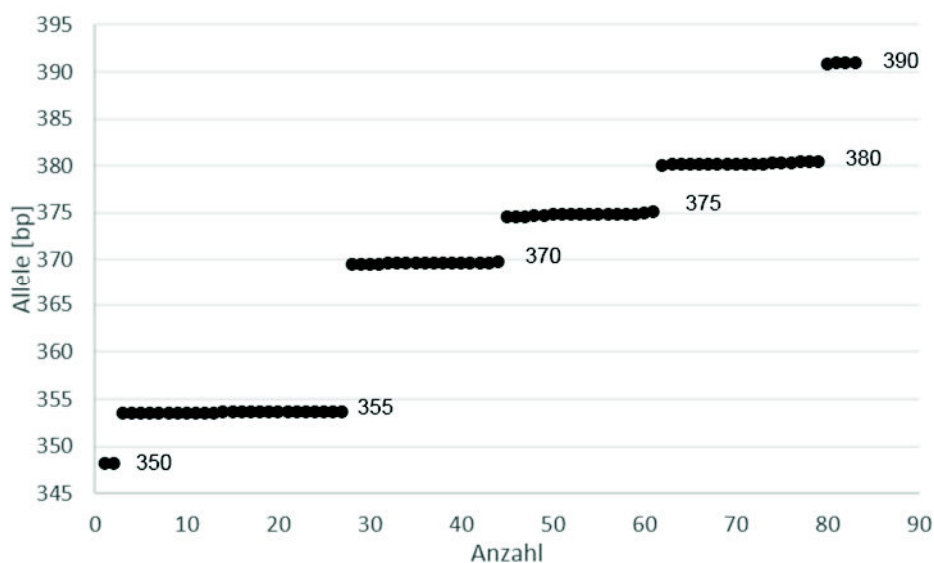


Abbildung 21: Ausschnitt einer Allel-Rundung am Beispiel von Locus MS\_Cpyg29 (Penta-Repeat)

Die linear in Gruppen angeordneten Punkte sind Allele mit Dezimalstellen. Eine abgeschlossene Gruppe repräsentiert ein Allel. Hinter den Gruppen sind die gerundeten Werte für ein betreffendes Allel angegeben.

### 2.3.2 Loci-Charakterisierung

Die Charakterisierung der Loci nach verschiedenen Parametern gibt wichtige Informationen hinsichtlich der Aussagekraft für Elternschaftsanalysen. Da die Zusammenstellung und Entwicklung der Multiplex-Sets mit der Auswahl der Loci ineinander überging, soll nun zusammengefasst werden, bei welchem Schritt und warum bestimmte Loci ausgeschlossen wurden. In Abbildung 22 sind die Schritte der Loci-Auswahl, von der 454-Pyrosequenzierung bis zur Auswahl der finalen Marker für die Elternschaftsanalysen, zusammengefasst. Im Folgenden werden zwei Durchgänge der Loci-Charakterisierung beschrieben und die daraus resultierenden Entscheidungen erörtert. In Tabelle 13 sind die Parameter aufgelistet, die untersucht wurden.

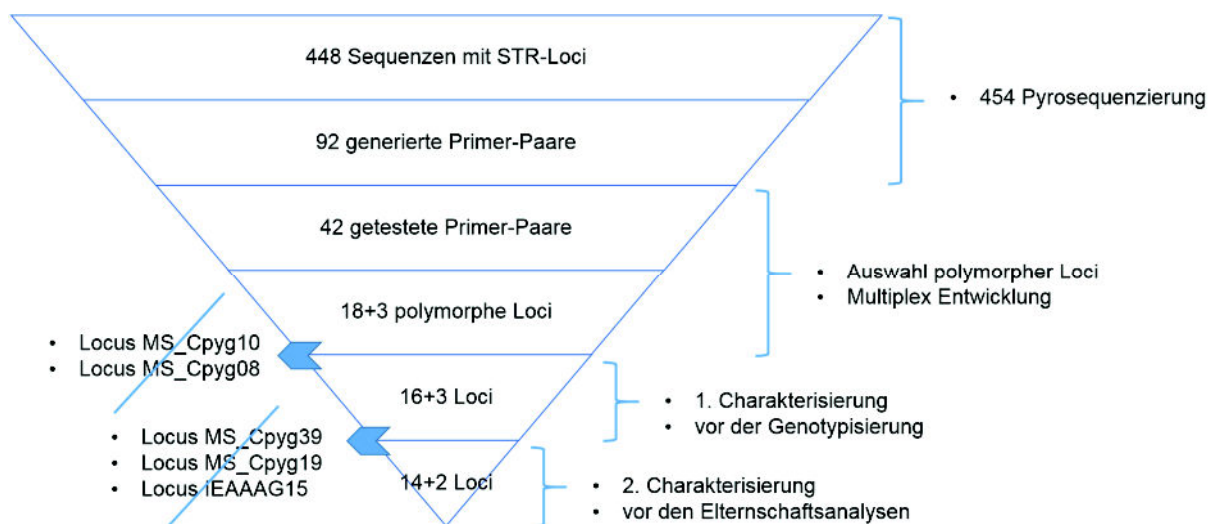


Abbildung 22: Entwicklung und Auswahl der verwendeten Loci

Für die jeweiligen Entwicklungsphasen, 454 Pyrosequenzierung, Multiplex-PCR Entwicklung und zwei Charakterisierungsdurchgänge, sind die daraus resultierende Anzahl der Loci sowie die ausgeschlossenen Loci dargestellt. Bei der Angabe der Loci ist die Zahl neuer Wiesenweihen-Loci plus die Anzahl der Loci von verwandten Arten aufgeführt.

Tabelle 13: Übersicht über die durchgeführten Untersuchungen der Loci

Die Loci-Charakterisierung wurde mit Cervus 3.0 durchgeführt

<b>Untersuchung</b>	<b>Abkürzung</b>	<b>Fragestellung</b>	<b>Zweck</b>
Anzahl der Allele	$N_A$	Wie viele Allele gibt es an jedem Locus?	Informationsgehalt der Loci
Hardy-Weinberg Gleichgewicht mit Bonferroni Korrektur für multiple Vergleiche	HWG	Weichen die Loci signifikant von einem Hardy-Weinberg Gleichgewicht ab?	Tauglichkeit für Elternschaftsanalysen
Beobachtete Heterozygotie	$H_{obs}$	Wie groß ist der Heterozygoten-Anteil der Loci?	Informationsgehalt der Loci
Erwartete Heterozygotie	$H_{exp}$	Wie groß ist der erwartete Heterozygotie-Anteil im Hardy-Weinberg Gleichgewicht?	Informationsgehalt der Loci
Polymorphie Informationsgehalt je Locus	$PIC_L$	Wie informativ ist ein Locus?	Informationsgehalt der Loci
Polymorphie Informationsgehalt über alle Loci	$PIC_S$	Wie informativ ist das gesamte Marker Set?	Informationsgehalt der Loci
Verwechslungswahrscheinlichkeit für Eltern über alle Loci	NE-1p	Können Mutter oder Vater, wenn der Genotyp des korrekten Elternteils nicht vorhanden ist, verwechselt werden?	Tauglichkeit für Elternschaftsanalysen
Verwechslungswahrscheinlichkeit für Eltern über alle Loci	NE-2p	Können Mutter oder Vater, wenn der Genotyp des korrekten Elternteils vorhanden ist, verwechselt werden?	Tauglichkeit für Elternschaftsanalysen
Verwechslungswahrscheinlichkeit für Elternpaare über alle Loci	NE-pp	Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Elternpaar falsch zugeordnet wird?	Tauglichkeit für Elternschaftsanalysen
Identitätsverwechslung über alle Loci	NE-I	Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass nicht zwischen zwei zufällig gewählten Individuen unterschieden werden kann?	Tauglichkeit für Elternschaftsanalysen
Geschwister-Verwechslung über alle Loci	NE-SI	Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass nicht zwischen zwei zufällig gewählten Voll-Geschwistern unterschieden werden kann?	Tauglichkeit für Elternschaftsanalysen
Frequenz von Nullallelen	F(Null)	Wie oft treten heterozygote Allele auf, die als ein homozygoten Allel erkannt wurden?	Tauglichkeit für Elternschaftsanalysen



### **2.3.2.1 Ausschluss nach der ersten Charakterisierung**

18 Wiesenweihen-Loci und drei Loci aus der Literatur standen für die Entwicklung von Multiplex-PCR Sets mit Fluoreszenz-markierten Primern zur Verfügung (Tabelle 7 in Kapitel 2.2.6.5.3 Multiplex-Vorversuche). Eine Charakterisierung dieser insgesamt 21 Loci wurde bereits zwischenzeitlich im Rahmen der STR-Marker-Entwicklung durchgeführt. Das Hauptaugenmerk in der Charakterisierung bestand in der Identifizierung von Nullallelen, da diese zu erheblichen Schwierigkeiten bei Elternschaftsanalysen führen können. Es sollte ausgeschlossen werden, dass Loci weiterhin in den Multiplex-Sets verwendet werden, die Nullallele haben. Nachdem 100 Wiesenweihen-Proben genotypisiert worden waren, erfolgte daher eine erste Analyse mit Micro-Checker Software (Van Oosterhout *et al.*, 2004), um Nullallele zu finden. Locus MS\_Cpyg10 zeigte Anzeichen von Nullallelen und wurde entfernt. Locus MS\_Cpyg08, eine Hexa-Repeat, produzierte Allele mit halber Repeat-Größe. Damit war eine eindeutige Allel-Rundung nicht möglich und der Locus wurde ausgeschlossen. Die Ergebnisse dieser ersten Loci-Charakterisierung sind in Kapitel 3.1.1 Ergebnisse der ersten Loci-Charakterisierung zu finden. Mit den übrigen 19 Loci wurden alle Proben von Wiesenweihen genotypisiert. Nach Beendigung der Genotypisierung erfolgte die zweite Charakterisierung.

### **2.3.2.2 Ausschluss nach der zweiten Charakterisierung**

Bevor Elternschaftsanalysen durchgeführt wurden, welche die Grundlage für die durchgeführten Analysen sind, erfolgte eine zweite Charakterisierung. Es sollte erneut abgeschätzt werden, ob die ausgewählten Loci für die Elternschaftsanalysen bei Wiesenweihen geeignet sind. Aus 1290 Jungvogel-Proben, die mit den 19 ausgewählten Loci genotypisiert worden waren, wurden 444 Proben zufällig so ausgewählt, dass keine Proben von Nestgeschwistern enthalten waren. Das Vorhandensein von Nestgeschwistern hätte sich auf die Parameter der Elternschafts-Tauglichkeitstests auswirken können. Für alle Analysen wurde das Programm Cervus 3.0 verwendet (Kalinowski *et al.*, 2007). Am Locus MS\_Cpyg39 wurden Nullallele nachgewiesen, weshalb dieser von den STR-Analysen ausgeschlossen wurde. Zudem ließen sich die Allele des Locus MS\_Cpyg19 am Ende der Genotypisierungen nicht eindeutig runden. Bei diesem Di-Repeat traten zu viele verschiedene Dezimalwerte für jedes Allel auf, sodass sie sich nicht eindeutig voneinander unterscheiden ließen. MS\_Cpyg19 musste folglich von den STR-Analysen ausgeschlossen werden. Des Weiteren musste der Primer IEAAAG15 entfernt werden, da er nach einiger Zeit keine verlässlichen Allele mehr amplifizierte. Die Charakterisierungs-Ergebnisse der übrigen 16 Loci sind in Kapitel 3.1.3 Ergebnisse der zweiten Loci-Charakterisierung) aufgeführt.

### **2.3.3 Analysen mit den Programmen Cervus und Colony**

#### **2.3.3.1 Identitätstest adulter Weibchen mit der Software Cervus**

195 Proben adulter Wiesenweihen-Weibchen wurden mittels Raubwanzen, in den Jahren 2009-2012 gesammelt. Von diesen konnten 166 Tiere vollständig, mit allen 16 für die Elternschaftsanalyse ausgewählten STR-Markern genotypisiert werden. Mit Hilfe der Software Cervus 3.0 (Kalinowski *et al.*, 2007) wurden diese 166 Proben einem Identitätstest unterzogen, da möglicherweise einige Tiere in den vier Jahren mehrfach beprobt worden waren. Diese Information konnte bereits für die Erstellung von Lebensläufen genutzt werden. Bei dem durchgeführten Identitätstest wurden zwei *Allel-Mismatches* zugelassen. Folglich wurden zunächst auch Tiere als identisch von Cervus vorgeschlagen, die ein oder zwei Allel-Unterschiede besaßen. Diese Tiere konnten dann manuell auf diese Unterschiede kontrolliert werden. Wenn Allel-Unterschiede aufgeklärt werden konnten und auf Schreibfehler oder Fehlinterpretation der Peaks beruhten, wurden solche Proben als identisch anerkannt. 126 individuelle Identitäten konnten festgestellt werden, die keine *Allel-Mismatches* aufwiesen. Da es vorkam, dass ein bestimmtes Weibchen zwei, drei oder sogar vier Mal im Laufe der Untersuchungszeit beprobt worden war, wurden die nachfolgenden Elternschaftsanalysen nur noch mit einem der 2-4 aufgefundenen Genotypen durchgeführt. Zum einfacheren Umgang mit diesen Proben wurde allen Weibchen eine laufende Nummer gegeben. Im Anhang unter 6.3.4 Verwendete Proben sind die Nummern der Weibchen, ihre Institutsnummern und die zugehörigen Genotypen zu finden.

#### **2.3.3.2 Elternschaftsanalyse mit dem Programm Colony**

Es wurden nur Proben verwendet die mit allen 16, für die Elternschaftsanalyse ausgewählten STR-Markern genotypisiert werden konnten. Dies traf auf 1290 Proben von Jungvögeln und 126 Proben von adulten Weibchen zu. Die Software Colony 2.0 (Jones & Wang, 2010) wurde für die Elternschaftsanalysen verwendet. Proben von Jungvögeln aus den Jahren 2000-2012 umfassten 1290 Tiere (585 Weibchen, 691 Männchen und 14 Tiere ohne Geschlechtsbestimmung). Als potentielle Mütter wurden die 126 adulten Weibchen verwendet, die durch den Identitätstest mit Cervus identifiziert wurden, sowie alle Proben von juvenilen Weibchen. Als potentielle Väter wurden alle juvenilen Männchen betrachtet.

Colony Einstellungen: Obwohl Wiesenweihen als saisonal monogam gelten, wurde für die Analyse ein polygames Fortpflanzungssystem gewählt. Da die Jungvogelproben in verschiedenen Jahren gesammelt wurden war es wahrscheinlich, dass Männchen und Weibchen in verschiedenen Jahren mit unterschiedlichen Partnern gebrütet haben. Folglich würde das Paarungssystem als polygam erscheinen. Diese Handhabung wurde im Colony-Anwender-

Handbuch empfohlen. Des Weiteren wurde eine *full-likelihood* Methode durchgeführt sowie Inzucht als bestimmendes Charakteristikum der Population ausgeschlossen. Zusatzinformationen hinsichtlich bekannter bzw. auszuschließender Nestgeschwister, sowie Angaben zu bekannten Familienverhältnissen (über Raubwanzen gesammelte Mütter und ihre bekannten Nachkommen) wurden nicht angegeben. Dadurch beruht die in dieser Arbeit durchgeführte Elternschaftsanalyse ausschließlich auf den ausgewählten Loci.

### 2.3.3.2.1 Darstellung der Ergebnisse durch Colony

Die Ergebnisse der Elternschaftsanalyse wurden der „Best Configuration Datei“ entnommen. In dieser Datei werden für jedes Jungtier der durch Colony identifizierte Vater und die Mutter angegeben. Da für alle Jungtiere das Schlupfjahr und das Schlupfnest bekannt waren, wurden die Jungtiere entsprechend ihrer Nestzugehörigkeit geordnet. Dadurch konnten die Ergebnisse der Analyse überprüft werden.

Das Programm Colony kann Halb- und Vollgeschwister darstellen, ohne dass der Genotyp eines oder beider Eltern bekannt ist, bzw. unter den potentiellen Eltern gefunden wird. In Tabelle 14 ist ein Beispiel gezeigt. Männchen, deren Vaterschaft über einen Genotyp aus der Liste potentieller Väter nachgewiesen werden konnte, sind über ihre 5-stelligen Institutsnummern erkennbar. Konnte kein Genotyp identifiziert werden, vergibt Colony eine laufende Nummer, die mit „\*“ beginnt. Taucht bei der Mutter eine 1-3 stellige Nummer auf (z.B. 1) oder eine 5-stellige Institutsnummer, dann wurde die Mutter über einen Genotyp identifiziert. Andernfalls wird ebenfalls eine laufende Nummer vergeben, die mit „#“ beginnt.

Tabelle 14: Ausschnitt einer Elternschaftsanalyse mit Colony 2.0

Für jedes Jungtier mit einer 5-stelligen Institutsnummer sind die Eltern angegeben. Väter und Mütter, deren Genotyp gefunden wurde, erscheinen mit einer 5-stelligen Institutsnummer oder einer 1-3 stelligen Nummer. Unbekannte Mütter werden durch eine laufende Nummer mit einem „#“ davor dargestellt, unbekannte Väter mit einem „\*“.

Jungvogel	Vater	Mutter
51364	10798	#96
51366	10798	#96
51365	10798	#96
53084	*33	1
53085	*33	1
66565	*181	1
66566	*181	1

#### 2.3.3.2.2 Die weitere Datenauswahl und Überprüfung der Familien

Für die weitere Analyse wurden nur solche Familien ausgewählt, für die mindestens der Genotyp eines Elternteils durch Colony identifiziert werden konnte. Anschließend wurden die Familien hinsichtlich Nestnummern, Beprobungsjahr, Ringnummern, korrekter Zuordnung der Jungvögel zu den Nestern und Allel-*Mismatches* zwischen Eltern-Genotypen und den Nachkommen, kontrolliert. Für die *Mismatch*-Kontrolle wurden alle Genotypen der Familien manuell überprüft. Traten *Mismatches* in einer Familie auf, so wurden diese überprüft und die Allel-Peaks der Elektropherogramme kontrolliert. Konnten die Fehler auf übersehene bzw. falsch interpretierte Peaks oder Übertragungsfehler (Tipp-Fehler) zurückgeführt und korrigiert werden, dann wurde die gefundenen Identitäten der jeweiligen Familie akzeptiert. War dies nicht der Fall, dann wurde die gesamte Familie von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Alle im Ergebnisteil präsentierten Daten beruhen auf fehlerfreien Familien mit 1276 Jungtieren und 123 adulten Weibchen.

Um die Richtigkeit der Elternschaftsanalyse zu überprüfen, wurden alle Familien, deren Mutter durch die Probensammlung mittels Raubwanzen bekannt war und deren bekannte Nachkommen, kontrolliert. Alle bekannten Mütter konnten ihren zu erwartenden Nachkommen zugeordnet werden.

### 2.3.4 Berechnung von Überlebensraten mit dem Programm MARK

Schätzungen zu demographischen Parametern, wie Fortpflanzungsraten und Überlebensraten sowie die Alters- und Geschlechtsabhängigkeit dieser Parameter, stellen wichtige Informationen für Management-Entscheidungen und Schutzstrategien von wildlebenden Populationen dar. Daten zu markierten Tieren (engl. *live-encounter data*) geben oftmals die einzigen verlässlichen Informationen, um jährliche Überlebensraten zu ermitteln. Um Sterbe- bzw. Überlebensraten zu berechnen, können unterschiedliche Modelle (i.R. Fang-Wiederfang-Modelle) mittels Lebenslauf-Matrizen gerechnet werden. Solche Matrizen können je Individuum verschiedenste Informationen enthalten, z.B. Alters- und Geschlechtsverhältnisse und Totfunde, aber vor allem Hinweise zu lebend-Wiederfunden und Zeiten mit unbekanntem Lebensstatus.

Die Auswahl des Modells zur Berechnung von Überlebensraten hängt von der Art der aufgenommenen Daten ab. Im Folgenden sollen einige Modelle kurz vorgestellt und die Auswahl des in dieser Arbeit angewendeten Modells begründet werden.

Lebendfund-Todfund Modell (engl. *Joint Live-Dead Model*): Bei diesem Modell können Informationen zu Lebendfunden und Totfunden von Tieren gleichermaßen einbezogen werden, was zu sehr genauen Überlebensraten führen kann, z.B. bei der Ohrenscharbe *Phalacrocorax auritus* (Chastant *et al.*, 2014). Ein ähnliches Modell ist das Multi-Strate Modell

(engl. *Multi State Model*), in dem die zu untersuchenden Parameter in Bezug zu verschiedenen Stadien gesetzt werden können. Z.B. können Alters- und Geschlechtsvariationen betrachtet werden, wie bei einer Untersuchung von Rosenseeschwalben *Sterna dougallii* (Ratcliffe *et al.*, 2008). In einem *Robust Design* Modell können Fangperioden in kleinere Sub-Perioden unterteilt werden. Bei einer Untersuchung der Suppenschildkröte *Chelonia mydas* (Eguchi *et al.*, 2010). war z.B. bekannt, dass zu bestimmten Zeiten die Population offen (Immigration und Emigration möglich) bzw. geschlossen ist.

Das Cormack-Jolly-Seber (CJS) Modell ist eines der am weitesten verbreiteten Modelle zur Berechnung von Überlebensraten und wurde z.B. beim Marmelalk *Brachyramphus marmoratus* angewendet (Peery *et al.*, 2006). Dieses Modell wurde für die Analyse von Überlebensraten bei Wiesenweihen verwendet, da weder Totfunde noch Informationen zum Status der Population (offen oder geschlossen) eine andere Methode ermöglicht hätten.

Überlebensraten wurden aus folgenden Gründen nur für die Weibchen berechnet: Männchen wurden ausschließlich über die Elternschaftsanalyse mit Colony identifiziert. Weibchen hingegen wurden in den Jahren 2009-2012 direkt mit Raubwanzen beprobt und zusätzlich durch Colony identifiziert. Folglich sind die Identitäten der Weibchen und damit auch ihre Lebensläufe mit größerer Sicherheit wiederzugeben. Aus demselben Grund wurden die Berechnungen für Überlebensraten für die Weibchen auch nur in den Jahren 2009-2012 durchgeführt. Zudem sind die jährlichen Wiederfunde bei den Männchen zu gering, um Überlebensraten zu berechnen. Die Berechnung erfolgte mit dem Programm MARK 6.1 (White & Burnham, 1999).

Die Berechnung von Überlebensraten erfolgte mit Lebenslauf-Matrizen, welche auf den zwei möglichen Stadien 1 (Wiederfund eines Tieres) und 0 (Status des Tieres unbekannt) aufgebaut waren. Der Status 1 unterscheidet dabei nicht, ob ein Weibchen durch Colony identifiziert, oder direkt über eine Raubwanze beprobt wurde. 78,2% der Funde in den vier Jahren beruhen jedoch auf der Beprobung mit einer Wanze. Ein Lebenslauf, der mit 1101 codiert ist, bedeutet dann: Im ersten Jahr wurde das Tier durch eine Raubwanze beprobt oder durch Colony identifiziert, im nächsten Jahr ebenfalls, im dritten Jahr blieb es verschollen und im letzten Jahr wurde es erneut erfasst. Die Lebenslauf-Matrizen entsprechen der Darstellung für die Jahre 2009-2012 in Tabelle 22 in Kapitel 3.2.1 Lebensläufe von Männchen und Weibchen.

Das CJS Modell untersucht zwei Variablen:  $\phi$  (Überlebenswahrscheinlichkeit) und  $p$  (Wiederfundwahrscheinlichkeit). In Abbildung 23 sind die Zusammenhänge zwischen beiden Variablen dargestellt.

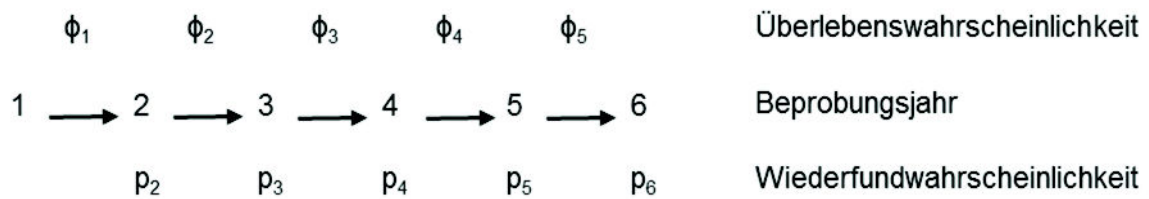


Abbildung 23: Überlebens- und Wiederfundwahrscheinlichkeit

Für sechs Beprobungsjahre sind die Überlebenswahrscheinlichkeit  $\phi$  und die Wiederfundwahrscheinlichkeit  $p$  dargestellt.  $\phi$  beschreibt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier von einem auf das nächste Jahr überlebt (z.B. von Jahr 1 nach Jahr 2 mit der Wahrscheinlichkeit  $\phi_1$ ). Die Variable  $p$  beschreibt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier in einem bestimmten Jahr wiederentdeckt wird, sofern es im Untersuchungsgebiet ist und überlebt hat (z.B.  $p_2$ : die Wahrscheinlichkeit, dass ein Tier, welches im Jahr 1 markiert wurde im Jahr 2 wiederentdeckt wird).

Beide Variablen können unabhängig voneinander von unterschiedlichsten Parametern abhängig sein. Folgende Abhängigkeiten wurden mit CJS untersucht:

$\phi_{Zeit}p_{Zeit}$ : Überlebens- und Wiederfundwahrscheinlichkeit sind beide zeitabhängig.

$\phi_1p_1$ : Überlebens- und Wiederfundwahrscheinlichkeit sind beide konstant über die Zeit.

$\phi_{Zeit}p_1$ : die Überlebenswahrscheinlichkeit ist zeitabhängig, die Wiederfundwahrscheinlichkeit ist konstant über die Zeit.

$\phi_1p_{Zeit}$ : die Überlebenswahrscheinlichkeit ist konstant über die Zeit, die Wiederfundwahrscheinlichkeit ist zeitabhängig.

Zunächst wurde ein sogenannter *Goodness of fit* Test durchgeführt. Mit diesem wurde untersucht, ob das einfachste der vier eben aufgelisteten Modelle adäquat zu den Daten passt. Das einfachste Modell war in diesem Fall das erste: Überlebens- und Wiederfundwahrscheinlichkeit sind beide zeitabhängig. Zwei Tests waren dazu nötig. Der erste testet die Annahme, dass alle Tiere, die zum Zeitpunkt  $R_{t-1}$  lebten, dieselbe Wahrscheinlichkeit haben bis zum Zeitpunkt  $R_{t+1}$  zu überleben. Damit vergleicht dieser Test „vorher identifiziert“ mit „nicht vorher identifiziert“ und gibt an, ob das Modell für die Daten geeignet ist, um Überlebensraten darzustellen. Der zweite Test untersucht die Annahme, dass zu jedem Zeitpunkt für jedes Tier dieselbe Wiederfundwahrscheinlichkeit besteht. Damit wird folglich ermittelt, ob sich das Modell für die Daten eignet, um Wiederfundwahrscheinlichkeiten zu berechnen.

Nach der Analyse der vier Modelle wurde das passendste ausgewählt, um  $\phi$  und  $p$  zu beschreiben. Dazu wurde *Akaike's Information Criterion*  $AIC_C$ , die Differenz  $\Delta AIC_C$  zwischen dem höchsten und dem nächsten Modell und das  $AIC_C$  –Gewicht (eine Abschätzung der relativen Wahrscheinlichkeit für jedes Modell) verglichen (White & Burnham, 1999). Das Modell mit dem kleinsten  $AIC_C$ ,  $\Delta AIC_C$  und  $AIC_C$  –Gewicht ist das passendste. Modelle mit  $\Delta AIC_C$  Werten kleiner als 2 werden als eng konkurrierende Modelle betrachtet. Dies ist das übliche

Vorgehen, wie es im Handbuch von MARK beschrieben ist und in vergleichbaren Studien angewendet wird.

Das eben beschriebene Vorgehen wurde auf zwei verschiedene Datensätze für die Weibchen angewendet. Zum einen auf die vier Jahre 2009-2012 mit allen Lebensläufen der 123 Weibchen (Rechnung 1, R1) und zum anderen auf einen Datensatz ohne Lebensläufe, bei denen der Satus 0 zwischen zwei Wiederfundereignissen auftrat (Rechnung 2, R2). Folglich waren Lebensläufe, wie 1011 oder 1001 nicht in dieser zweiten Berechnung enthalten, jedoch Lebensläufe wie 0110 oder 0010. Dieser Datensatz enthielt nunmehr 99 Lebensläufe. Lücken im Lebenslauf könnten auf eine Fehlidentifikation durch Colony hindeuten und sollten ausgeschlossen werden. Daher erfolgte der Ausschluss solcher Lebensläufe in der zweiten Rechnung.

## **2.3.5 Analysen mittels den Programmen Structure und FSTAT**

### **2.3.5.1 Structure**

Mittels der Software Structure 2.3.4 (Evanno *et al.*, 2005) wurden Proben aus acht Brutvorkommen in Mitteleuropa (Mainfranken, Schleswig-Holstein, Sachsen-Anhalt, Nordrhein-Westfalen, Niederbayern, Niederlande, Frankreich und Spanien) auf genetische Strukturierung untersucht. Das Ziel der Berechnung mit Structure war die Ermittlung des Wertes  $K$ , um die Struktur der zu untersuchenden Probensammlung zu ermitteln. Es sollte untersucht werden ob sich die acht Brutvorkommen genetisch voneinander trennen lassen. Dazu werden die Genotypen anhand ihrer Allel-Frequenzen in  $K$  Gruppen (*Cluster*) eingeteilt. Die Größe von  $K$ , und damit die Anzahl der Gruppen, ist unbekannt und wird durch Structure ermittelt.

Die Proben stammen aus den Jahren 2000-2012 und wurden aus allen vorhandenen Proben zufällig ausgewählt. Dabei wurde darauf geachtet keine Nestgeschwister oder anderweitig verwandte Tiere zu verwenden. Eng verwandte Tiere hätten das Ergebnis beeinflussen können. Bei der Rechnung wurde das *Admixture* Modell als Abstammungs-Modell verwendet. In diesem Modell wird die Möglichkeit zugelassen, dass die Individuen der zu untersuchenden Populationen gemeinsame Vorfahren haben. Es wurden keine Informationen zur Populationszugehörigkeit der einzelnen Proben angegeben. Zur Berechnung von Allel-Frequenzen wurde das Modell „korrelierte Allel-Frequenzen“ (*correlated allele frequencies*) verwendet. Es beachtet, dass die Allel-Frequenzen in den einzelnen Populationen relativ ähnlich sein können. Dies kann zur verbesserten Gruppierung von sehr nahe verwandten Populationen führen, jedoch auch zur Überschätzung von  $K$ . Zur Ermittlung von  $K$  wurden neun Rechnungen zu je 12 Iterationen durchgeführt. Damit wurde untersucht, ob sich die Proben in eine, in zwei, drei oder

vier usw. Gruppen einteilen lassen. Um zu entscheiden, welches der möglichen  $K$ s das wahrscheinlichste ist, wurde folgende Berechnung gemäß Evanno *et al.* (2005) und Pritchard *et al.* (2000) durchgeführt: Zunächst wurden für alle 12 Iterationen je  $K$  die  $\text{LnP}(D)$  Werte (*Estimated Ln Probability of Data*) gemittelt, um einen Wert für  $K$  zu erhalten. Die weitere Berechnung ist in Tabelle 15 gezeigt.

Tabelle 15: Berechnung der Parameter zur Ermittlung von  $K$

$K$ : Mittelwert von  $\text{LnP}(D)$  je untersuchtes  $K$ ; SD: Standardabweichung; L' $K$ : Differenz von  $K_2$  minus  $K_1$  usw.; L'' $K$ : Differenz von L' $K_2$  minus L' $K_1$  usw.; abs L'' $K$ : Absolut von L'' $K$ ; d $K$ : Quotient aus abs L'' $K$  und SD je Wert.

Parameter	Werte								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K	-9422	-9672	-9754	-10038	-10253	-10216	-10283	-10526	-10470
SD	1,464	265,9	242	346,2	426,1	435,9	416,1	476,2	533
L' $K$		-250,5	-81,65	-284	-214,8	36,66	-66,84	-242,8	55,95
L'' $K$		168,9	-202,4	69,23	251,5	-103,5	-176	298,8	-55,95
abs L'' $K$		168,9	202,4	69,23	251,5	103,5	176	298,8	55,95
d $K$		0,64	0,84	0,2	0,59	0,24	0,42	0,63	0,11

Zusätzlich zur  $K$ -Berechnung wurden Diagramme von Structure für jedes der neun untersuchten  $K$ s analysiert. Structure reiht die Proben in Form von Balken auf und vergibt für jedes gefundene  $K$  eine Farbe. Individuen, die zu eindeutig voneinander getrennten Gruppen gehören, sollten folglich unterschiedliche Farben aufweisen. Je gleichverteilter hingegen die Farben pro Individuum sind, desto ähnlicher sind die Allel-Frequenzen und desto weniger Differenzierung liegt vor.

### 2.3.5.2 FSTAT

Zur Berechnung von Wright's Fixations-Indices ( $F_{IS}$ ,  $F_{ST}$  und  $F_{IT}$ ) (Wright, 1951) wurde das Programm FSTAT 2.9.3 (Goudet, 1995) verwendet. Mit diesen Statistiken lassen sich ebenfalls Aussagen zur Struktur innerhalb und zwischen Populationen treffen.  $F_{IS}$  ist ein Maß, um das Heterozygotendefizit innerhalb einer Population zu messen,  $F_{ST}$  misst das Heterozygotendefizit zwischen Populationen und  $F_{IT}$  beschreibt den globalen Heterozygotendefizit. Es wurden dieselben Proben wie für die Structure Rechnung verwendet.

$F_{IS}$  und  $F_{ST}$  wurden berechnet. In FSTAT können zwei verschiedene Berechnungsmethoden für  $F_{ST}$  und daran geknüpfte Statistiken verwendet werden. Während die eine Methode Allel Frequenzen unabhängig vom Probenumfang einer Population ermittelt, berücksichtigt dies die andere Berechnung. Wenn die Stichprobengröße zwischen den zu untersuchenden



Populationen sehr stark variiert, ist die Berechnung nach Weir & Cockerham (1984) sinnvoll. Diese wurde hier angewendet, da der Probenumfang zwischen den Populationen sehr unterschiedlich war.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Entwicklung von STR-Primern

##### 3.1.1 Ergebnisse der ersten Loci-Charakterisierung

Die Charakterisierung der Loci nach verschiedenen Parametern gibt Informationen hinsichtlich der Aussagekraft für Elternschaftsanalysen. Eine erste Charakterisierung der 16, für Wiesenweihen in dieser Arbeit neu identifizierten Loci und drei Loci von verwandten Arten (Kapitel 3.1.2 Die finalen Multiplex-Sets), wurde im Rahmen der STR-Marker-Entwicklung durchgeführt. In Tabelle 16 ist die Charakterisierung des gesamten Marker-Sets hinsichtlich der für Elternschaftsanalysen wichtigen Parameter dargestellt.

Tabelle 16: Erste Charakterisierung des gesamten Marker-Sets

NA: mittlere Anzahl der Allele; PICs: Polymorphie-Informationsgehalt über alle Loci; NE-1p: Verwechslungswahrscheinlichkeit für Eltern über alle Loci bei unbekanntem Genotyp; NE-2p: Verwechslungswahrscheinlichkeit für Eltern über alle Loci bei bekanntem Genotyp; NE-pp: Verwechslungswahrscheinlichkeit für Elternpaare über alle Loci; NE-I: wahrscheinliche Identitätsverwechslung über alle Loci; NE-SI: wahrscheinliche Geschwister-Verwechslung über alle Loci

Parameter	Wert/Wahrscheinlichkeit
NA	8,6
PICs	0,67
NE-1P	$0,16 \cdot 10^{-3}$
NE-2P	$0,37 \cdot 10^{-6}$
NE-PP	$1,13 \cdot 10^{-11}$
NE-I	$1,53 \cdot 10^{-19}$
NE-SI	$0,8 \cdot 10^{-7}$

Die Verwechslungswahrscheinlichkeit von Individuen bzw. die Wahrscheinlichkeit einer falschen Zuordnung von Eltern war sehr gering. Insgesamt erreichten alle Marker einen sehr guten PIC-Wert, was auf einen hohen Informationsgehalt hinweist.

In Tabelle 17 sind für jeden Locus separat verschiedene Parameter dargestellt, um den Informationsgehalt der Loci zu testen.

Tabelle 17: Erste Loci-Charakterisierung der zur Genotypisierung verwendeten Marker – Informationsgehalt

F: *Forward*-Primer; R: *Reverse*-Primer; N<sub>A</sub>: Anzahl der Allele je Locus; H<sub>obs</sub>: beobachtete Heterozygotie; H<sub>exp</sub>: erwartete Heterozygotie; PIC<sub>L</sub>: Polymorphie-Informationsgehalt eines Locus.

Locus	Allele (bp)	Motiv	N <sub>A</sub>	H <sub>obs</sub>	H <sub>exp</sub>	PIC <sub>L</sub>
MS_Cpyg01	305-319	(AC) <sub>14</sub>	8	0,8	0,83	0,77
MS_Cpyg04	225-340	(ATGCC) <sub>11</sub>	12	0,8	0,83	0,81
MS_Cpyg05	142-197	(AACAT) <sub>10</sub>	12	0,87	0,86	0,84
MS_Cpyg06	376-446	(AATAG) <sub>11</sub>	12	0,85	0,85	0,83
MS_Cpyg07	310-354	(AAAAG) <sub>13</sub>	12	0,74	0,73	0,7
MS_Cpyg16	147-153	(AC) <sub>11</sub>	4	0,45	0,48	0,37
MS_Cpyg19	225-241	(AC) <sub>11</sub>	8	0,8	0,77	0,74
MS_Cpyg23	287-303	(AT) <sub>10</sub>	8	0,72	0,72	0,62
MS_Cpyg25	162-184	(AC) <sub>10</sub>	11	0,77	0,82	0,8
MS_Cpyg26	243-255	(AT) <sub>11</sub>	6	0,64	0,63	0,59
MS_Cpyg29	350-395	(AAAAC) <sub>9</sub>	10	0,81	0,8	0,76
MS_Cpyg30	282-322	(AGAT) <sub>9</sub>	12	0,91	0,86	0,84
MS_Cpyg31	147-171	(AAAC) <sub>8</sub>	6	0,51	0,54	0,52
MS_Cpyg33	140-149	(AGG) <sub>9</sub>	4	0,49	0,49	0,45
MS_Cpyg39	106-118	(AT) <sub>8</sub>	7	0,64	0,73	0,68
MS_Cpyg42	314-346	(AC) <sub>8</sub>	8	0,5	0,63	0,6
Age5	158-179	(AAT) <sub>10</sub>	8	0,78	0,77	0,72
Hvo-02	150-160	(GT) <sub>12</sub>	6	0,28	0,28	0,27
IEAAAG15	108-140	(AAAAG) <sub>7</sub>	9	0,83	0,82	0,8

16 von 19 Loci erreichten PIC-Werte über 0,5 und sind damit sehr informativ. Abweichungen vom Hardy-Weinberg Gleichgewicht traten hingegen an den Loci MS\_Cpyg04, MS\_Cpyg25 und IEAAAG15 auf, obwohl kein signifikanter Heterozygotendefizit- oder überschuss vorlag. Daher wurden die Proben trotz dieser Abweichung weiterhin mit diesen Markern genotypisiert.

### 3.1.2 Die finalen Multiplex-Sets

Drei Multiplex-PCR Sets mit fünf bis acht Loci (insgesamt 19 Loci) konnten zusammengestellt werden. In Tabelle 8 Kapitel 2.2.7 Genotypisierung der Wiesenweihen mittels drei Multiplex PCR Sets sind die drei Sets mit den jeweiligen Primer-Sequenzen und den PCR-Bedingungen gezeigt. Genaueres zur Durchführung der PCRs ist dort ebenfalls beschrieben. Mit diesen drei Sets wurden alle Wiesenweihen-Proben genotypisiert.

### 3.1.3 Ergebnisse der zweiten Loci-Charakterisierung

Bevor Elternschaftsanalysen durchgeführt wurden, wurden anhand von 444 Jungvogel-Proben die 19 verwendeten Loci erneut charakterisiert. In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse für die finalen insgesamt 16 Loci aufgeführt, die letztlich für Elternschaftsanalysen verwendet wurden. Zunächst wurde das gesamte Marker-Set hinsichtlich wichtiger Charakteristika für Elternschaftsanalysen untersucht (Tab. 18). Durchschnittlich weisen die Loci etwa 10 verschiedene Allele auf und erreichen zusammen einen Polymorphie-Informationsgehalt von 0,66.

Tabelle 18: Zweite Charakterisierung des gesamten Marker-Sets

$N_A$ : mittlere Anzahl der Allele;  $PIC_S$ : Polymorphie-Informationsgehalt über alle Loci; NE-1p: Verwechslungswahrscheinlichkeit für Eltern über alle Loci bei unbekanntem Genotyp; NE-2p: Verwechslungswahrscheinlichkeit für Eltern über alle Loci bei bekanntem Genotyp; NE-pp: Verwechslungswahrscheinlichkeit für Elternpaare über alle Loci; NE-I: wahrscheinliche Identitätsverwechslung über alle Loci; NE-SI: wahrscheinliche Geschwister-Verwechslung über alle Loci.

Parameter	Wert/Wahrscheinlichkeit
$N_A$	9,8
$PIC_S$	0,7
NE-1P	$5,9 \cdot 10^{-4}$
NE-2P	$3,8 \cdot 10^{-6}$
NE-PP	$5,5 \cdot 10^{-10}$
NE-I	$1,7 \cdot 10^{-16}$
NE-SI	$1,2 \cdot 10^{-6}$

Etwa sechs Tiere von 10.000 könnten als Eltern verwechselt werden, wenn kein Elterngenotyp vorhanden ist; vier von 100.000.0 Tiere sind es, wenn der Elterngenotyp für die Elternschaftsanalyse zur Verfügung steht. Ein ähnlicher Wert wird erreicht, wenn es um die Verwechslungswahrscheinlichkeit von Geschwistern geht. Noch geringere Wahrscheinlichkeiten werden bei der Verwechslung von Elternpaaren und einzelnen Individuen angenommen.

In Tabelle 19 sind für jeden Locus verschiedene Parameter dargestellt, um den Informationsgehalt der Loci zu testen. Locus MS\_Cpyg16 besitzt mit vier Allelen die geringste Variabilität. HvO-02 besitzt zwar sieben Allele, von denen ist jedoch ein einzelnes sehr häufig vertreten (Abbildung 18). Damit ist auch der Informationsgehalt PIC an diesem Locus am geringsten. Die meisten Allele treten am Locus MS\_Cpyg04 mit 16 Allelen auf. Sehr hohe PIC Werte (0,8 und höher) werden von den Loci MS\_Cpyg01, MS\_Cpyg04, MS\_Cpyg05, MS\_Cpyg06, MS\_Cpyg25, MS\_Cpyg30 und Age5 erreicht. Insgesamt 15 von 16 Loci besitzen PIC Werte über 0,5 und sind damit als hoch informativ zu betrachten.

Tabelle 19: Zweite Loci-Charakterisierung der für Elternschaftsanalysen verwendeten Marker – Informationsgehalt

F: *Forward*-Primer; R: *Reverse*-Primer; N<sub>A</sub>: Anzahl der Allele je Locus; H<sub>obs</sub>: beobachtete Heterozygotie; H<sub>exp</sub>: erwartete Heterozygotie; PIC<sub>L</sub>: Polymorphie-Informationsgehalt eines Locus.

Locus	Primer Sequenzen (5'-3')	Allele (bp)	Motiv	N <sub>A</sub>	H <sub>obs</sub>	H <sub>exp</sub>	PIC <sub>L</sub>
MS_Cpyg01	F: ACTGAGTATTGATGACTGCTGC	305-321	(AC) <sub>14</sub>	9	0,8	0,8	0,7
	R: ATTCTGGAGTCACACGCATG						
MS_Cpyg04	F: CAGGAGAGCTTCTGGTAGGG	220-300	(ATGCC) <sub>11</sub>	16	0,9	0,8	0,8
	R: TGACAGTACTCAGCACCCAC						
MS_Cpyg05	F: GCTTCTGGAGGAGCATCATG	127-202	(AACAT) <sub>10</sub>	14	0,9	0,9	0,9
	R: TCAGTCCCAAGAACCCAG						
MS_Cpyg06	F: GGCTAAAGAGGACAACGGTG	376-446	(AATAG) <sub>11</sub>	14	0,8	0,9	0,9
	R: TGCACCAGGGGAGGTTTACAG						
MS_Cpyg07	F: CCTGATAGGGCTGGTGTCTAG	310-354	(AAAG) <sub>13</sub>	12	0,7	0,7	0,7
	R: TGTTCCCAGTCCAGTGAAC						
MS_Cpyg16	F: TCTGCCACACTTCTCACAGG	147-153	(AC) <sub>11</sub>	4	0,5	0,5	0,4
	R: TGAGAGGCTGTTGTATCATCTC						
MS_Cpyg23	F: AGCAAACCTGGCCTTAACTATG	287-303	(AT) <sub>10</sub>	8	0,7	0,7	0,6
	R: GGTAGTGGTCTGCAGCTTAATG						
MS_Cpyg25	F: AGATGAAGGCTGGACTGTGG	162-184	(AC) <sub>10</sub>	12	0,8	0,8	0,8
	R: TACCACTCATTCCAACAGGC						
MS_Cpyg26	F: AGCCACCTGAAACCCTTTAAAC	239-255	(AT) <sub>11</sub>	8	0,6	0,6	0,6
	R: TCTCAGCTCTCAGTCTTGGG						
MS_Cpyg29	F: AAGTCCTAAGCCCAAACACC	350-395	(AAAAC) <sub>9</sub>	10	0,8	0,8	0,8
	R: CTATGCAAGGAAGGGTACAG						
MS_Cpyg30	F: AGGTTCTGGCTGTAGGTAGAC	282-322	(AGAT) <sub>9</sub>	11	0,9	0,9	0,9
	R: TGACTGCTGAAACTGGCAAC						
MS_Cpyg31	F: CTGCCATACTTCTGCCATGC	147-175	(AAAC) <sub>8</sub>	8	0,6	0,6	0,6
	R: GATGCCTGTACAAGCAACTG						
MS_Cpyg33	F: AGTCGGGTACTCATCACAGC	137-152	(AGG) <sub>9</sub>	6	0,5	0,5	0,5
	R: GACGACTTGCACTGACAGAG						
MS_Cpyg42	F: GTCTTGAGCATCCCACCTCC	314-346	(AC) <sub>8</sub>	8	0,5	0,6	0,5
	R: GCGAAGTCTGCTAGCACAAG						
Age5	F: ACGTTACAGACACCGATTACTTCC	158-185	(AAT) <sub>10</sub>	10	0,8	0,8	0,7
	R: AGCCACGCGTCTGATACTTT						
Hvo-02	F: CGTTTATGCTAGGGCTGCTT	148-160	(GT) <sub>12</sub>	7	0,3	0,3	0,2
	R: GTCAATGACAAGGCTGAGCA						

In Tabelle 20 sind verschiedene Parameter aufgelistet, um die Tauglichkeit für Elternschaftsanalysen zu untersuchen. Abweichungen vom Hardy-Weinberg Gleichgewicht treten an keinem Locus auf. Nullallel-Frequenzen sind alle kleiner als der generell geltende Grenzwert von 0,05 (Kalinowski *et al.*, 2007).

Tabelle 20: Zweite Loci-Charakterisierung der für Elternschaftsanalysen verwendeten Marker – Tauglichkeit für Elternschaftsanalysen

HWE: Abweichung vom Hardy-Weinberg Gleichgewicht (NS: nicht signifikant); NE-1p: Verwechslungswahrscheinlichkeit für Eltern je Locus bei unbekanntem Genotyp bzw. bei bekanntem Genotyp (NE-2p); NE-pp: Verwechslungswahrscheinlichkeit für Elternpaare je Locus; NE-I: wahrscheinliche Identitätsverwechslung je Locus; NE-SI: wahrscheinliche Geschwister-Verwechslung je Locus; F(Null): Häufigkeit von Nullallelen

Locus	HWE	NE-1p	NE-2p	NE-pp	NE-I	NE-SI	F(Null)
MS_Cpyg01	NS	0,6	0,4	0,2	0,1	0,4	-0,02
MS_Cpyg04	NS	0,5	0,3	0,1	0,1	0,3	-0,01
MS_Cpyg05	NS	0,4	0,3	0,1	0,1	0,3	0
MS_Cpyg06	NS	0,4	0,3	0,1	0,1	0,3	0,01
MS_Cpyg07	NS	0,7	0,5	0,3	0,1	0,4	-0,01
MS_Cpyg16	NS	0,9	0,8	0,7	0,4	0,6	0,04
MS_Cpyg23	NS	0,7	0,5	0,4	0,1	0,4	-0,02
MS_Cpyg25	NS	0,5	0,3	0,1	0,1	0,3	0,03
MS_Cpyg26	NS	0,8	0,6	0,4	0,2	0,5	-0,01
MS_Cpyg29	NS	0,6	0,4	0,2	0,1	0,4	-0,01
MS_Cpyg30	NS	0,4	0,3	0,1	0,1	0,3	0
MS_Cpyg31	NS	0,8	0,6	0,4	0,2	0,5	0,02
MS_Cpyg33	NS	0,8	0,7	0,5	0,3	0,5	-0,01
MS_Cpyg42	NS	0,8	0,7	0,5	0,2	0,5	0,02
Age5	NS	0,6	0,4	0,3	0,1	0,4	0
Hvo-02	NS	0,9	0,9	0,8	0,6	0,8	-0,01

In Abbildungen 24-39 sind die aufgetretenen Allele und ihre Frequenzen für jeden Locus dargestellt. Der prozentuale Anteil eines Allels an der Gesamtverteilung ist über jedem Balken dargestellt. Die Allele sind entsprechend der gerundeten Werte in Basenpaaren (bp) angegeben.

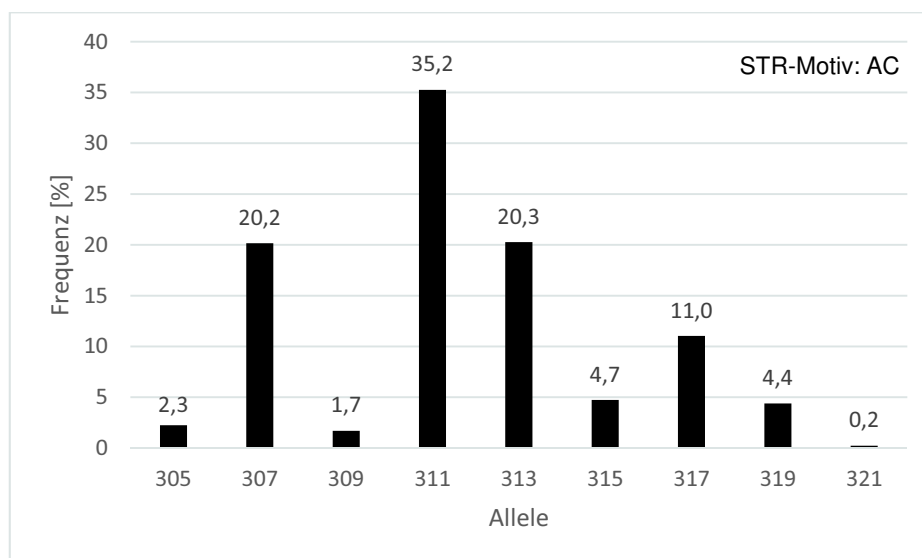


Abbildung 24: Allel-Frequenzen des Locus MsCpyg01

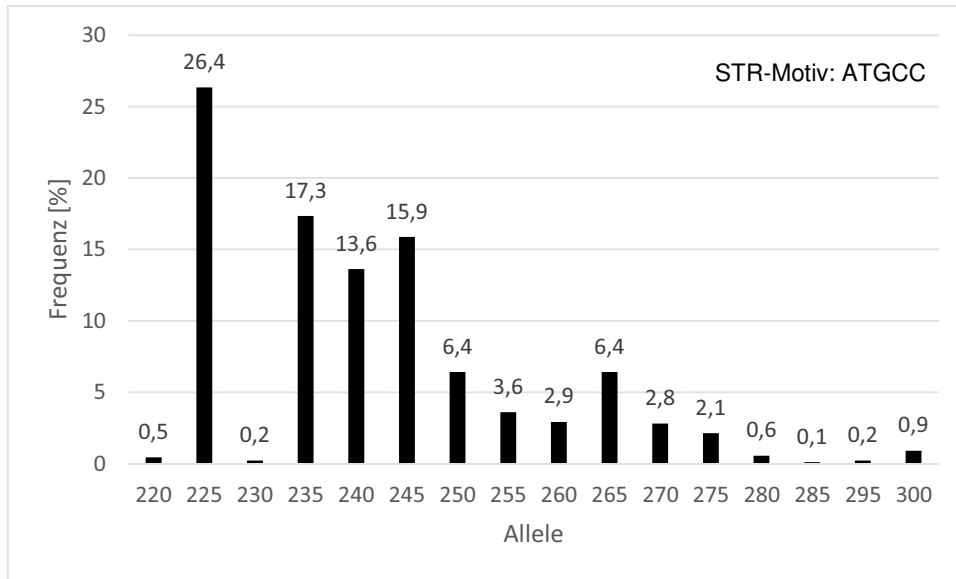


Abbildung 25: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg04

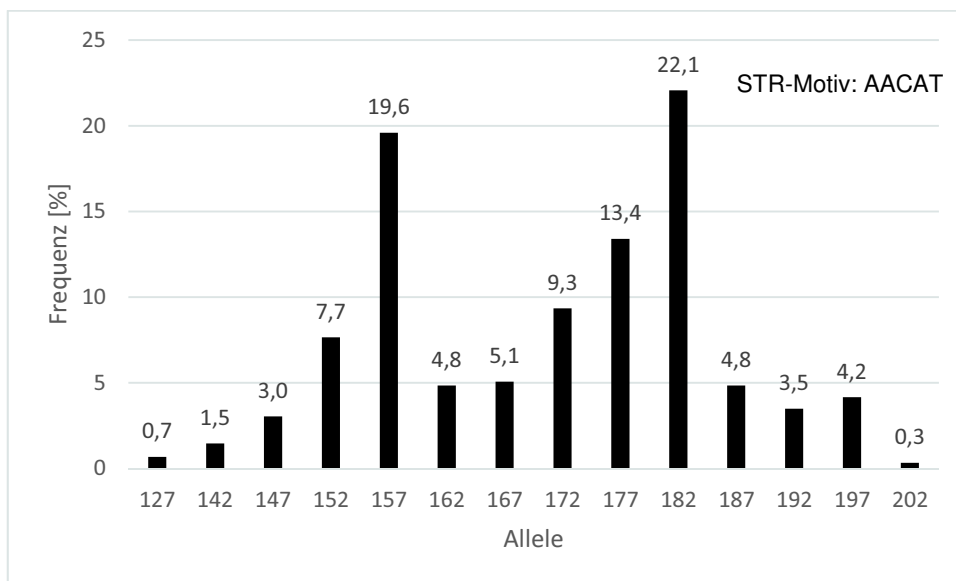


Abbildung 26: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg05

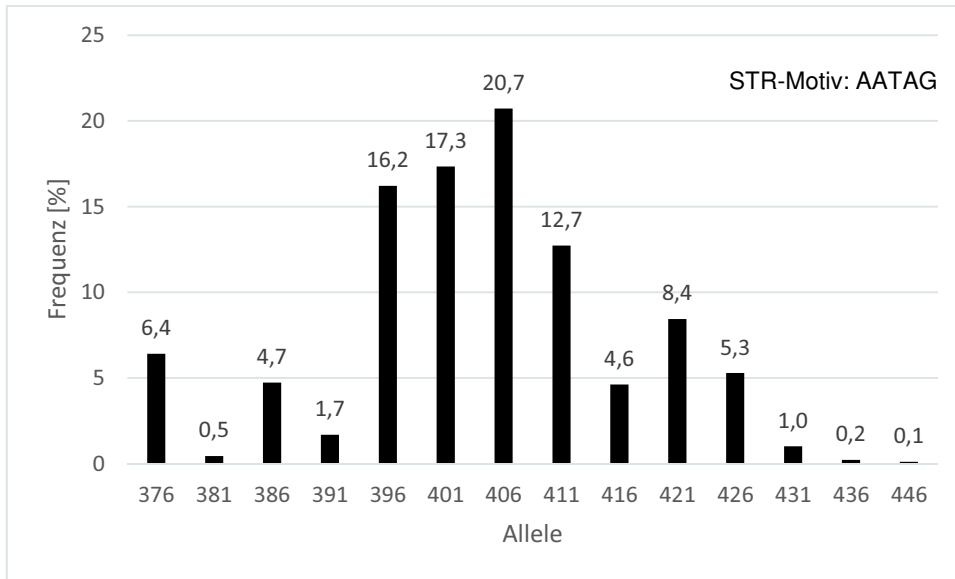


Abbildung 27: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg06

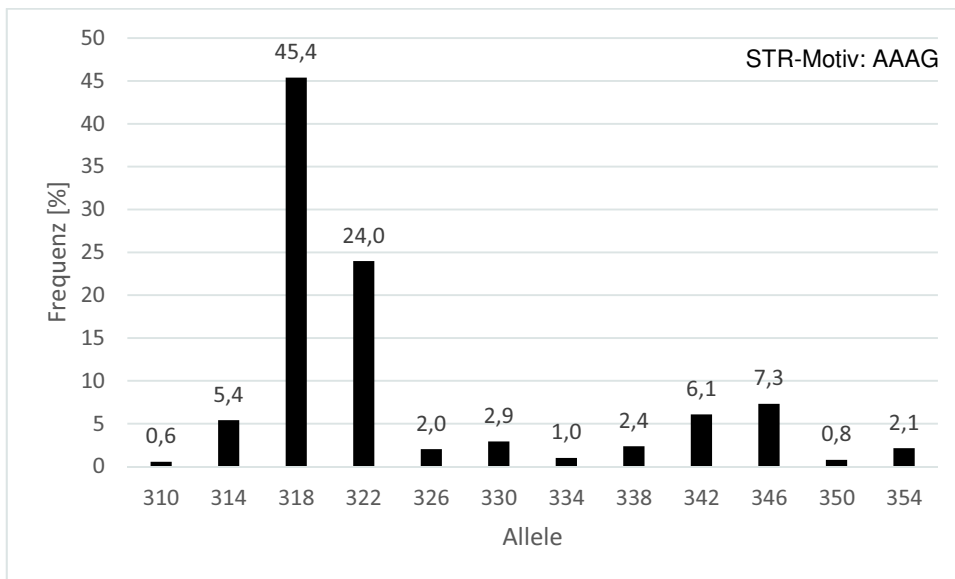


Abbildung 28: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg07

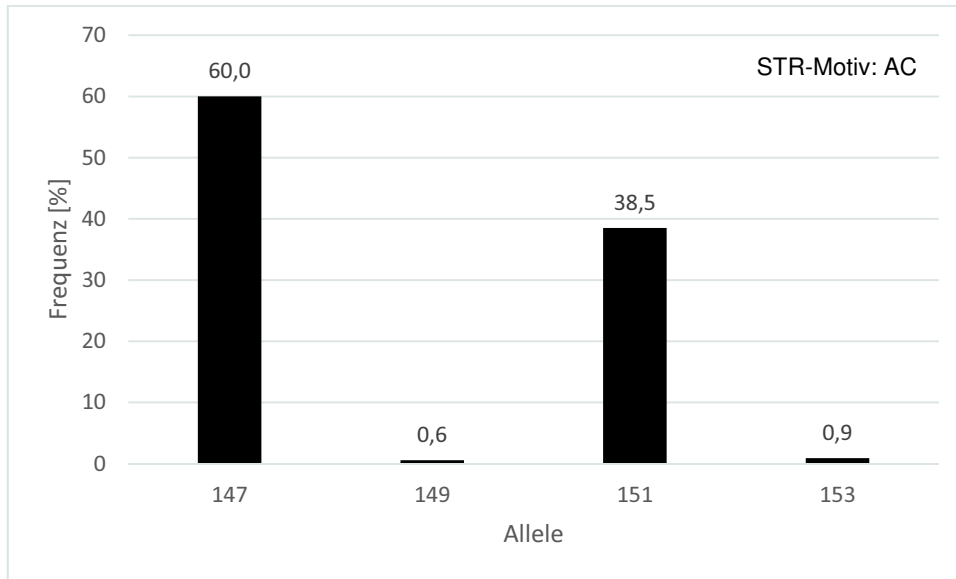


Abbildung 29: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg16

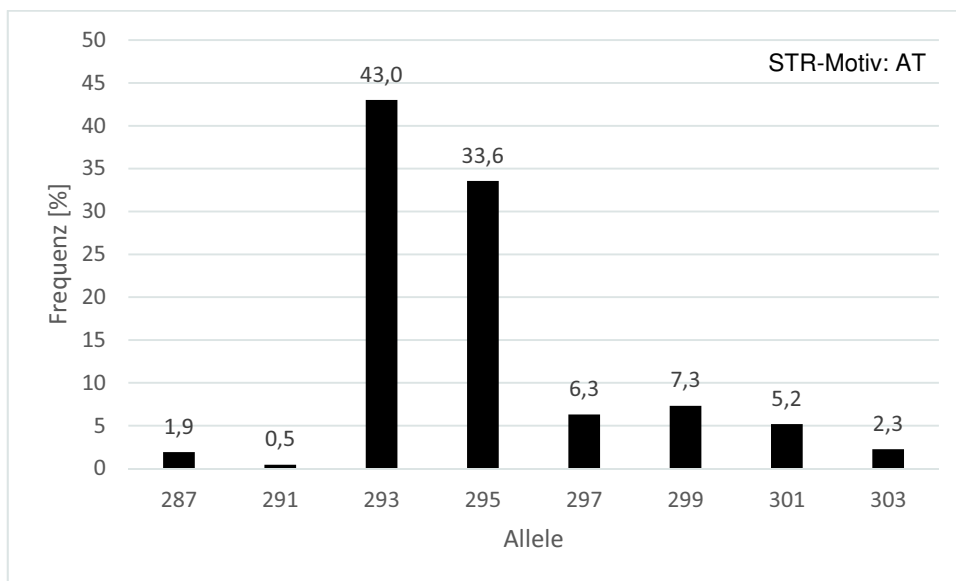


Abbildung 30: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg23



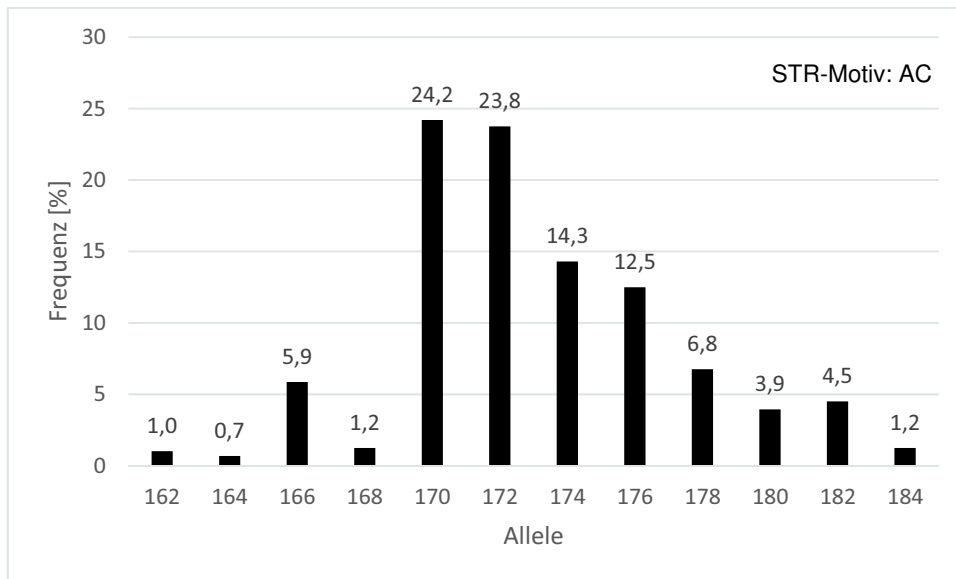


Abbildung 31: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg25

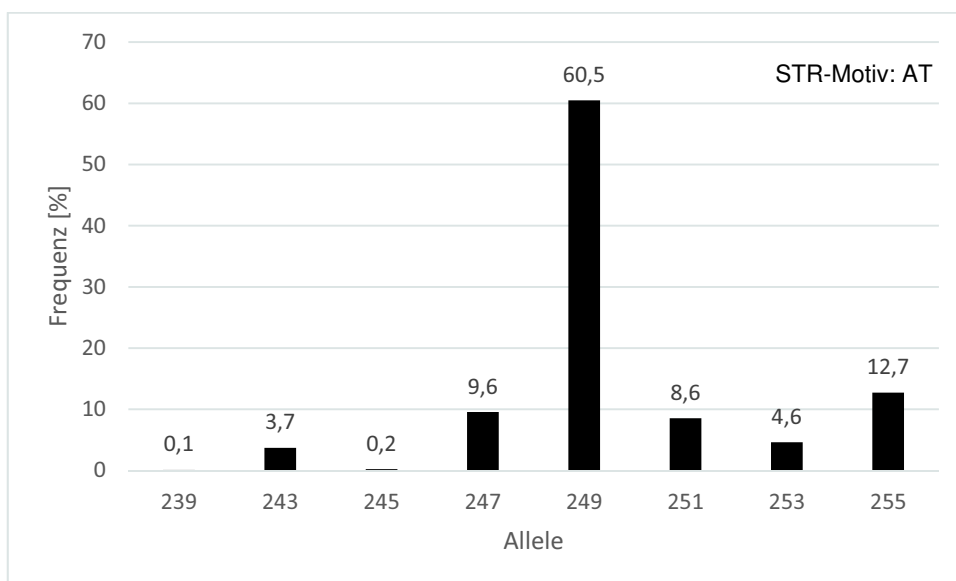


Abbildung 32: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg26

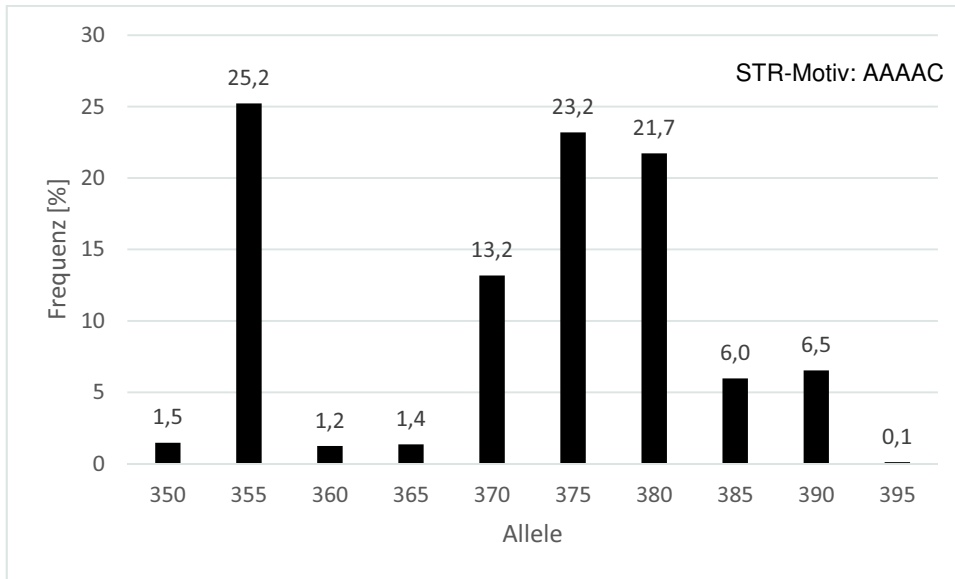


Abbildung 33: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg29

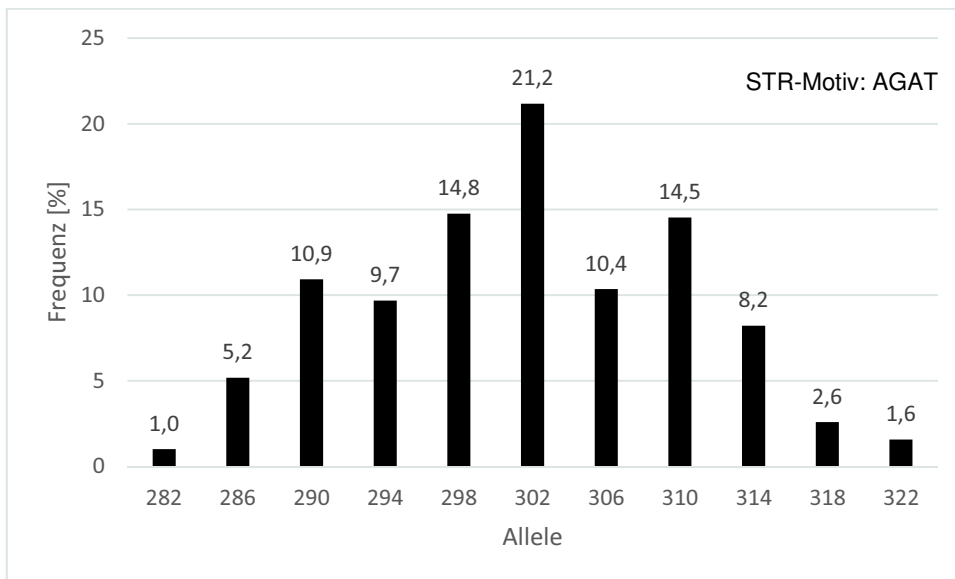


Abbildung 34: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg30

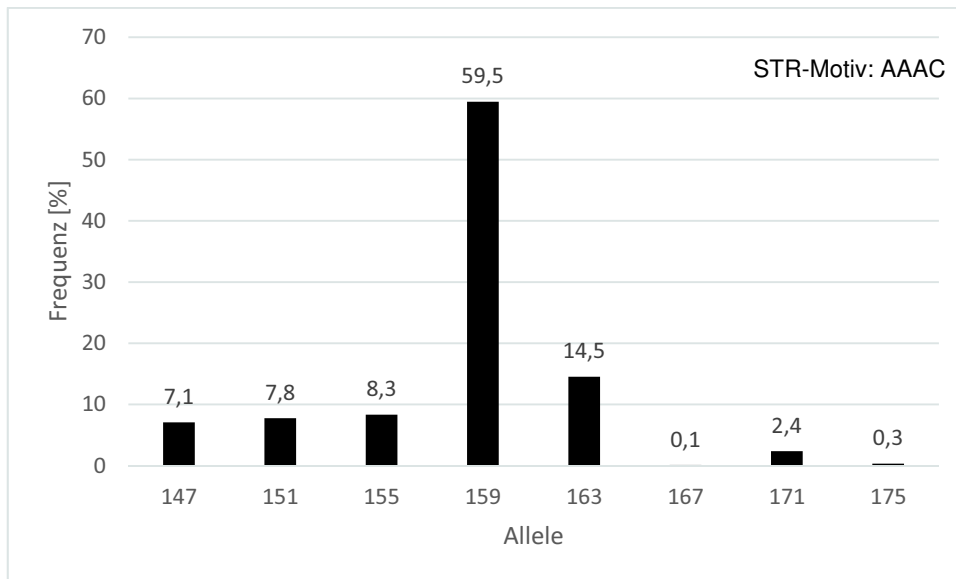


Abbildung 35: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg31

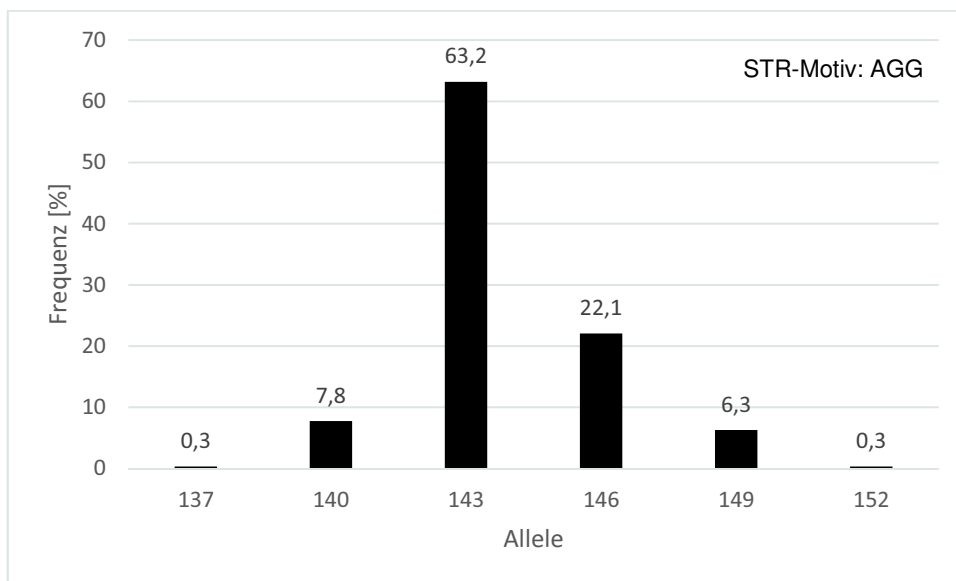


Abbildung 36: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg33

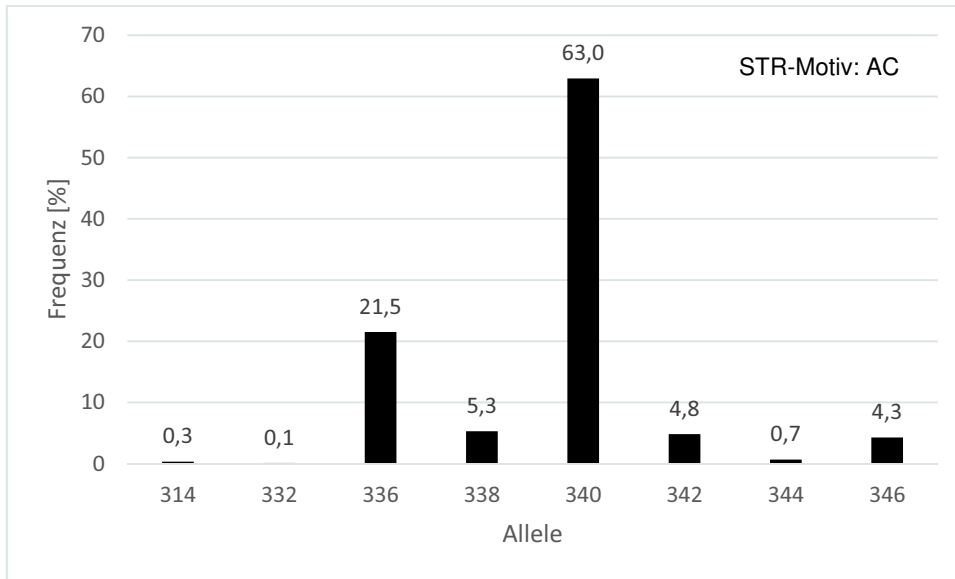


Abbildung 37: Allel Frequenzen des Locus MsCpyg42

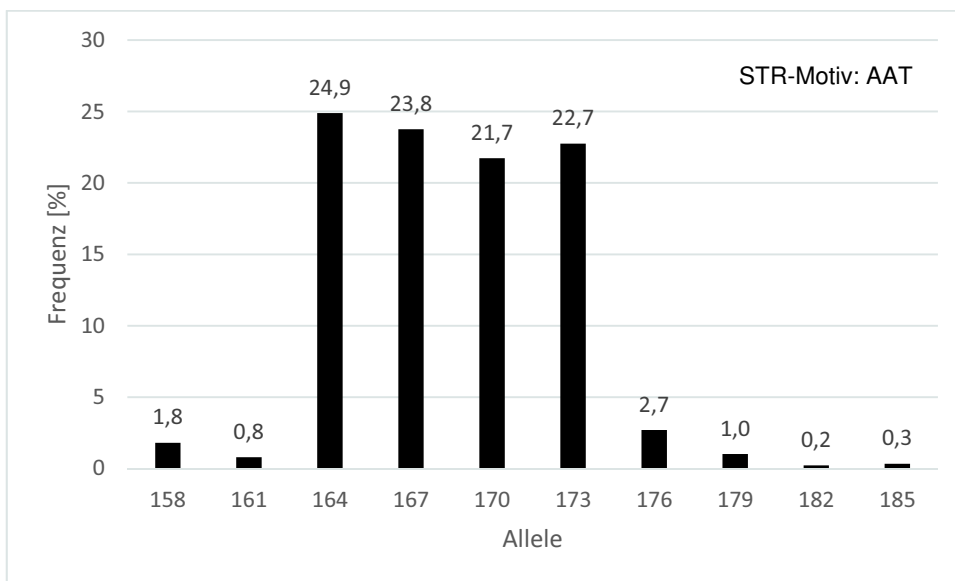


Abbildung 38: Allel Frequenzen des Locus Age5

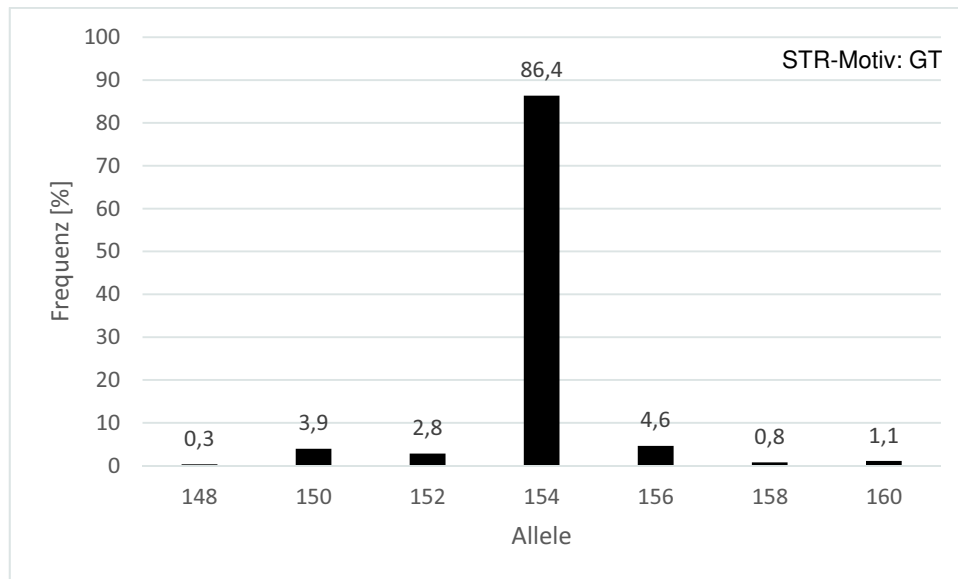


Abbildung 39: Allel Frequenzen des Locus HvO 02

## 3.2 Mikrosatelliten-Analysen an Wiesenweihen

### 3.2.1 Lebensläufe von Männchen und Weibchen

#### 3.2.1.1 Lebensläufe von Weibchen

Insgesamt 195 adulten Weibchen wurden durch den Einsatz von Raubwanzen („Wanzen-Methode“) beprobt. Mit Hilfe eines Identitätstestes mit Cervus 3.0 wurden 144 Individuen identifiziert. Für die Elternschaftsanalyse mit Colony 2.0 wurden alle Tiere auf Vollständigkeit der Genotypisierung überprüft. Tiere, bei denen nicht alle Allele vorhanden waren, wurden von der Analyse ausgeschlossen. Im Anschluss an die Elternschaftsanalyse wurden zudem die zu diesen Weibchen zugeordneten Jungtiere hinsichtlich *Allel-Mismatches* kontrolliert und Familien mit *Mismatches* von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Dadurch blieben 123 adulte Weibchen übrig, die in Tabelle 21 aufgelistet sind. Da es zu einigen Tieren aufgrund von Mehrfachbeprobungen mehrere Institutsnummern gab, wurde jedem Weibchen eine laufende Nummer zugewiesen. Im Anhang (6.3.4 Verwendete Proben) sind zu allen vergebenen Nummern die dazugehörigen Institutsnummern zu finden. Ein Weibchen kann über die Elternschaftsanalyse mit Colony 2.0 identifiziert, (in der Tabelle mit 1 gekennzeichnet) oder mit einer Raubwanze beprobt worden sein (in der Tabelle mit 2 dargestellt).

Weibchen, in deren Lebenslauf große Lücken zwischen den einzelnen Jahren bestehen, könnten eventuell durch das Programm Colony 2.0 falsch identifiziert worden sein (siehe z.B. Weibchen Nummer 27). Lücken von ein oder zwei Jahren können hingegen realistisch sein und auf Brutverluste, bzw. das Nicht-Auffinden einer Brut zurückzuführen sein. In den

Jahren 2002-2008 konnten die Weibchen ausschließlich über ihre Nachkommen und die Elternschaftsanalyse identifiziert werden. Nur in den Jahren 2009-2012 war es möglich, ein Weibchen auch ohne Bruterfolg über die direkte Beprobung mit den Raubwanzen nachzuweisen.

Tabelle 21: Lebensläufe von Wiesenweihen-Weibchen

Die Anwesenheit eines Weibchens ist durch eine 1 oder 2 in einem jeweiligen Jahr dargestellt. 1: Das Weibchen wurde durch Colony 2.0 identifiziert, fette 2: Das Weibchen wurde mit einer Raubwanze beprobt. Die Anzahl gibt an, wie oft ein Weibchen insgesamt im Laufe der Untersuchungszeit erfasst wurde.

Weibchen	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Anzahl
1								2				1
2										2		1
3											2	1
4									2	2	2	3
5								2	2		2	3
6								2				1
7										1	2	2
8											2	1
9											2	1
10								2				1
11			1	1				2				3
12										1	2	2
13		1						2	2	2		4
14										2	2	2
15				1		1	1	2	1	2	2	7
16										2	2	2
17										1	2	2
18											2	1
19										1	2	2
20						1	1			2		3
21						1	1				2	3
22									2	1		2
23	1		1		1	1	1		2	2	2	8
24								1		2		2
25										1	2	2
26								2				1
27	1									2	2	3
28					1	1	1			2	2	5
29										2		1
30										2		1
31									2			1
32		1	1	1	1				1		2	6
33											2	1

Fortsetzung von Tabelle 21: Lebensläufe von Wiesenweihen-Weibchen

Weibchen	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Anzahl
34									2			1
35			1	1		1	1	2		2	1	7
36										2	1	2
37									2	2	1	3
38									2			1
39			1								2	2
40									2			1
41									1		2	2
42										2		1
43								1	2	2		3
44							1			2	2	3
45								1	2	2	1	4
46								1	2	1	2	4
47				1						2		2
48									1	2	2	3
49							1	1		2		3
50							1	2	1	2	2	5
51					1	1	1	2	2		1	6
52								1	1	2	2	4
53			1	1			1	1			2	5
54				1							2	2
55						1		2				2
56										2	2	2
57						1	1		1	1	2	5
58									2		1	2
59						1		1	2	2	1	5
60								1	2		1	3
61									2		2	2
62									1	2		2
63										1	2	2
64							1	2	2			3
65			1	1		1		2	2			5
66										2	2	2
67									2	2	2	3
68									2		2	2
69	1	1		1		1	1	2				6
70										1	2	2
71						1	1	2	1	1	1	6
72										2		1
73									1	2	2	3
74										2		1
75									2		2	2
76										2	1	2

Fortsetzung von Tabelle. 21: Lebensläufe von Wiesenweihen-Weibchen

<b>Weibchen</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Anzahl</b>
77						1	1	1		2		4
78										1	2	2
79										2	2	2
80									1	2		2
81									1	2		2
82						1			2	2		3
83							1	2	1	2		4
84										1	2	2
85											2	1
86									2			1
87											2	1
88									2			1
89								2		2		2
90								2				1
91								2				1
92									2			1
93									2			1
94									2			1
95									2			1
96									2			1
97									2			1
98									2			1
99									2			1
100										2		1
101										2		1
102										2		1
103										2		1
104										2		1
105										2		1
106										2		1
107										2		1
108										2		1
109										2		1
110										2	2	2
111										2		1
112										2		1
113										2	2	2
114											2	1
115											2	1
116											2	1
117											2	1
118											2	1
119											2	1



Fortsetzung von Tabelle. 21: Lebensläufe von Wiesenweihen-Weibchen

Weibchen	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Anzahl
120											2	1
121											2	1
122											2	1
123											2	1

In Tabelle 22 sind die Häufigkeiten der Nachweise einzelner Weibchen zusammengefasst. 44,6% der Weibchen konnten nur einmal durch die Probensammlung mit Raubwanzen (2009-2012) nachgewiesen werden. Die Anwesenheit von zwei Weibchen („15“ und „35“) wurde sieben Mal im Untersuchungsgebiet nachgewiesen und von einem Weibchen („23“) acht Mal.

Tabelle 22: Anzahl und Häufigkeit von Nachweisen einzelner Weibchen

Ein Weibchen ist nachgewiesen, wenn sie als Brutvogel beprobt oder ihre Identität über einen Elternschaftstest ermittelt wurde.

Nachweise je Weibchen	Anzahl	Häufigkeit [%]
1x	54	44,6
2x	32	26,4
3x	16	13,2
4x	6	5
5x	6	5
6x	4	3,3
7x	2	1,7
8x	1	0,8
Mittlere Anzahl	2	
Median	2	

### 3.2.1.2 Lebensläufe von Männchen

Die Identifizierung brütender Männchen erfolgte ausschließlich über eine Elternschaftsanalyse. Die Vaterschaft eines Männchens wurde anerkannt, wenn sein Genotyp aus den Genotypen von einst als Jungvogel beprobten Männchen ermittelt werden konnte.

In Tabelle 23 sind die Lebensläufe aller ermittelten Männchen (Brutnachweis durch eine 1 markiert) dargestellt. Auch hier besteht die Möglichkeit, dass bei großen Lücken im Lebenslauf das Programm Colony 2.0 eine falsche Zuordnung machte (siehe z.B. Männchen 31378).

Tabelle 23: Lebensläufe von brütenden Wiesenweihen-Männchen

Die Anwesenheit eines Männchens ist mit „1“ dargestellt. Anzahl: Häufigkeit der Wiederfunde. Der Nachweis eines Tieres erfolgte durch einen Elternschaftstest, bei dem die Vaterschaft über den Genotypen eines als Jungvogel beprobten Männchens festgestellt wurde. Die Männchen sind durch 5-stellige Institutsnummern angegeben.

<b>Männchen</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Anzahl</b>
10781			1								1
10798		1		1	1	1	1				5
17167	1	1									2
17201			1								1
17247			1								1
17252		1									1
31328			1								1
31345			1			1			1	1	4
31374						1	1				2
31378			1						1		2
31488					1						1
31512					1						1
31519				1							1
31547					1						1
31574									1		1
31597		1	1								2
36133				1							1
36150					1			1		1	3
36155							1	1			2
36201					1	1					2
36207						1	1				2
36211					1	1					2
36212						1					1
36257						1		1			2
45647								1			1
45683							1	1		1	3
45744								1			1
45749							1				1
45789									1		1
45843								1			1
51249								1	1	1	3
51251									1		1
51264								1	1	1	3
51302									1	1	2
51335									1		1
58675										1	1
58704										1	1
58709										1	1
58813										1	1

57,5% der Männchen wurden nur einmal identifiziert, ein Männchen vier Mal (Männchen 31345) und ein Männchen fünf Mal (Männchen 10798) (Tabelle 24).

Tabelle 24: Anzahl und Häufigkeit von Nachweisen brütender Männchen

Nachweise je Männchen	Anzahl	Häufigkeit (%)
1	23	57,5
2	10	25
3	5	12,5
4	1	2,5
5	1	2,5
Mittlere Anzahl	1,6	
Median	1	

## 3.2.2 Juvenil-Philopatrie

### 3.2.2.1 Ansiedlungsentfernung von Jungvögeln und Rekrutierung

Die Philopatrie von Jungvögeln beschreibt ihre Ansiedlungsentfernung, also die Distanz zwischen dem Schlupfport eines Vogels und dem Ort seiner Erstbrut. Die Rekrutierung oder Rückkehrate von Jungvögeln gibt an, wie viele der in einem bestimmten Gebiet geschlüpften Vögel in dieses Gebiet zurückkehren.

Allgemein besteht die Ansicht, dass Wiesenweihen Jungvögel relativ gering philopatrisch sind und eine relativ geringe Rekrutierungsrate bei Jungvögeln vorliegt (Arroyo *et al.*, 2004; Liminana *et al.*, 2012).

#### 3.2.2.1.1 Ansiedlungsentfernung Weibchen

Mit allen Proben von weiblichen Jungvögeln und den Proben von adulten Weibchen wurde ein Identitätstest mit Cervus 3.0 durchgeführt. Dadurch sollten Individuen mit identischem Genotyp gefunden werden, um das Schlupfjahr eines als adult beprobten Weibchens zu ermitteln. Es wurden nur Individuen als identisch akzeptiert, die keine Allel-Mismatches aufwiesen und vollständig genotypisiert worden waren.

Des Weiteren wurden die Ergebnisse der Elternschaftsanalyse mit Colony 2.0 herangezogen, um Weibchen zu finden, die in Mainfranken als Jungvogel beprobt und durch Colony als Mutter ermittelt wurden.

In Tabelle 25 sind die Lebensläufe von 17 Tieren dargestellt, bei denen das Schlupfjahr ermittelt werden konnte. Die erste erfasste Brut eines Weibchens muss nicht die wirklich erste Brut eines Tieres sein. Besonders bei großen zeitlichen Abständen zwischen Schlupf und dem

Jahr der ersten erfassten Brut, besteht die Möglichkeit, dass es sich nicht um die wirkliche Erstbrut handelt (siehe Weibchen 98). In solche Fällen könnte das Weibchen außerhalb des Untersuchungsgebietes gebrütet haben, sodass weder die Jungtiere noch sie selbst hätte beprobt werden können. Fehlidentifikationen durch Cervus oder Colony könnten ebenfalls erfolgt sein.

Tabelle 25: Lebensläufe rekrutierter Weibchen

5-stellige Nummern bei den Weibchen sind Institutsnummern für als Jungvogel beprobte Weibchen; 1-3-stellige Zahlen sind Nummern für als Adulte beprobte Weibchen; Fettes S: Schlupfjahr; 1: Nachweis des Weibchens durch Elternschaftsanalyse mit Colony 2.0; 2: Nachweis des Weibchens mittels Raubwanze.

Weibchen	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2									S	2	
9									S		2
94						S			2		
98				S					2		
24						S		1		2	
33									S		2
34								S	2		
112							S			2	
52						S		1	1	2	2
58							S		2		1
117								S			2
36130				S		1		1			
53117								S		1	
53146								S	1		
31339	S		1	1		1		1			
31542			S			1	1				
31361	S			1							1

In Tabelle 26 sind zu den adulten Weibchen die als identisch identifizierten juvenilen Weibchen mit ihren Institutsnummern aufgeführt. Außerdem sind die Nummer des Schlupfnestes und des Nestes der ersten erfassten Brut, sowie die Ansiedlungsentfernung und das Alter zum Zeitpunkt der ersten erfassten Brut zu entnehmen.

Tabelle 26: Ansiedlungsentfernung und Alter von Weibchen

5-stellige Nummern bei „Brutweibchen“ und „Juv ID“ sind Institutsnummern. 1-3-stellige Zahlen sind Nummern für adulte Weibchen; Juv ID: ein juveniles Weibchen, welches als identisch zu einem Brutweibchen ermittelt wurde; 1. Brutnest: Nummer des ersten erfassten Nestes des Weibchens; Distanz: Entfernung zwischen Schlupfnest und erster erfasster Brut; Alter bei 1. Brut: das Alter des Weibchens zum Zeitpunkt der ersten erfassten Brut.

Brutweibchen	Juv ID	Schlupfnest	1. Brutnest	Distanz [km]	Alter bei 1. Brut [Jahre]
2	58668	755	919	40,7	1
9	58837	790	1041	15,8	2
94	45760	480	785	9,4	3
98	36086	400	843	6,4	5
24	45699	471	725	32	2
33	58845	868	1083	8,2	2
34	53082	653	822	17,8	1
112	51307	577	978	23,3	3
52	45794	496	728	22,3	2
58	51360	597	760	46,8	2
117	53154	681	1054	3,4	3
36130	36130	345	511	1,9	2
53117	53117	734	999	40,6	2
53146	53146	741	848	19	1
31339	31339	167	318	28,5	2
31542	31542	313	467	32,7	3
31361	31361	180	372	19,1	3

Abbildung 40 veranschaulicht die einzelnen ermittelten Ansiedlungsentfernungen.

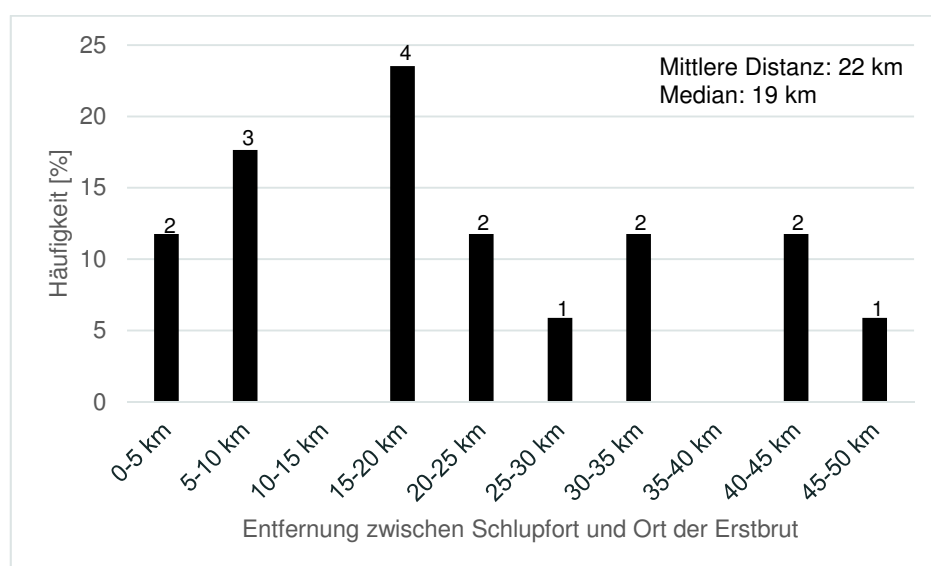


Abbildung 40: Ansiedlungsentfernungen von Weibchen

Zahlen über den Balken stellen die Stichprobengröße dar.

Die Entfernungen sind sehr unterschiedlich. Richtet man sich nach der Festlegung von Liminana *et al.* (2012), nachdem Tiere mit Ansiedlungsentfernungen unter 10 km als philopatrisch zu bezeichnen sind, so sind dies 29,4% der Weibchen. Die geringen Häufigkeiten je erfasster Entfernung beeinflussen jedoch stark das Ergebnis. Zudem schließt die Analyse Jungvogelbeobachtungen mittels Flügelmarkierungen aus und somit auch Vögel, die außerhalb des Untersuchungsgebietes beobachtet wurden. Die Einschätzung der Philopatrie ist demnach mit hoher Wahrscheinlichkeit überschätzt.

Die mittlere Ansiedlungsentfernung beträgt 22 km. Das mittlere Alter der Weibchen bei ihrer ersten erfassten Brut liegt bei zwei Jahren. Drei Weibchen wurden bei einer Brut im ersten Jahr nach dem Schlupf erfasst.

### 3.2.2.1.2 Ansiedlungsentfernung Männchen

Alle Wiesenweihen-Männchen wurden ausschließlich als Jungvogel beprobt. Es handelt sich bei diesen Tieren um dieselben Individuen, wie in Tabelle 23 in Kapitel 3.2.1 Lebensläufe von Männchen. Für Männchen, deren Vaterschaft über eine Elternschaftsanalyse mit Colony 2.0 ermittelt wurde, wurde das Schlupfjahr bestimmt. In Tabelle 27 sind die Lebensläufe der 34 Tiere aufgeführt. Auch hier besteht die Möglichkeit, dass die wirkliche Erstbrut außerhalb des Untersuchungsgebietes lag und das Männchen folglich nicht nachgewiesen werden konnte. Fehlidentifikationen bei der Vaterschaft durch Colony sind ebenfalls nicht auszuschließen.

Tabelle 27: Lebensläufe rekrutierter Männchen

5-stellige Nummern bei den Männchen sind Institutnummern von als Jungvogel beprobten Tieren; Fettes S: Schlupfjahr; 1: Nachweis des Männchens durch Elternschaftsanalyse mit Colony 2.0.

Männchen	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
17167	<b>S</b>		1	1								
17201	<b>S</b>				1							
17247	<b>S</b>				1							
17252	<b>S</b>			1								
31345		<b>S</b>			1			1			1	1
31374		<b>S</b>						1	1			
31378		<b>S</b>			1						1	
31488				<b>S</b>			1					
31519				<b>S</b>		1						
31547				<b>S</b>			1					
31574				<b>S</b>							1	
31597		<b>S</b>		1	1							
36133					<b>S</b>	1						
36150					<b>S</b>		1			1		1

Fortsetzung von Tabelle 27: Lebensläufe rekrutierter Männchen

Männchen	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
36201					S		1	1				
36207					S			1	1			
36211					S		1	1				
36212					S			1				
36257					S			1		1		
45647						S				1		
45683							S		1	1		1
45744							S			1		
45749							S		1			
45789							S				1	
45843							S			1		
51249								S		1	1	1
51251								S			1	
51264								S		1	1	1
51302								S			1	1
51335								S			1	
58675										S		1
58704										S		1
58709										S		1
58813										S		1

Tabelle 28 gibt genaue Informationen zum Alter der Männchen bei der ersten erfassten Brut und zu den Ansiedlungsentfernungen.

Tabelle 28: Nestdistanzen und Alter der Männchen bei Erstbrut

5-stellige Nummern bei den Männchen sind Institutsnummern von als Jungvogel beprobten Tieren. 1. Brutnest: das erste erfasste Nest des Männchens; Distanz: Entfernung zwischen dem ermittelten Schlupfport und der ersten erfassten Brut; Alter bei 1. Brut: das Alter des Männchens zum Zeitpunkt der ersten erfassten Brut.

Männchen	Schlupfnest	1. Brutnest	Distanz [km]	Alter bei 1. Brut [Jahre]
17167	131	229	13,1	2
17201	116	402	1,2	4
17247	150	344	1,5	4
17252	121	326	10,5	3
31345	168	391	29,6	3
31374	184	579	25,3	6
31378	185	372	26,6	3
31488	272	474	9,2	3
31519	308	434	7,7	2
31547	275	495	0,4	3

Fortsetzung von Tabelle 28 Nestdistanzen und Alter der Männchen bei Erstbrut

<b>Männchen</b>	<b>Schlupfnest</b>	<b>1. Brutnest</b>	<b>Distanz [km]</b>	<b>Alter bei 1. Brut [Jahre]</b>
31574	312	2617	27,5	7
31597	186	305	34,2	2
36133	354	463	28,1	1
36150	382	480	15,3	2
36201	355	468	4,4	2
36207	357	565	2	3
36211	364	504	20,7	2
36212	364	556	4,8	3
36257	390	557	6,8	3
45647	460	773	44,1	4
45683	473	678	14,3	2
45744	474	809	9,1	3
45749	469	690	9,6	2
45789	508	994	24,4	4
45843	514	842	1	3
51249	557	822	12,3	2
51251	558	901	4,5	3
51264	558	813	35,4	2
51302	568	950	30,6	3
51335	580	898	2,2	3
58675	807	1063	12,2	2
58704	759	1068	11,5	2
58709	858	1039	24,1	2
58813	794	1026	12,4	2

Abbildung 41 verdeutlicht die einzelnen Ansiedlungsentfernungen der Männchen und ihre Häufigkeiten.



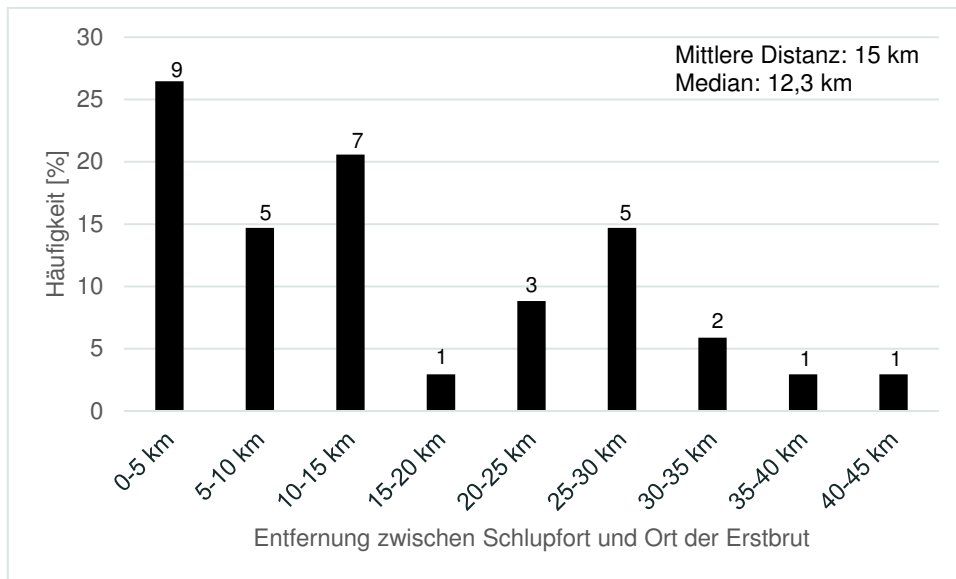


Abbildung 41: Ansiedlungsentfernungen von Männchen

Zahlen über den Balken stellen die Stichprobengröße dar.

41,2% der Männchen brüteten in einer Entfernung von unter 10 km zu ihrem Schlupf-  
 nest und können als philopatrisch bezeichnet werden. Dieser Wert ist sicherlich deutlich über-  
 schätzt, da auch bei den Männchen keine Beobachtungen von flügelmarkierten Jungvögeln  
 einbezogen wurden. Im Mittel brüteten sie in einer Entfernung von 15 km vom Schlupf-ort  
 entfernt und waren bei der ersten erfassten Brut drei Jahre alt. Ein Männchen brütete bereits im  
 ersten Jahr nach dem Schlupf. In Tabelle 29 werden die Ansiedlungsentfernungen von Weib-  
 chen und Männchen gegenübergestellt.

Tabelle 29: Ansiedlungsentfernung und Alter von Weibchen und Männchen zusam-  
 mengefasst

SD: Standardabweichung; Alter: das Alter des Weibchens bzw. Männchens zum Zeitpunkt  
 der ersten erfassten Brut; Distanz: Distanz zwischen Schlupf-ort und erster erfasster Brut.

	Weibchen		Männchen	
	Alter	Distanz	Alter	Distanz
Mittelwert	2 Jahre	22 km	3 Jahre	15 km
Median	2 Jahre	19 km	3 Jahre	12,3 km
SD	1,0	13,7	1,2	11,8
Varianz	1,0	186,4	1,4	138,7

Es gibt keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Ansiedlungsentfernung bei  
 Weibchen und Männchen: F-Test:  $p = 0,46$ , T-Test mit gleichen Varianzen  $0,09$ . Auch das

Alter bei der ersten erfassten Brut unterscheidet sich nicht signifikant: F-Test:  $p = 0,44$ , T-Test mit gleichen Varianzen 0,10.

#### *3.2.2.1.3 Rekrutierungsrate von Jungvögeln*

Eine Rekrutierungsrate für Jungvögel basierend auf den genetischen Daten kann nur abgeschätzt werden und ist mit hoher Wahrscheinlichkeit zu gering eingestuft, da keine Beobachtungen von flügelmarkierten Jungvögeln einbezogen wurden.

Von 585 juvenilen Weibchen, welche in die genetische Analyse eingingen, konnten nur 17 Tiere genetisch als brütendes Weibchen nachgewiesen werden (2,9%). Bei den Männchen waren es 34 von 691 Jungvögeln (4,9%). Insgesamt wurden demnach von 1276 Jungvögeln nur 4% rekrutiert.

### **3.2.3 Adult-Philopatry und Dauer von Paarbindungen**

Hinsichtlich der Philopatry und Dauer von Paarbindungen (in diesem Zusammenhang als „Partnertreue“ bezeichnet) ist bei Wiesenweihen noch sehr wenig bekannt. Allgemein gilt die Ansicht, dass sie eine monogame Saisonehe führen, ihren Partner also nach jeder Brutsaison wechseln, und nur wenig philopatrisch sind (Arroyo, 1995; Arroyo *et al.*, 2004).

#### **3.2.3.1 Dauer von Paarbindungen**

Anhand von Elternschaftsanalysen von Weibchen und ihren Nachkommen wurde untersucht, ob Weibchen mit demselben Brutpartner in mehreren Jahren hintereinander brüten. Dabei wurden nur die Fälle betrachtet, bei denen zwei Bruten eines jeweiligen Weibchens im direkt nachfolgenden Jahr lagen. In Tabelle 30 sind die Weibchen aufgelistet, deren Paarbindungen mindestens einmal über mehr als nur eine Brutsaison bestanden. Weibchen, in deren Lebenslauf große Lücken zwischen den einzelnen Jahren bestehen, könnten eventuell durch das Programm Colony 2.0 falsch identifiziert worden sein (siehe z.B. Weibchen Nummer 13).

Tabelle 30: Wiesenweihen-Weibchen mit Paarbindungen über mehr als eine Brutsaison

Fette Buchstaben zeigen bei einem jeweiligen Weibchen mehrjährige Paarbindungen an (derselbe Buchstabe bedeutet: Brut mit demselben Männchen). Nicht-fette Buchstaben zeigen einjährige Paarbindungen an. (2): Weibchen wurde mit einer Raubwanze beprobt, andernfalls wurde die Elternschaft durch Colony 2.0 errechnet.

Weibchen	Partnertreue in den Jahren 2002-2012										
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
5								<b>A (2)</b>	<b>A (2)</b>		B (2)
11			<b>A</b>	<b>A</b>				B (2)			
13		A						<b>B (2)</b>	<b>B (2)</b>	<b>B (2)</b>	
19										<b>A</b>	<b>A (2)</b>
21						<b>A</b>	<b>A</b>				B (2)
23	A		B		<b>C</b>	<b>C</b>	<b>C</b>		D (2)	E (2)	F (2)
25										<b>A</b>	<b>A (2)</b>
28					<b>A</b>	<b>A</b>	B			C (2)	D (2)
35			<b>A</b>	<b>A</b>		B	<b>C</b>	<b>C (2)</b>		D (2)	E
50							<b>A</b>	<b>A (2)</b>	B	C (2)	D (2)
52								<b>A</b>	<b>A</b>	B (2)	C (2)
59						A		<b>B</b>	<b>B (2)</b>	<b>B (2)</b>	<b>B</b>
65			A	B				<b>C (2)</b>	<b>C (2)</b>		
71						A	B	C (2)	<b>D</b>	<b>D</b>	<b>D(2)</b>
73									<b>A</b>	<b>A (2)</b>	<b>A (2)</b>
77						<b>A</b>	<b>A</b>	B		C (2)	
82						A			<b>B</b>	<b>B (2)</b>	
83							A	<b>B (2)</b>	<b>B</b>	<b>B (2)</b>	

Tabelle 31 zeigt, dass bei 25,5% der Weibchen einzelne Paarbindungen über mehr als eine Brutsaison bestanden.

Tabelle 31: Häufigkeit von ein- und mehrjährigen Paarbindungen

	Anzahl	%
Mehrjährige Paarbindung	26	25,5
Einjährige Paarbindung	76	74,5

Tabelle 32 gibt einen Überblick über die Anzahl und Häufigkeit der mit demselben Partner verbrachten Jahre bei mehrjährigen Paarbindungen. Die meisten Weibchen brüteten nur zwei Jahre mit demselben Männchen. Fünf Weibchen blieben über drei Jahre einem Männchen „treu“. Ein weiteres Weibchen blieb über vier Jahre mit ihrem Partner zusammen.

Tabelle 32: Dauer von mehrjährigen Paarbindungen

Dauer [Jahre]	Häufigkeit
2	14
3	5
4	1

### 3.2.3.2 Philopatrie der Weibchen

Berechnet wurden die Distanzen zwischen zwei Nestern eines jeweiligen Weibchens ausschließlich zwischen zwei direkt aufeinander folgenden Jahren. Dazu wurden GPS Informationen der Neststandorte herangezogen und die Distanzen zwischen den betreffenden Nestern über GoogleEarth ausgemessen (mittels Linealfunktion). Über GoogleEarth war es möglich die genaue Lage der Nester zu überprüfen und zu kontrollieren, ob sich die Standorte korrekt im Untersuchungsgebiet befinden (Abbildung 42).

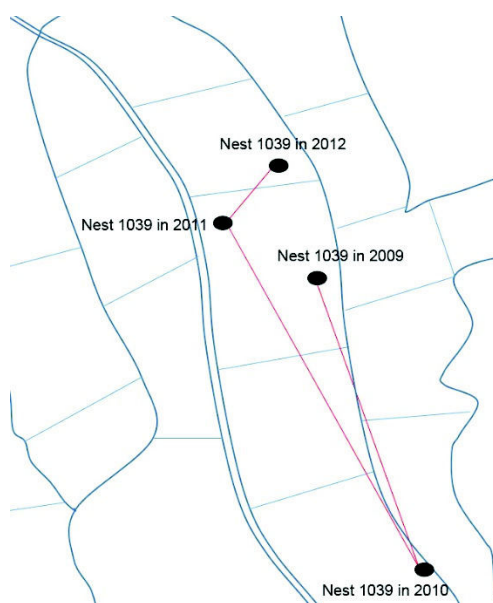


Abbildung 42: Schematische Darstellung der Vermessung von Nestdistanzen

Am Beispiel des Weibchens „47“ sind die Distanzen zwischen den Nestern (schwarze Punkte) in 2009 bis 2012 als rote Linie gezeigt. Blaue Linien sind Feldwege.

In Tabelle 33 sind die in Abb. 42 ermittelten Nestdistanzen am Beispiel des Weibchens „47“ angegeben.

Tabelle 33: Nestdistanzen des Weibchens „47“

Jeweils für zwei Nester in aufeinander folgenden Jahren wurden die Distanzen in GoogleEarth ausgemessen.

Nest 1	Nest 2	Distanz [km]
703 in 2009	814 in 2010	0,97
814 in 2010	994 in 2011	1,26
994 in 2011	1039 in 2012	0,24

### 3.2.3.2.1 Brutortstreue unabhängig von der Dauer der Paarbindung

Unabhängig von der Dauer der Paarbindung wurden die Nestdistanzen zwischen zwei Nestern eines Weibchens berechnet. 102 Nestdistanzen von 69 verschiedenen Weibchen konnten berücksichtigt werden. Die Abbildung 43 zeigt, dass 73,5% der Tiere im Umkreis von 5 km um den Vorjahres-Brutplatz blieben. Die geringste Entfernung betrug 80 m und die größte 44,7 km. In Abbildung 44 ist der Intervall 0-5 km herausgegriffen und genauer aufgeschlüsselt. 37,3% der Weibchen brüteten in einer Entfernung von unter 1 km zum Vorjahresnest.

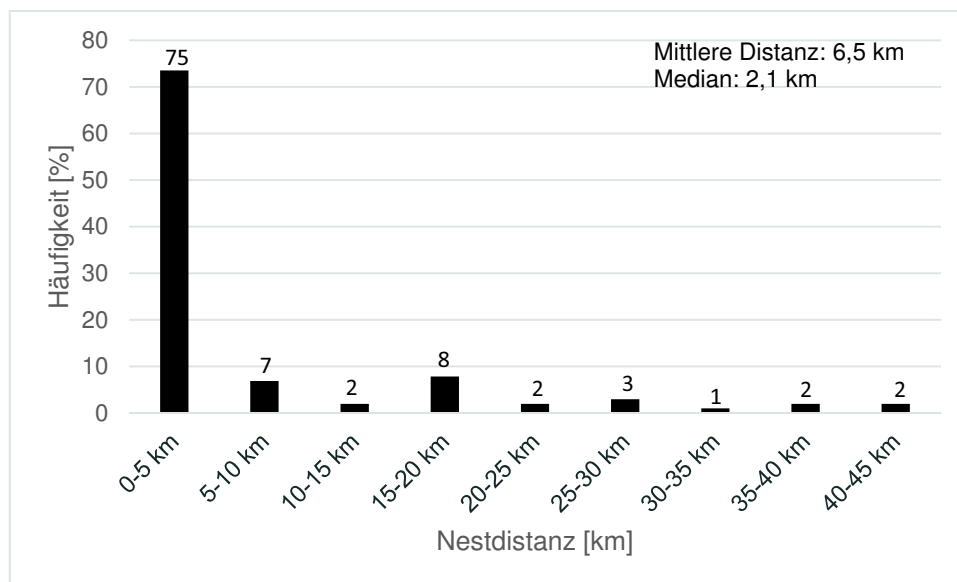


Abbildung 43: Philopatry von Weibchen unabhängig von der Dauer der Paarbindung

Die Zahlen über den Balken geben die Anzahl der erfassten Distanzen an.

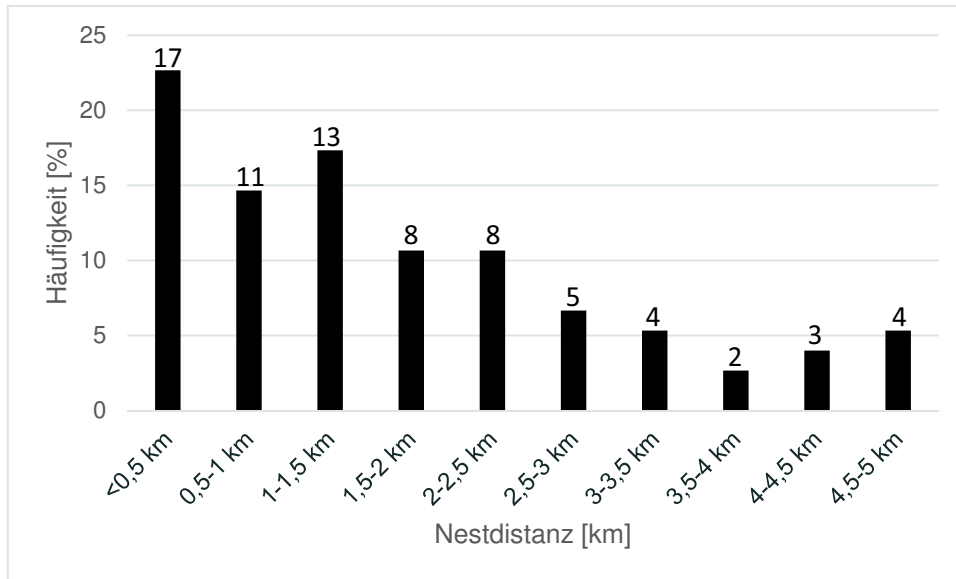


Abbildung 44: Philopatry von Weibchen unabhängig von der Dauer der Paarbindung

Intervall 0-5 km

Die Zahlen über den Balken geben die Anzahl der erfassten Distanzen an.

### 3.2.3.2.2 Brutortstreue bei einjähriger Paarbindung

Es wurden explizit die Weibchen ausgesucht, die ihren Partner im Folgejahr wechselten. In Abb. 45 sind die aufgetretenen Nestdistanzen und ihre Häufigkeiten dargestellt.

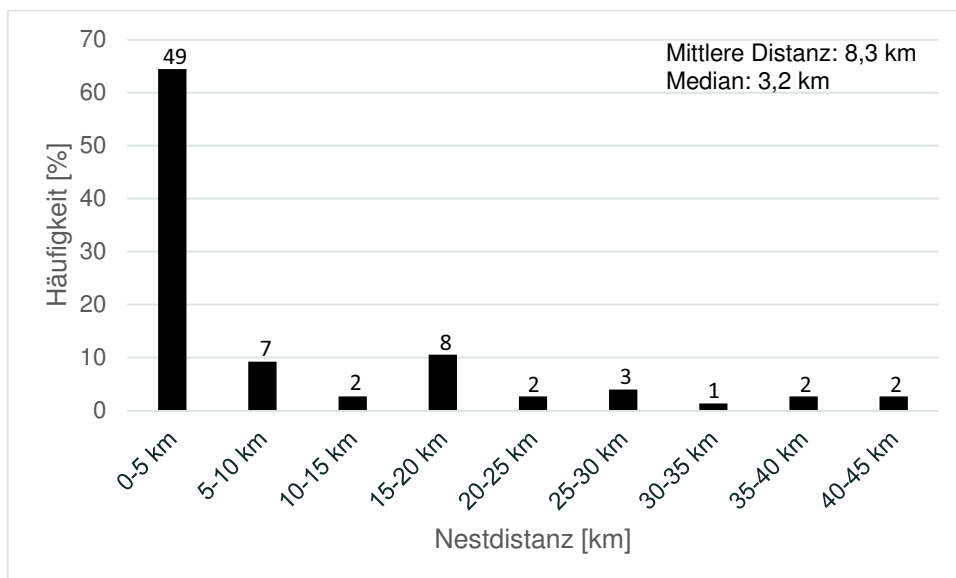


Abbildung 45: Philopatry von Weibchen bei einjähriger Paarbindung

Die Zahlen über den Balken geben die Anzahl der erfassten Distanzen an.

64,5% der 76 untersuchten Nestdistanzen waren kleiner als 5 km. Der kleinste Abstand zwischen zwei Nestern eines Weibchens lag bei 80 m. Die größte erfasste Distanz lag bei 44,7 km.

Da der Intervall 0-5 km die meisten Tiere umfasst, ist es noch einmal detaillierter in Abb. 46 gezeigt. 36,7% der Bruten befanden sich in einem Abstand von weniger als 1 km zum letztjährigen Brutplatz.

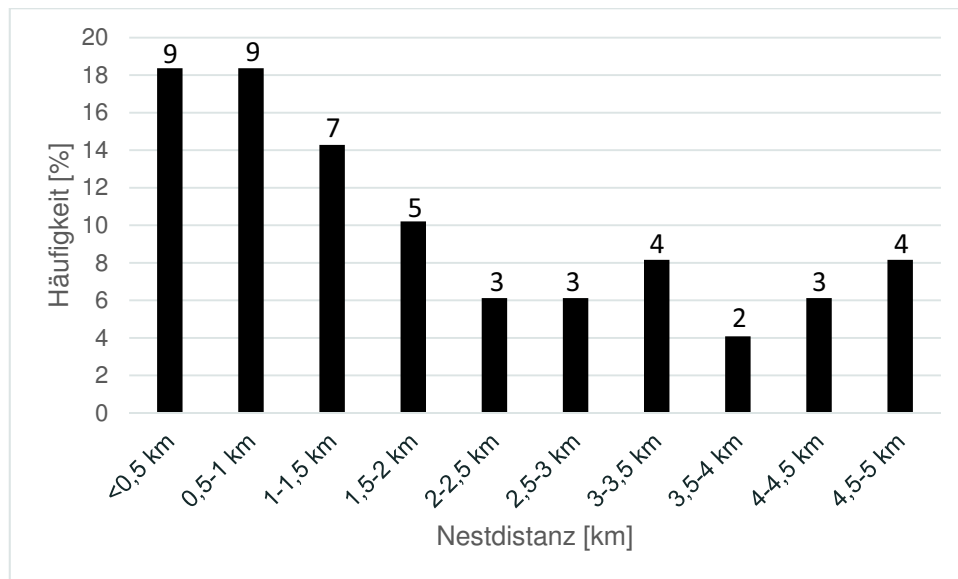


Abbildung 46: Philopatry von Weibchen bei einjähriger Paarbindung - Intervall 0-5 km

Die Zahlen über den Balken geben die Anzahl der erfassten Distanzen an.

### 3.2.3.2.3 Brutortstreue bei mehrjähriger Paarbindung

In Abbildung 47 sind ausschließlich Nestdistanzen von Weibchen gezeigt, die ihren Brutpartner im Folgejahr behielten. Für 18 Weibchen wurden 26 Distanzen ermittelt.

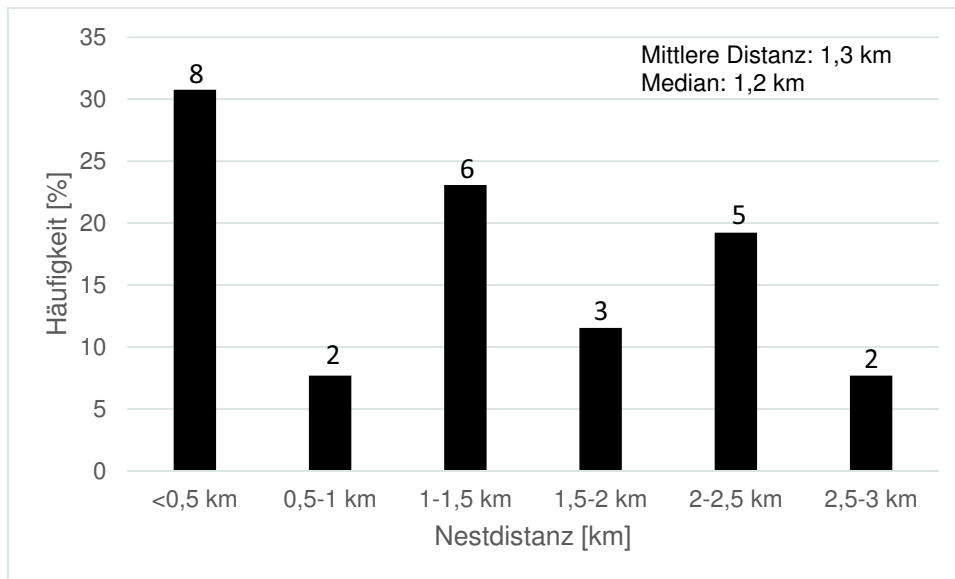


Abbildung 47: Philopatry der Weibchen bei mehrjähriger Paarbindung

Die Zahlen über den Balken geben die Anzahl der erfassten Distanzen an.

Alle Bruten waren in einem Umkreis von unter 5 km zu finden. 38,5% der Weibchen brüteten unter 1 km entfernt vom Vorjahresnest. Die kleinste ermittelte Distanz lag bei 170 m, die größte bei 2,8 km.

In Tabelle 34 sind, abhängig von der Dauer der Paarbindung, die mittleren Nestdistanzen zum direkten Folgejahr zusammengefasst.

Tabelle 34: Mittlere Nestdistanzen von Weibchen zum direkten Folgejahr, abhängig von der Dauer der Paarbindung

SD: Standardabweichung; n: Anzahl der erfassten Distanzen

	<b>Ein- und mehrjährige Paarbindungen</b>	<b>Einjährige Paarbindung</b>	<b>Mehrjährige Paarbindung</b>
mittlere Distanz [km]	6,5	8,3	1,3
Median [km]	2,1	3,2	1,2
Varianz	96,7	117,4	0,7
SD	9,8	10,8	0,8
n	102	76	26

Die mittleren Nest-Distanzen sind signifikant unterschiedlich zwischen Weibchen mit ein- oder mehrjährigen Paarbindungen. Da die Varianzen in diesen beiden Fällen signifikant unterschiedlich sind (F-Test:  $p = < 0,01$ ) wurde ein 2-seitiger t-Test mit ungleichen Varianzen gerechnet:  $p = < 0,01$ . Gleichmaßen sind die Nestdistanzen zwischen mehrjährigen Paarbindungen und solchen mit variabler Dauer signifikant unterschiedlich (F-Test:  $p = < 0,01$ ;



t-Test mit ungleichen Varianzen:  $p = < 0,01$ ). Hingegen gibt es keine signifikanten Unterschiede bzw. Varianzunterschiede zwischen den Weibchen, die den Brutpartner jährlich wechselten und solchen, bei denen ein Partnerwechsel unberücksichtigt blieb (F-Test:  $p = 0,36$ ; t-Test mit gleichen Varianzen:  $p = 0,25$ ).

### 3.2.3.3 Philopatrie der Männchen

Für 16 Männchen, deren Vaterschaft über einen Genotyp bei der Elternschaftsanalyse nachgewiesen werden konnte, wurden Nestdistanzen berechnet. Alle Väter wurden durch Colony 2.0 rekonstruiert. Die Berechnung der Nestdistanzen erfolgte wie bei den Weibchen. Aufgrund der geringen Stichprobe wurden alle Distanzen zwischen zwei Nestern ermittelt, egal ob das Männchen seine Partnerin bei der folgenden Brut wechselte oder nicht. In Abbildung 48 sind die Nestdistanzen zwischen zwei direkten Folgejahren gezeigt (18 erfasste Distanzen). Da die Stichprobe sehr klein war wurden in Abbildung 49 alle Nestdistanzen aufgeführt, bei denen auch ein oder mehrere Jahre zwischen den Bruten lagen (24 erfasste Distanzen). Tabelle 35 gibt einen Überblick über die Bruten von den untersuchten Männchen. Auch hier besteht die Möglichkeit, dass bei großen Lücken im Lebenslauf das Programm Colony 2.0 eine Vaterschaft falsche ermittelte (siehe z.B. Männchen 31378).

Tabelle 35: Männchen, die in mindestens zwei Jahren erfolgreich gebrütet haben

Für die Männchen sind die Institutsnummern der Proben angegeben. 1: Brut

Männchen	Bruten in den Jahren 2003-2012									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
10798		1		1	1	1	1			
17167	1	1								
31345			1			1			1	1
31374						1	1			
31378			1						1	
31597		1	1							
36150					1			1		1
36155							1	1		
36201					1	1				
36207						1	1			
36211					1	1				
36257						1		1		
45683							1	1		1
51249								1	1	1
51264								1	1	1
51302									1	1

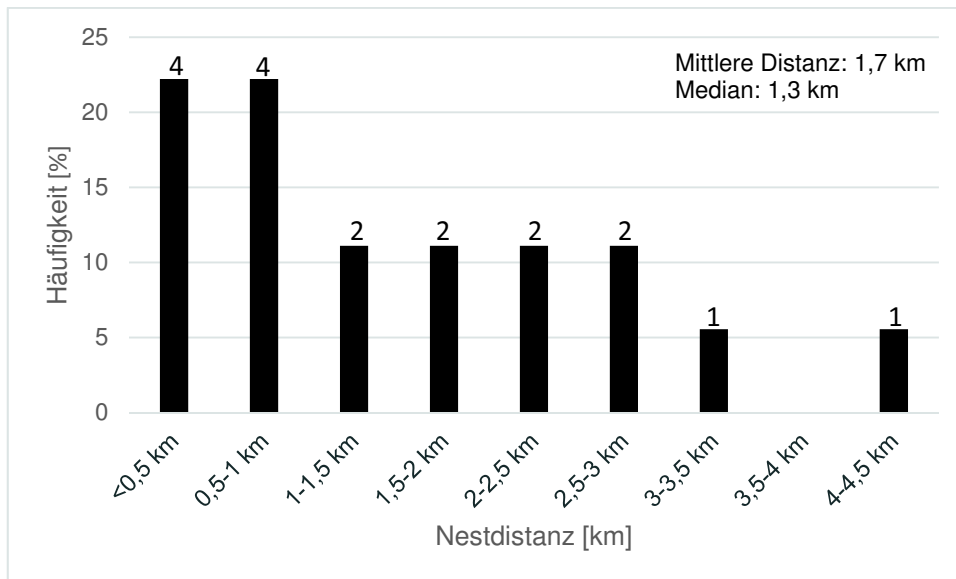


Abbildung 48: Philopatrie von Männchen zwischen zwei direkten Folgejahren

Die Zahlen über den Balken geben die Anzahl der erfassten Distanzen an.

Hinsichtlich zwei direkter Folgejahre waren alle untersuchten Distanzen geringer als 5 km. 44,4% waren kleiner als 1 km. Die geringste Entfernung betrug 170 m, die größte 4,4 km.

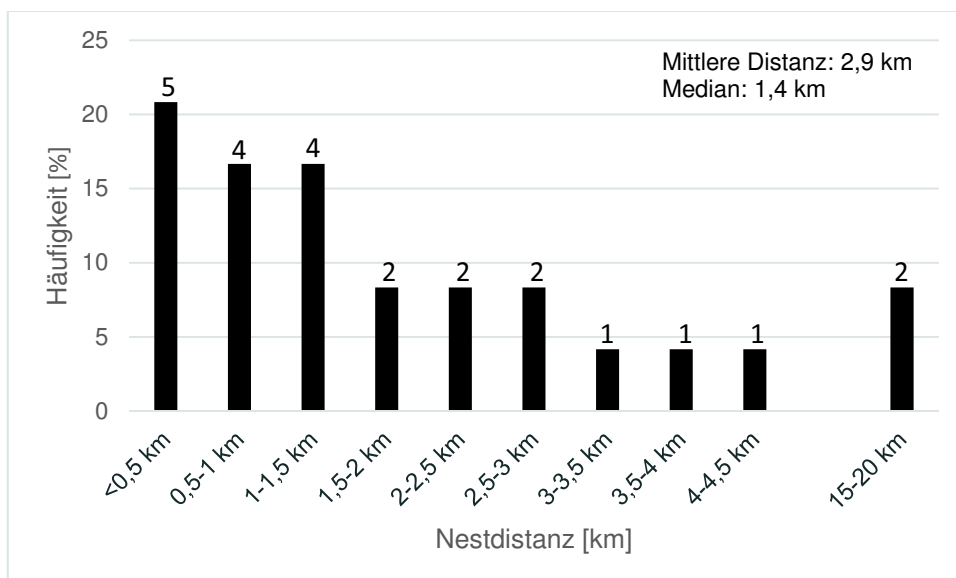


Abbildung 49: Philopatrie von Männchen zwischen zwei Beobachtungsjahren

In dieser Abbildung sind auch Distanzen enthalten, bei denen mehrere Jahre zwischen den Bruten liegen. Die Zahlen über den Balken geben die Anzahl der erfassten Distanzen an. Distanzen zwischen 4,5 und 15 km traten nicht auf.

Die zwei Nestdistanzen in Abbildung 49, die zwischen 15 und 20 km liegen, sind auf Bruten zurückzuführen, bei denen zwei bzw. drei Jahre dazwischen lagen. Die restlichen vier zusätzlichen Distanzen waren kleiner als 5 km. Insgesamt brüteten nach dieser Rechnung 37,5% unter 1 km vom Vorjahresstandort entfernt.

### 3.2.3.4 Vergleich der Brutortstreue zwischen Weibchen und Männchen

Ein Vergleich der Brutortstreue von Weibchen und Männchen bietet Tabelle 36. Dabei ist jeweils der Zeitraum angegeben, der untersucht werden konnte. 2002 gab es kein Männchen, deren Vaterschaft über einen Genotypen ermittelt werden konnte. Für die Weibchen ist die mittlere Nestdistanz unabhängig von der Dauer der Paarbindung angegeben, da ein Partnerinnenwechsel bei den Männchen nicht berücksichtigt werden konnte. Für die Männchen sind die mittleren Distanzen für direkte Folgejahre und unabhängig vom Jahr angegeben.

Tabelle 36: Mittlere Nestdistanzen für Weibchen und Männchen

SD: Standardabweichung; n: Anzahl der erfassten Distanzen

Zeitraum	2002-2012	2003-2012	2003-2012
	Weibchen: direktes Folgejahr	Männchen: direktes Folgejahr	Männchen unabhängig vom Jahr
mittlere Distanz	6,4 km	1,7 km	2,9 km
Median	2,1	1,3	1,4
Varianz	95,6	1,8	20
SD	9,8	1,4	4,5
n	102	18	24

Männchen haben signifikant kleinere mittlere Distanzen zwischen zwei Nestern, unabhängig davon, ob die zweite Brut im direkten Folgejahr lag oder nicht. Da alle drei untersuchten Distanz-Muster unterschiedliche Varianzen aufweisen (F-Test: Weibchen direktes Folgejahr vs. Männchen direktes Folgejahr:  $p = < 0,01$ ; Weibchen direktes Folgejahr vs. Männchen unabhängig vom Jahr:  $p = < 0,01$ ) wurde ein 2-seitiger t-Test mit ungleichen Varianzen gerechnet: Weibchen direktes Folgejahr vs. Männchen direktes Folgejahr:  $p = < 0,01$ ; Weibchen direktes Folgejahr vs. Männchen unabhängig vom Jahr:  $p = 0,01$ . Die Distanz-Unterschiede zwischen den Männchen im direkten Folgejahr vs. unabhängig vom Jahr sind nicht signifikant: F-Test  $p = < 0,01$ ; t-Test:  $p = 0,23$ .

### 3.2.4 Paarungssystem

#### 3.2.4.1 Bruterfolg der Weibchen abhängig von der Dauer der Paarbindung

Paarbindungen über mehrere Jahre können verschiedene Vorteile bringen, wie die Vertrautheit mit dem Partner, der Umgebung und den vorhandenen Ressourcen. Dies kann sich positiv auf den Bruterfolg auswirken (Choudhury & Black, 1994).

Es wurde bereits festgestellt, dass 25,5% der Weibchen mehrjährige Paarbindungen eingehen (2-4 Jahre). Nun soll untersucht werden, ob der Bruterfolg von der Dauer einer Paarbindung abhängt. Die Hypothese ist, dass Weibchen bei mehrjährigen Paarbindungen einen höheren Bruterfolg haben als bei einjährigen Bindungen.

Da der Bruterfolg auch von individuellen Eigenschaften eines Weibchens abhängen kann (Gesundheitszustand, Erfahrung bei der Brut und Jagdfähigkeiten) wurde der Bruterfolg nur bei den Weibchen verglichen, die neben jährlich wechselnden Partnerschaften auch mehrjährige Bindungen hatten.

Die Brutnachweise von 18 Weibchen wurden herangezogen, um den Bruterfolg bei ein- und mehrjährigen Bindungen zu vergleichen. In Tabelle 37 ist der Bruterfolg als Anzahl flügger Junge für jedes dieser Weibchen in den betreffenden Jahren dargestellt. Die Informationen zum Bruterfolg wurden den durch die Arbeitsgruppe R. Krüger, C. Pürckhauer und E. Hoh angefertigten Beringungsunterlagen entnommen.

Tabelle 37: Bruterfolg von Weibchen mit ein- und mehrjährigen Paarbindungen

Fette Zahlen: Anzahl flügger Junge bei mehrjährigen Bindungen; nicht-fette Zahlen: Anzahl flügger Junge bei einjährigen Paarbindungen.

Weibchen	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
5								3	5		4
11			4	4							
13		1						2	3	5	
19										5	3
21						3	4				4
23	2		3		4	4	5		5	4	
25										4	5
28					2	3	2				4
35			4	5		4	5	4			5
50							5	4	3	4	
52								2	4	2	4
59						2		3	4	4	3
65			2	5		5		4	3		
71						3	4	4	3	4	4

Fortsetzung von Tabelle 37: Bruterfolg von Weibchen mit ein- und mehrjährigen Paarbindungen

Weibchen	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
73									4	3	2
77						5	4	2		2	
82						5			4	3	
83							3	4	4	3	

In Tabelle 38 ist der mittlere Bruterfolg (mittlere Anzahl flügger Junge) für Weibchen abhängig von der Dauer einer Paarbindung aufgeführt. In dieser Rechnung wurde der mittlere Bruterfolg über alle Weibchen gemeinsam berechnet. Ein signifikanter Unterschied besteht nicht: F-Test:  $p = 0,09$ ; t-Test mit gleichen Varianzen:  $p = 0,17$ .

Tabelle 38: Bruterfolg von Weibchen abhängig vom Partnerwechsel 2002 2012

Mittlerer Bruterfolg: mittlere Anzahl flügger Junge; SD: Standardabweichung; N: Anzahl der untersuchten Bruten.

	Mehrjährige Paarbindung	Einjährige Paarbindung
Mittlerer Bruterfolg	3,8	3,4
Varianz	0,8	1,4
SD	0,9	1,2
N	44	27

In einer weiteren Rechnung wurden die Mittelwerte für den Bruterfolg abhängig von der Paarbindung zunächst für jedes Weibchen einzeln berechnet und die resultierenden Mittelwerte dann über alle Weibchen gemittelt. In Tabelle 39 sind die mittleren Bruterfolge für jedes Weibchen dargestellt. Die Unterschiede sind signifikant: F-Test:  $p = 0,10$ ; t-Test mit gleichen Varianzen:  $p = 0,03$ . Für ein einzelnes Weibchen macht es einen Unterschied hinsichtlich des Bruterfolges, ob sie eine ein- oder mehrjährige Paarbindung eingeht. Für alle Weibchen gemeinsam scheint es hingegen keinen Unterschied beim Bruterfolg zu geben. Hier könnten die bereits genannten individuellen Unterschiede der Weibchen beim Bruterfolg die vordergründige Rolle spielen.

Tabelle 38: Individueller Bruterfolg von Weibchen abhängig der Dauer der Paarbindung 2002-2012

Mittler Bruterfolg: mittlere Anzahl flügger Junge; SD: Standardabweichung; N: Anzahl der Weibchen; Werte in Klammer: Anzahl der untersuchten Bruten je Weibchen.

Weibchen	mittlerer Bruterfolg	
	Mehrjährige Paarbindung	Einjährige Paarbindung
5	4 (2)	4 (1)
13	3,3 (3)	1 (1)
21	3,5 (2)	4 (1)
23	4,3 (3)	3,5 (4)
28	2,5 (2)	3 (2)
35	4,5 (4)	4,5 (2)
50	4,5 (2)	3,5 (2)
52	3 (2)	3 (2)
59	3,5 (4)	2 (1)
65	4 (3)	2 (2)
71	3,7 (3)	3,7 (3)
77	4,5 (2)	2 (2)
83	3,7 (3)	3 (1)
Mittlerer Bruterfolg	3,8	3,0
Varianz	0,4	1,0
SD	0,6	1,0
N	13	13

### 3.2.4.2 Polygynie bei Wiesenweihen

Das typische Paarungssystem für die meisten Vogelarten ist die Monogamie (Wink & Dyrz, 1999). Polygynie (die Verpaarung eines Männchens mit mehreren Weibchen) ist jedoch keine Seltenheit und z.B. typisch für die Ordnung der Passeriformes (Orians, 1969; Emlen & Oring, 1977).

Die meisten Greifvögel und Eulen haben ein monogames Fortpflanzungssystem. In der Gattung der Weihen (*Circus*) wird Polygynie häufiger beobachtet (Newton, 1979), z.B. in der Kornweihe (*Circus cyaneus*) (Simmons *et al.*, 1986; Redpath *et al.*, 2006). Auch bei Wiesenweihen werden immer wieder einzelne polygyne Männchen erfasst z.B. in den Niederlanden (Biljsma *et al.*, 1993) und in Mittelwestfalen (Illner, 2007; Illner, 2011).

In der Mainfränkischen Population sollte nun untersucht werden, ob auch hier Polygynie genetisch nachgewiesen werden kann.

Beruhend auf einer Elternschaftsanalyse mit Colony 2.0 wurden die Vaterschaften von allen Bruten zwischen 2002 und 2012 untersucht. Alle Väter wurden über einen Genotyp identifiziert. Die durch Colony 2.0 errechneten Mütter wurden entweder ohne einen Genotyp ermittelt (Identifizierung von Vollgeschwistern bei unbekannter Mutter), oder der Genotyp der Mutter war im Datensatz vorhanden. 204 Familien wurden analysiert. Genaueres zur Durchführung der Elternschaftsanalyse ist in Kapitel 2.3.3.2 Elternschaftsanalyse mit dem Programm Colony 2.0 zu finden.

Drei Männchen wurden als polygyn identifiziert, da ihre Vaterschaft in je zwei Bruten eines selben Jahres ermittelt wurde. Die Polygynierate entspricht folglich 1,5% (drei von 204 Familien). In Tabelle 40 sind die Männchen und ihre Bruten gezeigt.

Tabelle 39: Bruten von polygynen Männchen

Die beiden Bruten eines Männchens (Männchen dargestellt mit einer 5-stelligen Institutsnummer) sind in einem schwarzen Kasten zusammengefasst. Neben den Nestnummern und den Ringnummern der genotypisierten Nachkommen sind auch die Identitäten der errechneten Mütter angegeben. „#Zahl“: Mutter von Colony 2.0 ohne Genotyp errechnet, „Mutter Zahl“: Mutter von Colony 2.0 mit Genotyp errechnet.

Vater	Nestnummer	Jahr	Mutter	Ringnummer der Nachkommen
17252	324	2004	#74	GN49694
17252	324	2004	#74	GN49695
17252	324	2004	#74	GN49696
17252	324	2004	#74	GN49697
17252	326	2004	Mutter 53	GN49589
17252	326	2004	Mutter 53	GN49590
31345	391	2005	#93	GN51944
31345	391	2005	#93	GN51945
31345	391	2005	#93	GN51946
31345	391	2005	#93	GN51947
31345	384	2005	Mutter 47	GN56244
31345	384	2005	Mutter 47	GN56247
31547	495	2007	#64	GN58394
31547	481	2007	Mutter 35	GN58327
31547	481	2007	Mutter 35	GN58328
31547	481	2007	Mutter 35	GN58329
31547	481	2007	Mutter 35	GN58330

Mittels GoogleEarth wurden die Nestdistanzen von polygynen Männchen errechnet. Die beiden Bruten eines polygynen Männchens lagen im Mittel 2,5 km voneinander entfernt. Anhand des Beringungsdatums und des Alters der Jungvögel an diesem Tag wurde ermittelt, wann das Weibchen mit dem Bebrüten der Eier begann. Die nötigen Informationen stammen aus den Beringungsunterlagen der Arbeitsgruppe R. Krüger, C. Pürckhauer und E. Hoh. Die

zweite Brut eines polygynen Männchens wurde im Schnitt 8,7 Tage nach der ersten Brut angelegt. Alle Bruten konnten jeweils acht Junge aufziehen. Der Bruterfolg polygynen Männchen liegt damit deutlich über dem durchschnittlichen Bruterfolg des betreffenden Jahres. Tabelle 41 fasst diese und weitere Informationen zu den Bruten zusammen.

Tabelle 40: Brutphänologie polygynen Männchen

ND: Nestdistanz zwischen polygynen Bruten, Bb: Brutbeginn; Bd: zeitliche Differenz der Bruten, N<sub>Eier</sub>: Anzahl der Eier, N<sub>flügge Junge</sub>: Anzahl flügger Junge, S<sub>flügge Junge</sub>: Summe flügger Junge in polygynen Bruten, B<sub>Gesamtjahr</sub>: durchschnittlicher Bruterfolg im betreffenden Jahr der Brut (Standardabweichung in Klammern).

Männchen	Nest	ND	Bb	Bd	N <sub>Eier</sub>	N <sub>flügge Junge</sub>	S <sub>flügge Junge</sub>	B <sub>Gesamtjahr</sub>
17252	324	5,6 km	15. Mai	8 Tage	4	4	8	3,4 (1,1)
17252	326		23. Mai		4	4		
31345	391	0,8 km	20. Mai	10 Tage	6	4	8	4,2 (1)
31345	384		30. Mai		4	4		
31547	481	1 km	10. Mai	8 Tage	5	5	8	3,5 (1,1)
31547	495		18. Mai		4	3		
Mittel		2,5		8,7 Tage	4,5	4	8	

### 3.2.4.3 Fremdvaterschaften

Die Kopulation außerhalb des Paarbundes (*Extrapair Copulation*, EPC) kann eine geeignete Strategie für ein Männchen sein, um seinen Fortpflanzungserfolg zu erhöhen. (Greenwood, 1980). Gleichzeitig kann auch das Weibchen von „Kuckuckskindern“ (*Extrapair Youngs*, EPYs) profitieren, wenn diese z.B. „gute Gene“ erben (*good-genes hypothesis*) (Wink & Dyrz, 1999).

Mit Hilfe einer Elternschaftsanalyse mit Colony 2.0 sollte untersucht werden, wie hoch die Fremdvaterschaftsrate bei Wiesenweihen der Mainfränkischen Population ist. 204 Familien aus den Jahren 2002-2012 mit mindestens zwei Jungvögeln und mindestens einem elterlichen Genotyp wurden auf Fremdvaterschaften untersucht. Dabei wurden die Allele der Eltern und Nachkommen einer Familie verglichen, bei denen mehr als ein Vater durch Colony 2.0 ermittelt wurde. In acht Familien wurden zwei verschiedene Väter für Nestgeschwister ermittelt. In sechs dieser acht Familien wies Colony einem einzelnen Jungtier einen anderen Vater zu, als seinen übrigen Nestgeschwistern, obwohl bei der Kontrolle der Allele keine *Mismatches* gefunden werden konnten. In diesen Fällen kann nicht von einer realen Fremdvaterschaft ausgegangen werden. In den anderen beiden Fällen sind Fremdvaterschaften jedoch möglich.

Fall 1: Ein Nest mit sechs Jungtieren, denen ein Genotyp für die Mutter zugewiesen wurde (Mutter mit einer Raubwanze in diesem Nest beprobt), wohingegen für den Vater von fünf von sechs Jungtieren kein Genotyp gefunden wurde. Für ein sechstes Jungtier wurde ein



väterlicher Genotyp durch die Elternschaftsanalyse ermittelt. Dieses Jungtier weist an vier verschiedenen Loci Allele des zugeordneten Vaters auf. An zwei weiteren Loci zeigt es andere Allel-Kombinationen, als seine Geschwister (vergleiche dazu Tabelle 42-44). An diesen beiden Loci können die Allele jedoch nicht eindeutig dem fremden Männchen zugeordnet werden. Hinzu kommt, dass auch zwei weitere Jungtiere Allele des möglicherweise fremden Vaters zeigen, jedoch jeweils nur an einem unterschiedlichen Locus. Hierbei könnte es sich auch um Genotypisierungsfehler handeln. Die Fremdvaterschaft des Männchens 62791 für das Jungtier 66587 ist möglich.

Tabelle 41: Fall 1 einer möglichen Fremdvaterschaft – Nestinformationen

Nummer: eine 5-stellige Nummer ist eine Institutsnummer eines als Jungvogel (Ju) beprobten Tieres, eine 3-stellige Nummer ist die Nummer eines adulten Weibchens; S<sub>Jahr</sub>: Beprobungsjahr des Tieres; S<sub>Nest</sub>: Nestnummer, in dem das Tier beprobt wurde; errechnete Eltern: Eltern, die über einen Elternschaftstest mit Colony 2.0 ermittelt wurden, \*80: da Colony 2.0 keinen Genotyp für diesen Vater finden konnte, wurde eine laufende Nummer vergeben.

Nummer	S <sub>Jahr</sub>	S <sub>Nest</sub>	Errechnete Eltern	
			Mutter	Vater
Vater 62791	2011	913		
Mutter 121	2012	1113		
Ju 66584	2012	1113	121	*80
Ju 66585	2012	1113	121	*80
Ju 66586	2012	1113	121	*80
Ju 66587	2012	1113	121	62791
Ju 66588	2012	1113	121	*80
Ju 66589	2012	1113	121	*80

Tabelle 42: Fall 1 einer möglichen Fremdvaterschaft – Allelvergleich Teil 1

Nummer: eine 5-stellige Nummer ist eine Institutsnummer eines als Jungvogel (Ju) beprobten Tieres, eine 3-stellige Nummer ist die Nummer eines adulten Weibchens; Eltern: Eltern, die über einen Elternschaftstest mit Colony 2.0 ermittelt wurden, \*80: da Colony 2.0 keinen Genotyp für diesen Vater finden konnte, wurde eine laufende Nummer vergeben; A1 und A2 sind die beiden Allele eines jeweiligen Locus

Fett gedruckte Allele sind Allele, die eindeutig der Mutter zugeordnet werden können. Grün hinterlegte Allele können eindeutig dem fremden Vater 62791 zugewiesen werden.

Nummer	Eltern		MsCpyg16		Age5		MsCpyg26		MsCpyg23		MaCpyg01		MsCpyg05		MsCpyg06		Hvo02	
	Mutter	Vater	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
Vater 62791			147	151	167	170	249	251	295	295	311	313	177	182	376	406	154	154
Mutter 121			<b>151</b>	<b>151</b>	<b>164</b>	<b>167</b>	<b>247</b>	<b>255</b>	<b>297</b>	<b>297</b>	<b>309</b>	<b>311</b>	<b>157</b>	<b>187</b>	<b>401</b>	<b>411</b>	<b>154</b>	<b>154</b>
Ju 66584	121	*80	147	<b>151</b>	<b>164</b>	173	253	<b>255</b>	293	<b>297</b>	<b>309</b>	313	<b>157</b>	182	406	<b>411</b>	152	<b>154</b>
Ju 66585	121	*80	151	<b>151</b>	<b>167</b>	167	<b>247</b>	251	295	<b>297</b>	<b>309</b>	313	<b>157</b>	182	406	<b>411</b>	152	<b>154</b>
Ju 66586	121	*80	147	<b>151</b>	<b>164</b>	167	<b>247</b>	255	293	<b>297</b>	<b>309</b>	313	<b>157</b>	182	406	<b>411</b>	154	<b>154</b>
Ju 66587	121	62791	147	<b>151</b>	<b>167</b>	167	251	<b>255</b>	295	<b>297</b>	<b>309</b>	313	182	<b>187</b>	406	<b>411</b>	154	<b>154</b>
Ju 66588	121	*80	147	<b>151</b>	<b>167</b>	167	255	<b>255</b>	295	<b>297</b>	<b>311</b>	313	<b>157</b>	182	<b>401</b>	406	152	<b>154</b>
Ju 66589	121	*80	151	<b>151</b>	<b>167</b>	167	255	<b>255</b>	293	<b>297</b>	<b>311</b>	313	182	<b>187</b>	406	<b>411</b>	152	<b>154</b>

Tabelle 43: Fall 1 einer möglichen Fremdvaterschaft – Allelvergleich Teil 2

Nummer: eine 5-stellige Nummer ist eine Institutsnummer eines als Jungvogel (Ju) beprobten Tieres, eine 3-stellige Nummer ist die Nummer eines adulten Weibchens; Eltern: Eltern, die über einen Elternschaftstest mit Colony 2.0 ermittelt wurden, \*80: da Colony 2.0 keinen Genotyp für diesen Vater finden konnte, wurde eine laufende Nummer vergeben; A1 und A2 sind die beiden Allele eines jeweiligen Locus

Fett gedruckte Allele sind Allele, die eindeutig der Mutter zugeordnet werden können. Grün hinterlegte Allele können eindeutig dem fremden Vater 62791 zugewiesen werden. Gelb hinterlegte Allele könnten von dem fremden Vater 62791 stammen

Nummer	Eltern		MsCpyg04		MsCpyg07		MsCpyg30		MsCpyg33		MsCpyg29		MsCpyg31		MsCpyg42		MsCpyg25	
	Mutter	Vater	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
Vater 62791			235	255	330	346	298	310	143	146	355	380	155	159	340	340	162	172
Mutter 121			<b>235</b>	<b>245</b>	<b>318</b>	<b>346</b>	<b>282</b>	<b>302</b>	<b>143</b>	<b>146</b>	<b>380</b>	<b>380</b>	<b>155</b>	<b>163</b>	<b>340</b>	<b>340</b>	<b>166</b>	<b>174</b>
Ju 66584	121	*80	<b>235</b>	240	318	346	294	<b>302</b>	<b>143</b>	143	370	<b>380</b>	159	<b>163</b>	<b>340</b>	340	<b>174</b>	174
Ju 66585	121	*80	240	<b>245</b>	318	346	298	<b>302</b>	143	146	370	<b>380</b>	155	<b>155</b>	<b>340</b>	340	<b>174</b>	174
Ju 66586	121	*80	245	<b>245</b>	<b>318</b>	318	<b>282</b>	294	143	146	370	<b>380</b>	155	<b>155</b>	<b>340</b>	340	<b>166</b>	176
Ju 66587	121	62791	235	<b>245</b>	346	346	<b>282</b>	298	143	146	355	<b>380</b>	<b>155</b>	159	<b>340</b>	340	162	<b>174</b>
Ju 66588	121	*80	245	<b>245</b>	318	346	298	<b>302</b>	143	146	355	<b>380</b>	159	<b>163</b>	<b>340</b>	340	174	<b>174</b>
Ju 66589	121	*80	245	<b>245</b>	318	346	294	<b>302</b>	<b>146</b>	146	370	<b>380</b>	155	<b>155</b>	<b>340</b>	340	174	<b>174</b>

Fall 2: Ein Nest mit vier Jungtieren, wobei der mütterliche Genotyp unbekannt bleibt, jedoch für beide Väter ein Genotyp durch Colony 2.0 ermittelt wurde. Dem vierten Jungvogel Nr. 36141 wird statt dem Männchen 17201 der Vater 10781 zugeordnet. Der Jungvogel zeigt an acht Loci Allele dieses Männchens. Eine Fremdvaterschaft ist in diesem Fall sehr wahrscheinlich. Die Tabellen 45-47 zeigen den Allelvergleich.

Tabelle 44: Fall 2 einer möglichen Fremdvaterschaft – Nestinformationen

Nummer: eine 5-stellige Nummer ist eine Institutsnummer eines als Jungvogel (Ju) beprobten Tieres; S<sub>Jahr</sub>: Beprobungsjahr des Tieres; S<sub>Nest</sub>: Nestnummer, in dem das Tier beprobt wurde; Eltern: Eltern, die über einen Elternschaftstest mit Colony 2.0 ermittelt wurden; #56: da Colony 2.0 keinen Genotyp für die Mutter finden konnte, wurde eine laufende Nummer vergeben.

Nummer	S <sub>Jahr</sub>	S <sub>Nest</sub>	Eltern	
			Mutter	Vater
Vater 10781	2000			
Vater 17201	2001	116		
Ju 36138	2005	402	#56	17201
Ju 36139	2005	402	#56	17201
Ju 36140	2005	402	#56	17201
Ju 36141	2005	402	#56	10781

Tabelle 45: Fall 2 einer möglichen Fremdvaterschaft – Allelvergleich Teil 1

Nummer: eine 5-stellige Nummer ist eine Institutsnummer eines als Jungvogel (Ju) beprobten Tieres; Eltern: Eltern, die über einen Elternschaftstest mit Colony 2.0 ermittelt wurden; #56: da Colony 2.0 keinen Genotyp für die Mutter finden konnte, wurde eine laufende Nummer vergeben; A1 und A2 sind die beiden Allele eines jeweiligen Locus.

Fett gedruckte Allele sind Allele, die eindeutig dem Vater 17201 zugeordnet werden können. Grün hinterlegte Allele können eindeutig dem fremden Vater 10781 zugewiesen werden

Nummer	Eltern		MsCpyg16		Age5		MsCpyg26		MsCpyg23		MaCpyg01		MsCpyg05		MsCpyg06		Hvo02	
	Mutter	Vater	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
Vater 10781			151	153	164	164	249	249	293	297	307	311	162	162	401	406	154	156
Vater 17201			<b>147</b>	<b>151</b>	<b>167</b>	<b>173</b>	<b>249</b>	<b>249</b>	<b>293</b>	<b>301</b>	<b>307</b>	<b>311</b>	<b>157</b>	<b>197</b>	<b>406</b>	<b>411</b>	<b>154</b>	<b>154</b>
Ju 36138	#56	17201	147	151	167	173	<b>249</b>	249	<b>293</b>	295	<b>307</b>	313	182	<b>197</b>	406	411	150	<b>154</b>
Ju 36139	#56	17201	<b>151</b>	151	<b>173</b>	173	<b>249</b>	249	295	<b>301</b>	<b>307</b>	307	<b>157</b>	177	<b>411</b>	421	154	<b>154</b>
Ju 36140	#56	17201	147	151	167	173	<b>249</b>	249	297	<b>301</b>	<b>311</b>	313	<b>157</b>	177	<b>406</b>	421	154	<b>154</b>
Ju 36141	#56	10781	147	151	164	<b>173</b>	<b>249</b>	255	297	297	<b>311</b>	313	162	182	<b>406</b>	421	150	156

Tabelle 46: Fall 2 einer möglichen Fremdvaterschaft – Allelvergleich Teil 2

Nummer: eine 5-stellige Nummer ist eine Institutsnummer eines als Jungvogel (Ju) beprobten Tieres; Eltern: Eltern, die über einen Elternschaftstest mit Colony 2.0 ermittelt wurden; #56: da Colony 2.0 keinen Genotyp für die Mutter finden konnte, wurde eine laufende Nummer vergeben; A1 und A2 sind die beiden Allele eines jeweiligen Locus.

Fett gedruckte Allele sind Allele, die eindeutig dem Vater 17201 zugeordnet werden können. Grün hinterlegte Allele können eindeutig dem fremden Vater 10781 zugewiesen werden

Nummer	Eltern		MsCpyg04		MsCpyg07		MsCpyg30		MsCpyg33		MsCpyg29		MsCpyg31		MsCpyg42		MsCpyg25	
	Mutter	Vater	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
Vater 10781			240	260	318	338	298	310	143	143	355	375	159	171	340	340	170	174
Vater 17201			<b>225</b>	<b>270</b>	<b>318</b>	<b>322</b>	<b>294</b>	<b>306</b>	<b>143</b>	<b>146</b>	<b>355</b>	<b>370</b>	<b>159</b>	<b>159</b>	<b>340</b>	<b>346</b>	<b>168</b>	<b>172</b>
Ju 36138	#56	17201	<b>225</b>	235	318	<b>322</b>	<b>306</b>	314	143	146	<b>370</b>	375	<b>159</b>	159	340	346	166	<b>172</b>
Ju 36139	#56	17201	235	<b>270</b>	<b>318</b>	318	<b>294</b>	314	143	146	<b>370</b>	375	<b>159</b>	159	<b>340</b>	340	166	<b>172</b>
Ju 36140	#56	17201	235	<b>270</b>	318	<b>322</b>	<b>306</b>	310	<b>146</b>	146	<b>355</b>	370	<b>159</b>	159	<b>340</b>	340	170	<b>172</b>
Ju 36141	#56	10781	235	240	330	338	310	314	143	146	<b>355</b>	375	<b>159</b>	171	<b>340</b>	340	166	170

In 0,5-1% der Bruten traten demnach in den Jahren 2002-2012 Fremdvaterschaften auf. Mit maximal vier EPYs von 1276 analysierten Jungtieren ist die EPY-Rate (0,3%) sehr gering.

## 3.2.5 Demographie

### 3.2.5.1 Überlebensraten von Wiesenweihen

Management-Entscheidungen als auch die Entwicklung von Schutzstrategien gefährdeter Arten hängen entscheidend von Schätzungen zu Fortpflanzungsraten und Überlebensraten ab. Besonders Überlebensraten stellen eine große Herausforderung dar, da sie nicht nur vom Alter und Geschlecht der Tiere abhängen, sondern auch von Umwelteinflüssen, der Populationsstruktur und genetischen Eigenschaften der Population (z.B. genetische Variabilität oder Inzucht).

In der vorliegenden Studie konnten für Wiesenweihen-Weibchen für die Jahre 2009-2012 Überlebensraten berechnet werden. Für Männchen war dies nicht möglich, da es in den einzelnen Jahren zu wenige Wiederfunddaten gab. Über Lebenslauf-Matrizen und das Programm MARK (White & Burnham, 1999) wurden mittels dem Cormack-Jolly-Seber (CJS) Modell Überlebensraten und die Wiederfundwahrscheinlichkeit ermittelt. 78,2% der Wiederfunde in den Lebenslauf-Matrizen beruhen auf der direkten Beprobung mit einer Raubwanze. Zwei verschiedene Datensätze wurden verwendet und verglichen. Rechnung 1: 2009-2012 mit allen Lebensläufen von 123 Weibchen und Rechnung 2: 2009-2012 ohne Lebensläufe, bei denen der Satus „0“ zwischen zwei Wiederfundereignissen („1“) auftrat (99 Lebensläufe ohne Lücken).

Beispiele für Lebensläufe:

Rechnung 1: 1011, 1101, 1001

Rechnung 2: 0111, 1100, 0110

Die Variablen  $\phi$  (Überlebensrate) und  $p$  (Wiederfundwahrscheinlichkeit) wurden mit vier Modellen ( $\phi_{Zeit}p_{Zeit}$ ,  $\phi_1p_1$ ,  $\phi_{Zeit}p_1$  und  $\phi_1p_{Zeit}$ ) untersucht. „Zeit“ bedeutet: die Variable ist zeitabhängig und „1“ bedeutet: die Variable ist konstant über die Zeit.

Genauer zum Vorgehen und der Berechnung ist in Kapitel 2.3.4 Berechnung von Überlebensraten mit dem Programm MARK zu finden.

Zunächst wurde ein *Goodness of fit* Test durchgeführt, um zu überprüfen, ob das einfachste der vier eben aufgelisteten Modelle ( $\phi_{Zeit}p_{Zeit}$ ) adäquat zu den Daten passt. Vorher wird ein sogenanntes *m-array* erstellt, welches Informationen zu Wiederfunden in den einzelnen Jahren bietet. In Tabelle 48 ist das *m-array* für Rechnung 1 zu sehen, in Tabelle 49 für Rechnung 2.

Tabelle 47: *m-array* mit Wiederfunden von Wiesenweihen in den Jahren 2009-2012 – Rechnung 1

$R_{t-1}$ : Anzahl der Individuen, die im betreffenden Jahr identifiziert wurden;  $m_t$ : Anzahl der Individuen, die im betreffenden Jahr erneut identifiziert wurden und aus dem Jahr  $R_{t-1}$  stammen;  $r_t$ : Summe der Individuen, die im Jahr  $R_{t-1}$  zum ersten Mal erfasst wurden und in späteren Jahren erneut identifiziert werden konnten

	$R_{t-1}$	$m_t$			$r_t$
<b>Jahr</b>		2010	2011	2012	
2009	30	15	5	1	21
2010	47		22	9	31
2011	68			36	36

Tabelle 48: *m-array* mit Wiederfunden von Wiesenweihen in den Jahren 2009-2012 – Rechnung 2

$R_{t-1}$ : Anzahl der Individuen, die im betreffenden Jahr identifiziert wurden;  $m_t$ : Anzahl der Individuen, die im betreffenden Jahr erneut identifiziert wurden und aus dem Jahr  $R_{t-1}$  stammen;  $r_t$ : Summe der Individuen, die im Jahr  $R_{t-1}$  zum ersten Mal erfasst wurden und in späteren Jahren erneut identifiziert werden konnten

	$R_{t-1}$	$m_t$			$r_t$
<b>Jahr</b>		2010	2011	2012	
2009	21	12	0	0	12
2010	39		22	1	23
2011	63			35	35

Für beide Rechnungen R1 und R2 wird durch Test 1 des *Goodness of fit* Test bestätigt, dass alle Tiere dieselbe Überlebenswahrscheinlichkeit haben und das Modell zur Berechnung von Sterberaten geeignet ist. Hingegen ist eine einheitliche Wiederfundwahrscheinlichkeit für alle Tiere in den vier untersuchten Jahren nicht gegeben, so Test 2. Gründe für die Verletzung der untersuchten Annahme liegen wahrscheinlich in der Probennahme. Da die Wanzenmethode im Laufe der vier Jahre erst entwickelt wurde, war der Erfolg zu Beginn der Beprobung deutlich kleiner, als am Ende (25% Erfolg vs. 89%). Folglich unterscheiden sich auch die Wiederfundwahrscheinlichkeiten in den einzelnen Jahren. Die Methode der Identifizierung könnte ebenfalls Einfluss genommen haben. Auch wenn 78,2% der Identifikationen auf das direkte Beprobieren mit Raubwanzen beruhen, können die restlichen Fälle, bei denen ein Weibchen durch Colony identifiziert wurde, die Ergebnisse anders beeinflusst haben. Da bei dieser Untersuchung die Überlebensraten im Mittelpunkt stehen, werden die vier untersuchten Modelle dennoch als „passend zu den Daten“ angenommen.

Im nächsten Schritt wurde je separate Rechnung das am besten geeignete Modell ermittelt, um Überlebensraten darzustellen. Dazu wurden drei AIC-Parameter der vier Modelle



verglichen. Je kleiner diese Werte im Vergleich zu den anderen drei untersuchten Modellen sind, desto sicherer sind  $\phi$  und  $p$  für dieses Modell. Tabelle 50 stellt die Ergebnisse für die beiden Rechnungen R1 und R2 gegenüber.

Tabelle 49: Modell Statistiken für die Rechnungen R1 und R2

R1: Rechnung mit allen 123 Lebensläufen; R2: Rechnung mit 99 Lebensläufen, in denen zwischen zwei Wiederfund-Ereignissen Lücken sein können;  $AIC_C$ : Akaike's Information Criterion;  $\Delta AIC_C$ : Differenz zwischen dem am höchsten gewerteten Modell und dem zu untersuchenden Modell;  $AIC_C$  –Gewicht: Abschätzung der relativen Wahrscheinlichkeit für jedes Modell

Model	$AIC_C$		$\Delta AIC_C$		$AIC_C$ -Gewicht	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
$\phi_1 p_1$	263,74	181,28	0	0	0,74	0,58
$\phi_1 p_{Zeit}$	267,57	182,55	3,83	1,27	0,11	0,31
$\phi_{Zeit} p_1$	267,61	185,5	3,87	4,22	0,11	0,07
$\phi_{Zeit} p_{Zeit}$	269,71	186,78	5,97	5,5	0,04	0,04

Für beide Rechnungen wurde das Modell  $\phi_1 p_1$  als am besten geeignet ermittelt. Die  $AIC_C$  Werte sind im Vergleich zu den anderen Modellen am kleinsten. Für die Rechnung 2 kommt daneben noch das Modell  $\phi_1 p_{Zeit}$  in Frage, da sein  $\Delta AIC_C$  Werten kleiner als 2 ist. Für diese drei Fälle sind die errechneten Überlebens- und Wiederfundwahrscheinlichkeit in Tabelle 51 zusammengefasst.

Tabelle 50: Überlebens- und Wiederfundwahrscheinlichkeit 2009-2012

Für Rechnung 1 und 2 sind Überlebenswahrscheinlichkeit  $\phi$  und Wiederfundwahrscheinlichkeit  $p$  angegeben. SD: Standardabweichung. Für das Modell  $\phi_1 p_1$  mit konstanten Parametern über die Zeit sind  $\phi$  und  $p$  in allen Jahren gleich. Im Modell  $\phi_1 p_{Zeit}$  ist  $p$  zeitabhängig und ergibt für jedes Jahr einen Wert.

	Parameter	Wert	SD
Rechnung 1 $\phi_1 p_1$	$\phi$	0,82	0,06
	$p$	0,62	0,07
Rechnung 2 $\phi_1 p_1$	$\phi$	0,59	0,05
	$p$	0,95	0,05
	$\phi$	0,60	0,07
Rechnung 2 $\phi_1 p_{Zeit}$	$p_2$	1	0
	$p_3$	0,93	0,07
	$p_4$	0,93	0,15

Mit dem Datensatz 1 wird eine jährliche Überlebensrate von 82% für adulte Weibchen ermittelt, für den zweiten Datensatz mit beiden Modellen 60%. Die Wiederfundwahrscheinlichkeit ist für Rechnung 1 mit 62% geringer als für beide Modelle der zweiten Rechnung. Da in dem zweiten Datensatz keine Lücken zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wiederfund-Ereignissen bestehen, war eine höhere Wiederfundrate zu erwarten und ist methodisch bedingt.

### **3.2.5.2 Lebenserwartung von Wiesenweihen**

Anhand des Schlupfjahres, und im Rahmen des Untersuchungszeitraumes, können Aussagen zur Lebenserwartung bei Wiesenweihen (17 Weibchen und 34 Männchen, siehe Kapitel 3.2.2.1 Ansiedlungsentfernung von Jungvögeln und Rekrutierung) getroffen werden. Das Männchen mit der Institutsnummer 31345 erreichte mit 10 Jahren das höchste Alter im Untersuchungszeitraum, jedoch mit einigen Lücke im Lebenslauf. Das Weibchen 31361 erreichte ebenfalls 10 Jahre, jedoch ebenso mit vielen Lücken im Lebenslauf. Ein besser dokumentierter Lebenslauf liegt hingegen für das Weibchen 31339 mit 7 Jahren vor. Im Mittel erreichten die Männchen ein Alter von 3,8 Jahren und die Weibchen ein Alter von 3,6 Jahren. Da bei den Lebensläufen mit vielen Lücken Fehlidentifikationen durch das Programm Colony aufgetreten sein könnten, kann das Höchstalter nicht eindeutig ermittelt werden.

### **3.2.5.3 Geschlechterverhältnisse bei Jungvögeln**

Die Untersuchung von Geschlechterverhältnissen bei Jungtieren ist schon immer Thema in der Tierökologie. Nicht immer herrscht ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Männchen und Weibchen, wie nach Fisher (1930) postuliert. Abweichungen hin zur Bevorzugung eines Geschlechtes treten immer wieder in sexualdimorphen Greifvögeln (Ordnung Falconiformes) auf (Leroux & Bretagnolle, 1996). Bei Wiesenweihen unterscheiden sich die Weibchen neben dem äußeren Erscheinungsbild vor allem durch das höhere Gewicht von den Männchen (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971); ein Unterschied, der bereits bei Jungvögeln vorliegt.

Anhand von 1928 Jungvögeln, die in den Jahren 2000-2012 in Mainfranken geschlüpft sind und von denen das genetische Geschlecht mittels Sexing-PCR bestimmt werden konnte, wurden Geschlechterverhältnisse ermittelt. Es handelt sich dabei ausschließlich um Tiere, die bei der Beringung beprobt wurden, also bereits ein Alter von mindestens 20 Tagen erreicht hatten. Tabelle 52 gibt einen Überblick über die Zahl der verwendeten Proben, sowie die Anteile an Männchen und Weibchen in den Bruten eines jeden Jahres.

Tabelle 51: Geschlechterverhältnisse von Jungvögeln

Für jedes Jahr sind Anzahl und prozentualer Anteil eines jeden Geschlechtes aufgeführt. Die Differenz zu 50% bezieht sich auf die Männchen, die in den meisten Jahren das häufigere Geschlecht darstellen.

Jahr	Männchen		Weibchen		Summe	häufigstes Geschlecht	Differenz zu 50%
	Anzahl	%	Anzahl	%			
2000	35	67,3	17	32,7	52	m	+17,3
2001	66	60,0	44	40,0	110	m	+10,0
2002	42	42,0	58	58,0	100	w	-8,0
2003	16	27,6	42	72,4	58	w	-22,4
2004	63	57,8	46	42,2	109	m	+7,8
2005	134	50,2	133	49,8	267	m	+0,2
2006	33	53,2	29	46,8	62	m	+3,2
2007	115	54,2	97	45,8	212	m	+4,2
2008	75	55,1	61	44,9	136	m	+5,1
2009	81	55,5	65	44,5	146	m	+5,5
2010	128	56,4	99	43,6	227	m	+6,4
2011	114	51,4	108	48,6	222	m	+1,4
2012	122	53,7	105	46,3	227	m	+3,7
<b>Summe</b>	<b>1024</b>	<b>53,1</b>	<b>904</b>	<b>46,9</b>	<b>1928</b>	<b>m</b>	<b>+3,1</b>

In den meisten Jahren, so auch in der Summe der Jahre, stellen die Männchen das häufigere Geschlecht bei den Jungvögeln dar. Über alle Jahre betrachtet erreichen sie ein Plus von 3,1%. Nur in den Jahren 2002 und 2003 ist das Geschlechterverhältnis zu den Weibchen hin verschoben.

### 3.2.6 Populationsdifferenzierung mitteleuropäischer Wiesenweihen

#### 3.2.6.1 Populationsdifferenzierung mit Structure

Im Hinblick auf die Entwicklung von Management- und Schutzkonzepten sollten Informationen zu Verbindungen zwischen Populationen vorliegen. Populationen, die über den Austausch von Individuen genetisch gut durchmischt sind, sind i.d.R. stabiler als solche, die durch Isolation zu Inzucht neigen. Die Brutvorkommen der Wiesenweihe in Mitteleuropa scheinen genetisch nicht stark voneinander getrennt zu sein, was auf eine hohe Mobilität der Vögel hinweist (García *et al.*, 2011). Auch in der von Wink und Mitarbeitern unveröffentlichten Untersuchung zur Phylogeographie europäischer Wiesenweihen (Kapitel 1.1.1.3 Phylogeographie europäischer Populationen) mit sechs STR-Markern und *cyt-b*-Sequenzen wurde keine Differenzierung festgestellt.

In der vorliegenden Studie sollte mittels artspezifischer STR-Loci eine Populationsstrukturierung untersucht werden. Mittels der Software Structure 2.3.4 (Evanno *et al.*, 2005)

wurden Proben aus acht Brutvorkommen in Mitteleuropa auf genetische Differenzierung analysiert. Tabelle 53 gibt einen Überblick über die Populationen und die Anzahl verwendeter Proben. Das genaue Vorgehen bei der Analyse ist in Kapitel 2.3.5.1 Structure zu finden.

Tabelle 52: Untersuchte Populationen mit Structure

N: Anzahl der verwendeten Proben

Population	Herkunft	N
1	Mainfranken	160
2	Schleswig-Holstein	12
3	Sachsen-Anhalt	34
4	Nordrhein-Westfalen	112
5	Niederbayern	8
6	Niederlande	8
7	Frankreich	14
8	Spanien	30

In Abbildung 50 sind für jedes zu untersuchende  $K$  der berechnete Mittelwert von  $\text{LnP}(D)$  dargestellt, sowie jeweils die Standardabweichung.

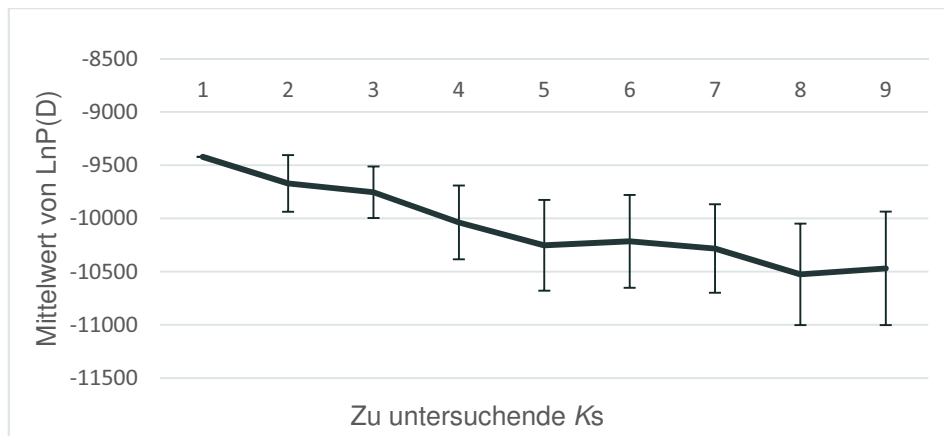


Abbildung 50: Kurvenverlauf von  $K$

Abbildung 51 zeigt die dK Werte für jedes zu untersuchende  $K$ .  $K=1$  kann nicht berechnet werden.



Abbildung 51: dK für die zu untersuchenden  $K_s$

Neben der  $K$ -Berechnung wurden die Diagramme von Structure für jedes der neun untersuchten  $K_s$  analysiert. Sie sind in den Abbildungen 52-59 zu sehen. Für  $K=1$  ist keine Graphik gezeigt, da alle Proben dieselbe Farbe haben.

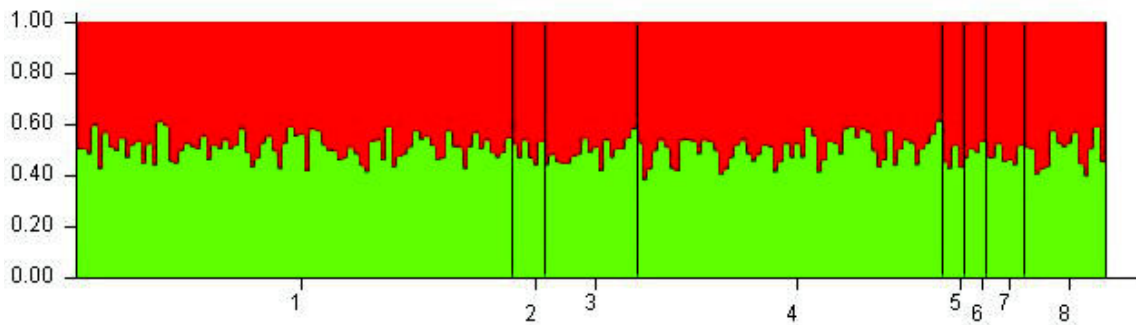


Abbildung 52: Gruppierung der acht untersuchten Populationen nach  $K=2$

Die Zahlen 1-8 auf der X-Achse geben die Populationsnummer an (siehe Tab. 54). Die Populationen sind durch schwarze Balken voneinander getrennt. Jeder Balken repräsentiert ein Individuum, welches durch seine Farbcodierung seine Populationszugehörigkeit zeigt. Je gleichverteilter die Farben pro Individuum und Population sind, desto weniger Allel-Differenzierungen liegen vor.

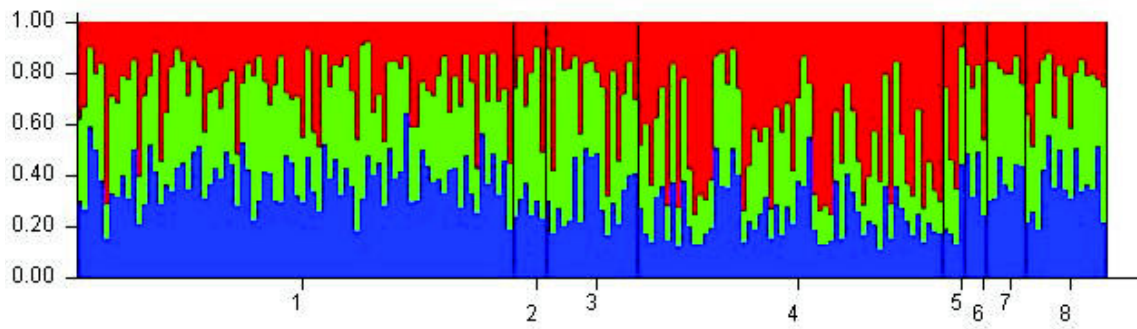


Abbildung 53: Gruppierung der acht untersuchten Populationen nach  $K = 3$

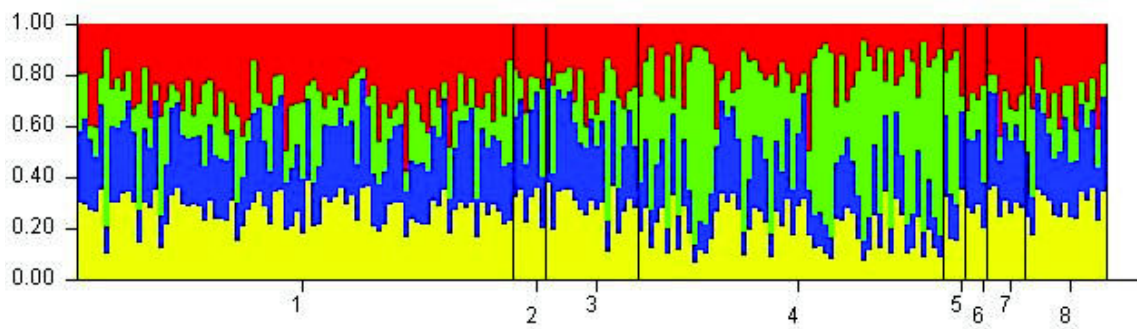


Abbildung 54: Gruppierung der acht untersuchten Populationen nach  $K = 4$

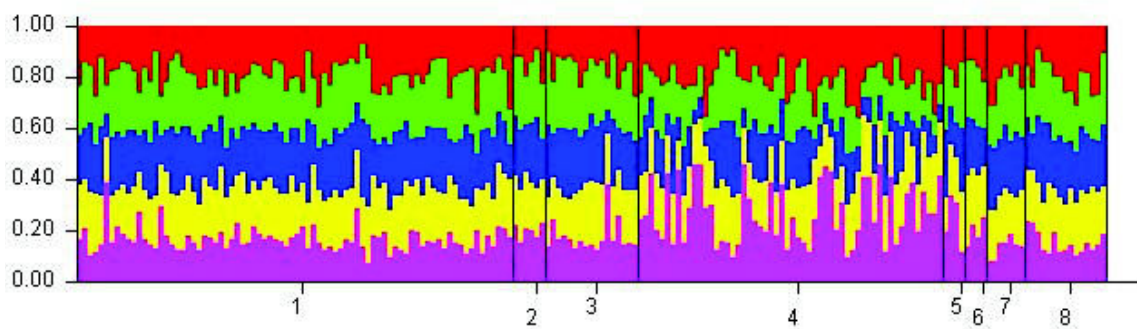


Abbildung 55: Gruppierung der acht untersuchten Populationen nach  $K = 5$

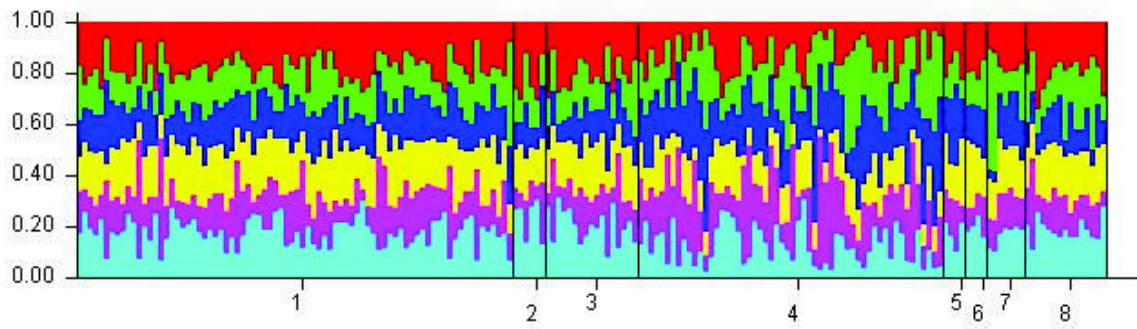


Abbildung 56: Gruppierung der acht untersuchten Populationen nach  $K = 6$

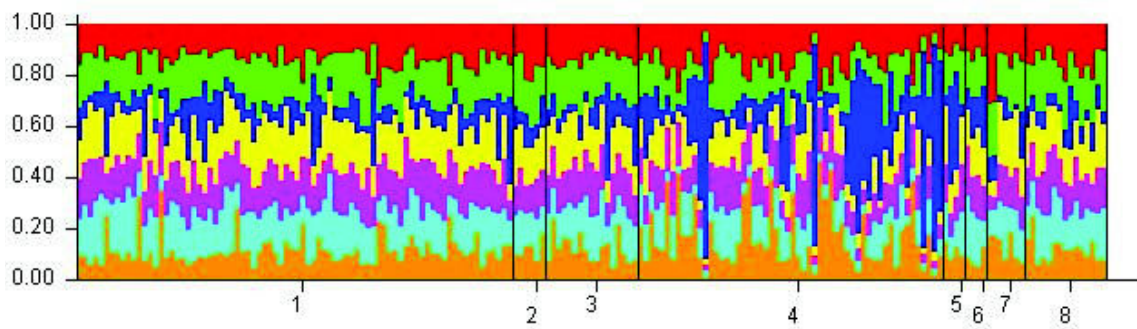


Abbildung 57: Gruppierung der acht untersuchten Populationen nach  $K = 7$

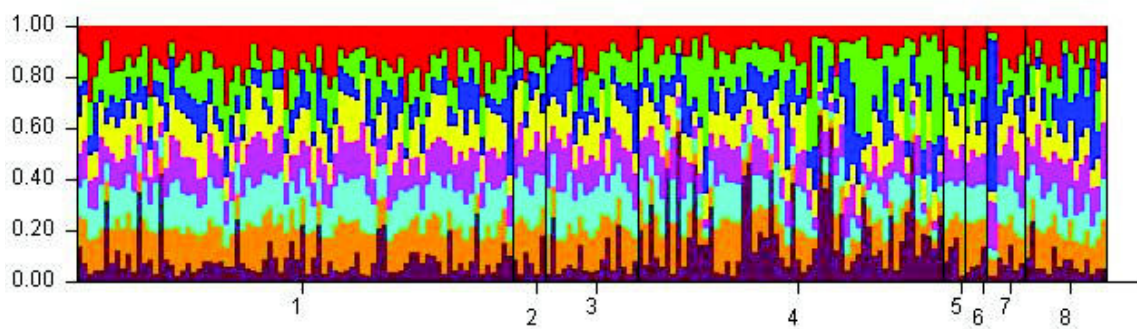


Abbildung 58: Gruppierung der acht untersuchten Populationen nach  $K = 8$

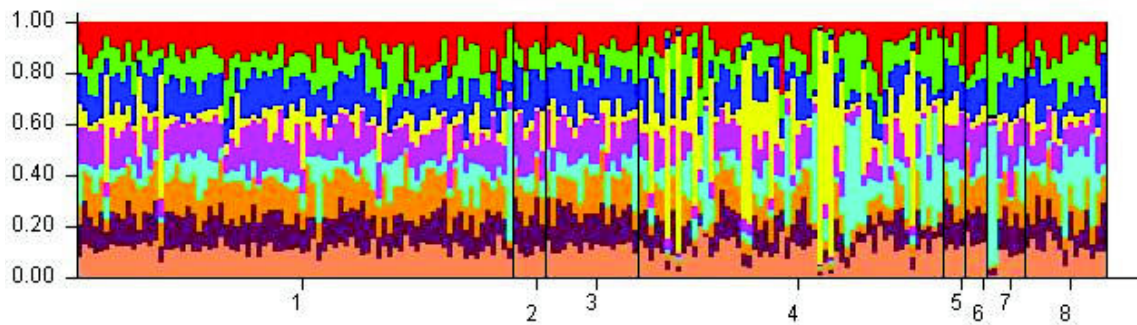


Abbildung 59: Gruppierung der acht untersuchten Populationen nach  $K = 9$

Die Auswahl des wahrscheinlichsten  $K$  erfolgt anhand aller Graphiken und nach den Empfehlungen in Evanno *et al.* (2005) und Pritchard *et al.* (2000). In den Abbildungen 52-59 ist keinerlei Strukturierung zwischen den acht Populationen zu erkennen. Alle dargestellten Proben weisen für jedes  $K$  ein ähnliches Farbmuster auf. Damit können sie keiner Gruppe eindeutig zugeordnet werden. Auch die Abbildungen 50 und 51 bestätigen dies: In Abbildung 50 sinkt die Kurve stetig ab und in Abbildung 51 ist kein Plateau für  $dK$  zu erkennen. Ein anderes  $K$  als 1 ist damit sehr unwahrscheinlich. Die acht Populationen sind genetisch nicht strukturiert.

### 3.2.6.2 Populationsdifferenzierung mit FSTAT

Die Berechnung von Wright's Fixations-Indices ( $F_{IS}$ ,  $F_{ST}$  und  $F_{IT}$ ) (Wright S, 1951) ergibt wichtige Statistiken in der Populationsbiologie, um die genetische Differenzierung zwischen Population abzuschätzen. Es wurden die Statistiken  $F_{IS}$  (Heterozygotendefizit innerhalb einer Population) und  $F_{ST}$  (Heterozygotendefizit zwischen Populationen) untersucht. Zur Ermittlung der verschiedenen F-Statistiken wurde das Programm FSTAT 2.9.3 verwendet (Goudet, 1995). Es wurden dieselben Proben wie für die Structure Rechnung verwendet, um die acht Populationen Mainfranken, Schleswig-Holstein, Sachsen-Anhalt, Nordrhein-Westfalen, Niederbayern, Niederlande, Frankreich und Spanien zu untersuchen. In diesem Datensatz waren keine Geschwister oder anderweitig bekannte Verwandte enthalten. In Tabelle 54 ist der Fixationsindex  $F_{IS}$  für alle acht Brutvorkommen angegeben. Er wird auch als Inzuchtkoeffizient bezeichnet und erlaubt eine Aussage zum Inzuchtgrad innerhalb der Individuen einer Population.



Tabelle 53: Fixationsindex  $F_{IS}$  für acht Wiesenweihen-Populationen

Fixationsindex  $F_{IS}$  für Brutvorkommen in Mainfranken (MF), Schleswig-Holstein (SH), Sachsen-Anhalt (SA), Nordrhein-Westfalen (NRW), Niederbayern (NB), Niederlande (NL), Frankreich (FR) und Spanien (SP). N: Anzahl der Proben; p: statistische Signifikanz auf dem 5%-Level bei 2560 Randomisierungen

	<b>MF</b>	<b>SH</b>	<b>SA</b>	<b>NRW</b>	<b>NB</b>	<b>NL</b>	<b>FR</b>	<b>SP</b>
N	160	12	34	112	8	8	14	30
$F_{IS}$	-0,01	0,02	0	0	-0,09	0,16	0,02	0,04
p	< 0,001							

$F_{IS}$  kann zwischen 0 und 1 im negativen und positiven Bereich schwanken. Tendiert er gegen 0, so sind die Allel Frequenzen innerhalb der Population ausgeglichen. Dies deutet auf eine genetische Vermischung hin, sodass Inzucht als bestimmendes Merkmal ausgeschlossen werden kann. Tendiert  $F_{IS}$  dagegen nach 1, so herrscht ein Heterozygotendefizit durch die Fixierung von Allelen. Inzucht muss in einem solchen Fall deutlicher ausgeprägt sein.

In allen acht Populationen scheint sehr wenig Inzucht zu herrschen, da die  $F_{IS}$  Werte alle gegen 0 tendieren.

Die genetische Differenzierung zwischen den Populationen wird durch  $F_{ST}$  ausgedrückt. Auch  $F_{ST}$  schwankt zwischen 0 (geringes Heterozygotendefizit) und 1 (großes Heterozygotendefizit). Neben  $F_{ST}$  gibt auch der Verwandtschaftsgrad (nach Queller & Goodnight (1989) benannt mit „Relat“) eine Aussage zur Populationsdifferenzierung. „Verwandtschaft“ ist die Wahrscheinlichkeit, dass zwei Individuen ein Allel aufgrund eines kürzlich gemeinsamen Vorfahren teilen. Diese Wahrscheinlichkeit wird auch als Verwandtschaftskoeffizient  $r$  bezeichnet und rangiert zwischen 0 (nicht verwandt) und 1 (Klone). Er schließt jedoch gemeinsame Allele aus, die aufgrund der Art-oder Populationszugehörigkeit geteilt werden. Der Verwandtschaftskoeffizient zwischen Eltern und Nachkommen ist z.B. 0,5. Tabelle 55 gibt  $F_{ST}$  und weitere relevante Statistiken an.

Tabelle 54: Genetische Differenzierung zwischen Populationen

$H_{obs}$ : beobachtete Heterozygoten-Anteil;  $H_t$ : gemeinsame genetische Diversität; Relat: durchschnittliche Verwandtschaft innerhalb der Populationen im Vergleich zur Gesamtheit nach Queller & Goodnight (1989).

<b>Statistik</b>	<b><math>H_{obs}</math></b>	<b><math>H_t</math></b>	<b><math>F_{ST}</math></b>	<b>Relat</b>
Wert	0,66	0,69	0,01	0,03

Die beobachtete Heterozygotie sowie die genetische Diversität zwischen den Populationen sind auf mittlerem Niveau. Das Heterozygotendefizit  $F_{ST}$  zwischen den Populationen tendiert gegen 0, was auf eine starke Durchmischung der Populationen hindeutet. Die durchschnittliche Verwandtschaft innerhalb der Populationen im Vergleich zur Gesamtheit ist gering.

## **4 Diskussion**

### **4.1 STR-Primer Entwicklung**

#### **4.1.1 Identifikation artspezifischer STR-Marker und ihre Charakterisierung**

Mittels 454-Pyrosequenzierung konnten 448 Sequenzen mit STR-Motiven identifiziert werden. Von 42 getesteten Primern wurden 16 zur Genotypisierung der Wiesenweihen verwendet. Die erste Charakterisierung dieser 16 Loci plus drei Loci von verwandten Arten (*Haliaeetus vociferoides* (Tingay *et al.*, 2007), *Accipiter gentilis* (Topinka & May, 2004) und *Aquila heliaca* (Busch *et al.*, 2005)) ergab sehr gute Werte hinsichtlich den untersuchten Parametern für Elternschaftsanalysen (sehr geringe Verwechslungswahrscheinlichkeit von Individuen und Eltern) und Informationsgehalt (16 von 19 Loci mit PIC-Werten über 0,5). Diese erste Charakterisierung hatte zum Ziel, verlässliche und polymorphe Loci zur Genotypisierung zu finden. Abweichungen vom Hardy-Weinberg Gleichgewicht traten jedoch an drei Loci auf.

Nach Abschluss der Genotypisierung wurde eine zweite Charakterisierung durchgeführt, um sicherzustellen, dass nur die informativsten Loci für Elternschaftstests verwendet werden. Drei Loci mussten ausgeschlossen werden, wodurch das endgültige Marker-Set auf 16 Loci reduziert wurde. Die zweite Charakterisierung ergab etwas schlechtere Ergebnisse für die untersuchten Parameter bezüglich Elternschaftsanalysen. Dies kann auf die Reduzierung der Marker zurückzuführen sein. Der Informationsgehalt PIC wurde hingegen verbessert, da 15 von 16 Loci PIC Werte von über 0,5 erreichten. Abweichungen vom Hardy-Weinberg Gleichgewicht traten nicht mehr auf und auch keine Anzeichen für Nullallele. Das für Elternschaftsanalysen verwendete Marker-Set kann damit als hoch informativ und verlässlich betrachtet werden.

#### **4.1.2 Beurteilung der Analysemethoden**

Zur Analyse der Multiplex-PCRs wurde MegaBACE 1000 (Amersham Biosciences) verwendet, wodurch Elektropherogramme von Fluoreszenz-markierten PCR-Produkten erstellt wurden. Das System der MegaBACE war sehr störungsanfällig, wodurch die Fragmentlängenanalyse selbst, als auch die Auswertung der Elektropherogramme, zum Teil sehr schwierig wurde.

Stotterbanden, ein allgemeines großes Grundrauschen und teilweise zu geringe Peak-Höhen erschwerten die Identifikation von korrekten Allel-Peaks. In einzelnen Fällen ist es folglich nicht auszuschließen, dass Peaks falsch interpretiert wurden.

Für die Elternschaftsanalysen wurde das Programm Colony 2.0 verwendet (Jones & Wang, 2010). Auch wenn es gegenüber ähnlichen Analyse-Programmen als am verlässlichsten gilt (Karaket & Poempuang, 2012; Harrison *et al.*, 2013), können Fehlidentifikationen von Individuen nicht ausgeschlossen werden. Da der Großteil der Elternschaften in den Jahren 2000-2012 auf Analysen mit dem Programm Colony und weniger auf einer direkten Probenahme mit Raubwanzen (nur 2009-2012) beruht, könnten vor allem lange Lücken im Lebenslauf von Individuen auf Fehlidentifikationen deuten. Daher wurden alle verwendeten und untersuchten Familien (Eltern sofern Genotyp vorhanden, und ihre Nachkommen) manuell auf *Allel-Mismatches* geprüft und nur fehlerfreie Familien verwendet.

Zusammenfassend können die Elternschaftsanalysen und die darauf beruhenden Untersuchungen als verlässlich betrachtet werden.

## **4.2 Mikrosatelliten-Analysen an Wiesenweihen**

### **4.2.1 Juvenil-Philopatrie**

#### **4.2.1.1 Ansiedlungsentfernung von Jungvögeln und Rekrutierung**

Als Ansiedlungsentfernung (Juvenil-Philopatrie) wird die Entfernung zwischen dem Schlupfort eines Vogels und dem Ort seiner Erstbrut bezeichnet. Die Rekrutierung oder Rückkehrtrate von Jungvögeln gibt an, wie viele der in einem bestimmten Gebiet geschlüpften Vögel in dieses Gebiet zum Brüten zurückkehren. Diese Parameter beeinflussen das Bestehen bzw. die Entwicklung von Populationen als auch den Austausch von Individuen zwischen Populationen. Sie stellen daher wichtige Kenngrößen zum Gefährdungsgrad einer Population dar und werden zur Entwicklung von Schutzmaßnahmen benötigt.

Wiesenweihen Jungvögel werden als relativ gering philopatrisch angesehen und scheinen relativ geringe Rekrutierungsraten aufzuweisen (Arroyo *et al.*, 2004; Liminana *et al.*, 2012). Millon & Bretagnolle (2008) sowie Arroyo (2009) schätzen die Überlebensrate von juvenilen Wiesenweihen auf 31-69% nach dem ersten Winter und 67-75% nach dem zweiten Winter.

Basierend auf Flügel-markierten Jungvögeln brüten Männchen durchschnittlich mit drei Jahren zum ersten Mal in Zentral Spanien und mit vier Jahren in West-Frankreich. Weibchen brüten zum ersten Mal durchschnittlich mit zwei Jahren in Zentral Spanien und drei Jahren in West-Frankreich (Arroyo *et al.*, 2004). Weibchen können bereits im ersten Jahr erfolgreich

brüten (Salamolard *et al.*, 2000) und auch bei Männchen ist ein solcher Fall dokumentiert (Arroyo, 1996a).

Die vorliegende Arbeit liefert die ersten Hinweise bezüglich des Alters bei Erstbrut für Deutschland. Demnach wurden Weibchen in einem Alter von durchschnittlich zwei Jahren und Männchen in einem Alter von durchschnittlich drei Jahren bei ihrer ersten Brut erfasst. Außerdem wurden drei Weibchen sowie ein Männchen bei einer Erstbrut im ersten Jahr erfasst.

Für die Population in Mainfranken wurden des Weiteren Ansiedlungsentfernungen zwischen Schlupfport und erster Brut der Weibchen von durchschnittlich 22 km und für Männchen von durchschnittlich 15 km ermittelt. Liminana *et al.* (2012) fasst Angaben zu Ansiedlungsentfernungen aus fünf Markierungs-Programmen in Spanien zusammen: Dabei wurde ein Jungvogel als philopatrisch bezeichnet, wenn seine Ansiedlungsentfernung  $\leq 10$  km zu seinem Schlupfnest lag. Nur 7% (117 von 1662) der markierten Jungvögel wurden brütend in späteren Jahren beobachtet. Die meisten Tiere nisteten in einer Entfernung von 10-20 km. Es gab keine signifikanten Unterschiede bei den Ansiedlungsentfernungen zwischen den Geschlechtern. Folglich konnten nur 4,2% der Weibchen und 3,2% der Männchen als philopatrisch bezeichnet werden. Es wurden jedoch große Unterschiede abhängig von der Region, der Markierungsmethode und dem Beobachtungsaufwand festgestellt. In Regionen, in denen der Beobachtungsaufwand höher eingeschätzt wurde (Madrid und Tarifa), wurden Rückkehrraten von Weibchen von fast 10% ermittelt. In Tarifa konnten zudem 25% der Männchen als philopatrisch eingestuft werden. 29,4% der Weibchen und 41,2% der Männchen in Mainfranken sind nach der Definition von Liminana *et al.* (2012) als philopatrisch zu bezeichnen. Diese Angaben sind jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit überschätzt, da die geringen Häufigkeiten je erfasster Entfernung das Ergebnis stark beeinflussen. Zudem wurden keine Jungvogelbeobachtungen mittels Flügelmarkierungen einbezogen. Vögel, die außerhalb des Untersuchungsgebietes brüteten, konnten also nicht erfasst werden. Hingegen sind Beobachtungen zu markierten Vögeln außerhalb der Untersuchungsregionen in Spanien eingegangen. Folglich wurde der Monitoring Aufwand in Mainfranken mit „mittel“ eingestuft. Tabelle 56 stellt die Angaben zu Ansiedlungsentfernungen der verschiedenen Studien gegenüber. Sofern Liminana *et al.* (2012) weitere Studien zitiert haben, sind diese angegeben.

Tabelle 55: Ansiedlungsentfernungen von Jungvögeln in Spanien und Deutschland

Für Weibchen und Männchen sind die durchschnittlichen Ansiedlungsentfernungen sowie der prozentuale Anteil der  $\leq 10$  km angesiedelten Vögel (Stichprobe in Klammern) angegeben. Alle Angaben aus spanischen Regionen entstammen Liminana et al. (2012). Sofern innerhalb dieser Studie weitere zitiert wurden, ist dies unter „Studie“ vermerkt. Die verwendeten Methoden (PVC: Farbring, WT: Flügelmarke) sowie der Monitoring Aufwand sind angegeben. Für die spanischen Untersuchungen wurde der Monitoring Aufwand durch Liminana et al. (2012) geschätzt. Für die vorliegende genetische Analyse wurde „mittel“ angegeben, da das Beobachtungsgebiet auf Mainfranken begrenzt wurde und ausschließlich genetische Daten verwendet wurden.

Region	Ort	Methode	Monitoring Aufwand	Durchschn. Entfernung		Entfernung $\leq 10$ km		Studie	Zitiert durch
				Weibchen	Männchen	Weibchen	Männchen		
Castellón	Ost-Spanien	PVC	hoch	100	<10	1,2% (5)	0,5% (2)	Liminana <i>et al.</i> (2006)	Liminana <i>et al.</i> (2012)
Madrid	Zentral-Spanien	WT	hoch	63	36	9,7% (25)	3,7% (8)	Arroyo (1995), Arroyo (2002), Arroyo <i>et al.</i> (2002)	Liminana <i>et al.</i> (2012)
Extremadura	Südwest-Spanien	WT	niedrig	63	58	3,2% (2)	0% (0)		Liminana <i>et al.</i> (2012)
Huesca	Nordost-Spanien	WT	niedrig	132	45	0% (0)	2,5% (2)		Liminana <i>et al.</i> (2012)
Tarifa	Süd-Spanien	PVC	hoch	<10	<10	9,6% (5)	25% (13)		Liminana <i>et al.</i> (2012)
Mainfranken	Deutschland	Genetik	mittel	22	15	29,4% (5)	41,2% (14)	vorliegende Studie	

Die Unterschiede in der Ansiedlungsentfernung der Geschlechter, sowie regionale Unterschiede in Tabelle 56, könnten durch die unterschiedlichen Auslastungen der Brutgebiete (*carrying capacity*), geringere Überlebensraten adulter Vögel und Geschlechts-abhängige Überlebensraten von Jungvögeln entstehen (Soutullo *et al.*, 2006; Hernandez-Matias *et al.*, 2010; Liminana *et al.*, 2012). Außerdem gibt es Hinweise, dass (kleine) Brutkolonien die Produktion des philopatrischeren Geschlechtes favorisieren (siehe Leroux & Bretagnolle (1996), Arroyo (1995) und Arroyo (2002)). Dieses Geschlecht würde dann zur Persistenz der Population beitragen, indem es sich selbst an der Brut beteiligt. In der vorliegenden Untersuchung konnte ein zu den Männchen hin verschobenes Geschlechterverhältnis bei Jungtieren festgestellt werden (genaue Diskussion in Kapitel 4.2.3.2 Geschlechterverhältnisse bei Jungvögeln). Dieses Geschlecht wurde auch als philopatrischer ermittelt, sodass die eben genannte Hypothese auch auf Mainfranken zutrifft.

Rückkehraten konnten für Mainfränkische Wiesenweihen aufgrund der geringen Identifikationen über einen Identitätstest mit Cervus bzw. eine Elternschaftsanalyse mit Colony nur ungenau abgeschätzt werden. Weibchen wurden demnach zu 2,9% und Männchen zu 4,9% rekrutiert. Auch in diesen Zahlen scheint sich die unterschiedliche Philopatrie der Geschlechter zu bestätigen. Insgesamt wurden demnach von 1276 Jungvögeln nur 4% rekrutiert. Bei dieser Analyse wäre es genauer gewesen, auch Angaben von beobachteten, markierten Jungvögeln zu verwenden. Da es sich um eine genetische Studie handelt, wurden diese ausgelassen. Es liegen jedoch Beobachtungen zu rekrutierten Vögeln vor, die in einer weiterführenden Arbeit eingebaut werden sollten. Insgesamt ist der hier ermittelte Wert als zu gering einzuschätzen. Vergleichende Studien zu dieser Problematik liefern zwar recht unterschiedliche Angaben, die Schätzungen liegen jedoch stets höher. In Frankreich werden Rekrutierungsraten von durchschnittlich 8% (2,7% bis 20,6% in verschiedenen Jahren) angegeben (Leroux, 1993). Eine Untersuchung in Spanien zwischen 1992 und 1994 ermittelte 6,6% zurückgekehrte Jungvögel, von denen jedoch nur 4,2% ihren ersten Brutversuch starteten (Arroyo, 1995). Des Weiteren geben Arroyo & Bretagnolle (2000) eine Jungvogel-Rückkehrate von 15% an.

#### **4.2.2 Philopatrie und Paarungssystem bei adulten Wiesenweihen**

Monogamie ist das vorherrschende Paarungssystem bei Vögeln. Eine Paarbindung kann lebenslang oder nur über eine Brutsaison bestehen und hängt von der typischen Lebensgeschichte (engl. *life history*) einer Art ab (Wink & Dyrz, 1999). Schon lange sind die lebenslangen Paarbindungen der Wanderalbatrosse *Diomedea exultans* (Tickell, 1968), sowie der jährliche Partnerwechsel der Mehlschwalbe *Delichon urbica* (Bryant, 1979) bekannt

Das Brüten in langjährigen Paarbindungen kann verschiedene Vorteile bringen. Durch die Vertrautheit mit dem Partner kann eine verbesserte Koordination bei der Brutpflege stattfinden und damit der Bruterfolg erhöht werden (Choudhury & Black, 1994). Bei Standvögeln bietet die Partnertreue daneben die Möglichkeit einen Ganzjahres-Verband mit dem Partner zu bilden und damit auch die Jungenversorgung zu verlängern (Choudhury, 1995). Andererseits können langjährige Bindungen auch kostspielig sein, besonders für Arten, die den Paar-Bund außerhalb der Brutsaison auflösen und getrennt in ihre Winterquartiere ziehen. Die Suche und das Warten auf den Partner des Vorjahres in der nächsten Brutsaison kann sehr zeitaufwendig oder sogar vergebens sein (Rowley, 1983; Choudhury, 1995).

Auch das Philopatrie- und Dispersionsverhalten steht im Zusammenhang mit dem Paarungssystem und dem Bruterfolg. Bei Vögeln, so auch bei Greifvögeln, sind i.d.R. gleichermaßen die Weibchen und die Jungtiere mobiler als adulte Männchen (Greenwood, 1980). Die regulativen Faktoren hinter geschlechtsabhängigem Dispersions-Verhalten sind noch relativ unbekannt. Es gibt drei Haupt-Hypothesen, welche den evolutionären Vorteil der verschiedenen Verhaltensweisen erklären sollen: Konkurrenz um Ressourcen (zwischen den Geschlechtern oder zwischen verschiedenen Altersklassen), intrasexuelle Konkurrenz um Brutpartner sowie Inzuchtvermeidung werden diskutiert und meistens zusammen als Erklärung für die verschiedenen Dispersions-Muster herangezogen (Greenwood, 1980; Dobson & Jones, 1985; Johnson & Gaines, 1990). Die meisten Greifvögel kehren zu ihrem alten Brutplatz zurück. Durch die Vertrautheit mit dem Habitat oder dem Brutpartner können sie ihren Bruterfolg steigern (Newton & Marquiss, 1982).

#### **4.2.2.1 Dauer von Paarbindungen und Bruterfolg**

Die Wiesenweihe wird allgemein als saisonal monogam betrachtet, da sie in den meisten Fällen den Brutpartner jährlich wechselt (Arroyo *et al.*, 2004).

Anhand von Elternschaftsanalysen von Weibchen und ihren Nachkommen wurde untersucht, ob Weibchen auch mehrjährige Paarbindungen eingehen. Dies traf auf 25,5% der Weibchen zu, wobei im Untersuchungszeitraum 2002-2012 eine Paarbindung maximal vier Jahre andauerte. Dabei wurde festgestellt, dass der Bruterfolg für Weibchen in mehrjährigen Bindungen signifikant höher ist. Der Bruterfolg eines Weibchens lag im Mittel bei 3,8 flüggen Jungen, wenn es den Brutpartner im nächsten Jahr behielt, jedoch nur bei durchschnittlich drei flüggen Jungen, wenn es den Partner wechselte. Weibchen in mehrjährigen Bindungen erlangen möglicherweise Vorteile durch das Wissen über die Fähigkeiten des Partners hinsichtlich Nahrungsbeschaffung und Prädator-Abwehr. Eine Analyse zu Partnertreue und Bruterfolg aus der Sicht der Männchen war aufgrund von Datenmangel nicht möglich. Auch sie sollten jedoch von der „Treue“ zu einem Weibchen profitieren, wenn sie dadurch Kenntnisse über die Fitness

des Weibchens (Gelegegröße, Brutverhalten, Jagdfähigkeiten etc.) erlangen. Dies zusammen könnte zu dem beobachteten, erhöhten Bruterfolg geführt haben. Dennoch scheinen mehrjährige Paarbindungen für die Mehrheit der Weibchen (und möglicherweise auch der Männchen) keine geeignete Strategie zu sein. Da die Paare getrennt in die Winterquartiere ziehen, das Weibchen i.d.R. zuerst (Arroyo, 1995; Kitowski, 2002), müssen sie sich in der folgenden Brut-saison wiederfinden. Langstreckenzieher, wie die Wiesenweihe, unterliegen dabei sicherlich einem erhöhten Sterberisiko während des Zuges. Klaassen *et al.* (2014) fanden heraus, dass die Sterblichkeit der Vögel auf dem Frühjahrs- und Herbstzug am größten ist.

Zudem gibt es die Hypothese, dass sich neben der Mortalitätsrate auch die Langlebigkeit einer Art auf die Dauer von Paarbindungen auswirkt. Bei langlebigen Arten sollte die Wahrscheinlichkeit höher sein, den Partner im Folgejahr wieder zu treffen, als bei kurzlebigen Arten (Rowley, 1983). Glutz von Blotzheim *et al.* (1971) gibt an, dass Wiesenweihen ein Alter von sieben und mehr Jahren erreichen können. Schätzungen zum Höchstalter können in der vorliegenden Studie nur eingeschränkt bei Tieren mit bekanntem Schlupfjahr gemacht werden. Im Rahmen der Analysen zur Ansiedlungsentfernung und Rekrutierung von Jungvögeln (Kapitel 3.2.2.1) konnte für 17 Weibchen und 34 Männchen das Schlupfjahr ermittelt werden. Das Männchen 31345 erreichte mit 10 Jahren das höchste Alter im Untersuchungszeitraum, jedoch mit einigen Lücke im Lebenslauf. Das Weibchen 31361 erreichte ebenfalls 10 Jahre, jedoch ebenso mit vielen Lücken im Lebenslauf. Ein besser dokumentierter Lebenslauf liegt hingegen für das Weibchen 31339 mit 7 Jahren vor. Im Mittel erreichten die Männchen ein Alter von 3,8 Jahren und die Weibchen ein Alter von 3,6 Jahren. Diese überraschenderweise geringen Lebenserwartungen könnten methodisch bedingt sein und z.B. von der geringen Stichprobe abhängen. Da bei den Lebensläufen mit vielen Lücken Fehlidentifikationen durch das Programm Colony aufgetreten sein könnten, kann auch in der vorliegenden Studie das Höchstalter in Abhängigkeit der Geschlechter nicht eindeutig ermittelt werden. Für einen Teil der Wiesenweihen, möglicherweise aber nur für die fittesten und langlebigsten, scheint die Theorie von Rowley (1983) bezüglich der Partnertreue zuzutreffen. Auch die ermittelten, mittelmäßig bis hohen Überlebensraten für adulte Weibchen von 60-82%, sprechen dafür.

#### **4.2.2.2 Dauer von Paarbindungen und Philopatrie**

Neben einem höheren Bruterfolg konnte gezeigt werden, dass Weibchen bei mehrjährigen Paarbindungen in signifikant geringerer Entfernung zum Vorjahresnest brüteten, als bei einem jährlichen Partnerwechsel. Da man davon ausgeht, dass die Männchen den Brutplatz auswählen (Arroyo *et al.*, 2004), ist dieses Ergebnis vermutlich auf die Philopatrie derselben zurückzuführen. Männchen haben signifikant kleinere mittlere Distanzen zwischen zwei Brutten als Weibchen, unabhängig davon, ob die zweite Brut im direkten Folgejahr lag oder nicht. Die



mittlere Distanz zwischen zwei Nestern zum direkten Folgejahr betrug bei den Weibchen 6,4 km, bei den Männchen 1,7 km bzw. 2,9 km. Auch bei Wiesenweihen scheinen damit die Weibchen das dispersivere Geschlecht zu sein. Die Hypothese von Greenwood (1980), nach der das primär monogame Paarungssystem der Vögel als Ursache für dieses Verhalten gesehen wird, scheint sich auch bei den Wiesenweihen zu bestätigen. Philopatrische Männchen in einem monogamen Paarungssystem erlangen Vorteile bei der Erschließung und Verteidigung eines Territoriums oder von Ressourcen. Außerdem profitieren sie (und auch die Weibchen) von der Vertrautheit mit der Umgebung und dem Wissen um Konkurrenten. Da Wiesenweihen-Männchen für die Nahrungsbereitstellung des Weibchens und der Nestlinge zuständig sind, sind Kenntnisse zur Umgebung des Horststandortes und zu den möglichen Ressourcen vorteilhaft.

#### **4.2.2.3 Polygynie**

Die meisten Greifvögel haben ein monogames Fortpflanzungssystem und leben oft sogar in dauerhaften Bindungen. Die Arbeitsteilung bei der Jungenaufzucht wird als Ursache für dieses Verhalten gesehen (Wittenberger & Tilson, 1980). Während das Männchen in der Regel das Weibchen und die Nachkommen mit Nahrung versorgt, ist das Weibchen für das Brüten und die Jungen-Pflege zuständig.

Polygynes Verhalten wurde dennoch in verschiedenen Greifvogel- und Eulenarten nachgewiesen: u. A. in der Ponderosaeule *Psiloscops flammeolus* (Linkhart *et al.*, 2008), im Sägekauz (*Aegolius acadicus*) (Marks *et al.*, 1989), im Rundschwanzsperber (*Accipiter cooperii*) (Rosenfield *et al.*, 2007) und im Rötelfalke (*Falco naumanni*) (Tella *et al.*, 1996). In der Gattung der Weihen (*Circus*) kommt Polygynie häufiger vor (Newton, 1979), z.B. in der Kornweihe (*Circus cyaneus*) (Simmons *et al.*, 1986; Redpath *et al.*, 2006).

In der vorliegenden Studie konnten drei Männchen als polygyn identifiziert werden, da ihre Vaterschaft in je zwei Bruten eines selben Jahres ermittelt wurde. Die Polygynierate entspricht folglich 1,5% (drei von 204 Familien). Auch in Mittelwestfalen werden regelmäßig polygyne Männchen beobachtet, so z.B. bis zu vier Fälle von 35 Bruten in 2007 (11%) (Illner, 2007) und ein Fall von 16 Bruten in 2011 (6,3%) (Illner, 2011).

Das Männchen hat während der Brutzeit das Weibchen und später auch die Jungen mit Nahrung zu versorgen. Glutz von Blotzheim *et al.* (1971) gibt an, dass die beiden Nester eines polygynen Männchens i. d. R. in relativ kurzer Distanz zueinander angelegt werden, um die Versorgung beider Bruten zu ermöglichen. Beobachtungen zufolge rangiert das Jagdgebiet männlicher monogamer Wiesenweihen während der Brutzeit allgemein zwischen 1-5 km und maximal 12 km um den Brutplatz herum (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971; Schipper, 1973; Schipper, 1977). Am häufigsten beträgt es 6-8 km<sup>2</sup>. Neuere Studien, die besenderte Männchen

über Satelliten-Telemetrie verfolgten, bestätigen diese Angaben. In den Niederlanden wurden Jagdgebiete von  $8,4 \pm 1,0 \text{ km}^2$  (50% kernel, der Hauptaufenthaltort inklusive dem hauptsächlich genutzten Jagdgebiet),  $34,9 \pm 3,8 \text{ km}^2$  (90% kernel, der übliche Aufenthaltsort) bzw.  $131,1 \pm 13,9 \text{ km}^2$  (100% kernel, das gesamte Gebiet, in dem ein Männchen erfasst wurde) (Trierweiler, 2010) ermittelt. Das am weitesten entfernte Jagdgebiet lag 18 km vom Nest entfernt.

In Mainfranken lagen die beiden Bruten eines polygynen Männchens im Mittel 2,5 km (0,8-5,6 km) voneinander entfernt. Die ermittelten Entfernungen liegen also im Bereich des von Trierweiler (2010) ermittelten Hauptaufenthaltortes inklusive dem hauptsächlich genutzten Jagdgebiet. Illner (2011) gibt eine Nestdistanz für ein polygynes Männchen von 2 km an.

Des Weiteren nennt Trierweiler (2010) individuelle Unterschiede bezüglich der Raumnutzung, die mit der Anzahl zu versorgender Nachkommen zusammenhängen. So wurden signifikant kleinere Jagdgebiete für Männchen festgestellt, die mehr Nachkommen zu versorgen hatten. Auch scheint es regionale Unterschiede zu geben. So wurde bei einem beobachteten Individuum in Norddeutschland ein deutlich kleineres Jagdgebiet von nur  $1 \text{ km}^2$  (50% kernel),  $7 \text{ km}^2$  (90%) und  $11 \text{ km}^2$  (95%) ermittelt (Arisz *et al.*, 2008).

Zu den bevorzugten Jagdhabitaten gehört Trierweiler (2010) zufolge weitgehend natürliches, aber auch intensiv bewirtschaftetes Grünland, sowie Luzerne-Äcker und Brachen. Eine besondere Präferenz für Luzerneflächen, Grünland und Randstrukturen entlang von Feldwegen konnte auch bei jagenden Männchen in bayerischen Brutgebieten festgestellt werden (Krüger *et al.*, 1999; Kracher, 2008). Diese Strukturen sind besonders gut für die Jagd geeignet, da nach der Mahd Beutetiere wie Feldmäuse leichter zu entdecken sind. Genau diese Strukturen sind es, die bei der Intensivierung der Landwirtschaft in vielen Regionen verloren gehen und durch den daraus resultierenden Nahrungsmangel sinkende Brutpaarzahlen zur Folge haben (Arroyo *et al.*, 2002). Möglicherweise würden bessere Nahrungsbedingungen es mehr Männchen erlauben, zwei Weibchen und deren Nachwuchs gleichzeitig zu versorgen. Durch regionale Gegebenheiten in der Nahrungsverfügbarkeit entstehen sicherlich auch Unterschiede bei den Polygynie-Raten und den Nestdistanzen zwischen den zu versorgenden Bruten.

#### **4.2.2.4 Fremdvaterschaften**

In den vorwiegend monogamen Paarungssystemen der Vögel sind Kopulationen außerhalb des Paarbundes (*Extrapair Copulation*, EPC) und bei erfolgreicher Befruchtung (*Extrapair Fertilization*, EPF) auch Fremdvaterschaften (*Extrapair Paternity*, EPP) keine Seltenheit (Greenwood, 1980).

EPC kann eine geeignete Strategie für ein Männchen sein, um seinen Fortpflanzungserfolg zu erhöhen. Gleichzeitig ermöglicht die Abwesenheit des Männchens dem Weibchen sich mit fremden Partnern zu paaren, wodurch ihr eigener Reproduktionserfolg erhöht, jedoch der des polygynen Männchens erniedrigt wird. Ein „fremd-gehendes“ Weibchen kann zudem von der Vererbung „guter Gene“ (*good-genes hypothesis*) an den Nachwuchs profitieren, wenn diese dadurch eine erhöhte Fortpflanzungsrate und eine bessere Überlebenswahrscheinlichkeit erhalten. Außerdem wird die genetische Variabilität ihres Nachwuchses erhöht, was besonders unter schwankenden Umweltbedingungen vorteilhaft sein kann. Darüber hinaus gibt es Hinweise, dass die Gelege von EPC-Weibchen höhere Schlupferfolge haben, was auf eine höhere Befruchtungsrate hindeutet. (Wink & Dyrce, 1999)

Um zu verhindern, dass es zu Kopulationen zwischen dem eigenen Weibchen und einem fremden Männchen kommt, hat das Männchen i.d.R. zwei Möglichkeiten: Zum einen kann es versuchen sein Weibchen während der fertilen Phase zu bewachen (*mate guarding*), um EPCs zu verhindern und zum anderen kann es durch häufige Kopulationen mit seinem Weibchen (*Within Pair Copulation, WPC*) die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Befruchtung mit den eigenen Spermien erhöhen (Mougeot, 2004).

Mougeot (2004) gibt an, dass bei 40% der Greifvögel EPF vorkommt, wobei nur etwa 1-5% der Nachkommen bzw. Bruten betroffen sind. Bei kolonial oder semi-kolonial brütenden Arten sind mehr Weibchen in Fremdkopulationen einbezogen, als bei territorial brütenden Arten, wobei die prozentuale Rate der Paarungen mit fremden Männchen nicht unbedingt steigt. Da kolonial und semi-kolonial brütende Arten jedoch auch höhere WPC Raten aufweisen, scheint das Risiko von erfolgreichen Fremdvaterschaften nicht höher zu sein, als bei territorialen Arten. Bei Wiesenweihen werden Kopulationen außerhalb des Paarbundes häufig vor dem eigentlichen Legebeginn beobachtet (Arroyo *et al.*, 2004). Der letztliche Erfolg von solchen Paarungen ist jedoch kaum untersucht bzw. scheint gering zu sein (Wiacek & Koziol, 1997).

In der vorliegenden Untersuchung wurden in 0,5-1% der Bruten (zwei Bruten) der Jahre 2002-2012 Fremdvaterschaften ermittelt. Mit maximal vier fremden Jungen (*Extrapair Youngs, EPYs*) von 1276 analysierten Jungtieren ist die EPY-Rate (0,3%) als sehr gering einzuschätzen.

Allgemein scheinen EPYs relativ selten bei Greifvögeln aufzutreten. Z.B. beim Habicht *Accipiter gentilis*: 1,3% der Jungen von 77 untersuchten Jungvögeln in 39 Bruten (Gavin *et al.*, 1998), beim Rötelfalke *Falco naumanni*: 3,4% der Jungen von 87 untersuchten Tieren in 26 Bruten (Negro *et al.*, 1996) und beim Eleonorenfalke *Falco eleonora*: 0% EPYs von 60 untersuchten Jungvögeln in 17 Bruten (Swatschek *et al.*, 1993). Eine Untersuchung zu Fremdvaterschaften bei Wiesenweihen ergab keine EPYs in acht Bruten mit insgesamt 13 Jungvögeln

(Wiacek & Koziol, 1997). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind demnach konform mit den zitierten Angaben.

Die Langlebigkeit einer Vogelart scheint sich ebenfalls auf die EPC-Rate auszuwirken. Langlebige Arten haben die Möglichkeit sich einen qualitativ hochwertigen Partner zu suchen. Die Paarung mit einem fremden Partner würde keinen reproduktiven Vorteil bringen. Wink & Dyrz (1999) fanden heraus, dass die EPF-Rate sinkt, je wahrscheinlicher eine Wiederverpaarung mit demselben Partner im Folgejahr ist. Bei kurzlebigen Vögeln hingegen besteht eine geringere Überlebenswahrscheinlichkeit zum nächsten Jahr und damit auch die Möglichkeit einer weiteren Brut (Mock & Fujioka, 1990). Kurzlebige Arten profitieren eher von „Kuckuckskindern“, da sie dadurch einen möglicherweise qualitativ schlechten Partner in einem Jahr ausgleichen können. Die Wiesenweihe kann nicht als kurzlebig bezeichnet werden. Glutz von Blotzheim *et al.* (1971) gibt an, dass Wiesenweihen ein Alter von sieben und mehr Jahren erreichen können. Die relativ hohen jährlichen Überlebensraten (Kapitel 4.2.3.1 Überlebensraten von Wiesenweihen), das regelmäßige Auftreten von Bruten mit demselben Partner einiger Weibchen (Kapitel 4.2.2 Philopatrie und Paarungssystem bei adulten Wiesenweihen) und die geringe Polygynie-Rate (Kapitel 4.2.2.3 Polygynie) unterstützen die Ansicht, dass Wiesenweihen ein primär monogames Fortpflanzungssystem führen.

### **4.2.3 Demographie**

#### **4.2.3.1 Überlebensraten von Wiesenweihen**

Überlebensraten von 60-82% wurden über Elternschaftsanalysen und die Erstellung von Lebensläufen für adulte Wiesenweihen-Weibchen in Mainfranken ermittelt.

Es liegen nur wenige Daten zu Überlebens- bzw. Sterberaten bei Wiesenweihen und anderen verwandten Arten vor. Klaassen *et al.* (2014) untersuchten die Überlebensraten für drei adulte, Langstrecken-ziehende Greifvögel (Fischadler *Pandion haliaetus*, Rohrweihe *Circus aeruginosus* und Wiesenweihe *Circus pygargus*) mittels Satelliten-Telemetrie. Die jährliche Überlebensrate war relativ gering und überraschenderweise zwischen den drei Arten sehr ähnlich (Fischadler 0,63, Rohrweihe 0,54 und Wiesenweihe 0,56). Die höchsten Sterblichkeitsraten wurden dabei während der beiden Zugphasen im Frühjahr und Herbst gefunden. In dieser Studie werden jedoch Fehleinschätzungen durch Senderausfälle nicht ausgeschlossen.

Die Ermittlung von Überlebensraten mittels applizierter Sender birgt generell Risiken und Unsicherheiten. Die Reichweite des Senders und die Batteriedauer sind i.d.R. begrenzt, sodass es bei Sender-Ausfällen dazu kommen kann, dass das Schicksal eines Vogels zu einem gewissen Zeitpunkt unbekannt bleibt. Es gibt Hinweise, dass die Ausstattung mit einem

Sender die Fitness eines Tieres beeinflusst und sich negativ auf den Reproduktionserfolg sowie Überlebens- und Sterberaten auswirkt. Bei Marmelalken (*Brachyramphus marmoratus*) z.B. betrug die jährliche Überlebensrate für nicht-markierte Männchen 0,87 bzw. 0,89 für Weibchen, wohingegen Tiere mit Geolokatoren deutlich geringere Überlebensraten hatten (Männchen: 0,53, Weibchen: 0,57) (Peery *et al.*, 2006). Auch bei Präriefalken (*Falco mexicanus*) wurde diese Problematik festgestellt. 87% der nicht-markierten Vögel überlebten zum nächsten Jahr, jedoch nur 49% von den markierten Tieren (Steenhof *et al.*, 2006). Ein ähnliches Bild zeigt sich in einer Studie an Steinschmätzern (*Oenanthe oenanthe*), bei der 30% der markierten und 45% der nicht-markierten Tiere zur nächsten Brutsaison überlebten (Arlt *et al.*, 2013).

Über die Markierung mit Ringen werden im Vergleich zu Telemetrie-Studien abweichende Sterbe- bzw. Überlebensraten für Weihen angegeben. Durch Ringablesungen wurden für Rohrweihen Sterberaten von 48-54% im ersten Jahr und 22-38% in späteren Jahren (also eine jährliche Überlebensrate bei adulten Tieren von 62-78%) ermittelt (Staaav, 1998; Bauer *et al.*, 2005). Ältere Daten zu Sterberaten liegen auch für Kornweihen *Circus cyaneus* vor: im ersten Jahr werden 62% angegeben und in späteren Jahren 28% (was einer Überlebensrate für adulte Vögel von 72% entspricht) (Watson, 1977). Für 2-6 jährige Kornweihen gibt des Weiteren Picozzi (1984) eine Sterblichkeit von 28% (72% Überlebensrate) bei Männchen und 10% bei Weibchen (90% Überlebensrate) an. Millon and Bretagnolle (2008) und Arroyo (2009) schätzen die Überlebensrate von Juvenilen Wiesenweihen auf 31-69% nach dem ersten Winter und 67-75% nach dem zweiten Winter.

Die ermittelten Überlebensraten von weiblichen Wiesenweihen in dieser Studie liegen etwa im Bereich der zuletzt zitierten Untersuchungen. Im Vergleich zu Klaassen *et al.* (2014) sind sie jedoch um einiges höher. Generell ist eine genaue Abschätzung von Überlebensraten i.d.R. mit großen Herausforderungen verbunden, denn Langzeituntersuchungen und die Identifikation und Verfolgung von Individuen sind maßgeblich. Daneben bleiben die Häufigkeit, der Zeitpunkt und die Ursachen von Sterbefällen meistens unbekannt, oder können nur indirekt über die Abwesenheit eines Tieres vermutet werden. Auch in der vorliegenden Studie wurden Sterbefälle nur durch die Abwesenheit eines Tieres am Ende der Untersuchungszeit festgelegt. Ein Untersuchungszeitraum von vier Jahren stellt die Minimumanforderung dar, um Überlebensraten von langlebigen Zugvögeln abzuschätzen (Sandercock, 2006). Wenngleich auch Fehlidentifikationen aus den Analysen des Programms Colony nicht ausgeschlossen werden können und der *Goodness of fit* Test eine unausgewogene Wiederfundwahrscheinlichkeit ergeben hat, erscheint eine jährliche Überlebensrate zwischen 60 und 82% recht realistisch zu sein.

#### 4.2.3.2 Geschlechterverhältnisse bei Jungvögeln

Nach Fisher (1930) besteht die Hypothese, dass Eltern gleichermaßen in beide Geschlechter investieren sollten, um ein stabiles Geschlechterverhältnis zu ermöglichen. Bei sexualdimorphen Tieren wie Vögeln, kommt es jedoch häufig zu einem verschobenen Geschlechterverhältnis. Bei Greifvögeln mit einem Sexualdimorphismus, sind in der Regel juvenile Weibchen größer als juvenile Männchen und benötigen für ihre Entwicklung mehr Energie (Cramp & Simmons, 1980). Der elterliche Aufwand zur Aufzucht der beiden Geschlechter sollte folglich unterschiedlich sein. Die Theorie besagt, dass am Ende der Aufzuchtphase das Geschlechterverhältnis zum weniger Kosten-intensiven Geschlecht, also zu den Männchen hin, verschoben sein müsste (Kolman, 1960).

Bei Greifvögeln und Eulen findet man häufig Verschiebungen der Geschlechteranteile bei Jungtieren. Während Männchen beim Buntfalken (*Falco sparverius*) (Wiebe & Bortolotti, 1992) und Eleonoren Falken (*Falco eleonora*) (Ristow & Wink, 2004) das häufigere Geschlecht darstellen, sind es beim Waldkauz (*Strix aluco*) die Weibchen (Appleby *et al.*, 1997). Die nahe verwandten Weihen-Arten Kornweihe (*Circus cyaneus*) und Rohrweihen (*Circus aeruginosus*) weisen eine Unterschiedliche Bevorzugung des Geschlechtes auf: Während in Bruten von Kornweihen ein leichter Überschuss an Weibchen festgestellt wird (Picozzi, 1980), geht bei Rohrweihen der Trend zu den Männchen (Witkowski, 1989).

Auch Wiesenweihen besitzen einen ausgeprägten Sexualdimorphismus (Glutz von Blotzheim *et al.*, 1971), der sich bereits im Gewicht der Jungvögel zum Zeitpunkt der Blutabnahme (ab 20 Tagen) zeigt. In der vorliegenden Studie in Mainfranken waren die Männchen (das leichtere Geschlecht) am häufigsten unter den Nestlingen vertreten. In den Jahren 2000-2012 erreichten sie mit einem Anteil von 53,1% ein Plus von 3,1% gegenüber einem ausgeglichenen Geschlechterverhältnis. Nur in den Jahren 2002 und 2003 war das Geschlechterverhältnis zu den Weibchen hin verschoben. In anderen Studien über die Wiesenweihe wurden unterschiedliche Geschlechterverhältnisse festgestellt: In Frankreich z.B. lag mit 55,2% der Schwerpunkt ebenfalls bei den Männchen (Leroux & Bretagnolle, 1996) und ähnelt folglich dem Ergebnis aus Mainfranken. Auch in den Niederlanden überwog der Anteil der Männchen in den Bruten mit 56% (Schipper, 1978). Eine weitere niederländische Untersuchung ergab hingegen einen Weibchenüberschuss (60%) (siehe Koks & van 't Hoff 1993 in Leroux & Bretagnolle 1996). Auch in Spanien konnte eine Verschiebung des Geschlechterverhältnisses zugunsten der Weibchen (54%) festgestellt werden (Arroyo, 2002).

Unterschiedliche Mortalitätsraten der beiden Geschlechter könnten eine Ursache für das verschobene Geschlechterverhältnis am Ende der Aufzuchtphase sein. Die Weibchen haben durch ihre größere Körpermasse einen höheren Energieverbrauch und könnten stärker

von Nahrungsmangel betroffen sein, als Männchen (Clutton-Brock *et al.*, 1985). Der Weibchenüberschuss in den Jahren 2002 und 2003 ist über feldbiologische Beobachtungen nicht zu klären. Ein Nahrungsüberschuss, z.B. durch ein Gradationsjahr der Feldmaus (die bevorzugte Beute), bestand in diesen beiden Jahren nicht. 2005 und 2007 hingegen sind Feldmaus-Gradationen bekannt, die sich aber offensichtlich nicht auf das Geschlechterverhältnis der Jungvögel auswirkten.

Eine weitere Ursache für verschobene Geschlechterverhältnisse könnte in der unterschiedlich stark ausgeprägten Philopatrie der beiden Geschlechter begründet sein. Leroux & Bretagnolle (1996) stellten in französischen Brutkolonien fest, dass kleine Kolonien mehr Männchen produzieren, da diese aufgrund einer ausgeprägteren Philopatrie häufiger in die Kolonie zur Brut zurückkehren. Den Autoren zufolge produzieren kleine Brutkolonien mehr von demjenigen Geschlecht, welches philopatrischer ist und somit zum Erhalt der Kolonie beiträgt. In Spanien, wo Weibchen das häufigere Geschlecht unter den Jungvögeln darstellen, werden diese auch als standorttreuer angesehen (Arroyo, 1995; Arroyo, 2002). In Mainfranken wurden die Männchen als philopatrischer ermittelt, wodurch die Hypothese von Leroux & Bretagnolle (1996) bestätigt wird.

Der Vergleich der aufgeführten Untersuchungen und den darin festgestellten Unterschieden, weist auf einen Zusammenhang von Geschlechterverhältnissen mit unterschiedlichen Umweltbedingungen (Nahrungsverfügbarkeit, Temperatur, Habitat, Populationsgröße etc.) hin. Wiesenweihen sind sicherlich in verschiedenen Regionen unterschiedlichen Umweltbedingungen ausgesetzt, wodurch die Produktion des einen oder anderen Geschlechtes günstiger sein kann.

#### **4.2.4 Populationsdifferenzierung mitteleuropäischer Wiesenweihen**

Im Hinblick auf die Entwicklung von Management- und Schutzkonzepten sollten Informationen zum Individuen-Austausch zwischen Populationen vorliegen. Populationen, die über den Austausch von Individuen genetisch gut durchmischt sind, sind i.R. stabiler als solche, die durch Isolation zu Inzucht neigen. Mittels F-Statistiken und anderen indirekten Messungen wird versucht, Aussagen zum Genfluss zu treffen. Des Weiteren möchte man Zusammenhänge zwischen genetischer und räumlicher Distanz zeigen, zumeist unter Verwendung von Cluster-Algorithmen, wie im Programm Structure. (Bossart & Prowell, 1998)

Die Brutvorkommen der Wiesenweihe in Mitteleuropa werden aus genetischer Sicht als homogen betrachtet (García *et al.*, 2011). Genetische Differenzen konnten bislang nur auf einer großen Skala, zwischen südwestlichen und nordöstlichen Brutvorkommen des globalen Wiesenweihenbestandes gezeigt werden, jedoch nicht zwischen kleineren Brutvorkommen

z.B. innerhalb Europas. Die Autoren führen dies auf Refugien während des mittleren und späten Holozän in Zentral Asien und Teilen von Frankreich und der spanischen Küste zurück. Diese Refugien blieben mit ihren Steppen-Habitaten geeignete Lebensräume für die Wiesenweihe, während der größte Teil Europas mit dichten Wäldern bedeckt war. Des Weiteren begründen die Autoren die relative Homogenität zwischen den Populationen mit einer kürzlichen Expansion der Populationen. Diese fand demnach in zwei Wellen (vor 7500-5500 und 3500-1000 Jahren) mit dem Rückgang der Vergletscherungen nach der letzten Eiszeit (vor 10.000 Jahren) statt. Auch die in Kapitel 1.1.1.3 Phylogeographie europäischer Populationen beschriebenen Untersuchungen mittels Sequenzierung und STR-Analyse von Prof. M. Wink und Mitarbeitern konnte keine tiefere genetische Differenzierung zwischen den Populationen Mainfranken, Niederlande und Spanien entdecken.

In der vorliegenden Studie wurden mittels der Programme Structure 2.3.4 (Evanno *et al.*, 2005) und FSTAT (Goudet, 1995) Proben aus acht Brutvorkommen in Mitteleuropa (Mainfranken, Schleswig-Holstein, Sachsen-Anhalt, Nordrhein-Westfalen, Niederbayern, Niederlande, Frankreich und Spanien) auf genetische Differenzierung analysiert. Die Analyse mit Structure konnte ebenfalls keine tiefere genetische Divergenz der Populationen feststellen und auch der  $F_{ST}$ -Wert von nahezu 0 (kaum Heterozygotendefizit zwischen den Brutvorkommen) spricht für eine rezente Vermischung der Populationen. Daneben sind die beobachtete Heterozygotie (0,66) sowie die genetische Diversität (0,69) zwischen den Populationen relativ hoch. Der Inzucht Koeffizient  $F_{IS}$  tendierte gegen 0 in allen acht Populationen. Dies spricht für einen häufigen Individuen-Austausch. Für die mainfränkische Population speziell bedeutet dies eine geringe Gefahr von genetischer Verarmung durch Inzucht.

Ein geringes Heterozygotendefizit, welches die Analyse zwischen den Populationen fand, weist auf Genfluss zwischen diesen Populationen hin. Möglich ist aber auch eine unbewusste, ausgeglichene Selektion der verwendeten STR-Marker oder ein zu geringes Auflösungsvermögen der Loci, wodurch gemeinsame, von Vorfahren geerbte Polymorphismen aufrechterhalten werden (Bossart & Prowell, 1998).

Die Aussagekraft der Populationsdifferenzierung mittels indirekter Messmethoden kann des Weiteren durch die verschiedensten genetischen Modelle, die in Analyseprogrammen verwendet werden, beeinflusst werden (Cockerham & Weir, 1993). Diese Modelle ignorieren die realen, komplexen biologischen Zusammenhänge, wie demographische Parameter, Populationsgröße und Dispersions-Raten, die in Zeit und Raum variieren können (Slatkin, 1989). In der vorliegenden Untersuchung wurde die Populationsdifferenzierung mit Proben aus unterschiedlichen Jahrgängen durchgeführt. Dies ist von Vorteil für die Verlässlichkeit der erhobenen Daten, da „Schnappschuss-Schätzungen“, die auf einen oder wenige Punkte in Zeit und Raum angewendet werden, nur unzureichend den aktuellen genetischen Austausch zwischen Populationen darstellen können. Es liegen jedoch nur für zwei der acht untersuchten



Populationen (Mainfranken und Nordrhein-Westfalen) Proben in größerem Umfang vor, da nur von diesen Brutvorkommen über mehrere Jahre Blutproben gesammelt wurden. Große Unterschiede bei der Probenmenge könnten sich auf das Heterozygotendefizit ausgewirkt haben.

Anhand der gewonnenen Ergebnisse und im Vergleich mit den beschriebenen Studien scheint ein intensiver genetischer Austausch zwischen den Brutvorkommen zu herrschen. Inzucht scheint sehr gering zu sein und keine Gefahr für das Überleben, die genetische Vielfalt und somit die Gesundheit der Populationen darzustellen. Um genauere Informationen über Populationsdifferenzierung und den Austausch von Individuen innerhalb Europas zu erhalten, sind umfangreichere Probennahmen und detailliertere Analysen nötig.

### 4.3 Fazit und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurden erstmals artspezifischen STR-Marker für die Wiesenweihe entwickelt, die bisher noch nicht zur Verfügung standen. Diese ermöglichten es die ersten brutbiologischen Untersuchungen am Beispiel der Mainfränkischen Population auf genetischer Basis durchzuführen. Anhand von Elternschaftsanalysen und der Erstellung von Lebensläufen einzelner brütender Individuen, konnten Einblicke in bisher wenig erforschte Lebensbereiche der Art gewonnen werden, wie z.B. Philopatriverhalten von Alt- und Jungvögeln, Partner-treue, Polygynie und Fremdvaterschaften, sowie demographische Parameter, wie Überlebensraten und Lebenserwartung.

Wenngleich mehr als 2000 Proben von mainfränkischen Wiesenweihen genotypisiert wurden, standen jedoch nur 1276 Proben von Jungvögeln für die Analysen zur Verfügung. Die Ursachen sind primär methodisch bedingt und u.A. in der sehr anfälligen Kapillar-Gelelektrophorese Technik der MegaBACE zu suchen. Durch ein sehr konservatives Vorgehen bei der Datenauswahl zur Sicherstellung der korrekten Identifizierung der Tiere (Verwendung ausschließlich komplett genotypisierter Proben, bzw. Familien) wurde der Datensatz noch einmal eingeschränkt. Eine verbesserte Methode bei der Fragmentlängenanalyse, sowie mehr STR-Loci, könnten dieses Problem in einer weiterführenden Studie lösen.

Mikrosatelliten-Marker eignen sich generell sehr gut für Elternschaftsanalysen und daran geknüpfte Untersuchungen. Die Auswahl und Menge der verwendbaren Loci bestimmen die Aussagekraft von gewonnenen Erkenntnissen. Die Anzahl der in der vorliegenden Studie isolierten Marker ist verglichen mit vielen anderen Studien hoch. Dennoch besteht die Möglichkeit, dass die Anzahl und Auflösungsvermögen der Loci die Elternschaftsanalysen und vor allem die Untersuchung der Populationsdifferenzierung eingeschränkt haben. In weiterführenden Studien wäre es daher sinnvoll, entweder weitere polymorphe STR-Loci für die Art zu suchen oder auf einen anderen molekularen Marker, wie die SNPs (*Single Nucleotide Polymorphism*)

umzusteigen. Aktuell scheinen diese Marker ein besseres Auflösungsvermögen zu versprechen als STRs. Ihre Isolation ist jedoch ebenfalls mit vielen Herausforderungen verbunden, nicht zuletzt, weil deutlich mehr Marker benötigt werden, als bei STR-Analysen. Wie bei SNPs, so könnte auch bei der STR-Entwicklung die Isolierung von Markern aus mehr als einem Individuum eine entscheidende Verbesserung bringen.

Für Elternschaftsanalysen konnten neben zahlreichen Jungtieren nur adulte Weibchen mittels der Blutabnahme-Methode mit Raubwanzen beprobt werden. Um den Verwandtschaftsgrad und die Identität eines Tieres über Elternschaftsanalysen sicher festzustellen, sollten jedoch auch Proben von adulten Männchen vorliegen. Mit diesen hätten sich viele der durchgeführten Untersuchungen, wie z.B. die Erfassung von Überlebensraten, auf beide Geschlechter beziehen können und genauere Aussagen zugelassen.

Eine ausführliche Populationsdifferenzierung mitteleuropäischer Wiesenweihen war aufgrund des geringen Stichprobenumfangs der meisten Brutvorkommen nur bedingt möglich. Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse und den zitierten Vergleichsstudien scheint jedoch ein intensiver Austausch zwischen den untersuchten Populationen zu herrschen. Die mainfränkische Population im Speziellen scheint keiner genetischen Verarmung durch Inzucht zu unterliegen. Um genauere Aussagen zu diesen Themen treffen zu können, müssen weitere Proben aus deutschen und europäischen Populationen gesammelt werden. Eine ausgeglichene Probenanzahl sollte angestrebt werden, um verlässliche Aussagen zur Heterozygotie zu erhalten. Sofern ein zu geringes Auflösungsvermögen der verwendeten Marker die Ursache der ausgebliebenen Strukturierung ist, wäre eine Isolation weiterer Loci eine Möglichkeit. Neben STR-Markern sollte aber auch die Sequenzierung von mitochondrialen Genen (z.B. *cyt b*, *ND2*, *COI*) und Kerngenen (z.B. *RAG1*) ausgeweitet werden, um darüber einen phylogeographischen Stammbaum der europäischen Populationen zu erstellen.

Weitere ausführliche populationsgenetische Analysen konnten im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht durchgeführt werden. Aus der Sicht des Artenschutzes wären diese jedoch sehr wünschenswert und sollten in weiterführenden Studien integriert sein.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass weitere Studien, mit STRs, SNPs oder anderen genetischen Markern, an der mainfränkischen Wiesenweihen-Population nötig sind. Langzeituntersuchungen in der organismischen Biologie sind rar. Die große, bereitstehende Probenmenge aus der Mainfränkischen Population der Jahre 2000-2012 ist daher von größter Bedeutung. Die vorliegenden Mikrosatelliten-Analysen haben bereits zu neuen Erkenntnissen über die Biologie der Wiesenweihe geführt. Nun müssen detaillierte genetische Untersuchungen, auch im Vergleich mit anderen Population folgen, um den Schutz der Art zu fördern.

## 5 Literaturverzeichnis

- BirdLife International (2014) Species factsheet: *Circus pygargus*. <http://www.birdlife.org> 15/12/2014
- BTO (2015) BirdFacts: Montagu's harrier *Circus pygargus*. <http://blx1.bto.org/birdfacts/results/bob2630.htm#trends> 11/03/2015
- Appleby BM, Petty SJ, Blakey JK, Rainey P, Macdonald DW (1997) Does variation of sex ratio enhance reproductive success of offspring in tawny owls (*Strix aluco*)? *Proceedings of the Royal Society London B* 264: 1111-1116.
- Arisz J, Koks BJ, Trierweiler C, Visser EG (2008) Ackerrandstreifenprogramm zum Schutz von Ackervogelarten unter besonderer Berücksichtigung der Feldlerche und Wiesenweihe. Bewertung des Pilotvorhabens in der Rheiderländer Ackermarsch 2004-2007. . Stichting Werkgroep Grauwe Kiekendief. Scheemda
- Arlt D, Low M, Part T (2013) Effect of geolocators on migration and subsequent breeding performance of a long-distance passerine migrant. *Plos one* 8: 1-10.
- Arnold JM, Oswald SA, Voigt CC, Palme R, Braasch A, Bauch C, Becker PH (2008) Taking the stress out of blood collection: comparison of field blood-sampling techniques for analysis of baseline corticosterone. *Journal of Avian Biology* 39: 588-592.
- Arroyo B (1995) Breeding ecology and nest dispersion of Montagu's Harrier *Circus pygargus* in Central Spain. PhD thesis. University of Oxford
- Arroyo B (1996a) Successful breeding by a first-year male Montagu's Harrier. *Bird Study* 43: 383-384.
- Arroyo B (1996b) A possible case of polyandry in Montagu's harrier. *Journal of Raptor Research* 30: 100-102.
- Arroyo B, García JT, Bretagnolle V (2002) Conservation of the Montagu's harrier (*Circus pygargus*) in agricultural areas. *Animal Conservation* 5: 283-290.
- Arroyo B, García JT, Bretagnolle V (2004) *Circus pygargus* Montagu's Harrier. In: *Birds of the Western Palearctic Update*. Oxford: Oxford University Press: pp. 39-53
- Arroyo B, García J (2007) El aguilucho cenizo y el aguilucho pálido en España - Población en 2006 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid
- Arroyo B (2009) Ecología poblacional del aguilucho cenizo en Europa: implicaciones para su conservación. In: *Conservación y situación poblacional de los aguiluchos en Eurasia*, Dirección General del Medio Natural, Junta de Extremadura, Badajoz, pp. 1-10.
- Arroyo B (1997) Diet of Montagu's Harrier *Circus pygargus* in central Spain: analysis of temporal and geographic variation. *Ibis* 139: 664-672.
- Arroyo B, Bretagnolle V (2000) Evaluating the long-term effectiveness of conservation practices in Montagu's Harrier *Circus pygargus*. In: *Raptors at Risk*, Chancellor, RD & Meyburg, B.-U. (Eds), Bodmin, pp. 403-408.
- Arroyo B (2002) Fledgling sex ratio variation and future reproduction probability in Montagu's Harrier *Circus pygargus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 52: 109-116.
- Bandorf H, Laubender H (1982) Die Vogelwelt zwischen Steigerwald und Rhön. *Schriftenreihe des Landesbund für Vogelschutz in Bayern* 1
- Barrozo RB, Schilman PE, A. Minoli S, Lazzari CR (2004) Daily rhythms in disease-vector insects. *Biological Rhythm Research* 35: 79-92.
- Bauer H-G, Bezzel E, Fiedler W (2005) Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. In: Wiebelsheim: AULA-Verlag: pp. 322-325
- Becker PH, Voigt CC, Arnold JM, Nagel R (2006) A non-invasive technique to bleed incubating birds without trapping: a blood-sucking bug in a hollow egg. *Journal of Ornithology* 147: 115-118.
- Belting C, Krüger RM (2002) Populationsentwicklung und Schutzstrategien für die Wiesenweihe *Circus pygargus* in Bayern. *Ornithologischer Anzeiger* 41: 87-92.
- Biljsma RG, Blomert AM, Van Manen W, Quist M (1993) Ecologische Atlas van de Nederlandse Roofvogels. Schuyt. Harlem

- Booms TL, Talbot SL, Sage GK, McCaffery BJ, McCracken KG, Schempf PF (2011) Nest-site fidelity and dispersal of Gyrfalcons estimated by noninvasive genetic sampling. *Condor* 113: 768-778.
- Bossart JL, Prowell DP (1998) Genetic estimates of population structure and gene flow: limitations, lessons and new directions. *Trends in Ecology & Evolution* 13: 202-206.
- Bryant DM (1979) Reproductive costs in the house martin (*Delichon urbica*). *Journal of Animal Ecology* 48: 655-675.
- Busch JD, Katzner TE, Bragin E, Keims P (2005) Tetranucleotide microsatellites for *Aquila* and *Haliaeetus* eagles. *Molecular Ecology Notes* 5: 29-41.
- Chastant JE, King DT, Weseloh DVC, Moore DJ (2014) Population dynamics of double-crested Cormorants in two interior breeding areas. *Journal of Wildlife Management* 78: 3-11.
- Choudhury S, Black JM (1994) Barnacle geese preferentially pair with familiar associates from early life. *Animal Behaviour* 48: 81-88.
- Choudhury S (1995) Divorce in birds - a review of the hypotheses. *Animal Behaviour* 50: 413-429.
- Clarke R (1996) Montagu's Harrier. In. Chelmsford: Arlequin Press
- Clarke R (2002) British Montagu's harriers- what governs their numbers? *Ornithologischer Anzeiger* 41: 143-158.
- Clutton-Brock TH, Albon SD, Guinness FE (1985) Parental investment and sex differences in juvenile mortality in birds and mammals. *Nature* 313: 131-133.
- Cockerham CC, Weir BS (1993) Estimation of gene flow from F-statistics. *Evolution* 47: 855-863.
- Cramp S, Simmons KEL (1980) The birds of the Western Palearctic. In. Oxford: Oxford University Press
- Dallimer M, Blackburn C, Jones PJ, Pemberton JM (2002) Genetic evidence for male biased dispersal in the red-billed quelea *Quelea quelea*. *Molecular Ecology* 11: 529-533.
- Dennhardt AJ, Wakamiya SM (2013) Effective dispersal of Peregrine falcons (*Falco peregrinus*) in the midwest, USA. *Journal of Raptor Research* 47: 262-270.
- Dobson FS, Jones WT (1985) Multiple causes of dispersal. *American Naturalist* 126: 855-858.
- Eguchi T, Seminoff JA, LeRoux RA, Dutton PH, Dutton DL (2010) Abundance and survival rates of green turtles in an urban environment: coexistence of humans and an endangered species. *Marine Biology* 157: 1869-1877.
- Ellegren H (1992) Polymerase-chain-reaction (PCR) analysis of microsatellites: A new approach to studies of genetic relationships in birds. *Auk* 109: 886-895.
- Emlen ST, Oring LW (1977) Ecology, sexual selection and the evolution of mating systems. *Science* 197: 215-223.
- Evanno G, Regnaut S, Goudet J (2005) Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular Ecology* 14: 2611-2620.
- Ewing B, Green P (1998) Base-calling of automated sequencer traces using phred. II. Error probabilities. *Genome Research* 8: 186-194.
- Exo KM, Trierweiler C, Koks BJ, Komdeur J, Bairlein F (2010) Zugstrategien europäischer Wiesenweihen *Circus pygargus*. *Jahresbericht des Institut für Vogelforschung* 9: 9-10.
- Faircloth BC (2008) MSATCOMMANDER: detection of microsatellite repeat arrays and automated, locus-specific primer design. *Molecular Ecology Resources* 8: 92-94.
- Ferguson-Lees J, Christie DA (2001) Raptors of the world. In. London: Christopher Helm
- Fisher RA (1930) The genetical theory of natural selection. In. Oxford: Clarendon
- Fonger R (2008) Schutzprojekt für Wiesenweihen im Altmarkkreis Salzwedel - Abschlussbericht 2008. NABU Kreisverband Westliche Altmark e.V. Magdeburg
- Forero MG, Donazar JA, Hiraldo F (2002) Causes and fitness consequences of natal dispersal in a population of black kites. *Ecology* 83: 858-872.
- Friernet C (1925) Les oiseaux de la Haute-Marne. In. Haute-Marne (Chaumont): Bulletin de la Société Sciences Naturelles
- Gahrau C, Schmäuser H (2007) Artenschutzprojekt Wiesenweihe (*Circus pygargus*) des Landes Schleswig-Holstein - Brutperiode 2007. Im Rahmen des Monitoringprojekts: „Wildtierkataster Schleswig-Holstein“.

- Garcia JT, Arroyo BE (2001) Effect of abiotic factors on reproduction in the centre and periphery of breeding ranges: a comparative analysis in sympatric harriers. *Ecography* 24: 393-402.
- Garcia JT, Arroyo BE (2005) Food-niche differentiation in sympatric Hen *Circus cyaneus* and Montagu's Harriers *Circus pygargus*. *Ibis* 147: 144–154.
- García JT, Alda F, Terraube J, Mougeot F, Sternalski A, Bretagnolle V, Arroyo B (2011) Demographic history, genetic structure and gene flow in a steppe-associated raptor species. *Bmc Evolutionary Biology* 11: 1-11.
- Gavin TA, Reynolds RT, Joy SM, Leslie D, May B (1998) Genetic evidence for low frequency of extra-pair fertilizations in northern goshawks. *Condor* 100: 556-560.
- Glutz von Blotzheim U, Bauer KM, Bezzel E (1971) Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 4 Falconiformes. In. Frankfurt: Akademische Verlagsgesellschaft Frankfurt/Main
- Goldstein DB, Schlötterer C (1999) Microsatellites - evolution and applications. In. New York: Oxford University Press
- Götz S (2002) Untersuchungen zur Brut- und Ernährungsbiologie der Wiesenweihe (*Circus pygargus* L.) auf den Mainfränkischen Platten. Universität Regensburg. Regensburg,
- Goudet J (1995) FSTAT (Version 1.2): A computer program to calculate F-statistics. *Journal of Heredity* 86: 485-486.
- Greenwood PJ (1980) Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. *Animal Behaviour* 28: 1140-1162.
- Greenwood PJ, Harvey PH (1982) The natal and breeding dispersal of birds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 1-21.
- Griesenbrock B (2006) Habitat und Nistplatzwahl der Wiesenweihe *Circus pygargus* L. in der Hellwegbörde. Westfälische Wilhelms-Universität Münster. Diplomarbeit
- Griffiths CS, Barrowclough GF, Groth JG, Mertz LA (2007) Phylogeny, diversity, and classification of the Accipitridae based on DNA sequences of the RAG-1 exon. *Journal of Avian Biology* 38: 587-602.
- Harrison HB, Saenz-Agudelo P, Planes S, Jones GP, Berumen ML (2013) Relative accuracy of three common methods of parentage analysis in natural populations. *Molecular Ecology* 22: 1158-1170.
- Hedrick PW (2005) Genetics of populations. In. Sudbury: Jones and Barlett
- Hernandez-Matias A, Real J, Pradel R, Ravayrol A, Vincent-Martin N, Bosca F, Cheylan G (2010) Determinants of territorial recruitment in Bonelli's Eagle (*Aquila fasciata*) populations. *Auk* 127: 173-184.
- Hölker M, Wagner T (2006) Nahrungsökologie der Wiesenweihe *Circus pygargus* in der ackerbaulich intensiv genutzten Feldlandschaft der Hellwegbörde, Nordrhein-Westfalen. *Vogelwelt* 127: 37–50.
- Illner H (2007) Schutzprogramm für Wiesenweihen und Rohrweihen in Mittelwestfalen - Jahresbericht 2007. Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz e.V., Bad Sassendorf
- Illner H (2008) Schutzprogramm für Wiesenweihen und Rohrweihen in Mittelwestfalen - Jahresbericht 2008. Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz e.V., Bad Sassendorf
- Illner H (2001) Schutzprogramm für Wiesenweihen und Rohrweihen in Mittelwestfalen - Jahresbericht 2011. Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz e.V., Bad Sassendorf
- Jäckel AJ (1891) Die Vögel Bayerns. In. *Systematische Übersicht der Vögel Bayerns*. München und Leipzig: Kommissionsverlag von R. Oldenbourg: pp. 53
- Johnson ML, Gaines MS (1990) Evolution of dispersal - theoretical-models and empirical tests using birds and mammals. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21: 449-480.
- Jones O, Wang J (2010) COLONY: a program for parentage and sibship inference from multilocus genotype data. *Molecular Ecology Resources* 10: 551-555.
- Kahn NW, ST.John J, Quinn TW (1998) Chromosome specific intron size difference in the avian CHD gene provide an efficient method for sex identification in birds. *The Auk* 115: 1074-1078.

- Kalinowski ST, Taper ML, Marshall TC (2007) Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. *Molecular Ecology* 16: 1099-1006.
- Karaket T, Poompuang S (2012) CERVUS vs. COLONY for successful parentage and sibship determinations in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* de Man. *Aquaculture* 324: 307-311.
- Kitowski I (2002) Behaviour of Montagu's harrier *Circus pygargus* juveniles during the post-fledging dependency period in SE Poland. *Berkut* 12: 201-207.
- Klaassen RHG, Hake M, Strandberg R, Koks B, Trierweiler C, Exo KM, Bairlein F, Alerstam T (2014) When and where does mortality occur in migratory birds? Direct evidence from long-term satellite tracking of raptors. *Journal of Animal Ecology* 83: 176-184.
- Koks B, Van Scharenburg K (1997) Meerjarige braaklegging: een kans voor vogels, in het bijzonder de Grauwe Kiekendief! *De Levende Natuur* 98: 218-222.
- Koks BJ, Visser EG (2002) Montagu's Harriers *Circus pygargus* in the Netherlands: Does nest protection prevent extinction? *Ornithologischer Anzeiger* 41: 159-166.
- Koks BJ, Trierweiler C, Visser EG, Dijkstra C, Komdeur J (2007) Do voles make agricultural habitat attractive to Montagu's Harrier *Circus pygargus*? *Ibis* 149: 575-586.
- Kolman W (1960) The mechanism of natural selection for the sex ration. *The American Naturalist* 94: 373-377.
- Kracher B (2008) Bedeutende Jagdhabitats der Wiesenweihe *Circus pygargus* in einer mittel-europäischen Agrarregion. *Ornithologischer Anzeiger* 47: 51-65.
- Krüger RM, Klein H, Hoh E, Leuchs O (1999) Die Wiesenweihe *Circus pygargus* - Brutvogel der Mainfränkischen Platten. *Ornithologischer Anzeiger* 38: 1-9.
- Lerner HRL, Mindell DP (2005) Phylogeny of eagles, Old World vultures, and other Accipitridae based on nuclear and mitochondrial DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37: 327-346.
- Leroux A, Bretagnolle V (1996) Sex ratio variations in broods of Montagu's harriers *Circus pygargus*. *Journal of Avian Biology* 27: 63-69.
- Leroux ABA (1993) Montagu's Harrier *Circus pygargus* in western France: philopatry and demographic parameters. *RRF/HOT European Meeting*
- Liminana R, Surroca M, Miralles S, Urios V, Jiménez J. Twenty-three-year population trend and breeding biology of Montagu's Harrier *Circus pygargus* in a natural vegetation site in northeast Spain. *Bird Study*. 2006
- Liminana R, Garcia JT, Gonzalez JM, Guerrero A, Lavedan J, Moreno JD, Roman-Munoz A, Palomares LE, Pinilla A, Ros G, Serrano C, Surroca M, Tena J, Arroyo B (2012) Philopatry and natal dispersal of Montagu's harriers (*Circus pygargus*) breeding in Spain: a review of existing data. *European Journal of Wildlife Research* 58: 549-555.
- Linkhart BD, Evers EM, Megler JD, Palm EC, Salipante CM, Yanco SW (2008) First observed instance of polygyny in Flammulated Owls. *Wilson Journal of Ornithology* 120: 645-648.
- Lorenzo MG, Lazzari CR (1998) Activity pattern in relation to refuge exploitation and feeding in *Triatoma infestans* (Hemiptera: Reduviidae). *Acta Tropica* 70: 163-170.
- Mardis ER (2008) Next-Generation DNA Sequencing Methods. *The Annual Review of Genomics and Human Genetics* 9: 387-402.
- Marks JS, Doremus JH, Cannings RJ (1989) Polygyny in the northern saw-whet owl. *Auk* 106: 732-734.
- McPherson JD, Marra M, Hillier L, Waterston RH, Chinwalla A, Wallis J, et al. (2001) A physical map of the human genome. *Nature* 409: 934-941.
- Metzker ML (2010) Sequencing technologies - the next generation. *Nature Reviews Genetics* 11: 31-46.
- Millon A, Bourrioux JL, Riols C, Bretagnolle V (2002) Comparative breeding biology of Hen Harrier and Montagu's Harrier: an 8-year study in north-eastern France. *Ibis* 144: 94-105.
- Millon A, Bretagnolle V (2004) Les populations nicheuses de rapaces en France: analyse des résultats de l'enquête Rapaces 2000. In: Rapaces Nicheurs de France Thiollay J-M & V Bretagnolle (Eds), Delachaux & Niestlé, Paris, pp. 129-140.

- Millon A, Bretagnolle V (2008) Predator population dynamics under a cyclic prey regime: numerical responses, demographic parameters and growth rates. *Oikos* 117: 1500-1510.
- Mock DW, Fujioka M (1990) Monogamy and long-term pair bonding in vertebrates. *Trends in Ecology & Evolution* 5: 39-43.
- Mougeot F (2004) Breeding density, cuckoldry risk and copulation behaviour during the fertile period in raptors: a comparative analysis. *Animal Behaviour* 67: 1067-1076.
- Mülhardt C (2013a) Gele. In: Der Experimentator Molekularbiologie/Genomics, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg pp. 58-72.
- Mülhardt C (2013b) Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR). In: Der Experimentator Molekularbiologie/Genomics, 7. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 81-112.
- Mullis KB, Faloona F (1987) Specific synthesis of DNA in vitro via a polymerase-catalyzed chain reaction. *Methods in Enzymology* 155: 335-350.
- Negro JJ, Villarroel M, Tella JL, Kuhnlein U, Hiraldo F, Donazar JA, Bird DM (1996) DNA fingerprinting reveals a low incidence of extra-pair fertilizations in the lesser kestrel. *Animal Behaviour* 51: 935-943.
- Newton I (1979) Population Ecology of Raptors. T & AD Poyser. Berkhamsted
- Newton I, Marquiss M (1982) Fidelity to breeding area and mate in sparrowhawks *accipiter-nisus*. *Journal of Animal Ecology* 51: 327-341.
- Orians GH (1969) On the evolution of mating systems in birds and mammals. *American Naturalist* 589-603.
- Pandolfi M, Tanferna A (2009) Long-term change in population size and reproductive parameters of Montagu's harriers (*Circus pygargus*) in Italy. *Journal of Raptor Research* 43: 155-159.
- Paradis E, Baillie SR, Sutherland WJ, Gregory RD (1998) Patterns of natal and breeding dispersal in birds. *Journal of Animal Ecology* 67: 518-536.
- Pasinelli G, Schiegg K, Walters JR (2004) Genetic and environmental influences on natal dispersal distance in a resident bird species. *American Naturalist* 164: 660-669.
- Peery MZ, Beissinger SR, Burkett E, Newman SH (2006) Local survival of marbled murrelets in Central California: Roles of oceanographic processes, sex, and radiotagging. *Journal of Wildlife Management* 70: 78-88.
- Picozzi N (1980) Food, growth, survival and sex ratio of nestling hen harriers *Circus c. cyaneus* in Orkney. *Ornis Scandinavica* 11: 1-11.
- Picozzi N (1984) Sex ratio, survival and territorial behavior of polygynous Hen harriers *Circus c. cyaneus* in Orkney. *Ibis* 126: 356-365.
- Pritchard JK, Stephens M, Donnelly P (2000) Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155: 945-959.
- Pürckhauer C (2008) Artenhilfsprogramm Wiesenweihe (*Circus pygargus*) in Bayern - Jahresbericht 2008. Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V. (LBV). Würzburg
- Pürckhauer C (2009) Artenhilfsprogramm Wiesenweihe (*Circus pygargus*) in Bayern - Jahresbericht 2009. Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V. (LBV). Würzburg
- Pürckhauer C (2013) Artenhilfsprogramm Wiesenweihe (*Circus pygargus*) in Bayern - Jahresbericht 2013. Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V. (LBV). Würzburg
- Pürckhauer C (2014) Artenhilfsprogramm Wiesenweihe (*Circus pygargus*) in Bayern - Jahresbericht 2014. Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V. (LBV). Würzburg
- Pürckhauer C, Dehner J, Dehner R, Wolfgang Dornberger, Geier K-H, Ott K (2014) Brutvorkommen und Bestandsentwicklung der Wiesenweihe *Circus pygargus* in Baden-Württemberg. *Ornithologisches Jahreshft für Baden-Württemberg* 30: 141-149.
- Queller DC, Goodnight KF (1989) Estimating relatedness using genetic-markers. *Evolution* 43: 258-275.
- Rasmussen LM, Clausen M (2011) Projekt Hedeheg 2011. DOF's arbejdsrapport fra Projekt Hedeheg.
- Ratcliffe N, Newton S, Morrison P, Merne O, Cadwallender T, Frederiksen M (2008) Adult Survival and Breeding Dispersal of Roseate Terns Within the Northwest European Metapopulation. *Waterbirds* 31: 320-329.

- Redpath SM, Leckie FM, Arroyo B, Amar A, Thirgood SJ (2006) Compensating for the costs of polygyny in Hen harriers *Circus cyaneus*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 60: 386-391.
- Ristow D, Wink M (2004) Seasonal variation in sex ratio of nestling Eleonora's falcons. *Journal of Raptor Research* 38: 320-325.
- Rosenfield RN, Driscoll TG, Franckowiak RP, Rosenfield LJ, Sloss BL, Bozek MA (2007) Genetic analysis confirms first record of polygyny in Cooper's Hawks. *Journal of Raptor Research* 41: 230-234.
- Rowley I (1983) Re-mating in birds. In: *Mate Choice*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 331-360.
- Rozen S, Skaletsky H (2000) Primer3 on the WWW for general users and for biologist programmers. *Methods in molecular biology* 132: 365-386.
- Saiki RK, Gelfand DH, Stoffel S, Scharf SJ, Higuchi R, Horn GT, Mullis KB, Erlich HA (1988) Primer-Directed Enzymatic Amplification of DNA with a Thermostable DNA Polymerase. *Science* 239: 487-491.
- Salamolard M, Butet A, Leroux A, Bretagnolle V (2000) Responses of an avian predator to variations in prey density at a temperate latitude. *Ecology* 81: 2428-2441.
- Sanchez-Zapata JA, Carrete M, Gravilov A, Sklyarenko S, Ceballos O, Donazar JA, Hiraldo F (2003) Land use changes and raptor conservation in steppe habitats of Eastern Kazakhstan. *Biological Conservation* 111: 71-77.
- Sandercock BK (2006) Estimation of demographic parameters from live-encounter data: a summary review. *Journal of Wildlife Management* 70: 1504-1520.
- Sanger F, Air GM, Barrell BG, Brown NL, Coulson AR, Fiddes JC, Hutchison CA, Slocombe PM, Smith M (1977) Nucleotide-sequence of bacteriophage  $\phi$ X174 DNA. *Nature* 265: 687-695.
- Sanger F (1988) Sequences, sequences, and sequences. *Annual Review of Biochemistry* 57: 1-28.
- Schipper WJA (1973) A comparison of prey selection in sympatric harriers (*Circus*) in western Europe. *Le Gerfaut* 63: 17-120.
- Schipper WJA (1977) Hunting in three European harriers (*Circus*) during the breeding season. *Ardea* 65: 53-72.
- Schipper WJA (1978) A comparison of breeding ecology in three European harriers (*Circus*). *Ardea* 66: 77-102.
- Selkoe KA, Toonen RJ (2006) Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. *Ecology Letters* 9: 615-629.
- Shendure J, Ji H (2008) Next-generation DNA sequencing. *Nature Biotechnology* 26: 1135-1145.
- Simmons RE, Smith PC, Macwhirter RB (1986) Hierarchies among Northern harrier (*Circus cyaneus*) harems and the costs of polygyny. *Journal of Animal Ecology* 55: 755-771.
- Simmons RE (2000) Harriers of the world: their behaviour and ecology. In: Oxford: University Press: pp. 24-25
- Slatkin M (1989) Population structure and evolutionary progress. *Genome* 31 31: 196-202.
- Soutullo A, Liminana R, Urios V, Surroca M, Gill JA (2006) Density-dependent regulation of population size in colonial breeders: Allee and buffer effects in the migratory Montagu's harrier. *Oecologia* 149: 543-552.
- Staa R (1998) Longevity list of birds ringed in Europe. *EURORING Newsletter* 2: 9-17.
- Stadler A, Meiser CK, Schaub GA (2011) "Living syringes": Use of hematophagous bugs as blood samplers from small and wild animals. In: *Parasitology Research Monographs* 1, Nature helps? How plants and other organisms contribute to solve health problems, Springer-Verlag, Berlin, pp. 243-271.
- Stallings RL, Ford AF, Nelson D, Torney DC, Hildebrand CE, Moyzis RK (1991) Evolution and distribution of (GT)<sub>n</sub> repetitive sequences in mammalian genomes. *Genomics* 10: 807-815.
- Steenhof K, Bates KK, Fuller MR, Kochert MN, McKinley JO, Lukacs PM (2006) Effects of radiomarking on prairie falcons: Attachment failures provide insights about survival. *Wildlife Society Bulletin* 34: 116-126.



- Stiefel D. Zur Situation der Wiesenweihe in Deutschland. Tagung zum Wiesenweihenschutz in der Agrarlandschaft. Metelen; 2010
- Südbeck P, Bauer H-G, Boschert M, Boye P, Knief W (2007) Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 4. Fassung. *Berichte zum Vogelschutz* 44: 23-81.
- Swatschek I, Ristow D, Scharlau W, Wink C, Wink M (1993) Populationsgenetik und Vaterschaftsanalyse beim Eleonorenfalken (*Falco eleonora*). *Journal of Ornithology* 134: 137-143.
- Swerdlow H, Wu S, Harke H, Dovichi NJ (1990) Capillary gel-electrophoresis for DNA sequencing - laser-induced fluorescence detection with the sheath flow cuvette. *Journal of Chromatography* 516: 61-67.
- Tautz D, Renz M (1984) Simple sequences are ubiquitous repetitive components of eukaryotic genomes. *Nucleic Acids Research* 12: 4127-4138.
- Tella JL, Negro JJ, Villarreal M, Kuhnlein U, Hiraldo F, Donazar JA, Bird DM (1996) DNA fingerprinting reveals polygyny in the Lesser Kestrel (*Falco naumanni*). *Auk* 113: 262-265.
- Thomsen R, Voigt CC (2006) Non-invasive blood sampling from primates using laboratory-bred blood-sucking bugs (*Dipetalogaster maximus*; Reduviidae, Heteroptera). *Primates* 47: 397-400.
- Tickell WLN (1968) The biology of the great albatrosses, *Diomedea exulans* and *Diomedea epomorphora*. *Antarctic Bird Studies* 12: 191-212.
- Tingay RE, Dawson D, Pandhal J, Clarke ML, David VA, Hailer F, Culver M (2007) Isolation of 22 new *Haliaeetus* microsatellite loci and their characterization in the critically endangered Madagascar fish-eagle (*Haliaeetus vociferoides*) and three other *Haliaeetus* eagle species. *Molecular Ecology Notes* 7: 711-715
- Topinka JR, May B (2004) Development of polymorphic microsatellite loci in the northern goshawk (*Accipiter gentilis*) and cross-amplification in other raptor species. *Conservation Genetics* 5: 861-864.
- Trierweiler C (2004) Considerations on Demography and Conservation of Montagu's Harrier *Circus pygargus* in east Groningen, Netherlands. University of Groningen. Groningen, Master of Science Thesis
- Trierweiler C, Koks B (2009) Montagu's harrier *Circus pygargus*. In: Living on the Edge: Wetlands and Birds in a Changing Sahel, KNNV Publishing, Zeist, pp. 312–327.
- Trierweiler C (2010) Travels to feed and food to breed - The annual cycle of a migratory raptor, Montagu's harrier, in a modern world. University of Groningen. Van Denderen BV, Groningen, PhD Thesis
- Trierweiler C, Klaassen RHG, Drent RH, Exo KM, Komdeur J, Bairlein F, Koks BJ (2014) Migratory connectivity and population-specific migration routes in a long-distance migratory bird. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 281:
- UICN, MNHN, LPO, SEOF, ONCFS (2011) La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Oiseaux de France métropolitaine. Paris
- van Asch B, Pinheiro R, Pereira R (2010) A framework for the development of STR genotyping in domestic animal species: characterization and population study of 12 canine X-chromosome loci. *Electrophoresis* 31: 303-308.
- Van Oosterhout C, Hutchinson WF, Wills DPM, Shipley P (2004) MICRO-CHECKER: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. *Molecular Ecology Notes* 4: 535-538.
- Vandekerkhove K, Vande Walle A, Cassaert M, Lievrouw N (2008) Habitatvoorkeur en populatieontwikkeling van Grauwe Kiekendief *Circus pygargus* in de Franse Lorraine : hebben beschermingsacties het gewenste effect? *Oriolus* 73: 17-24.
- Voigt CC, Faßbender M, Dehnhard M, Wibbelt G, Jewgenow K, Hofer H, Schaub GA (2004) Validation of a minimally invasive blood-sampling technique for the analysis of hormones in domestic rabbits, *Oryctolagus cuniculus* (Lagomorpha). *General and Comparative Endocrinology* 135: 100-107.
- Voigt CC, Peschel U, Wibbelt G, Frölich K (2006) An alternative, less invasive blood sample collection technique for serologic studies utilizing Triatomine bugs (Heteroptera; Insecta). *Journal of Wildlife Diseases* 42: 466-469.

- von Helversen O, Volleth M, Núñez J (1986) A new method for obtaining blood from a small mammal without injuring the animal: use of triatomid bugs. *Experientia* 42: 809-810.
- Watson D (1977) The Hen harrier. In. Berkhamsted: Calton (T & AD Poyser)
- Weir BS, Cockerham CC (1984) Estimating F-statistics for the analysis of population-structure. *Evolution* 38: 1358-1370.
- White GC, Burnham KP (1999) Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46: 120-138.
- Whitfield DP, Duffy K, McLeod DRA, Evans RJ, MacLennan AM, Reid R, Sexton D, Wilson JD, Douse A (2009) Juvenile dispersal of white-tailed eagles in western scotland. *Journal of Raptor Research* 43: 110-120.
- Wiacek J, Koziol P (1997) An attempt at verification of partner's fidelity in the Montagu's harrier *Circus pygargus* with use of DNA fingerprinting. *Notatki Ornitologiczne* 38: 173-182.
- Wiebe KL, Bortolotti GR (1992) Facultative sex ratio manipulation in American kestrels. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 30: 379-386.
- Williams DA, Rabenold KN (2005) Male-biased dispersal, female philopatry, and routes to fitness in a social corvid. *Journal of Animal Ecology* 74: 150-159.
- Wink M, Wehrle H (1994) PCR im medizinischen und biologischen Labor - Handbuch für den Praktiker. In. Darmstadt: GIT Verlag GmbH
- Wink M, Dyrz A (1999) Mating systems in birds: a review of molecular studies. *Acta Ornithologica* 34: 91-109.
- Wink M, Sauer-Gürth H (2004) Phylogenetic relationships in diurnal raptors based on nucleotide sequences of mitochondrial and nuclear marker genes. In: Raptors worldwide, World working group on birds of prey and owls, Berlin, pp. 483-498.
- Witkowski J (1989) Breeding biology and ecology of the Marsh harrier *Circus aeruginosus* in the Barycz valley, Poland. *Acta Ornithologica* 25: 223-320.
- Wittenberger JF, Tilson RL (1980) The evolution of monogamy: hypotheses and evidence. *Annual Review of Ecology and Systematics* 11: 197-232.
- Wright S (1951) The genetical structure of populations *Annals of Eugenics* 15323-15354.

## 6 Verwendete Proben und Allelverteilung

Die Beschreibung gilt für alle nachfolgenden Tabellen.

Lauf Nr.: Laufende Nummer für adulte Weibchen mit mehreren Institutsnummern (Inst Nr.); Nest Nr.: Nestnummer oder -name; Sex: molekulares Geschlecht durch genetische Geschlechtsbestimmung (w: Weibchen, m: Männchen); Alter: Vogel beprobt als Jungtier (pulli) oder Altvogel (adult); Jahr: Beprobungsjahr.

Die Loci wurden abgekürzt: MS16: MS\_Cpyg16, MS26: MS\_Cpyg26, MS23: MS\_Cpyg23, MS01: MS\_Cpyg01, MS05: MS\_Cpyg05, MS06: MS\_Cpyg06, MS04: MS\_Cpyg04, MS07: MS\_Cpyg07, MS30: MS\_Cpyg30, MS33: MS\_Cpyg33, MS29: MS\_Cpyg29, MS31: MS\_Cpyg31, MS42: MS\_Cpyg42, MS25: MS\_Cpyg25.

Die beiden Allele eines Locus wurden mit „a“ und „b“ benannt.

### 6.1 Verwendete Proben für die Programme Colony und Cervus

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
10759			w	pulli	2000	151	151	164	173	249	253	295	295	307	315	142	157	401	401	154	154	240	285	318	322	298	318	143	143	370	375	147	159	340	340	170	172
10760			w	pulli	2000	151	151	164	173	249	253	295	295	307	315	142	157	401	406	154	154	235	240	318	318	302	318	143	143	370	380	159	159	340	340	170	170
10761			w	pulli	2000	147	151	167	170	251	255	293	295	311	319	152	157	386	396	154	154	225	265	318	318	302	306	143	146	355	375	159	163	336	340	178	180
10762			m	pulli	2000	147	151	170	173	251	255	297	301	313	317	152	157	401	421	154	154	235	245	318	318	302	314	143	146	375	380	151	163	336	340	170	174
10766			m	pulli	2000	147	147	170	173	245	255	293	293	317	319	152	172	376	406	154	154	225	265	342	350	298	302	146	149	375	385	159	163	340	342	174	174
10768			w	pulli	2000	147	147	164	164	243	251	295	295	307	317	127	182	411	411	154	156	235	245	314	318	286	298	143	143	355	365	159	159	336	340	170	174
10769			w	pulli	2000	147	147	164	164	249	249	295	295	313	317	162	182	411	411	154	154	235	245	318	318	290	306	146	146	355	375	159	163	340	340	170	176
10770			m	pulli	2000	147	147	173	173	249	249	295	295	307	317	127	182	411	411	154	154	235	285	318	318	290	298	143	143	365	375	159	163	336	340	166	174
10771			m	pulli	2000	147	151	167	170	243	247	293	293	311	317	142	182	391	396	154	154	225	225	318	326	294	310	143	143	375	375	147	159	340	340	170	170
10772			m	pulli	2000	147	147	167	170	247	249	293	299	311	317	177	182	406	421	154	154	225	225	318	334	282	302	143	143	370	375	159	163	336	340	170	170
10773			w	pulli	2000	147	151	167	170	247	249	293	293	313	317	177	182	391	396	154	154	225	225	318	334	282	310	143	143	370	375	159	163	336	340	170	170
10775			m	pulli	2000	147	151	164	173	247	249	293	293	311	313	157	157	406	416	152	154	235	235	314	322	302	310	143	146	355	370	159	159	340	346	170	178
10776			w	pulli	2000	147	151	164	164	247	249	293	295	307	311	157	182	396	411	152	154	225	300	314	322	302	310	143	146	355	375	159	159	336	346	170	172
10777			w	pulli	2000	151	151	164	170	251	253	293	295	313	315	172	182	396	426	154	154	225	270	318	318	310	310	143	143	350	375	147	159	340	346	170	174
10778			w	pulli	2000	147	147	167	173	249	255	293	297	313	315	157	182	396	416	154	156	235	250	322	326	310	310	143	143	350	370	147	151	340	340	162	170
10779			m	pulli	2000	147	147	164	164	249	249	295	297	311	313	162	162	396	401	154	156	235	250	318	338	290	294	143	146	355	375	159	171	340	340	170	170
10780			m	pulli	2000	147	147	158	164	249	249	295	297	307	311	162	162	396	401	154	156	235	250	318	338	294	310	143	146	355	375	147	159	340	340	172	172
10781			m	pulli	2000	151	153	164	164	249	249	293	297	307	311	162	162	401	406	154	156	240	260	318	338	298	310	143	143	355	375	159	171	340	340	170	174
10782			w	pulli	2000	147	153	164	164	249	249	293	293	307	311	167	182	396	401	154	156	235	250	318	338	290	298	143	146	355	375	159	171	340	340	170	170
10783			m	pulli	2000	147	151	170	170	249	255	293	295	313	313	157	157	406	421	154	154	225	265	318	346	290	310	143	146	355	375	159	163	336	340	170	170
10785			m	pulli	2000	151	151	167	173	253	253	293	295	315	315	172	172	376	396	154	154	235	250	338	338	302	310	146	149	355	380	151	159	340	340	172	172
10786			m	pulli	2000	147	147	173	173	243	249	295	295	307	319	127	182	376	411	150	154	235	245	314	318	286	306	143	143	355	365	159	159	336	340	166	174
10787			m	pulli	2000	147	147	164	173	249	251	295	295	307	319	162	182	376	411	154	154	235	245	318	318	290	298	143	146	375	375	159	159	340	340	170	174
10788			m	pulli	2000	147	151	170	170	249	249	293	295	311	319	172	177	396	416	154	154	225	245	318	342	286	302	140	149	350	380	159	159	340	340	170	172
10790			w	pulli	2000	147	147	170	176	249	251	293	295	305	313	152	157	386	396	154	154	245	265	318	322	294	306	143	146	370	390	159	159	336	340	176	178
10793			m	pulli	2000	147	151	170	173	243	251	297	301	311	311	177	197	406	406	154	154	245	265	318	318	290	294	143	149	355	370	159	159	336	346	172	172
10794			w	pulli	2000	147	147	170	170	243	251	301	301	311	313	157	197	396	406	154	154	225	245	318	318	290	302	143	149	355	370	151	159	340	346	176	178
10795			m	pulli	2000	147	151	170	170	255	255	295	295	307	315	157	157	406	416	154	154	225	255	318	346	290	298	143	146	355	370	159	171	336	336	170	176
10797			m	pulli	2000	151	151	164	167	249	255	293	297	311	311	157	182	396	416	154	154	225	250	322	330	310	310	140	143	355	385	147	159	340	340	170	172
10798			m	pulli	2000	147	151	167	170	243	251	297	301	311	313	157	197	396	406	154	154	225	245	318	318	302	314	143	149	355	370	151	159	340	346	172	176
10799			m	pulli	2000	147	147	167	170	249	255	295	295	307	313	182	192	411	421	154	154	235	245	318	346	310	314	143	146	370	380	151	159	340	340	170	176
10802			m	pulli	2000	147	151	170	173	247	249	293	295	307	317	157	182	396	401	154	156	235	270	322	326	290	294	143	143	390	390	163	163	340	340	180	182
10806			m	pulli	2000	151	151	170	173	249	249	293	297	311	311	157	182	406	416	154	154	235	250	318	342	286	302	143	149	370	380	159	163	340	340	164	170
10807			m	pulli	2000	147	151	170	170	249	249	293	295	311	311	172	182	396	416	154	154	245	250	318	342	298	302	143	149	370	380	159	159	340	340	164	170
10809			m	pulli	2000	147	151	164	167	249	249	293	295	307	307	157	192	386	396	154	154	225	240	318	318	298	310	143	149	355	370	159	163	336	340	166	172
10810			m	pulli	2000	147	151	167	170	249	249	295	295	307	307	172	182	401	421	154	154	225	295	322	326	282	286	143	146	375	380	159	159	336	340	170	170
17167	131		m	pulli	2001	151	151	167	170	247	249	293	295	311	313	157	182	411	416	154	156	225	300	318	318	302	302	140	143	370	380	159	159	336	338	170	170

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
17168	131	m	pulli	2001	151	151	167	170	247	249	293	299	311	313	152	157	411	416	152	154	225	300	318	322	302	302	143	143	370	375	159	159	336	340	170	174	
17169	131	m	pulli	2001	147	151	167	176	247	249	295	299	311	313	152	157	396	426	154	156	225	225	318	322	290	302	143	143	370	380	159	159	336	340	170	172	
17172	131	m	pulli	2001	151	151	167	170	247	249	295	299	311	311	157	182	411	416	154	156	225	245	318	322	302	302	140	140	370	375	159	159	336	336	170	170	
17173	125	w	pulli	2001	147	151	164	167	249	251	293	295	305	313	187	187	406	431	154	154	235	240	318	318	286	290	143	143	375	380	163	163	338	340	170	172	
17174	125	w	pulli	2001	151	151	170	173	249	249	293	295	305	311	157	187	406	431	154	154	240	250	322	322	290	310	143	143	355	375	151	171	338	340	172	180	
17175	125	m	pulli	2001	151	151	164	167	249	249	293	295	305	313	182	187	406	431	154	154	235	240	322	322	290	310	143	143	375	380	151	163	336	338	172	180	
17176	125	w	pulli	2001	147	151	167	173	249	251	293	295	305	313	157	182	376	406	154	154	250	265	318	318	286	290	143	143	355	375	163	163	336	338	170	172	
17177	125	m	pulli	2001	151	151	170	173	249	251	293	295	307	313	157	187	406	431	154	154	240	250	318	322	290	310	143	143	355	375	151	163	338	340	170	172	
17178	124	w	pulli	2001	147	147	170	170	249	249	293	295	311	317	172	177	406	426	154	154	225	265	322	342	302	302	143	143	355	375	155	155	340	342	174	174	
17179	124	m	pulli	2001	147	151	170	170	243	245	293	295	313	317	172	177	406	426	154	154	225	265	322	350	302	302	143	149	355	370	155	155	340	342	174	174	
17180	124	m	pulli	2001	147	151	170	170	243	245	293	295	313	317	142	177	406	426	154	154	225	225	318	350	302	302	143	143	355	370	155	159	340	340	174	174	
17181	124	w	pulli	2001	147	151	170	170	243	249	293	293	313	317	172	177	406	426	154	154	225	225	318	342	310	310	143	143	355	370	155	159	340	342	174	174	
17182	115	w	pulli	2001	147	147	170	173	249	249	295	295	313	317	177	182	401	421	154	154	225	225	322	346	282	302	143	143	375	375	159	159	336	340	170	178	
17183	115	m	pulli	2001	147	147	170	173	249	249	293	295	313	317	177	182	401	421	154	154	225	225	318	318	290	310	143	143	370	380	159	159	340	340	170	172	
17184	115	m	pulli	2001	147	147	170	173	247	249	295	295	307	311	177	182	416	421	154	154	235	235	318	322	302	310	143	143	370	380	159	159	340	340	170	172	
17185	115	w	pulli	2001	147	147	170	173	249	249	295	295	311	317	177	182	401	411	154	154	225	235	318	346	282	302	143	143	375	380	159	159	336	340	172	178	
17186	115	w	pulli	2001	147	151	170	170	247	249	295	295	307	311	177	182	416	421	154	154	235	235	318	318	302	310	143	143	370	375	159	159	340	340	172	178	
17188		w	pulli	2001	147	147	167	170	249	255	299	303	311	315	157	177	396	421	154	154	240	245	318	318	286	310	140	146	355	355	151	163	342	346	170	176	
17189	141	w	pulli	2001	147	147	164	170	249	255	295	295	305	315	172	192	396	406	154	154	245	245	318	322	286	322	137	140	355	395	151	163	340	340	176	176	
17190	141	m	pulli	2001	147	147	167	167	249	255	295	295	305	315	157	177	396	421	154	154	245	245	318	322	286	322	146	146	355	380	159	163	342	346	170	178	
17191	129	w	pulli	2001	147	151	164	167	249	255	293	295	313	315	177	182	386	401	154	154	225	240	310	318	298	302	143	149	390	390	163	163	340	340	170	176	
17192	129	m	pulli	2001	147	151	164	167	247	249	295	303	307	313	177	182	386	401	154	154	225	240	314	318	298	302	143	149	380	390	159	163	340	340	170	176	
17193	129	m	pulli	2001	147	151	164	164	247	249	293	303	307	313	177	182	401	401	154	154	245	265	314	322	298	302	143	143	355	380	163	163	340	340	170	176	
17194	129	m	pulli	2001	147	151	164	167	249	255	293	293	313	313	177	182	396	401	154	154	245	265	310	322	298	302	143	149	355	390	163	163	336	340	170	176	
17199	128	w	pulli	2001	151	151	164	173	249	253	293	295	311	319	162	172	376	411	154	154	245	275	318	338	298	310	143	146	375	380	147	159	340	340	174	176	
17201	116	m	pulli	2001	147	151	167	173	249	249	293	301	307	311	157	197	406	411	154	154	225	270	318	322	294	306	143	146	355	370	159	159	340	346	168	172	
17206	130	w	pulli	2001	147	151	167	173	249	255	295	297	311	313	162	182	406	411	154	156	245	245	322	342	302	314	146	146	355	385	159	163	340	340	170	182	
17207	130	m	pulli	2001	151	151	167	173	249	251	293	297	311	313	182	187	376	421	154	154	225	240	318	338	302	314	143	143	355	385	159	163	340	340	178	178	
17209	130	m	pulli	2001	147	151	167	173	249	255	295	297	313	319	152	162	376	406	154	154	240	245	322	342	302	314	143	146	355	385	159	163	340	340	170	182	
17218	133	m	pulli	2001	147	151	164	167	249	255	293	295	311	313	157	192	396	396	154	154	235	245	318	318	294	302	140	143	355	380	159	159	336	340	170	172	
17220	133	w	pulli	2001	147	151	164	164	249	249	295	295	305	317	157	157	396	396	154	154	235	240	318	342	286	294	140	140	355	375	159	159	336	340	170	176	
17223	132	m	pulli	2001	147	151	164	167	249	249	293	295	311	317	172	177	396	411	154	154	235	245	318	322	294	302	143	143	370	380	159	159	336	340	170	178	
17225	132	m	pulli	2001	147	147	164	167	249	249	295	295	311	317	152	182	411	411	154	154	225	245	318	322	302	306	143	146	365	380	159	159	340	340	172	178	
17226	138	m	pulli	2001	151	151	164	167	249	249	301	303	309	309	182	182	376	421	154	154	245	245	318	326	298	143	143	355	375	155	159	336	340	170	176		
17228	135	w	pulli	2001	147	151	167	167	249	249	293	301	311	311	187	197	401	406	152	154	240	245	318	322	290	294	143	143	370	375	159	159	340	346	178	180	
17231	140	w	pulli	2001	147	151	164	170	243	255	299	301	307	315	167	177	376	396	154	154	240	265	314	322	286	310	143	146	350	355	147	159	336	340	174	174	
17234	154	m	pulli	2001	151	151	173	176	251	255	293	293	311	315	152	192	386	396	154	154	235	245	314	342	298	298	143	143	355	385	159	159	340	346	170	174	
17236	139	m	pulli	2001	151	151	167	170	255	255	293	293	311	315	157	182	406	411	154	154	235	255	322	346	298	310	143	146	370	370	159	163	340	340	170	170	
17238	156	m	pulli	2001	147	151	167	170	247	249	287	293	313	317	182	187	391	401	154	154	225	235	318	346	282	310	143	146	375	380	159	159	336	336	170	174	
17239	156	m	pulli	2001	147	151	167	170	247	249	293	295	313	317	182	187	401	421	154	154	225	240	318	318	294	298	143	146	375	380</							

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
17255	121	m	pulli	2001	147	147	164	164	249	251	297	303	307	317	162	167	401	406	154	154	225	235	318	346	294	294	143	146	355	375	147	159	340	342	170	170	
17266	126	m	pulli	2001	147	151	164	167	247	249	293	295	307	311	177	182	401	416	154	154	235	265	318	322	290	302	146	146	355	380	159	159	336	340	170	170	
17267	126	m	pulli	2001	147	151	167	170	247	249	295	303	313	317	182	182	401	401	154	154	235	250	318	322	302	302	143	146	375	380	159	159	336	340	170	172	
17269	148	w	pulli	2001	147	151	170	170	249	255	295	295	313	317	177	177	376	431	154	154	225	225	318	342	290	306	146	149	375	375	159	163	336	346	174	174	
17272	157	m	pulli	2001	147	151	164	176	247	249	293	303	311	313	157	172	396	411	154	160	260	270	318	322	290	294	143	143	355	380	147	147	336	340	166	168	
17274	119	w	pulli	2001	147	147	164	164	249	251	293	295	313	313	127	187	406	411	150	154	250	285	318	322	306	310	143	146	355	380	159	163	336	336	166	166	
17275	119	m	pulli	2001	151	151	164	173	249	251	293	295	311	319	182	187	406	411	154	154	235	250	314	322	286	298	143	146	365	375	159	163	336	340	166	174	
17276	119	m	pulli	2001	147	147	164	173	243	251	293	295	313	313	127	187	406	411	154	154	235	280	314	322	306	310	143	146	365	375	159	159	336	336	174	174	
17277	119	m	pulli	2001	151	151	164	173	249	251	293	295	313	319	127	177	406	411	150	154	235	250	318	322	306	310	143	146	365	380	159	159	336	336	166	166	
17279		m	pulli	2001	151	151	164	164	249	251	293	295	315	317	127	172	396	411	150	154	235	245	318	318	302	306	143	143	365	380	159	159	336	340	174	174	
31327	163	w	pulli	2002	147	147	167	170	249	249	293	295	309	313	177	177	416	431	154	154	240	265	318	342	298	302	149	149	355	375	159	159	340	346	170	174	
31328	163	m	pulli	2002	151	151	167	170	249	249	293	295	309	313	177	177	406	406	154	154	225	265	318	342	290	298	149	149	355	375	159	159	340	346	170	174	
31329	163	w	pulli	2002	147	151	167	167	249	249	293	295	309	317	177	182	406	431	154	154	225	245	318	342	298	302	149	149	355	355	159	159	340	342	170	170	
31336	166	m	pulli	2002	147	147	164	170	247	249	293	295	313	313	152	152	396	411	154	156	225	230	318	346	290	310	143	146	365	380	147	159	338	340	170	174	
31337	166	w	pulli	2002	147	151	164	170	247	255	293	295	307	311	157	172	411	411	154	156	225	230	318	318	290	310	143	146	365	380	147	159	336	340	170	172	
31338	166	w	pulli	2002	151	151	170	182	247	255	295	295	313	313	152	172	411	411	154	156	225	230	318	318	302	310	140	146	380	380	159	159	338	340	174	174	
31339	167	w	pulli	2002	147	151	164	173	247	249	295	299	311	317	177	182	411	416	154	154	225	235	322	322	290	302	143	143	375	375	147	159	336	340	170	172	
31343	168	w	pulli	2002	147	151	170	173	249	255	293	295	313	319	152	177	396	411	154	154	225	240	318	342	302	314	143	149	380	385	147	159	340	340	174	176	
31345	168	m	pulli	2002	147	147	170	173	249	255	293	293	313	319	177	182	376	396	154	154	240	245	318	342	298	306	143	146	375	380	159	163	340	340	174	176	
31346	173	m	pulli	2002	147	151	164	170	249	249	293	295	307	317	162	187	376	411	150	154	265	285	318	322	290	298	143	146	355	365	159	171	338	340	176	180	
31356	178	m	pulli	2002	147	151	170	173	249	255	293	293	309	311	157	182	396	401	154	156	240	270	318	318	290	298	143	149	355	380	151	163	336	340	170	182	
31357	178	m	pulli	2002	147	151	173	173	249	249	295	301	307	311	147	157	396	421	154	154	240	245	326	326	290	298	143	143	355	380	155	163	340	340	180	182	
31358	179	m	pulli	2002	151	151	164	170	249	249	293	303	307	317	127	177	396	401	154	154	225	245	318	322	298	322	143	146	355	375	159	163	340	340	176	178	
31361	180	w	pulli	2002	147	151	167	173	249	249	293	295	311	311	157	157	396	426	154	154	240	270	318	318	306	314	143	146	355	355	155	163	340	340	168	176	
31368	182	m	pulli	2002	147	151	164	170	255	255	295	299	307	315	157	177	376	406	154	154	240	255	322	346	298	310	143	143	350	375	159	163	336	336	172	176	
31369	182	w	pulli	2002	151	151	170	173	243	255	295	301	307	313	157	177	376	406	154	154	265	265	314	346	290	310	143	146	350	370	147	159	336	340	170	176	
31370	183	m	pulli	2002	147	147	164	173	249	255	291	293	311	311	152	157	401	411	154	154	220	225	318	354	290	306	140	143	370	370	151	159	336	340	172	178	
31373	183	w	pulli	2002	147	147	173	176	249	255	291	293	307	311	152	157	396	411	154	154	225	225	318	354	290	294	140	143	370	370	159	163	336	340	172	178	
31374	184	m	pulli	2002	147	151	158	167	249	249	293	293	313	319	172	192	386	411	154	154	225	225	310	346	310	310	146	149	375	380	159	163	340	342	166	172	
31375	184	w	pulli	2002	147	151	158	170	249	249	293	299	307	319	182	192	406	411	154	154	250	255	310	346	290	310	143	149	375	380	159	159	340	340	166	174	
31376	184	w	pulli	2002	147	147	167	170	249	249	295	299	307	319	172	182	411	411	154	154	225	250	310	318	298	310	146	149	355	375	159	163	336	340	166	166	
31377	184	m	pulli	2002	147	151	158	167	249	249	293	295	313	319	172	182	411	411	154	154	225	225	310	346	298	310	143	149	375	380	159	163	336	340	166	166	
31378	185	m	pulli	2002	147	151	164	170	249	249	293	299	305	317	157	157	396	406	154	154	235	245	342	346	302	314	140	146	380	390	159	159	336	340	172	176	
31379	188	m	pulli	2002	147	147	164	164	243	247	295	301	307	307	167	182	396	436	154	154	230	240	318	318	290	298	143	143	355	355	159	163	338	340	168	176	
31380	189	w	pulli	2002	147	151	170	173	249	251	293	295	307	313	157	177	401	416	154	154	225	245	322	342	286	294	140	143	355	375	159	159	340	340	170	178	
31381	189	m	pulli	2002	147	151	170	173	249	249	293	295	313	313	157	177	396	401	154	154	225	245	314	342	286	294	143	143	355	370	159	163	340	340	174	180	
31384	189	w	pulli	2002	147	151	170	173	249	249	293	295	311	313	157	177	396	401	154	154	225	265	314	342	286	294	140	143	350	370	159	163	340	340	170	180	
31385	191	m	pulli	2002	147	147	173	173	249	251	293	295	307	317	157	157	406	411	154	156	225	225	326	330	290	290	143	143	355	370	159	163	340	340	172	178	
31387	191	m	pulli	2002	147	151	170	173	249	251	295	299	307	313	157	162	406	411	154	154	235	240	326	330	290	290	143	146	355	380	147	159	314	340	172	172	
31388	191	w	pulli	2002	147	147	173	173	249	249	299	301	313	317	157	157	406	411	154	154	225	225	318	318	298	298	143	146	370</								

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
31403	202	w	pulli	2002	151	151	164	167	249	249	293	295	311	315	147	182	406	416	154	154	235	240	318	322	302	310	143	146	355	380	147	159	336	340	170	170	
31404	202	w	pulli	2002	147	151	164	164	249	249	293	293	307	313	147	157	396	416	154	154	235	265	318	322	306	314	143	146	370	380	147	159	340	340	170	170	
31405	206	m	pulli	2002	147	147	164	170	251	253	287	293	311	313	157	182	406	411	154	154	250	250	318	342	310	318	143	149	355	355	163	163	342	342	172	176	
31414	192	m	pulli	2002	147	147	164	167	249	249	293	295	307	313	167	197	376	401	154	154	235	255	346	346	294	298	146	149	375	385	147	159	340	340	172	176	
31415	192	w	pulli	2002	147	153	164	167	249	249	293	295	313	313	162	197	401	401	154	154	235	255	346	346	294	294	143	149	355	380	147	159	340	340	172	176	
31418	174	w	pulli	2002	147	147	164	170	245	249	293	295	311	317	157	177	406	426	154	154	240	265	342	350	302	306	143	149	355	370	155	155	340	340	170	174	
31419	174	m	pulli	2002	147	147	164	170	245	249	293	293	311	317	177	177	406	426	154	154	225	240	318	350	302	310	143	143	355	370	155	163	340	340	170	176	
31420	174	w	pulli	2002	147	151	164	170	245	255	293	295	311	317	172	177	381	406	154	154	225	225	342	350	302	302	143	143	355	370	155	155	340	342	170	170	
31421	174	m	pulli	2002	147	151	164	164	249	249	293	293	311	311	152	182	401	411	154	154	265	300	314	318	290	306	143	143	355	355	147	159	336	344	170	172	
31422	198	w	pulli	2002	147	151	164	167	249	255	293	295	307	311	157	182	386	411	154	154	235	265	318	322	290	306	143	143	355	370	147	159	340	342	170	170	
31423	198	w	pulli	2002	147	151	170	173	249	249	293	295	305	311	172	177	396	401	154	154	235	245	318	322	302	322	137	143	355	380	151	159	340	340	174	176	
31424	263	m	pulli	2003	147	151	173	173	249	255	293	293	309	311	147	157	396	401	154	156	240	270	318	318	298	306	143	143	355	380	147	151	340	340	170	182	
31425		w	pulli	2004	147	147	167	167	243	249	293	295	309	311	167	182	411	421	154	154	235	245	318	322	286	302	143	146	375	385	147	155	340	342	176	186	
31426		w	pulli	2004	147	151	167	170	249	251	293	293	305	307	157	182	396	401	154	154	235	250	318	322	298	302	143	146	375	390	159	159	336	336	170	172	
31427		w	pulli	2004	147	151	164	170	249	249	293	295	305	307	157	182	401	401	154	154	250	265	318	322	298	302	143	146	355	390	159	159	336	336	170	180	
31428	266	m	pulli	2003	151	151	164	173	243	249	293	293	307	313	177	177	401	406	154	154	225	240	322	322	298	302	143	146	355	380	159	163	336	346	168	172	
31430	217	m	pulli	2003	151	151	164	167	249	249	293	299	311	311	162	182	401	406	154	154	240	300	314	338	298	298	140	143	375	380	159	171	336	340	172	172	
31432	218	w	pulli	2003	151	153	164	167	247	249	297	299	311	311	162	177	401	426	154	156	260	300	314	338	298	310	143	143	355	380	159	171	336	340	170	170	
31433	218	w	pulli	2003	151	153	164	164	249	249	293	299	307	311	162	182	401	401	154	154	235	260	322	338	298	310	143	143	370	375	159	171	336	340	172	172	
31434	218	w	pulli	2003	151	153	164	164	249	249	297	299	307	311	162	182	401	406	154	156	235	260	318	322	298	298	140	143	355	370	159	171	336	340	174	178	
31435	230	m	pulli	2003	151	151	170	179	249	251	293	295	305	307	157	177	406	431	154	154	235	240	322	322	290	302	143	143	380	380	163	171	338	340	176	180	
31436	230	m	pulli	2003	151	151	170	179	249	251	293	295	305	307	177	187	376	406	154	154	225	240	318	322	290	298	143	143	355	380	159	163	338	340	172	180	
31437	230	m	pulli	2003	151	151	167	179	251	251	293	295	305	307	157	177	406	431	154	154	235	240	318	322	290	298	143	143	380	380	163	171	338	340	170	176	
31441	229	w	pulli	2003	147	151	164	170	249	249	293	295	311	313	177	182	381	416	154	156	225	240	318	318	302	306	140	143	355	370	155	159	336	340	170	176	
31445	270	m	pulli	2003	147	147	164	167	249	255	295	301	307	311	172	172	411	411	154	158	225	245	322	342	290	322	143	143	375	390	163	163	336	336	182	182	
31450	214	w	pulli	2003	147	151	173	173	249	251	295	297	311	313	177	177	406	426	154	154	225	225	346	346	314	314	143	143	355	375	159	159	340	340	172	174	
31452	224	w	pulli	2003	147	151	170	173	249	249	293	295	307	315	177	182	401	421	154	158	225	245	318	318	286	306	140	143	360	375	159	159	340	340	170	174	
31453	224	w	pulli	2003	147	151	167	173	247	249	295	295	307	309	177	182	401	421	154	154	235	240	318	318	306	310	143	146	360	375	151	159	340	340	178	178	
31454	224	w	pulli	2003	147	151	167	173	247	249	293	293	309	315	177	192	421	421	154	158	225	235	318	346	286	310	140	146	355	360	151	159	340	340	178	178	
31455	269	m	pulli	2003	151	151	164	167	249	255	293	293	307	311	157	157	396	406	154	154	235	245	318	322	302	310	140	143	370	375	159	163	336	340	162	172	
31456	234	m	pulli	2003	147	153	164	179	249	249	293	295	307	311	162	192	401	401	154	156	255	260	318	338	298	314	143	143	355	380	159	171	340	340	174	176	
31457	220	m	pulli	2003	147	151	164	167	249	249	295	295	313	317	177	182	396	411	154	154	245	255	314	322	290	302	143	146	370	390	159	159	336	340	174	178	
31461	238	m	pulli	2003	147	147	164	167	249	249	293	295	311	311	172	177	396	411	154	154	225	225	318	322	290	294	143	143	365	380	159	159	336	336	172	178	
31466	264	w	pulli	2003	147	151	164	179	249	249	295	303	311	311	147	182	406	426	152	154	240	275	318	322	302	314	143	143	360	380	155	159	336	340	172	178	
31467	264	m	pulli	2003	147	151	164	179	243	255	295	303	311	311	147	182	376	421	152	154	225	240	318	318	302	302	140	143	360	380	159	159	336	340	172	176	
31469	260	w	pulli	2003	147	151	167	170	249	249	287	295	313	313	157	197	376	396	154	154	250	260	346	346	294	310	146	149	355	380	159	159	340	340	176	178	
31470	260	w	pulli	2003	147	151	167	170	251	251	295	299	313	313	157	182	396	401	154	154	225	260	318	346	302	310	146	149	355	385	159	159	340	340	176	178	
31472	251	w	pulli	2003	147	147	167	173	243	251	291	295	311	313	182	187	391	411	154	154	225	235	314	318	286	314	143	143	355	390	163	163	340	340	172	174	
31473	268	w	pulli	2003	147	147	164	167	249	249	295	295	311	313	152	172	406	411	154	154	235	265	318	318	294	302	143	146	355	355	159	159	340	340	170	170	
31474	268	w	pulli	2003	147	151	164	167	249	249	293	295	305	311	152	172	386	396	154	154	235	265	318	346	294	302	146	146	370	390</							

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
31498	295	w	pulli	2004	147	151	164	170	249	255	295	301	307	309	157	177	406	411	154	154	225	240	322	342	290	302	143	149	375	375	155	159	340	346	170	170	
31499	296	m	pulli	2004	147	151	173	173	249	249	293	295	311	313	182	182	401	406	150	154	225	265	318	338	302	302	143	143	375	380	159	163	340	340	170	174	
31500	296	w	pulli	2004	151	151	164	164	249	249	295	303	307	313	182	182	391	401	154	154	245	265	318	346	302	302	143	146	380	380	159	159	340	340	174	176	
31501	292	w	pulli	2004	151	151	173	179	249	255	293	295	311	317	152	172	406	411	154	154	225	225	342	342	298	310	146	149	375	385	155	159	340	342	170	174	
31503	292	m	pulli	2004	147	147	170	173	245	249	293	293	311	317	177	182	376	406	154	154	225	245	338	350	298	302	143	149	370	375	159	163	340	340	170	174	
31505	292	w	pulli	2004	147	151	170	173	245	249	293	295	311	317	172	182	376	406	154	154	225	265	338	350	298	310	143	149	370	385	159	163	340	342	174	174	
31506	282	w	pulli	2004	147	151	170	170	249	249	293	295	311	313	157	177	381	416	154	154	240	300	318	318	302	306	143	155	355	380	155	159	336	340	170	176	
31507	282	w	pulli	2004	147	151	167	170	247	255	295	295	311	311	157	177	381	411	154	154	225	225	318	342	302	302	140	143	355	370	155	159	338	340	170	176	
31508	282	w	pulli	2004	147	151	164	167	247	255	293	293	311	313	157	177	381	416	154	156	225	300	318	342	302	302	140	143	355	370	155	159	338	340	170	176	
31509	324	w	pulli	2004	147	147	164	167	245	249	293	295	307	313	157	162	401	406	154	154	240	255	318	322	294	302	143	143	355	355	147	159	340	342	168	170	
31510	324	m	pulli	2004	147	151	164	173	245	251	293	295	307	317	157	167	401	406	154	154	240	255	318	322	294	310	143	143	355	355	147	159	340	340	170	174	
31511	324	m	pulli	2004	147	147	170	173	251	255	295	295	307	313	157	167	386	401	154	160	240	255	318	318	294	302	143	143	355	375	147	159	340	340	174	174	
31512	324	m	pulli	2004	151	153	167	170	245	251	293	295	307	317	157	162	401	406	154	160	225	235	318	322	294	302	143	143	355	375	147	159	340	342	170	174	
31513	290	m	pulli	2004	147	147	167	173	247	249	293	293	311	313	172	192	406	416	154	160	225	235	318	346	310	314	137	143	355	380	155	159	340	340	172	176	
31514	290	m	pulli	2004	147	151	167	173	247	249	293	293	307	315	182	192	406	421	152	160	235	240	318	322	310	314	137	146	355	380	159	159	336	340	172	176	
31516	290	m	pulli	2004	147	151	167	167	249	255	293	293	313	315	172	192	406	421	154	160	235	240	318	322	306	306	143	143	355	380	159	159	340	340	172	176	
31517	308	m	pulli	2004	147	151	170	170	247	249	293	293	305	319	152	157	406	416	154	154	235	250	318	318	302	314	140	149	355	380	159	159	336	338	170	172	
31519	308	m	pulli	2004	151	151	164	170	249	249	293	295	311	319	152	172	396	396	152	154	235	245	318	346	294	314	140	149	380	390	159	159	340	340	170	170	
31520	308	w	pulli	2004	151	151	170	170	247	249	293	295	305	311	152	172	396	396	152	154	235	245	318	346	294	294	140	149	355	380	159	159	340	340	170	170	
31521	273	w	pulli	2004	147	151	170	173	249	249	293	299	311	317	147	177	396	426	154	154	225	235	318	322	298	302	140	146	375	390	155	163	336	340	172	178	
31523	286	m	pulli	2004	147	147	164	170	249	249	293	297	313	313	177	202	391	406	154	154	240	240	314	322	298	298	143	143	375	380	159	163	336	346	176	176	
31524	286	m	pulli	2004	147	151	164	164	249	249	293	297	313	313	167	177	391	396	154	156	240	240	318	322	294	302	143	143	375	380	159	163	340	340	172	176	
31526	302	m	pulli	2004	147	147	164	170	249	249	293	297	313	317	177	177	406	406	154	154	265	280	318	322	302	310	140	143	355	375	159	159	336	340	174	174	
31527	302	m	pulli	2004	147	151	164	164	249	249	293	297	313	317	172	177	406	406	154	154	265	280	318	322	310	314	143	143	375	380	159	159	336	342	166	166	
31528	302	m	pulli	2004	147	147	164	170	249	249	293	297	313	317	177	187	406	406	154	154	225	250	318	322	310	314	140	143	355	375	159	159	336	340	166	174	
31529	302	m	pulli	2004	147	151	164	170	249	251	293	297	313	317	172	187	406	406	154	154	265	280	318	322	302	310	140	143	380	380	159	159	336	342	166	174	
31530	277	w	pulli	2004	147	147	164	170	249	249	293	293	311	313	157	177	396	396	154	154	225	245	318	338	290	310	143	149	375	380	159	159	336	342	166	174	
31532	277	m	pulli	2004	147	151	158	170	247	249	295	299	311	313	157	162	416	416	154	154	245	250	318	338	290	310	143	149	380	390	159	159	340	340	166	174	
31533	277	m	pulli	2004	147	147	164	170	249	249	293	295	311	311	157	162	396	411	152	154	225	245	310	318	290	310	140	143	375	375	159	159	336	340	174	174	
31534	277	w	pulli	2004	147	151	164	170	247	249	295	299	313	319	157	162	411	416	152	154	225	245	318	338	302	310	143	149	380	390	159	159	340	340	166	166	
31536	297	m	pulli	2004	147	151	167	173	249	255	287	301	311	319	157	162	396	401	154	154	245	260	318	342	290	302	143	146	355	355	159	159	340	340	172	174	
31539	313	m	pulli	2004	147	151	170	173	249	255	299	299	305	313	152	172	406	421	154	154	240	260	318	346	298	322	143	146	355	385	151	159	340	340	178	178	
31542	313	w	pulli	2004	147	151	164	167	249	249	295	301	307	311	182	182	406	406	154	154	235	245	322	322	294	310	143	149	370	380	159	159	340	340	172	172	
31543	313	w	pulli	2004	147	151	170	173	249	249	293	301	311	311	182	182	406	406	150	154	235	245	318	322	302	302	143	149	370	375	159	159	340	340	170	178	
31544	275	w	pulli	2004	147	151	167	173	249	249	299	299	311	317	157	172	406	421	154	154	235	225	318	318	302	302	143	143	355	380	147	159	340	342	170	174	
31547	275	m	pulli	2004	147	151	167	170	249	249	293	297	311	317	152	157	406	421	154	154	225	250	318	318	302	302	143	146	355	375	147	159	340	340	174	174	
31548	326	w	pulli	2004	147	147	164	164	249	249	295	295	313	319	167	182	401	411	154	154	235	240	318	318	294	306	143	143	355	365	159	159	340	340	170	172	
31549	326	m	pulli	2004	147	147	164	170	249	249	293	295	317	319	162	182	401	411	154	154	235	235	318	318	294	306	143	143	355	380	159	159	340	342	172	174	
31550	326	w	pulli	2004	147	151	164	164	243	249	293	293	311	313	162	182	401	411	154	154	240	250	314	318	294	306	143	143	355	380	147	159	340	342	170	172	
31551	305	w	pulli	2004	147	151	164	164	249	249	293	295	311	313	182	187	401	411	154	154	235	235	318	318	302	302	143	146									

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
31574	312	m	pulli	2004	147	151	167	167	249	255	293	295	311	313	157	177	401	426	154	154	225	240	318	326	298	314	143	143	355	355	155	159	340	340	174	176	
31578	283	m	pulli	2004	147	147	167	170	249	251	293	295	311	315	162	177	376	401	152	154	235	250	322	342	302	310	143	146	355	375	159	159	340	346	170	176	
31579	340	m	pulli	2004	147	147	167	173	249	253	295	295	307	311	142	157	396	401	154	154	225	235	318	322	298	302	143	143	355	390	159	159	340	340	170	170	
31583	320	m	pulli	2004	151	151	167	170	255	255	293	295	307	315	142	157	396	406	154	154	225	245	318	322	286	306	140	143	350	375	151	159	340	340	164	170	
31586	319	w	pulli	2004	151	151	164	164	249	251	293	299	307	313	172	182	396	401	154	154	225	235	318	318	290	298	143	143	355	370	159	159	336	346	174	180	
31589	318	m	pulli	2004	147	147	170	173	249	249	293	295	311	317	177	177	401	411	154	154	225	225	318	322	290	310	143	149	350	375	147	147	336	336	170	178	
31590	318	m	pulli	2004	147	151	164	170	247	249	293	299	313	317	177	182	396	416	154	160	225	235	318	322	302	306	143	143	350	375	147	159	336	340	172	178	
31597	186	m	pulli	2002	147	151	164	164	249	249	295	295	313	317	182	182	401	401	154	154	235	235	318	322	302	302	146	146	375	380	159	159	336	340	172	172	
31598	186	m	pulli	2002	147	151	164	170	247	249	293	303	311	313	182	182	401	401	154	154	235	265	318	322	302	302	143	146	355	380	159	159	336	340	170	170	
31599	186	w	pulli	2002	147	151	164	164	247	249	293	295	307	311	177	182	401	401	154	154	235	265	318	322	290	302	143	146	355	380	159	159	336	340	170	172	
31603	204	m	pulli	2002	151	151	170	170	249	251	301	301	313	315	172	197	396	406	154	154	225	265	318	322	294	314	143	143	370	380	147	159	336	340	174	178	
31604	211	w	pulli	2002	147	147	173	173	249	249	295	295	307	313	177	182	401	421	154	154	235	275	318	318	294	310	143	146	380	380	159	159	340	340	170	178	
31605	211	m	pulli	2002	147	147	164	173	249	249	295	295	307	313	177	182	386	421	150	154	235	275	318	318	302	310	143	143	355	380	159	159	340	340	170	178	
31606	207	w	pulli	2002	147	151	167	170	247	251	293	293	311	313	157	182	396	406	154	154	235	240	314	346	294	314	143	146	355	355	159	163	340	340	172	172	
31607	207	m	pulli	2002	147	151	167	170	249	251	293	293	311	313	182	182	396	406	154	154	235	240	314	318	294	314	140	146	355	370	159	159	338	340	172	172	
31609	205	m	pulli	2002	147	151	164	167	247	249	293	295	307	311	182	187	396	421	154	154	225	225	314	318	294	306	140	143	355	355	159	159	340	342	170	182	
31610	205	w	pulli	2002	147	151	164	167	249	255	295	295	303	307	315	157	192	396	421	154	154	225	235	318	342	294	298	143	146	355	355	155	159	340	344	170	182
31611	205	m	pulli	2002	147	151	164	173	247	249	293	295	311	319	182	192	401	421	154	154	225	225	314	318	294	298	143	146	355	375	159	159	340	344	170	178	
36055	360	w	pulli	2005	147	151	164	167	247	255	293	295	313	317	162	177	376	421	150	154	225	245	318	330	290	302	143	146	375	380	151	159	336	336	180	180	
36071	376	m	pulli	2005	147	153	164	164	249	251	293	293	311	311	162	177	401	406	154	154	255	280	318	322	298	298	143	143	355	375	159	159	336	340	166	166	
36072	332	w	pulli	2005	147	147	167	167	249	253	293	295	307	311	147	157	396	421	152	156	225	295	318	318	290	290	140	143	360	380	159	159	340	340	170	172	
36075	367	m	pulli	2005	147	147	164	173	243	249	293	293	313	317	177	182	396	411	154	154	235	240	314	322	298	302	143	143	380	380	147	159	340	346	172	176	
36077	367	w	pulli	2005	147	151	164	179	249	249	293	295	313	317	177	182	406	411	154	154	225	250	318	322	298	302	143	143	380	380	147	159	340	340	166	172	
36079	367	w	pulli	2005	147	151	173	179	249	249	293	295	313	319	177	182	396	411	154	154	225	250	318	322	302	302	143	143	365	380	147	159	340	340	172	176	
36084	400	m	pulli	2005	147	147	173	173	249	253	293	297	311	313	157	157	396	401	154	154	225	240	318	318	310	322	143	143	355	390	159	159	336	340	170	176	
36086	400	w	pulli	2005	147	151	164	170	249	249	293	295	311	313	157	157	401	406	154	154	225	225	318	322	302	322	143	143	355	390	159	159	336	340	174	178	
36087	400	w	pulli	2005	147	151	164	170	249	253	295	295	311	317	127	157	396	401	154	154	225	225	318	322	302	302	143	143	355	390	159	159	340	340	170	176	
36088	400	w	pulli	2005	147	147	173	173	249	249	295	295	311	313	157	157	396	401	154	154	225	240	318	318	302	310	143	143	355	375	159	159	336	340	176	178	
36090	356	m	pulli	2005	147	147	164	167	249	255	293	295	307	309	182	182	401	421	154	156	240	245	318	326	310	318	143	149	380	385	155	159	336	340	180	180	
36091	356	w	pulli	2005	147	147	164	173	249	255	295	295	301	307	307	147	182	406	421	154	154	240	245	318	326	310	318	143	149	355	385	155	159	340	340	180	180
36097	344	w	pulli	2005	147	151	158	164	249	253	295	295	307	307	147	152	406	406	154	154	240	240	318	342	302	306	143	143	375	380	159	159	340	340	172	172	
36098	344	m	pulli	2005	147	147	164	173	249	253	293	295	307	307	182	182	406	406	154	154	225	240	318	338	302	306	143	143	375	380	159	159	340	340	174	176	
36099	344	m	pulli	2005	147	151	158	164	251	253	295	295	309	311	147	182	406	406	154	154	240	240	318	342	298	302	143	143	375	380	159	159	340	340	174	176	
36100	338	w	pulli	2005	151	151	167	173	253	253	293	295	307	307	142	182	396	401	154	154	225	240	318	318	290	298	143	143	355	390	147	159	340	340	170	170	
36101	338	m	pulli	2005	147	151	167	173	249	255	293	295	307	311	182	182	396	406	154	154	225	235	318	322	290	298	143	143	380	380	159	159	340	340	170	172	
36102	338	w	pulli	2005	147	147	167	173	249	253	293	295	307	311	182	182	396	401	154	154	225	235	318	322	302	310	143	143	355	380	159	159	340	340	170	170	
36103	338	m	pulli	2005	147	151	167	173	249	255	293	295	307	311	142	157	396	406	154	154	225	235	318	322	302	310	143	146	355	390	147	159	340	340	170	172	
36104	338	w	pulli	2005	147	151	167	173	249	255	293	295	307	311	142	157	396	406	154	154	225	235	318	322	302	310	143	146	355	390	147	159	340	340	170	172	
36105	338	m	pulli	2005	147	151	167	173	249	255	295	295	307	307	157	182	396	401	154	154	225	235	318	322	298	302	143	146	380	390	159	159	340	340	170	170	
36106	344	m	pulli	2005	147	151	173	173	249	253	295	295	307	311	152	182	376	406	154	154	225	225	318	342	302	306											



Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b	
	36117	365	m	pulli	2005	147	151	164	170	249	249	293	295	313	317	157	182	396	401	154	154	235	240	314	318	302	302	143	146	375	380	159	159	336	336	176	176	
	36118	365	w	pulli	2005	151	153	164	170	249	249	293	295	313	313	157	182	401	401	154	156	235	240	318	354	298	302	143	146	355	380	155	159	336	340	172	176	
	36121	361	m	pulli	2005	147	147	170	170	249	255	295	301	307	315	167	182	396	401	154	154	225	240	318	322	302	314	143	146	355	380	159	163	340	340	172	176	
	36122	361	w	pulli	2005	147	147	170	170	249	255	299	303	307	307	167	177	396	401	154	154	225	245	318	322	298	314	146	149	355	380	159	163	340	340	172	176	
	36123	366	w	pulli	2005	147	147	164	170	251	255	293	299	305	319	157	197	396	396	154	154	235	250	318	322	298	322	143	146	355	390	151	159	340	346	170	170	
	36124	366	m	pulli	2005	147	147	164	170	251	255	293	299	305	319	172	197	396	401	154	154	240	255	318	322	286	298	143	146	355	375	151	159	340	340	170	180	
	36125	366	w	pulli	2005	147	147	164	170	251	255	293	303	305	319	157	172	396	401	154	154	235	250	318	322	286	298	143	146	355	390	159	159	336	340	170	178	
	36126	366	w	pulli	2005	147	147	164	170	249	255	293	299	305	305	172	197	396	421	154	154	235	250	318	318	306	322	143	146	355	390	151	159	336	340	178	178	
	36127	374	w	pulli	2005	151	151	164	170	249	253	293	293	305	319	157	187	401	431	154	154	265	295	322	322	290	302	140	143	355	355	159	171	336	338	174	180	
	36128	374	m	pulli	2005	151	151	167	170	251	253	293	293	305	311	172	187	376	401	154	154	240	295	318	322	290	302	140	143	355	355	159	171	336	338	170	174	
	36129	345	w	pulli	2005	147	147	167	170	249	255	293	293	311	313	172	187	391	411	154	158	225	225	346	354	298	310	143	149	370	375	159	159	342	344	166	166	
	36130	345	w	pulli	2005	147	147	158	164	249	255	293	293	311	313	172	187	391	411	154	158	225	235	310	354	298	310	143	146	375	385	159	159	342	344	166	166	
	36131	345	m	pulli	2005	147	151	158	164	249	249	293	293	311	313	157	192	386	391	154	158	225	225	310	318	302	310	143	149	370	375	159	159	340	340	166	176	
	36132	345	w	pulli	2005	147	151	158	170	249	249	293	295	311	319	157	172	386	391	154	158	225	235	346	354	302	310	143	146	375	380	159	163	340	342	166	172	
	36133	354	m	pulli	2005	147	147	170	173	247	249	293	293	313	317	182	182	396	416	154	154	235	245	318	318	294	310	143	146	370	375	159	159	338	340	170	174	
	36135	354	w	pulli	2005	147	151	170	173	243	249	293	299	313	317	177	182	411	416	154	154	245	280	314	318	286	314	143	146	355	375	159	159	340	346	166	170	
	36136	354	w	pulli	2005	147	147	167	173	243	249	293	299	307	317	177	182	396	416	154	154	235	245	318	318	286	314	143	146	355	370	159	159	340	346	170	174	
	36137	354	w	pulli	2005	147	147	170	170	243	249	293	299	311	313	182	182	411	426	154	154	235	245	318	318	286	314	143	143	355	375	159	159	340	346	170	174	
	36138	402	w	pulli	2005	147	151	167	173	249	249	293	295	307	313	182	197	406	411	150	154	225	235	318	322	306	314	143	146	370	375	159	159	340	346	166	172	
	36139	402	w	pulli	2005	151	151	173	173	249	249	295	301	307	307	157	177	411	421	154	154	235	270	318	318	294	314	143	146	370	375	159	159	340	340	166	172	
	36140	402	w	pulli	2005	147	151	167	173	249	249	297	301	311	313	157	177	406	421	154	154	235	270	318	318	322	306	310	146	146	355	370	159	159	340	340	170	172
	36141	402	m	pulli	2005	147	151	164	173	249	255	297	297	311	313	162	182	406	421	150	156	235	240	330	338	310	314	143	146	355	375	159	171	340	340	166	170	
	36142	391	m	pulli	2005	147	147	167	173	249	249	293	293	311	313	152	182	376	406	154	154	240	240	318	318	306	310	143	143	380	380	147	163	338	340	172	176	
	36143	391	m	pulli	2005	147	147	167	170	249	253	293	293	311	319	152	182	376	396	154	154	240	245	318	318	306	310	143	143	380	380	147	163	338	340	172	176	
	36144	391	m	pulli	2005	147	147	167	173	253	255	293	293	311	319	152	182	396	406	154	154	240	240	318	318	342	298	310	143	143	375	380	147	163	338	340	172	176
	36145	391	m	pulli	2005	147	147	167	173	249	253	293	293	311	319	152	177	396	406	154	154	245	245	318	318	298	310	143	146	375	380	159	163	338	340	174	176	
	36150	382	m	pulli	2005	147	147	161	170	249	253	293	297	311	315	172	182	386	406	154	154	225	275	318	322	294	298	143	143	355	370	159	159	340	340	172	178	
	36151	372	w	pulli	2005	147	151	164	167	249	249	293	295	311	317	157	157	406	426	154	154	245	270	318	318	342	302	306	140	146	355	390	159	163	336	340	168	172
	36152	372	w	pulli	2005	147	151	167	170	249	249	295	299	305	311	157	157	396	406	154	154	235	240	318	346	314	314	143	146	355	380	159	163	336	340	172	176	
	36153	372	w	pulli	2005	147	147	164	167	249	249	293	295	305	311	157	157	396	406	154	154	245	270	318	342	302	306	140	143	355	390	155	159	336	340	172	176	
	36154	Strebel	w	pulli	2005	147	147	167	173	249	249	295	295	311	313	187	192	406	406	154	154	265	300	318	318	294	314	143	146	370	375	151	163	340	340	172	178	
	36155	Strebel	m	pulli	2005	151	151	164	167	243	249	295	295	311	311	157	192	406	416	154	154	240	265	318	330	294	298	140	143	355	355	151	155	340	340	172	172	
	36156	Strebel	m	pulli	2005	147	147	167	173	249	249	295	295	311	313	187	192	406	406	154	154	240	265	318	318	294	314	143	146	355	370	159	163	340	340	172	172	
	36157	Strebel	w	pulli	2005	147	147	167	173	249	249	295	295	311	313	157	182	406	416	154	154	240	265	318	318	298	310	143	146	355	370	155	159	336	340	172	178	
	36158	Strebel	w	pulli	2005	147	147	164	167	249	249	293	295	311	313	157	182	406	416	154	154	265	300	318	318	294	314	140	143	370	375	151	163	340	340	172	172	
	36162	2306	w	pulli	2005	147	151	167	167	247	251	295	295	311	317	162	177	391	431	154	154	225	235	314	342	298	302	140	146	355	375	163	171	336	338	170	172	
	36164	Pfeufer	m	pulli	2005	151	151	164	173	247	249	295	295	311	313	182	182	396	406	154	156	225	235	318	318	302	310	140	143	375	380	159	163	336	336	172	172	
	36165	Pfeufer	m	pulli	2005	151	151	164	173	249	249	295	299	311	313	152	187	396	406	154	154	225	250	322	322	286	302	140	143	370	375	151	159	338	340	170	172	
	36166	Pfeufer	m	pulli	2005	147	151	173	176	249	249	295	299	311	313	152	187	406	426	154	156	250	300	318	322	298	310	140	143	375	380	151	159	338	340	170	172	
	36167	Pfeufer	m	pulli	2005	147	151																															

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b			
36177		2311	w	pulli	2005	147	151	167	170	249	255	287	293	315	319	157	187	401	406	154	154	245	255	318	322	298	306	140	143	350	390	159	163	340	340	170	170			
36178			m	pulli	2005	147	151	164	173	249	249	293	295	307	311	152	182	406	411	154	154	225	235	318	346	290	310	143	143	355	365	159	159	340	340	170	170			
36180		2302	w	pulli	2005	147	147	164	170	249	249	293	293	313	313	152	152	396	406	154	154	240	260	318	318	302	310	143	146	370	380	159	163	338	338	172	174			
36181			m	pulli	2005	147	147	167	170	249	249	293	293	311	315	147	197	406	406	154	154	260	265	318	318	302	310	143	146	380	385	159	163	338	340	170	178			
36182		2302	w	pulli	2005	147	147	164	170	249	249	293	293	313	313	147	197	396	406	154	154	225	240	318	318	302	310	143	146	370	380	159	159	340	346	170	178			
36183			m	pulli	2005	147	151	158	173	249	249	293	295	307	311	152	162	401	401	154	154	235	255	318	338	290	302	143	146	370	375	159	159	340	340	172	182			
36184		395	w	pulli	2005	147	151	173	176	249	249	293	295	307	311	152	182	401	401	154	154	245	255	318	318	302	302	143	143	355	380	159	159	340	340	176	182			
36185		382	m	pulli	2005	147	147	161	170	249	253	295	297	311	311	172	197	406	411	154	154	225	225	318	322	302	310	143	149	370	370	159	171	340	346	172	178			
36186		392	m	pulli	2005	147	151	167	170	249	255	293	303	311	311	157	177	396	396	154	154	235	245	318	322	302	310	137	146	355	370	151	159	336	342	170	176			
36187		392	m	pulli	2005	147	147	167	170	249	249	295	303	305	311	152	172	386	396	154	154	235	235	318	322	302	322	137	146	390	395	151	159	340	340	170	176			
36188		392	w	pulli	2005	147	147	167	167	249	249	293	295	311	311	152	172	396	396	154	154	235	245	318	322	294	322	137	146	355	390	151	159	340	342	170	170			
36189		392	m	pulli	2005	147	151	167	170	249	255	295	303	305	311	152	177	396	396	154	154	235	265	318	318	294	322	137	146	355	390	159	163	340	342	170	170			
36190		379	?	pulli	2005	147	147	170	173	249	255	299	299	311	311	152	177	406	416	154	160	235	245	318	322	302	310	143	146	380	380	159	159	336	340	170	172			
36192		379	w	pulli	2005	147	147	170	173	249	255	287	295	311	311	177	182	406	411	154	154	235	260	318	322	286	290	143	146	360	380	159	159	340	340	172	178			
36194		387	w	pulli	2005	147	147	164	164	249	255	295	303	311	317	157	157	411	426	152	154	240	250	318	322	302	314	143	143	355	360	155	171	340	340	172	176			
36197		369	m	pulli	2005	147	151	164	170	243	249	293	295	307	311	147	157	376	401	154	154	235	235	318	326	302	302	140	143	375	385	163	163	340	340	176	178			
36198		369	w	pulli	2005	147	151	164	167	249	249	293	295	307	307	157	182	396	426	154	154	235	250	318	318	298	302	143	143	370	390	155	163	340	340	166	176			
36199		369	w	pulli	2005	147	147	170	170	249	253	293	295	307	307	182	187	396	401	154	154	235	235	318	318	286	302	143	143	370	390	159	163	336	340	166	172			
36200		355	m	pulli	2005	147	147	167	173	249	249	293	299	311	317	157	172	406	421	154	154	225	250	318	322	302	306	143	143	375	380	147	159	340	342	172	174			
36201		355	m	pulli	2005	147	147	167	170	249	249	297	299	311	317	152	157	406	426	154	154	225	250	318	322	298	306	143	146	355	355	151	159	340	340	170	172			
36202		355	m	pulli	2005	147	151	167	173	247	249	293	297	311	317	157	172	426	426	154	154	225	225	322	322	302	306	143	146	355	380	151	159	340	342	172	174			
36203		355	w	pulli	2005	147	151	167	173	249	249	297	299	311	317	157	172	406	426	154	154	225	250	318	322	302	302	143	143	375	380	147	159	340	342	170	174			
36204		357	w	pulli	2005	147	147	167	167	247	251	295	299	311	313	157	182	401	426	154	154	250	260	322	346	302	306	143	143	375	385	151	159	340	340	170	178			
36205		357	w	pulli	2005	147	151	167	167	247	251	295	299	311	313	157	182	376	421	154	154	225	260	318	346	294	306	143	149	375	380	147	159	340	340	174	178			
36206		357	w	pulli	2005	147	151	167	167	247	249	295	299	311	313	157	197	376	421	154	154	225	260	322	346	294	306	143	143	355	385	147	159	340	340	174	178			
36207		357	m	pulli	2005	147	151	167	167	247	251	293	299	311	313	157	182	376	421	154	154	250	255	322	346	294	306	143	143	355	385	151	159	340	340	170	178			
36209		405	m	pulli	2005	151	151	164	167	249	255	293	295	307	307	152	182	396	406	154	154	225	245	318	354	302	302	146	146	355	380	147	151	338	340	172	172			
36211		364	m	pulli	2005	147	147	170	173	249	251	297	301	311	313	152	182	396	396	152	154	235	255	318	318	298	302	143	143	380	380	151	159	336	340	170	172			
36212		364	m	pulli	2005	147	147	170	173	249	251	297	301	311	313	157	182	396	396	154	154	235	245	318	318	298	306	143	143	380	380	151	159	336	340	170	172			
36213		364	m	pulli	2005	147	147	170	173	249	251	297	301	311	313	152	182	396	396	152	154	245	245	318	318	290	306	143	143	355	380	147	163	336	340	174	182			
36217		403	m	pulli	2005	147	151	164	164	249	249	295	303	311	313	182	182	401	411	154	154	235	235	318	322	302	302	143	146	370	375	159	159	336	342	172	182			
36218		403	w	pulli	2005	147	151	164	170	249	249	295	303	311	317	182	182	401	411	154	154	235	235	318	326	302	314	143	146	370	375	159	159	340	342	172	172			
36219		403	m	pulli	2005	147	151	164	164	249	249	293	295	311	313	182	187	401	411	154	154	235	235	318	318	302	302	143	146	355	380	159	159	336	340	172	172			
36221		353	m	pulli	2005	151	151	170	173	249	249	293	293	311	319	167	182	396	421	154	154	245	245	318	322	294	318	143	143	355	375	159	171	340	342	166	184			
36223		353	m	pulli	2005	147	151	170	173	249	249	293	293	307	319	152	197	396	401	150	154	245	245	318	322	286	318	143	143	355	375	159	171	340	340	166	176			
36225		375	w	pulli	2005	147	151	173	173	247	249	295	299	311	317	177	182	386	406	154	154	235	260	314	318	302	306	143	143	385	390	155	159	340	340	172	172			
36226		375	w	pulli	2005	147	151	164	173	247	249	293	295	307	313	182	197	386	406	154	154	235	235	322	322	306	306	143	143	380	385	155	159	340	346	172	172			
36227		375	m	pulli	2005	147	151	164	173	247	249	293	293	311	317	177	177	401	406	154	154	235	260	322	322	302	306	143	143	385	390	151	159	340	346	172	172			
36228		384	m	pulli	2005	147	151	170	173	247	249	293	293	313	319	177	182	386	396	154	154	225																		

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
36237	351	w	pulli	2005	147	147	164	167	249	249	293	299	313	317	177	177	396	416	154	160	225	235	318	322	290	310	143	143	350	375	147	151	340	340	170	170	
36238	351	m	pulli	2005	147	147	164	170	249	249	293	295	311	317	177	177	396	411	154	154	235	240	318	322	302	306	143	143	375	385	147	159	336	336	170	170	
36239	351	?	pulli	2005	147	151	170	173	247	249	293	295	311	313	177	182	401	416	154	160	225	235	318	322	290	306	143	143	375	385	147	151	336	340	172	178	
36240	351	m	pulli	2005	147	151	170	173	249	249	293	295	311	317	177	182	396	416	154	160	225	235	318	322	290	310	143	143	375	385	151	159	336	340	170	178	
36241	399	m	pulli	2005	147	151	167	176	247	249	293	293	307	311	157	172	406	411	154	154	225	245	318	318	302	310	143	143	370	375	159	159	340	340	172	172	
36242	399	m	pulli	2005	147	151	167	176	247	249	293	293	311	317	162	172	406	411	154	154	225	245	318	318	302	310	143	143	355	390	159	159	336	340	172	180	
36243	399	w	pulli	2005	147	151	167	170	247	249	293	293	307	317	162	172	406	421	150	154	225	225	314	318	302	310	143	143	370	390	159	159	336	340	172	172	
36244	399	m	pulli	2005	147	151	167	176	249	249	293	295	311	317	157	172	406	406	154	154	225	245	318	342	302	302	143	146	370	375	159	163	340	340	172	176	
36245	399	w	pulli	2005	151	151	167	170	247	249	293	293	307	317	157	172	406	406	154	154	225	225	314	342	310	310	143	146	355	390	159	159	340	340	172	180	
36246	397	w	pulli	2005	147	151	167	176	249	255	287	295	311	313	162	182	401	416	154	156	240	245	318	322	290	306	143	146	355	355	163	167	336	340	170	172	
36247	397	w	pulli	2005	151	151	167	176	249	255	293	295	309	311	162	182	401	436	154	156	260	270	318	322	290	306	143	146	355	370	163	167	340	340	172	178	
36248	397	w	pulli	2005	147	151	164	167	249	255	293	295	309	311	177	182	401	401	154	154	240	270	318	322	290	306	143	146	355	355	163	167	336	346	172	178	
36249	397	m	pulli	2005	151	151	164	167	247	249	287	295	311	313	162	172	401	436	154	156	240	245	318	322	290	294	143	146	355	355	163	167	340	340	172	178	
36250	385	w	pulli	2005	147	147	170	173	249	249	295	295	317	311	157	182	401	401	154	154	245	250	318	338	302	314	146	146	375	385	159	159	336	340	176	182	
36251	385	m	pulli	2005	147	151	170	173	249	249	295	297	311	313	162	177	376	401	154	154	250	265	318	338	294	314	146	146	375	380	147	159	336	346	170	176	
36253	389	w	pulli	2005	147	147	164	170	249	255	293	293	307	319	147	182	376	396	154	156	235	240	318	342	298	314	140	140	375	380	147	159	340	340	172	176	
36255	395	m	pulli	2005	151	151	167	173	251	251	301	303	307	313	177	197	401	406	154	154	245	275	318	330	294	302	143	149	370	375	159	159	336	346	172	174	
36257	390	m	pulli	2005	147	151	164	173	249	249	293	293	313	317	172	182	411	426	154	154	245	270	322	346	314	314	140	143	355	385	155	163	340	340	172	178	
36258	390	m	pulli	2005	147	147	164	170	249	249	297	299	311	313	142	182	396	411	154	154	235	275	318	346	298	302	143	143	355	375	155	155	340	340	164	176	
36259	407	m	pulli	2005	147	147	167	179	249	249	293	293	307	307	157	177	396	396	154	154	225	225	318	322	298	314	143	143	370	380	159	163	340	340	172	178	
36260	401	w	pulli	2005	151	151	167	176	249	255	293	295	311	317	157	172	386	416	154	154	245	265	318	318	302	302	143	146	375	380	159	163	336	340	170	180	
36261	401	w	pulli	2005	147	151	170	170	249	249	293	297	311	319	157	177	386	416	154	154	245	265	318	342	302	306	143	143	375	380	151	163	336	340	170	174	
36262	401	w	pulli	2005	151	151	170	170	249	255	293	297	311	317	157	177	386	416	154	154	235	245	318	318	302	306	143	146	365	375	159	163	336	340	170	174	
45619	421	m	pulli	2006	147	147	167	173	249	249	293	295	311	317	127	157	396	401	150	156	245	265	314	326	290	310	143	143	355	355	147	159	336	340	166	172	
45620	421	w	pulli	2006	147	147	164	173	249	249	293	295	317	319	172	177	411	421	150	156	235	295	314	318	290	310	143	143	355	380	159	159	336	340	170	172	
45621	421	m	pulli	2006	147	147	167	173	249	249	293	295	317	319	157	177	396	411	154	156	235	295	314	318	290	310	143	146	355	355	159	159	340	340	166	170	
45623	429	w	pulli	2006	147	147	164	167	249	249	295	301	307	311	157	172	401	411	154	158	250	270	318	322	290	322	143	143	375	390	163	163	340	340	170	172	
45624	429	m	pulli	2006	147	147	167	167	249	249	295	301	307	311	157	172	411	411	154	158	250	270	318	322	290	306	143	143	375	380	147	155	336	340	170	182	
45625	429	w	pulli	2006	147	147	164	164	249	249	293	295	307	311	157	182	401	411	154	154	225	245	318	322	290	322	143	143	375	380	155	163	340	340	170	182	
45626	446	w	pulli	2006	151	151	164	167	249	255	293	299	313	315	152	157	396	396	154	154	225	240	318	322	290	306	143	146	355	370	159	163	338	340	170	174	
45627	446	w	pulli	2006	151	151	164	167	249	255	293	295	311	311	152	157	411	416	154	154	235	245	318	322	290	310	140	143	355	370	151	159	338	340	170	174	
45628	409	w	pulli	2006	147	151	167	170	249	255	293	295	311	315	152	192	396	416	154	154	225	245	318	318	302	306	140	146	355	380	155	159	338	340	170	176	
45629	409	w	pulli	2006	147	151	167	170	247	255	295	297	311	311	172	182	416	416	152	152	225	245	318	318	302	314	140	146	355	380	159	159	336	340	170	176	
45630	409	m	pulli	2006	147	151	167	170	247	255	293	297	311	319	172	192	416	421	154	154	225	250	318	318	302	306	143	149	355	380	155	159	340	340	170	176	
45631	409	w	pulli	2006	147	151	167	170	249	255	293	295	311	311	152	192	416	416	154	154	240	245	318	318	294	306	140	146	355	380	155	159	338	340	166	170	
45632	447	m	pulli	2006	151	151	167	185	243	251	293	299	311	313	147	167	396	411	150	154	240	270	318	318	286	298	143	143	355	375	159	159	340	342	170	184	
45633	447	w	pulli	2006	151	151	167	185	249	251	293	299	311	313	182	197	391	396	154	156	240	270	318	318	286	294	143	146	355	375	159	171	340	340	166	170	
45634	447	m	pulli	2006	147	151	164	173	243	251	293	293	313	317	182	197	396	396	150	156	240	270	318	318	286	298	143	143	355	375	159	159	340	340	170	184	
45635	427	w	pulli	2006	147	151	167	173	249	249	293	297	311	313	157	157	396	411	154	156	225	245	322	354	302	310	143	146	355	355	155	159	340	342	172	176	
45636	427	m	pulli	2006	147	153	167	170	249	249	293	297	311	313	157	187	396	401	154	156	245	250	338	354	302	310	143	146									

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b	
45647		460	m	pulli	2006	151	151	164	170	249	251	293	293	307	313	152	182	421	421	150	154	225	240	318	322	298	318	140	143	355	375	159	159	338	340	166	172	
45648		460	w	pulli	2006	147	151	167	170	249	249	293	297	311	313	152	177	411	421	150	154	225	240	322	322	294	318	140	143	355	375	155	159	340	340	170	176	
45649		432	w	pulli	2006	147	147	164	167	249	249	299	301	307	313	157	197	406	406	154	154	225	225	318	346	294	310	146	149	355	375	163	163	340	342	178	180	
45650		432	m	pulli	2006	147	147	164	170	249	249	295	301	307	313	182	197	401	406	154	154	225	255	318	346	294	302	146	149	375	385	159	163	336	340	176	180	
45651		432	w	pulli	2006	147	147	167	173	249	251	299	301	307	313	157	197	376	406	154	154	225	265	318	346	294	302	146	149	375	385	159	163	340	342	170	178	
45652		433	m	pulli	2006	147	151	167	170	249	249	287	301	307	307	157	197	396	416	154	154	235	250	318	322	302	314	143	146	350	380	151	163	340	340	166	170	
45653		433	w	pulli	2006	147	151	167	170	243	249	293	295	307	311	157	177	406	406	154	154	245	265	318	318	306	314	143	146	375	380	151	163	336	340	162	170	
45654		433	m	pulli	2006	147	151	167	170	243	255	293	301	307	311	157	197	396	406	154	154	245	250	318	322	306	314	140	143	375	380	151	163	340	340	162	166	
45656		435	m	pulli	2006	151	151	170	170	247	249	299	299	311	317	172	182	411	426	154	154	235	235	318	322	306	310	146	146	375	380	159	159	336	346	170	170	
45657		435	m	pulli	2006	147	151	167	170	243	249	299	299	311	311	157	177	416	416	154	154	235	245	318	322	306	310	143	143	355	380	159	159	336	338	170	178	
45658		435	w	pulli	2006	151	151	167	170	247	249	293	293	311	311	157	172	416	416	154	154	235	235	318	318	302	310	143	146	355	365	159	159	336	338	170	170	
45665		437	m	pulli	2006	147	151	167	173	249	255	293	303	305	311	152	172	396	401	154	154	225	245	318	318	286	322	137	149	380	395	163	171	340	340	170	170	
45666		437	w	pulli	2006	147	151	167	173	243	255	293	303	305	311	167	177	376	396	154	154	245	245	318	322	286	310	146	149	355	380	151	151	342	342	170	172	
45667		434	w	pulli	2006	151	151	170	173	247	249	295	295	307	311	152	177	396	401	154	154	235	240	318	346	294	310	146	149	360	390	151	159	340	340	170	174	
45668		463	m	pulli	2006	147	147	170	182	249	249	293	293	317	317	127	182	396	406	154	154	235	245	318	318	286	294	143	143	370	370	147	159	340	340	170	174	
45669		463	w	pulli	2006	147	147	173	182	249	249	293	293	313	313	182	182	406	416	154	154	235	245	318	318	286	310	146	146	370	370	159	159	338	340	172	174	
45670		463	w	pulli	2006	147	147	170	182	247	249	293	303	313	317	127	182	406	416	154	154	225	245	318	318	286	294	143	143	370	370	147	159	340	340	170	172	
45672		452	m	pulli	2006	147	147	170	173	251	255	295	303	313	313	152	172	406	421	154	154	240	260	318	318	306	322	140	143	355	355	151	159	340	340	170	178	
45673		453	w	pulli	2006	147	147	170	173	243	249	293	295	311	315	152	197	386	401	154	156	250	265	318	318	298	302	143	146	355	370	159	171	340	340	170	170	
45674		453	m	pulli	2006	147	147	167	173	249	249	293	295	311	313	157	177	386	406	154	154	225	235	318	318	302	310	143	146	380	390	159	171	336	340	170	172	
45675		453	m	pulli	2006	147	147	167	173	249	249	295	295	311	315	157	197	386	401	154	154	225	265	318	318	298	302	143	146	355	370	159	171	336	340	170	170	
45676		454	m	pulli	2006	147	151	164	173	249	249	293	293	307	321	147	192	406	411	154	154	225	270	318	326	306	310	143	143	380	390	159	163	340	340	170	180	
45677		454	m	pulli	2006	147	151	164	173	249	249	293	303	307	319	157	192	406	411	154	154	240	270	318	326	306	310	143	149	355	380	155	159	340	340	174	180	
45678		454	w	pulli	2006	147	151	164	173	249	249	293	303	311	319	157	192	406	411	154	154	240	240	326	342	306	310	143	149	355	380	159	163	340	340	170	180	
45679		454	m	pulli	2006	147	151	164	170	249	249	293	293	307	321	147	162	406	411	154	154	240	240	318	342	302	310	143	143	380	390	159	163	340	340	170	180	
		45680	Auernhofen-Thorwart	m	pulli	2006	147	147	170	173	249	249	293	301	307	313	167	197	406	416	154	154	225	225	318	346	294	306	143	143	375	385	159	159	342	346	172	178
45682		473	m	pulli	2007	147	147	170	170	249	249	293	293	305	319	152	157	396	401	154	154	245	255	318	318	302	306	143	149	380	390	159	159	336	338	170	170	
45683		473	m	pulli	2007	147	147	170	170	247	251	293	297	319	319	157	172	396	416	152	154	245	255	318	322	302	306	143	149	375	380	159	159	336	340	170	170	
45685		473	m	pulli	2007	147	147	170	170	249	251	293	293	305	319	152	197	396	401	152	154	250	255	318	322	302	306	140	143	380	390	159	159	336	338	170	180	
45687		479	m	pulli	2007	147	147	167	173	247	249	293	295	311	311	127	157	411	421	150	154	225	265	314	322	306	306	143	143	355	355	151	159	336	336	170	174	
45689		479	w	pulli	2007	147	147	167	170	249	249	293	299	311	311	157	177	411	426	154	154	225	235	314	318	306	306	143	143	370	375	151	159	336	340	170	174	
45690		479	m	pulli	2007	147	147	167	173	249	249	295	299	311	311	127	157	411	426	154	154	225	235	314	318	302	310	143	143	355	370	147	159	336	340	166	170	
45691		511	w	pulli	2007	147	151	164	170	251	255	293	297	311	313	157	187	391	406	154	154	225	275	318	354	298	302	143	146	385	385	151	159	340	344	166	172	
45692		511	m	pulli	2007	147	151	158	170	251	255	293	297	311	311	147	187	391	406	154	154	225	245	318	354	310	314	143	143	375	385	159	159	340	344	166	172	
45693		511	m	pulli	2007	147	151	164	170	249	251	293	297	313	313	157	172	391	406	154	154	225	245	310	318	302	310	140	143	375	385	151	159	340	342	166	172	
45694		511	m	pulli	2007	147	151	164	179	249	255	293	303	311	313	157	182	406	411	154	158	225	245	318	354	302	310	140	143	370	375	151	159	340	344	166	172	
45695		471	w	pulli	2007	147	147	173	182	249	249	293	295	307	311	152	182	406	406	154	154	240	240	318	346	298	310	143	143	375	380	159	171	340	340	166	170	
45696		471	m	pulli	2007	147	147	164	182	247	249	295	295	307	311	152	167	406	421	154	154	240	245	318	318	286	298	143	143	375	380	159	171	336	340	170	174	
45697		471	w	pulli	2007	151	151	173	173	249	249	295	295	311	311	152	167	401	406	154	154	240	245	322	346	286	298	143	143	380	380	159	159	336	340	174	180	
45698		471	w	pulli	2007	147	151	173	1																													

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
45708	529	w	pulli	2007	147	151	170	173	243	249	293	295	311	315	152	177	396	401	154	154	225	265	318	318	294	298	143	146	380	390	159	171	340	340	170	170	
45709	529	w	pulli	2007	147	147	170	173	243	249	293	295	311	313	152	197	396	401	154	156	225	235	318	318	298	302	143	146	380	390	159	171	340	340	170	172	
45710	529	m	pulli	2007	147	147	170	173	243	249	293	295	311	315	152	197	386	401	154	156	250	265	318	318	294	310	143	146	370	380	159	159	340	340	170	172	
45712	494	m	pulli	2007	147	147	164	164	249	255	295	301	307	311	157	162	391	411	154	154	235	250	314	322	298	322	140	143	350	375	155	163	338	340	170	170	
45713	494	w	pulli	2007	147	147	164	167	249	255	293	295	307	317	157	187	391	411	154	158	235	250	314	322	298	322	143	152	350	375	155	163	336	340	170	176	
45714	494	m	pulli	2007	147	147	167	167	247	255	293	295	307	311	162	172	411	416	154	154	225	225	314	322	298	322	143	152	355	375	155	155	336	338	170	170	
45715	494	w	pulli	2007	147	147	164	164	247	249	295	301	307	317	162	172	411	416	154	154	225	235	322	326	298	322	140	143	350	375	155	163	336	338	170	176	
45716	494	w	pulli	2007	147	147	164	167	247	255	295	301	307	317	162	172	411	416	154	154	235	250	322	326	298	322	143	152	350	375	155	163	336	338	170	176	
45718	490	w	pulli	2007	151	151	167	173	243	249	295	295	307	307	177	192	401	401	150	154	235	240	318	322	306	318	146	149	360	375	151	159	340	340	172	178	
45719	547	m	pulli	2007	147	147	164	173	243	249	293	301	307	313	157	177	376	386	154	154	225	245	318	342	294	310	140	143	355	380	147	163	336	340	170	176	
45720	547	w	pulli	2007	147	151	164	173	243	249	293	293	313	315	157	177	391	401	154	154	225	245	318	342	298	310	140	140	355	380	147	171	336	340	170	176	
45721	547	w	pulli	2007	147	147	164	173	243	249	293	293	307	313	177	182	376	401	154	156	225	245	318	342	298	298	143	143	355	380	151	163	340	340	176	182	
45722	547	m	pulli	2007	147	151	173	179	249	249	293	293	307	313	177	182	376	386	154	154	225	245	318	322	294	298	140	143	375	380	151	163	340	340	170	176	
45723	545	m	pulli	2007	147	151	170	176	249	249	293	299	315	317	157	172	406	426	154	154	270	270	318	322	314	318	143	143	355	385	155	163	336	340	170	176	
45724	545	w	pulli	2007	147	151	164	170	249	249	293	293	311	313	157	177	396	426	154	154	225	270	318	318	298	302	140	143	375	380	155	163	340	340	170	176	
45725	545	w	pulli	2007	147	151	164	170	249	249	293	299	311	313	182	182	396	426	154	154	225	270	322	322	298	302	140	143	355	375	155	159	336	340	170	172	
45726	545	w	pulli	2007	147	147	164	173	249	249	293	293	311	313	177	182	396	396	154	154	270	270	322	322	298	302	140	143	375	380	155	163	336	340	170	172	
45727	468	w	pulli	2007	147	147	164	170	247	249	299	299	311	317	152	182	411	426	154	154	225	250	318	322	290	298	143	146	355	375	151	159	340	340	170	172	
45728	468	w	pulli	2007	147	147	164	170	247	249	295	297	311	317	152	177	406	411	154	154	225	250	318	322	290	298	143	143	355	375	159	159	336	340	172	172	
45729	468	m	pulli	2007	147	147	164	167	247	249	297	299	311	317	152	182	406	411	154	154	225	250	322	322	302	306	143	143	355	375	151	159	340	340	170	172	
45730	481	w	pulli	2007	151	151	170	170	249	249	297	299	317	317	152	172	406	426	154	154	225	250	318	318	302	302	143	143	355	375	159	159	340	342	172	174	
45731	481	m	pulli	2007	151	151	170	173	249	249	293	297	317	317	152	157	406	426	154	154	225	250	318	322	298	302	143	146	355	355	147	159	340	340	172	174	
45732	481	m	pulli	2007	147	151	167	170	249	249	297	299	311	317	152	152	406	406	154	154	225	225	318	318	302	302	146	146	375	380	159	159	340	340	174	174	
45733	481	m	pulli	2007	151	151	167	173	249	249	293	299	317	317	152	172	406	406	154	154	225	250	318	322	298	302	146	146	355	380	159	159	340	342	172	174	
45734	513	m	pulli	2007	147	151	164	173	249	253	293	297	311	317	142	172	391	406	154	154	225	265	318	318	314	314	143	146	375	380	151	159	340	342	170	170	
45735	513	w	pulli	2007	147	147	164	167	249	253	297	297	311	317	172	187	406	411	154	154	225	280	318	318	310	314	143	146	355	380	159	163	342	342	166	170	
45736	513	m	pulli	2007	147	147	164	173	247	249	293	295	311	317	142	172	391	406	154	154	235	265	318	322	310	314	143	146	375	380	151	159	340	342	166	170	
45737	513	w	pulli	2007	147	147	167	173	249	253	293	297	311	317	177	187	391	406	154	154	225	265	318	322	310	314	143	146	355	380	159	163	336	342	166	170	
45738	470	m	pulli	2007	151	151	170	173	249	251	293	293	311	319	157	182	406	406	154	154	225	265	346	346	294	310	143	143	355	370	159	159	340	342	170	176	
45739	470	m	pulli	2007	147	151	170	173	243	249	293	295	311	311	157	177	396	401	154	154	225	265	314	314	286	310	143	146	370	385	155	159	340	342	172	176	
45740	470	m	pulli	2007	151	151	173	176	249	251	295	299	311	311	157	177	406	406	154	154	225	265	346	346	286	310	143	143	355	370	159	159	340	342	176	176	
45741	470	m	pulli	2007	147	147	170	173	243	249	293	293	313	319	172	182	396	401	154	154	225	265	314	346	286	310	146	146	370	385	155	159	340	340	170	176	
45742	474	m	pulli	2007	147	151	164	167	249	251	295	299	305	311	182	182	406	421	154	154	235	260	318	318	286	310	143	143	355	370	159	159	336	340	172	178	
45743	474	m	pulli	2007	147	151	164	167	247	251	295	299	305	311	162	182	401	421	154	154	235	300	314	318	286	310	143	143	355	370	151	159	340	340	170	172	
45744	474	m	pulli	2007	147	151	164	173	247	251	299	303	311	313	162	172	401	406	154	154	235	300	314	318	286	298	143	143	355	370	151	159	340	340	170	170	
45746	467	w	pulli	2007	147	147	167	173	249	249	301	303	307	311	182	187	406	406	154	154	225	245	322	322	290	294	143	143	370	375	151	159	340	340	172	174	
45747	467	w	pulli	2007	147	147	164	170	249	253	301	303	311	311	182	192	406	411	154	154	225	235	318	322	290	310	143	143	370	375	147	159	340	340	172	174	
45749	469	m	pulli	2007	147	151	167	167	247	249	293	297	311	319	157	157	386	421	154	154	225	245	322	342	302	306	143	143	375	375	147	159	340	340	174	180	
45750	469	m	pulli	2007	147	147	167	170	247	255	295	299	311	319	157	157	401	421	154	154	225	265	318	322	302	302	143	143	375	375	147	163	336	340	170	180	
45751	483	m	pulli	2007	147	151	167	173	249	255	295	295	307	311	142	202	406	416	154	154	235	240	318	334	290	290	143	143									

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
45770	491	w	pulli	2007	147	147	164	170	249	249	293	299	311	311	157	172	401	411	154	154	240	300	318	322	302	302	143	143	380	380	151	159	336	340	176	182	
45771	507	w	pulli	2007	147	151	170	173	251	255	295	301	311	319	152	157	376	396	154	154	225	245	318	342	302	314	143	143	370	375	159	159	340	340	172	182	
45772	507	w	pulli	2007	147	151	170	173	251	255	295	297	313	319	152	157	406	411	154	154	245	245	318	342	314	314	143	143	370	375	159	159	340	340	172	182	
45773	549	w	pulli	2007	151	151	170	173	249	255	295	301	311	311	167	177	376	421	154	154	225	225	318	330	286	314	143	146	380	380	151	159	340	342	170	170	
45774	549	w	pulli	2007	151	151	164	173	249	249	295	301	311	311	152	177	376	401	154	154	225	265	318	318	286	314	143	146	355	380	151	151	340	340	170	174	
45775	549	w	pulli	2007	151	151	170	173	243	249	293	301	311	315	152	177	376	421	154	154	225	265	318	322	286	290	143	149	355	380	151	171	340	340	170	174	
45776	503	w	pulli	2007	147	151	164	173	249	249	295	295	311	319	182	182	406	411	150	154	235	245	318	338	302	302	143	149	380	385	159	159	340	340	172	182	
45777	503	m	pulli	2007	147	151	164	164	249	249	295	295	311	313	182	182	411	421	154	154	235	245	322	338	310	314	143	149	380	380	147	159	340	340	172	182	
45778	503	w	pulli	2007	147	151	164	173	249	249	293	295	307	313	182	182	406	411	150	154	235	265	318	322	310	314	143	149	375	380	147	159	336	340	170	182	
45779	495	w	pulli	2007	147	151	170	173	249	251	293	297	307	317	152	182	406	406	154	154	245	250	318	318	290	302	143	149	355	365	147	163	340	342	174	178	
45780	495	m	pulli	2007	147	151	164	179	247	249	293	295	307	313	182	182	406	416	150	154	225	245	318	322	290	294	143	149	375	380	159	163	336	340	166	172	
45781	495	m	pulli	2007	151	151	173	179	247	251	293	295	307	313	182	182	406	416	150	154	225	225	318	322	290	294	143	149	375	380	159	163	340	342	172	178	
45784	477	m	pulli	2007	147	151	164	176	249	251	293	299	311	313	152	157	386	421	154	154	255	275	318	322	310	314	143	143	370	380	159	159	338	340	174	174	
45787	512	w	pulli	2007	151	151	164	182	247	249	293	293	311	317	167	177	396	401	154	154	225	225	318	322	302	322	143	143	355	370	159	159	340	340	172	176	
45788	508	w	pulli	2007	147	151	158	167	247	255	293	295	311	313	172	182	401	406	154	154	225	240	318	322	290	302	143	143	355	390	155	159	340	340	168	174	
45789	508	m	pulli	2007	147	147	158	167	249	255	293	295	311	313	157	182	401	426	154	154	225	240	318	350	302	306	143	146	355	390	155	163	340	340	174	176	
45790	508	m	pulli	2007	147	147	164	167	247	249	295	295	307	311	157	182	406	426	154	154	225	265	322	350	302	306	143	146	355	390	155	163	340	340	168	174	
45791	508	w	pulli	2007	147	151	158	167	247	255	295	295	311	313	182	182	406	411	154	154	225	240	318	322	290	302	143	146	355	390	155	159	340	340	174	176	
45792	476	w	pulli	2007	147	151	167	170	249	251	299	299	307	313	157	182	401	401	154	154	260	265	318	346	298	302	143	146	375	385	159	159	340	340	170	176	
45794	496	w	pulli	2007	151	151	164	173	249	255	293	295	307	307	157	182	401	401	154	154	235	240	318	322	310	314	143	143	355	385	159	159	340	340	170	180	
45795	496	w	pulli	2007	147	151	164	173	249	255	293	295	307	309	157	182	401	421	154	154	240	265	318	322	314	318	143	143	380	380	159	159	340	340	170	180	
45796	496	m	pulli	2007	147	151	164	173	249	255	293	295	307	307	147	177	401	421	154	154	235	240	318	322	310	314	143	143	355	385	151	159	340	340	170	180	
45797	509	m	pulli	2007	147	147	164	167	249	253	293	295	311	313	152	182	401	406	154	154	235	245	318	322	302	310	143	146	375	380	147	159	336	338	172	178	
45798	484	m	pulli	2007	147	147	164	173	243	249	293	293	307	311	157	157	391	421	154	154	245	270	318	318	290	310	143	146	370	380	151	155	338	340	170	180	
45799	484	m	pulli	2007	147	147	170	170	249	255	293	293	307	311	157	157	391	411	154	154	225	240	326	330	290	310	143	146	355	380	155	159	340	340	170	180	
45800	484	w	pulli	2007	147	147	170	173	249	255	293	293	307	311	147	157	391	421	154	154	225	270	318	330	290	290	146	149	370	380	155	159	338	340	170	180	
45801	484	w	pulli	2007	147	147	164	170	243	249	293	293	307	307	127	147	401	411	154	154	245	270	318	318	290	306	146	149	370	380	151	159	340	340	170	172	
45802	484	m	pulli	2007	147	147	170	170	249	255	293	293	311	317	147	157	391	421	154	154	225	270	318	330	306	310	143	146	355	380	151	155	338	340	170	172	
45803	472	w	pulli	2007	147	147	164	167	247	249	293	293	305	311	157	192	401	426	154	154	240	240	318	322	286	290	143	143	355	355	159	171	338	340	170	176	
45804	472	m	pulli	2007	147	151	164	167	249	255	295	299	311	315	157	192	401	426	154	154	240	275	318	330	290	306	143	143	355	370	159	159	338	340	170	176	
45805	472	w	pulli	2007	147	147	164	167	247	249	293	299	305	311	157	192	401	406	154	154	265	275	318	318	286	310	143	143	355	370	159	159	338	340	172	176	
45806	493	w	pulli	2007	147	151	164	167	249	249	295	297	307	311	167	172	401	421	154	154	225	245	318	346	290	306	143	146	355	380	147	147	336	340	172	172	
45807	493	m	pulli	2007	147	151	164	164	249	249	293	301	307	311	167	182	411	421	154	154	235	245	318	346	290	294	143	146	375	380	147	163	340	340	170	182	
45808	493	m	pulli	2007	147	151	164	167	249	255	293	301	307	311	177	182	401	421	154	154	225	245	330	342	290	306	143	146	355	380	147	163	336	340	170	182	
45810	498	w	pulli	2007	147	151	176	176	247	251	293	301	307	311	187	197	406	406	154	154	225	250	318	318	302	306	140	143	370	375	151	159	336	346	166	170	
45812	542	w	pulli	2007	147	151	164	170	243	255	293	293	307	313	172	177	391	406	150	154	225	245	342	354	298	310	143	143	355	380	159	171	336	340	170	174	
45813	542	w	pulli	2007	147	147	164	173	243	253	293	293	311	315	172	177	376	406	150	156	225	245	318	342	310	310	140	146	355	380	147	151	340	342	174	182	
45819	506	w	pulli	2007	151	151	164	170	249	249	293	295	311	317	167	182	406	431	154	154	225	250	318	322	310	314	140	146	375	375	155	163	336	336	172	172	
45821	504	m	pulli	2007	147	147	170	173	249	251	295	297	311	313	152	157	396	396	152	152	250	255	318	338	290	298	143	143	375	380	151	159	336	336	170	170	
45823	504	w	pulli	2007	147	147	170	173	249	249	299	301	311	313	152	162	396	411	154	154	235	250	318	338	290	302	143	149									

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
45838	527	m	pulli	2007	147	151	164	170	249	249	293	293	311	313	177	182	421	421	152	154	240	245	322	322	298	318	143	149	355	375	159	163	340	340	166	170	
45841	497	m	pulli	2007	147	147	167	170	249	255	293	299	311	317	167	172	396	431	154	154	240	240	318	354	302	314	143	143	355	370	159	159	340	342	170	172	
45843	514	m	pulli	2007	147	151	170	170	249	253	295	297	311	311	152	157	401	411	154	154	225	240	318	322	310	318	143	146	370	375	155	159	340	340	166	174	
45844	502	m	pulli	2007	151	151	173	173	251	253	293	295	311	313	152	172	406	421	154	154	240	260	318	322	310	310	143	143	355	385	159	159	340	340	170	178	
45845	502	w	pulli	2007	147	151	173	176	249	249	295	295	311	313	152	182	386	396	154	154	240	260	346	346	310	310	143	146	355	385	155	159	340	342	170	178	
45846	502	w	pulli	2007	147	151	170	176	251	253	295	295	307	313	177	182	406	421	154	154	225	260	318	322	310	310	143	143	375	395	155	159	340	342	170	178	
45847	524	m	pulli	2007	147	151	164	167	255	255	293	295	311	311	157	182	396	396	154	154	225	265	318	330	294	302	143	143	355	355	159	159	336	340	172	172	
45848	524	m	pulli	2007	147	151	158	167	255	255	295	303	311	317	182	192	396	396	154	154	225	240	318	330	302	314	143	143	355	355	159	159	340	340	172	172	
45849	492	w	pulli	2007	147	147	164	173	249	251	295	299	311	317	152	157	401	406	154	154	235	245	322	346	310	310	143	146	370	390	159	159	340	340	174	178	
45853	515	w	pulli	2007	147	147	170	170	243	249	293	293	311	313	177	182	396	416	152	154	235	245	314	326	286	314	143	149	355	355	159	159	340	340	166	174	
45855	522	w	pulli	2007	147	151	158	164	249	249	293	295	311	311	157	182	396	406	154	154	225	250	318	346	290	302	140	143	375	380	159	159	336	340	174	174	
45856	522	m	pulli	2007	147	151	158	164	249	249	293	295	311	319	147	157	396	406	154	154	240	250	318	346	302	310	140	143	375	380	159	159	336	340	172	172	
45857	522	m	pulli	2007	151	151	158	164	249	249	293	295	311	319	147	162	396	406	154	154	240	250	318	346	302	310	143	143	375	380	159	159	340	340	172	174	
51226	565	?	pulli	2008	147	151	167	173	247	249	297	299	313	317	152	182	376	406	154	154	225	255	318	322	294	298	143	146	355	380	151	159	340	340	170	174	
51227	565	m	pulli	2008	147	147	167	170	249	251	293	299	313	317	152	157	406	421	154	154	225	250	318	346	298	306	143	143	355	380	151	159	340	342	174	178	
51228	565	m	pulli	2008	147	151	167	170	247	249	297	299	311	317	152	182	421	426	154	154	225	250	318	322	298	306	143	146	355	385	151	159	340	340	172	178	
51229	565	m	pulli	2008	147	151	167	173	249	251	293	297	311	317	152	182	421	426	154	154	225	255	322	346	294	302	143	146	355	380	159	159	340	340	172	178	
51230	565	?	pulli	2008	147	147	167	170	247	249	293	297	311	317	152	182	406	421	154	154	225	250	318	322	294	302	143	143	355	380	151	159	340	340	174	178	
51231	555	w	pulli	2008	147	147	167	173	249	255	293	295	311	313	157	182	376	426	154	154	240	250	318	342	302	314	143	149	355	390	147	159	340	340	174	176	
51232	555	m	pulli	2008	147	147	164	167	249	255	293	293	311	313	157	177	396	421	154	154	225	245	318	342	306	306	143	146	375	375	151	163	340	340	170	174	
51235	555	w	pulli	2008	147	147	164	167	249	249	293	293	311	313	157	182	396	426	154	154	240	250	318	318	302	306	143	146	355	390	147	159	336	340	174	174	
51236	642	m	pulli	2008	147	147	167	173	249	253	297	299	311	311	177	187	391	406	154	154	225	225	318	322	314	314	143	146	355	375	151	159	342	342	166	170	
51237	642	w	pulli	2008	147	147	173	173	247	249	297	299	311	311	142	177	391	406	154	154	225	225	318	322	314	314	143	146	355	375	159	163	340	342	166	170	
51238	642	w	pulli	2008	147	147	167	173	247	249	297	299	311	311	142	177	406	411	154	154	235	280	318	322	314	314	143	146	355	375	159	163	336	340	166	170	
51239	642	w	pulli	2008	147	147	164	173	247	249	293	295	311	311	177	187	391	406	154	154	225	280	318	318	298	310	143	146	380	380	159	163	342	342	166	170	
51240	576	m	pulli	2008	147	147	164	167	249	249	295	299	307	313	182	182	401	406	154	160	235	265	318	322	290	302	143	146	370	380	159	163	336	336	182	182	
51241	576	w	pulli	2008	147	147	164	173	249	251	295	299	307	313	182	182	401	406	154	160	235	265	318	322	290	302	143	146	355	375	159	163	336	336	182	182	
51242	576	m	pulli	2008	147	147	164	173	249	249	293	295	307	317	182	182	401	421	154	154	235	265	318	318	290	302	143	146	355	380	159	163	336	336	172	182	
51243	564	m	pulli	2008	147	151	167	167	247	249	293	293	313	317	157	177	411	421	154	154	225	225	318	342	302	310	143	143	380	390	151	159	340	340	170	172	
51244	564	w	pulli	2008	147	151	164	167	249	249	293	301	313	317	157	177	421	426	154	154	225	225	318	342	302	310	143	143	380	390	151	155	340	340	170	172	
51245	564	w	pulli	2008	151	151	164	167	249	249	293	301	311	317	157	177	411	421	154	154	225	225	318	318	290	302	143	143	355	380	151	155	340	340	170	172	
51246	564	m	pulli	2008	147	151	164	167	249	249	293	301	313	317	157	162	421	426	154	154	225	225	318	318	290	302	143	143	380	390	159	159	336	338	170	172	
51247	557	m	pulli	2008	147	151	164	170	249	249	293	293	317	317	157	172	401	411	154	154	245	270	322	322	302	314	140	143	355	355	155	159	336	340	170	172	
51248	557	m	pulli	2008	151	151	164	170	249	249	293	293	317	317	172	177	401	426	154	154	225	270	322	322	302	314	140	143	355	385	159	163	340	340	170	172	
51249	557	m	pulli	2008	147	147	170	173	249	249	293	293	307	317	172	177	396	411	154	154	225	245	322	322	314	322	140	143	375	385	159	163	340	340	172	176	
51250	557	m	pulli	2008	147	151	164	173	249	249	293	293	307	313	157	182	401	411	154	154	225	245	318	346	314	322	140	143	355	355	159	163	336	340	172	176	
51251	558	m	pulli	2008	147	151	164	173	249	255	295	297	305	317	167	172	401	421	154	154	235	260	318	346	290	306	143	146	355	375	151	159	340	340	170	182	
51252	558	w	pulli	2008	147	147	164	164	249	255	297	303	305	317	167	182	401	401	154	154	235	235	318	346	294	306	143	146	355	370	151	159	340	340	178	182	
51253	558	m	pulli	2008	147	147	164	164	249	255	303	303	313	313	182	182	401	401	154	154	235	260	318	346	294	306	143	146	355	370	159	159	336	340	170	170	
51254	315	m	pulli	2008	151	151	167	176	249	249	299	301	311	311	162	177	406	426	154	154	245	245	318	322	302	306	146	146									

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
51270	619	m	pulli	2008	147	151	173	173	249	249	295	309	311	319	177	182	406	411	154	154	235	265	318	338	302	302	143	146	375	385	147	159	336	340	172	176	
51271	567	w	pulli	2008	147	151	164	173	249	249	295	295	311	313	152	182	401	406	154	154	235	245	322	322	286	302	143	146	375	380	159	159	336	336	178	180	
51272	567	w	pulli	2008	147	151	164	164	249	249	295	295	307	313	152	182	401	421	154	154	235	240	318	322	286	302	143	146	375	375	159	159	336	336	178	180	
51273	567	m	pulli	2008	147	151	164	173	249	249	295	295	311	313	152	182	401	421	154	154	235	245	318	318	302	310	143	146	375	375	159	159	336	336	170	172	
51274	567	m	pulli	2008	147	151	164	173	249	249	295	295	311	317	152	182	401	406	154	154	235	240	318	322	302	310	143	146	375	380	159	159	340	340	172	180	
51275	643	m	pulli	2008	147	151	173	176	243	249	293	293	313	319	172	182	401	406	154	154	235	265	314	346	286	310	143	146	355	370	159	159	340	340	170	176	
51276	643	m	pulli	2008	147	147	173	176	249	251	295	299	311	311	157	177	396	401	154	154	225	240	346	346	294	310	143	143	355	385	155	159	340	342	170	176	
51277	643	m	pulli	2008	147	151	170	173	243	249	293	295	311	311	172	177	396	406	154	154	225	265	314	346	286	310	146	146	370	385	155	159	340	340	170	176	
51278	643	m	pulli	2008	147	151	170	173	249	251	293	295	311	319	157	182	396	406	154	154	225	240	346	346	286	310	143	146	355	385	155	159	340	342	170	172	
51279	556	w	pulli	2008	147	151	164	170	249	251	293	301	311	313	152	182	396	396	154	154	235	240	318	354	290	298	143	143	370	380	151	159	336	338	172	184	
51280	556	m	pulli	2008	147	151	164	170	249	251	293	301	311	311	157	172	396	396	154	154	225	245	318	354	298	302	143	143	380	380	151	151	336	340	172	174	
51281	556	w	pulli	2008	147	151	164	170	249	251	293	301	311	311	152	157	396	396	154	154	225	235	318	354	290	298	143	143	370	380	151	151	338	340	170	174	
51282	556	m	pulli	2008	147	147	164	170	249	251	293	297	311	311	157	172	396	411	154	154	225	245	318	318	298	302	143	143	370	380	159	159	336	340	172	184	
51283	636	m	pulli	2008	151	151	173	173	249	253	293	295	307	307	157	157	376	411	154	154	235	270	318	330	302	302	143	143	355	370	159	163	340	340	172	172	
51284	641	w	pulli	2008	147	147	164	173	249	249	293	301	311	317	182	197	386	401	154	154	225	265	338	342	294	298	143	143	355	370	159	163	340	340	170	182	
51285	641	w	pulli	2008	147	147	164	164	249	249	293	301	307	311	177	197	386	406	154	154	225	265	318	338	294	298	143	143	370	390	163	163	340	340	170	172	
51287	575	m	pulli	2008	147	147	167	173	249	253	301	303	307	311	182	192	406	406	154	154	225	235	318	322	286	294	143	149	370	375	147	159	340	340	172	174	
51288	575	w	pulli	2008	147	147	167	170	249	249	295	301	311	311	182	187	406	406	154	154	225	235	322	322	286	310	143	143	375	380	147	159	340	340	172	174	
51289	575	w	pulli	2008	147	147	164	173	249	253	295	301	307	311	182	192	406	411	154	154	225	235	318	322	286	294	143	143	370	375	151	159	340	340	172	174	
51290	575	w	pulli	2008	147	151	164	173	249	249	301	303	311	311	182	192	406	406	154	154	225	245	322	322	286	310	143	143	370	390	147	159	340	340	172	174	
51291	600	?	pulli	2008	151	153	164	164	249	249	293	295	307	311	157	162	401	401	154	156	235	250	318	338	302	310	143	143	375	380	159	159	340	340	170	170	
51292	600	w	pulli	2008	151	153	164	164	249	251	293	295	307	311	157	187	406	406	154	156	235	250	318	322	298	302	140	143	380	380	159	159	336	340	170	176	
51293	600	m	pulli	2008	147	151	164	173	249	249	293	295	307	311	157	162	401	401	154	156	235	255	318	338	290	310	140	143	375	385	159	171	340	340	174	174	
51294	600	m	pulli	2008	147	147	164	164	249	249	293	295	307	311	157	162	401	406	154	154	240	250	318	318	290	298	143	143	375	385	159	171	340	340	174	176	
51295	562	w	pulli	2008	147	147	164	170	247	249	295	295	311	311	152	172	411	411	154	154	225	270	342	342	306	318	143	143	370	380	147	155	336	340	176	182	
51296	562	m	pulli	2008	147	147	167	170	247	249	295	295	311	311	152	172	401	411	154	154	240	245	342	342	290	318	143	146	380	380	151	163	336	340	166	172	
51298	613	w	pulli	2008	151	151	164	170	247	249	295	301	307	311	152	192	376	386	154	154	225	225	314	318	290	302	143	143	380	380	155	159	338	346	170	176	
51299	613	w	pulli	2008	151	151	164	170	249	249	295	301	311	311	152	192	406	406	154	154	225	225	318	322	290	306	143	143	370	380	159	159	340	346	172	176	
51300	613	w	pulli	2008	151	151	164	173	249	249	295	295	307	307	152	177	386	406	154	154	225	235	318	322	306	306	143	143	380	390	151	159	338	346	172	176	
51301	568	w	pulli	2008	147	147	164	179	247	249	293	301	313	313	157	182	401	406	154	154	225	260	318	318	298	306	143	143	355	380	147	159	336	340	176	176	
51302	568	m	pulli	2008	147	147	164	164	249	251	301	301	313	313	157	167	401	406	154	154	225	260	318	346	298	306	146	146	375	380	147	155	336	336	174	176	
51303	568	m	pulli	2008	147	147	164	164	249	251	301	301	313	313	167	182	396	401	154	154	225	260	318	346	298	306	143	143	355	380	151	155	336	340	174	176	
51304	577	w	pulli	2008	147	151	167	170	247	249	293	299	311	313	127	182	411	426	154	154	245	300	314	318	294	298	140	143	370	380	159	159	336	340	172	174	
51305	577	w	pulli	2008	147	151	164	170	249	249	293	295	307	311	127	177	411	426	154	154	245	300	318	322	294	294	140	143	370	370	159	159	336	340	174	178	
51306	577	m	pulli	2008	147	151	164	173	249	249	293	295	311	313	127	182	396	426	154	154	245	245	314	322	286	294	140	143	370	380	159	159	336	340	174	178	
51307	577	w	pulli	2008	147	151	167	170	247	249	295	295	307	311	177	182	411	426	154	154	235	245	314	314	290	294	143	143	370	370	159	159	336	340	174	178	
51308	577	m	pulli	2008	147	151	167	173	247	249	295	295	311	313	127	177	411	426	154	154	245	245	314	318	286	298	143	143	370	380	159	159	336	340	172	174	
51309	579	m	pulli	2008	151	151	158	173	249	249	293	293	311	313	167	192	386	411	154	154	225	245	342	346	306	310	143	149	355	380	159	163	340	346	170	172	
51310	579	w	pulli	2008	151	151	167	173	249	249	293	293	317	319	167	192	411	411	154	156	225	225	342	346	306	310	143	146	375	375	159	163	340	346	166	170	
51312	579	m	pulli	2008	147	151	158	167	249	249	293	293	317	319	167	192	411	411	154	154	225	245	310	346	306	310	143	146									



Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
51324	587	m	pulli	2008	147	151	167	170	249	255	293	299	307	311	147	167	386	396	154	154	240	240	318	318	310	314	143	143	355	380	159	163	340	340	174	178	
51325	611	m	pulli	2008	147	147	158	173	247	249	299	301	311	313	157	182	396	411	152	154	225	255	318	318	302	310	143	143	380	380	151	159	336	340	172	174	
51326	611	w	pulli	2008	147	147	170	173	247	249	299	301	311	311	157	182	396	411	152	154	250	255	318	318	302	310	143	149	380	380	151	159	336	340	170	174	
51327	611	m	pulli	2008	147	147	170	170	247	249	299	301	311	311	152	162	396	411	152	154	225	255	318	318	290	298	143	143	375	380	159	159	336	340	172	172	
51328	611	m	pulli	2008	147	147	170	170	249	249	299	301	311	311	152	162	396	411	154	154	225	255	318	338	298	310	143	149	375	380	159	159	336	340	172	172	
51329	611	w	pulli	2008	147	147	158	173	247	251	295	301	311	311	157	182	396	411	152	152	235	250	318	318	302	310	143	149	380	380	151	159	336	340	172	174	
51330	592	m	pulli	2008	147	151	164	164	249	255	293	293	307	311	147	177	401	421	154	154	235	240	318	322	318	318	143	143	355	385	151	159	340	340	180	180	
51331	592	w	pulli	2008	151	151	164	173	249	253	293	293	307	307	157	182	421	421	154	154	240	265	322	326	310	318	143	143	380	385	159	159	340	340	170	180	
51332	592	w	pulli	2008	151	151	173	173	253	255	295	295	307	309	157	182	421	421	154	154	235	240	318	318	310	318	143	143	355	385	151	159	340	340	170	174	
51333	580	w	pulli	2008	147	147	167	167	247	251	293	293	311	311	142	157	411	421	154	154	225	235	314	322	290	306	143	143	375	375	151	151	336	340	170	176	
51334	580	w	pulli	2008	147	147	167	170	247	249	295	299	311	311	142	157	416	426	154	154	225	225	322	334	290	306	143	143	375	380	151	151	336	340	174	182	
51335	580	m	pulli	2008	147	147	167	167	249	249	293	293	311	311	142	157	411	421	154	154	225	235	318	334	290	306	143	143	375	380	147	151	336	340	170	176	
51336	580	m	pulli	2008	147	147	167	170	247	249	293	293	311	311	157	157	411	421	154	154	235	250	322	334	290	306	143	143	355	375	151	151	338	340	174	176	
51337	581	w	pulli	2008	147	147	164	170	249	249	295	295	313	317	152	157	401	406	154	154	225	265	318	334	298	302	143	146	355	355	151	159	336	340	170	172	
51338	581	w	pulli	2008	147	147	164	167	249	249	295	297	311	313	152	182	401	406	154	154	225	265	318	322	302	306	143	146	355	355	151	159	336	340	170	170	
51339	639	w	pulli	2008	147	151	167	173	249	249	287	293	313	317	172	172	406	421	154	154	245	280	318	318	286	314	143	146	355	375	159	159	336	342	172	172	
51340	639	m	pulli	2008	147	147	164	167	249	253	287	297	313	313	177	187	396	406	154	156	245	265	318	322	286	314	143	146	370	380	159	159	336	336	166	172	
51341	639	m	pulli	2008	147	147	164	167	249	249	287	293	317	317	172	187	406	421	154	156	225	280	318	322	286	310	143	146	370	380	159	159	336	342	172	172	
51342	639	m	pulli	2008	147	147	170	173	249	249	287	297	313	317	172	172	396	406	154	154	225	280	318	322	290	310	143	146	355	375	159	159	336	342	166	172	
51343	620	m	pulli	2008	151	151	164	173	249	249	293	293	313	319	167	182	391	396	154	154	225	245	318	354	294	298	143	143	375	390	155	159	340	342	170	184	
51344	620	m	pulli	2008	151	151	164	164	243	247	293	293	313	313	182	197	391	396	150	154	235	270	318	318	286	306	143	143	355	355	155	159	340	342	166	170	
51346	631	m	pulli	2008	151	151	164	173	249	255	293	293	307	313	172	177	391	406	150	156	240	245	322	354	294	310	140	143	355	380	147	171	336	338	170	174	
51348	631	m	pulli	2008	147	147	164	170	243	255	293	293	307	313	172	177	376	411	150	154	240	245	342	354	298	310	143	143	365	380	147	163	336	340	174	182	
51350	618	m	pulli	2008	147	147	173	185	249	249	295	297	307	319	152	202	401	421	150	150	240	245	318	322	294	302	143	143	370	380	159	159	340	340	166	174	
51352	617	w	pulli	2008	147	147	167	173	249	251	293	301	307	317	182	187	406	416	150	160	225	235	318	318	294	306	143	143	375	375	147	159	340	342	172	172	
51353	617	m	pulli	2008	147	147	164	170	249	251	293	295	307	317	177	182	406	416	150	160	225	235	318	318	302	302	143	143	350	370	147	159	336	340	170	172	
51354	617	w	pulli	2008	147	147	167	173	249	251	295	301	313	317	182	187	416	421	150	160	225	235	318	318	294	306	143	143	370	375	147	159	340	340	172	172	
51356	603	m	pulli	2008	151	151	164	167	247	249	293	295	311	313	157	187	401	416	154	156	235	240	318	318	302	314	143	143	355	380	147	159	338	340	170	178	
51357	603	w	pulli	2008	147	151	164	167	249	255	293	295	311	313	182	182	411	416	154	154	225	235	318	318	314	314	143	143	355	380	159	159	336	340	170	182	
51358	612	m	pulli	2008	147	147	170	176	249	255	293	293	311	319	172	182	396	401	154	154	245	250	322	342	306	318	146	149	380	390	147	163	340	340	172	176	
51359	612	w	pulli	2008	147	147	170	170	249	255	293	293	311	319	172	182	396	401	154	154	235	240	322	342	298	318	143	146	355	375	147	163	340	340	162	176	
51360	597	w	pulli	2008	147	151	167	170	249	249	293	293	311	319	157	157	396	406	154	154	225	255	318	322	298	302	143	143	355	375	159	159	336	340	170	172	
51361	597	w	pulli	2008	147	151	170	173	249	251	293	293	305	307	157	197	396	406	154	154	225	250	322	322	298	310	143	143	375	390	147	159	340	340	170	172	
51362	597	m	pulli	2008	147	151	167	170	251	255	293	295	311	319	182	197	396	406	154	154	225	255	318	322	306	310	143	143	375	390	147	159	340	340	170	180	
51363	637	w	pulli	2008	147	151	161	173	243	249	293	295	307	315	157	172	386	421	154	154	225	255	306	322	298	302	143	152	355	380	159	171	338	340	166	170	
51364	634	m	pulli	2008	147	151	164	170	243	249	293	297	307	311	157	197	376	406	154	154	225	225	318	318	286	314	143	149	355	355	159	159	336	346	176	182	
51365	634	w	pulli	2008	147	151	170	170	249	251	293	301	311	315	182	197	396	401	154	154	225	245	318	318	302	310	143	149	355	355	151	159	336	346	172	182	
51366	634	m	pulli	2008	147	151	170	170	243	249	301	301	307	311	157	197	396	401	154	154	225	225	318	318	286	302	143	143	355	370	159	159	336	346	176	176	
51367	632	m	pulli	2008	147	151	164	173	247	249	295	295	311	313	187	192	386	401	154	154	235	235	318	322	290	302	140	143	355	375	147	159	340	340	170	172	
51368	623	w	pulli	2008	147	151	167	170	251	251	295	299	311	313	182	182	406	431	154	154	225	235	342	346	302	310	146	146									

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b	
35	52930	666	w	adult	2009	147	151	170	173	249	249	297	299	317	317	152	172	406	426	154	154	225	225	318	322	298	302	143	146	355	380	159	159	340	342	172	174	
69	52931	694	w	adult	2009	147	151	167	167	249	251	295	299	313	313	182	197	376	401	154	154	255	260	346	346	294	302	143	149	380	385	159	159	340	340	176	178	
55	52933	661	w	adult	2009	151	151	164	170	249	255	295	301	311	313	177	177	376	421	154	154	225	265	318	330	290	314	143	146	355	380	151	159	336	340	172	174	
15	52934	664	w	adult	2009	147	147	164	173	251	255	295	295	305	313	172	182	401	421	154	154	235	260	318	318	286	306	143	146	355	355	151	159	340	340	170	178	
89	52935	658	w	adult	2009	147	151	164	170	243	249	293	301	311	313	182	197	396	401	154	154	225	265	318	322	302	302	143	149	355	355	159	159	336	346	170	172	
65	52936	681	w	adult	2009	147	151	164	173	249	253	295	295	307	311	147	182	406	406	154	154	225	240	318	346	302	302	143	143	380	380	159	159	340	340	172	174	
6	52939	659	w	adult	2009	147	147	167	170	249	251	293	295	311	311	142	157	411	416	154	154	225	225	322	334	290	290	143	143	375	380	147	151	338	340	174	176	
5	52940	702	w	adult	2009	147	147	167	173	249	251	293	295	307	315	177	187	406	406	152	154	245	245	318	322	282	310	143	146	355	390	159	159	336	344	172	172	
10	52941	717	w	adult	2009	147	151	167	173	249	249	293	295	311	315	152	172	391	396	154	154	240	240	326	342	298	310	143	146	355	380	159	163	336	342	170	170	
90	52942	689	w	adult	2009	147	151	164	170	249	251	293	295	307	311	157	177	391	416	152	154	235	245	318	322	294	298	143	143	355	385	155	159	340	340	170	174	
	53076	655	m	pulli	2009	147	147	164	164	247	249	295	295	311	317	177	182	376	411	154	154	225	235	318	322	290	298	143	143	375	390	147	163	340	340	170	172	
	53077	655	m	pulli	2009	147	151	164	173	249	249	295	299	317	317	177	182	386	416	154	154	225	225	318	322	290	302	143	146	375	390	147	163	336	340	172	182	
	53079	655	m	pulli	2009	147	151	164	173	247	249	295	299	317	317	177	182	376	416	154	154	225	255	322	338	302	302	143	149	375	385	147	155	340	340	170	172	
	53080	653	w	pulli	2009	147	147	167	167	253	255	287	293	311	317	142	187	396	406	154	156	235	245	318	322	286	302	140	146	355	370	151	159	336	340	170	172	
	53081	653	m	pulli	2009	147	147	167	173	249	255	293	295	311	313	142	172	406	421	154	156	225	245	318	322	290	310	140	146	355	370	159	159	336	340	170	172	
	53082	653	w	pulli	2009	147	147	170	173	249	255	293	295	311	313	142	187	396	406	154	154	225	245	318	318	290	302	140	146	370	370	151	159	336	340	170	172	
	53083	649	?	pulli	2009	147	151	164	164	249	249	293	295	307	313	162	167	401	406	154	156	235	255	314	318	298	302	143	143	375	375	159	159	336	340	176	178	
	53084	677	m	pulli	2009	147	147	170	173	249	251	293	293	305	313	147	152	386	396	154	154	235	265	318	318	286	310	143	146	355	380	159	159	340	340	170	178	
	53085	677	w	pulli	2009	147	151	170	173	249	255	293	293	305	313	157	192	401	406	154	154	240	265	318	318	286	310	143	146	355	380	159	159	336	346	170	178	
	53086	739	m	pulli	2009	147	151	164	170	249	251	293	293	311	311	152	157	401	421	150	154	240	245	318	322	294	318	140	143	355	370	155	159	338	340	172	176	
	53087	739	w	pulli	2009	147	151	164	170	249	249	293	293	311	313	177	182	401	411	150	154	225	235	322	322	294	318	140	143	355	370	155	163	340	340	166	170	
	53088	679	m	pulli	2009	147	151	173	179	243	249	295	295	313	317	177	182	396	411	154	154	225	250	314	322	298	302	143	143	380	380	147	159	340	340	166	176	
	53089	679	m	pulli	2009	147	151	164	173	243	249	293	293	313	319	177	182	406	411	154	154	225	250	318	322	302	306	143	143	365	380	147	159	340	346	172	176	
	53090	699	w	pulli	2009	151	151	173	185	249	255	293	295	307	319	167	202	401	421	150	154	240	245	318	318	302	318	143	143	375	380	159	159	340	342	166	174	
	53091	699	w	pulli	2009	151	151	170	173	249	255	293	295	307	319	167	202	406	421	150	150	240	245	318	318	290	294	143	143	375	380	159	159	340	342	166	172	
	53092	699	m	pulli	2009	147	151	170	173	249	255	293	295	307	311	167	202	401	421	150	154	235	245	318	318	302	318	143	143	375	385	159	159	340	342	166	172	
	53094	666	m	pulli	2009	147	147	167	170	249	251	297	299	313	317	152	182	406	421	154	154	225	250	322	322	294	298	143	146	380	385	159	159	340	340	170	174	
	53095	666	m	pulli	2009	147	151	167	173	247	249	293	297	311	317	152	157	376	406	154	154	225	250	322	322	302	306	143	146	355	380	151	159	340	340	170	172	
	53097	659	m	pulli	2009	147	147	170	173	251	253	293	295	311	311	157	192	411	411	154	154	225	245	318	334	286	290	143	143	375	380	147	151	338	340	174	182	
	53099	661	m	pulli	2009	147	151	164	164	249	249	295	295	307	313	177	182	401	421	154	154	240	265	318	326	314	318	143	143	380	385	151	159	340	340	172	174	
	53103	665	m	pulli	2009	147	147	158	167	249	249	293	293	313	317	162	172	376	411	154	156	225	245	310	342	306	310	143	149	355	375	159	163	342	346	166	170	
	53107	730	m	pulli	2009	147	151	167	173	249	255	293	295	313	317	177	177	376	406	154	154	235	245	322	330	298	310	143	143	355	375	155	159	340	340	166	172	
	53109	730	m	pulli	2009	147	151	167	176	249	255	293	299	311	313	177	177	396	421	150	154	225	245	318	322	290	298	143	143	375	380	155	159	340	340	174	178	
	53110	730	w	pulli	2009	147	147	164	173	249	255	293	295	311	311	177	177	396	406	150	154	225	235	322	330	290	298	143	143	375	375	155	159	340	340	172	172	
	53111	745	m	pulli	2009	149	151	164	170	249	249	295	295	311	313	152	187	401	406	154	154	250	260	322	346	286	294	143	143	370	375	151	159	336	340	170	176	
	53113	676	m	pulli	2009	147	147	164	173	249	249	293	293	305	313	182	187	396	406	154	154	235	250	318	318	298	306	143	143	370	390	159	171	336	340	172	180	
	53114	676	m	pulli	2009	147	147	170	173	249	251	293	299	305	311	182	197	376	391	154	154	225	250	318	322	290	298	143	143	370	390	159	159	336	340	170	172	
	53115	676	w	pulli	2009	147	147	164	173	249	249	293	299	313	317	182	197	391	406	154	154	225	250	318	318	298	306	143	143	370	380	159	171	336	340	170	172	
	53116		Unterwittighausen	w	pulli	2009	147	147	167	170	249	255	295	303	307	307	167	172	396	396	154	154	225	250	318	322	290	298	146	149	355	355	159	159	340	340	176	176
	53117	734	w	pulli	2009	147																																

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
53126	687	w	pulli	2009	147	151	164	167	249	253	295	295	307	307	182	182	396	401	154	154	240	240	318	318	298	314	143	143	355	370	159	159	340	340	174	176	
53127	687	w	pulli	2009	147	147	170	173	249	253	295	295	307	307	142	182	386	401	154	154	240	240	318	318	298	298	143	143	355	385	159	159	340	340	174	176	
53129	742	m	pulli	2009	147	147	164	167	247	247	293	295	307	313	172	177	416	416	154	154	235	240	318	318	302	310	140	143	375	375	155	159	340	340	170	170	
53130	742	m	pulli	2009	147	147	164	167	247	251	293	295	313	319	172	177	411	416	154	156	225	285	318	346	302	306	140	143	355	375	155	159	340	340	170	176	
53131	685	w	pulli	2009	147	151	164	164	251	255	295	299	313	313	152	177	376	406	154	154	225	225	318	342	302	302	143	149	370	370	159	159	336	338	178	178	
53132	685	m	pulli	2009	147	151	170	173	251	255	295	295	311	315	182	197	401	401	154	154	225	225	318	342	298	302	143	149	370	375	159	159	340	346	176	176	
53133	685	w	pulli	2009	147	151	164	173	251	255	293	299	311	317	182	197	376	406	154	154	225	225	318	342	302	302	143	146	370	375	159	159	340	346	178	178	
53135	728	m	pulli	2009	151	151	164	167	249	251	293	299	307	313	157	182	376	401	154	154	240	255	318	322	298	310	143	146	380	385	155	159	340	340	170	182	
53136	728	m	pulli	2009	151	151	167	170	249	251	295	299	307	313	182	187	376	401	154	154	240	260	318	322	298	310	143	143	380	385	155	159	338	340	180	182	
53138	664	m	pulli	2009	147	151	164	167	249	251	295	295	305	307	172	182	401	411	154	154	235	240	318	318	286	310	143	146	355	355	159	159	340	340	170	172	
53144	678	w	pulli	2009	147	151	164	170	247	257	293	293	311	319	172	192	396	406	154	154	245	275	318	318	302	306	146	149	355	375	155	159	340	340	164	170	
53145	678	m	pulli	2009	147	151	167	170	251	255	293	293	317	319	172	172	396	396	152	154	255	275	322	330	298	306	143	149	350	380	159	159	336	340	164	170	
53146	741	w	pulli	2009	147	151	167	170	243	249	295	301	313	317	157	197	386	396	154	154	245	245	318	342	302	314	143	143	355	375	159	163	340	346	174	176	
53147	741	m	pulli	2009	147	151	170	170	251	255	295	295	311	319	157	197	386	396	154	154	225	245	318	318	302	314	143	143	370	375	159	159	340	340	172	174	
53148	741	w	pulli	2009	147	151	167	167	251	255	297	301	313	319	157	197	396	401	154	154	245	245	318	318	302	314	143	143	355	375	159	159	340	340	174	176	
53149	682	m	pulli	2009	147	147	164	173	249	249	293	295	311	319	157	182	376	411	154	154	225	240	318	338	298	302	143	146	360	375	155	159	340	340	170	182	
53150	682	m	pulli	2009	147	151	170	173	249	255	293	295	311	311	182	187	376	426	154	154	225	225	318	338	298	302	143	146	375	385	155	159	340	340	176	182	
53151	682	m	pulli	2009	147	151	164	173	255	255	293	295	311	311	152	157	376	426	154	154	225	225	318	342	298	302	143	143	360	375	159	159	340	340	170	174	
53152	681	w	pulli	2009	147	151	158	173	249	249	293	295	307	311	147	162	396	406	154	154	240	250	310	346	290	302	140	143	375	380	159	159	340	340	174	174	
53153	681	w	pulli	2009	151	151	158	173	249	249	293	295	311	311	147	162	396	406	154	154	240	250	318	346	290	302	143	143	375	380	159	159	340	340	172	172	
53154	681	w	pulli	2009	147	151	170	173	249	249	293	295	311	319	147	157	396	406	154	154	225	250	318	346	302	310	143	143	375	380	159	159	336	340	174	174	
53155	736	m	pulli	2009	151	151	164	170	249	249	293	299	307	311	167	182	401	411	154	154	255	265	322	322	286	314	146	149	380	385	147	163	340	340	170	182	
53156	736	w	pulli	2009	147	151	170	173	249	249	295	299	307	315	182	182	396	411	154	154	255	265	322	342	290	314	146	149	380	380	163	163	340	340	170	174	
53157	736	m	pulli	2009	151	151	170	173	249	249	293	299	307	315	182	182	401	411	154	154	255	265	322	342	286	314	143	149	380	385	147	159	340	340	166	182	
53158	693	m	pulli	2009	147	147	164	173	249	249	293	293	311	313	177	197	401	406	154	154	225	265	322	342	294	310	143	146	370	375	159	163	336	340	166	170	
53159	693	m	pulli	2009	147	151	164	173	249	249	293	293	311	317	177	197	406	406	154	154	225	280	322	342	294	314	143	143	370	380	159	159	336	340	170	170	
53161	690	w	pulli	2009	147	151	164	167	247	249	293	293	311	319	157	182	411	421	154	154	235	245	322	322	302	314	143	143	375	385	147	159	340	340	170	174	
53162	690	m	pulli	2009	147	151	164	167	249	249	295	297	313	319	157	182	386	421	154	154	225	235	322	342	302	314	143	143	375	385	147	147	340	340	170	180	
53163	690	w	pulli	2009	147	147	164	167	247	249	293	295	311	313	157	182	386	411	154	154	225	265	322	322	302	314	143	143	375	385	147	147	340	340	170	174	
53164	701	w	pulli	2009	147	147	161	164	245	249	295	295	315	315	177	182	386	401	154	154	225	245	318	318	290	302	143	143	355	375	159	163	336	340	170	172	
53165	701	m	pulli	2009	147	147	161	164	247	255	295	295	307	315	177	182	376	391	154	154	225	225	318	342	290	302	143	143	375	380	151	163	336	340	170	172	
53166	701	w	pulli	2009	147	147	161	164	247	249	293	295	315	315	152	197	386	401	154	154	225	245	318	318	290	302	143	149	375	380	151	163	338	340	170	172	
53167	703	m	pulli	2009	149	151	167	170	247	249	293	295	307	319	157	192	376	411	154	154	245	250	318	334	286	318	143	149	375	380	159	159	338	340	172	174	
53168	703	m	pulli	2009	147	149	167	170	247	249	293	295	307	319	157	177	401	401	154	154	245	250	310	318	282	310	143	149	370	380	159	159	340	340	174	176	
53169	703	m	pulli	2009	147	147	170	173	249	249	293	295	307	319	157	157	376	401	152	154	245	250	310	318	282	318	146	146	375	380	159	159	338	340	174	176	
53170	703	w	pulli	2009	147	149	167	170	249	249	293	293	307	319	157	177	401	401	152	154	225	245	310	318	282	310	143	149	375	380	159	163	340	340	174	176	
53171	713	m	pulli	2009	147	151	173	173	249	249	293	297	307	317	157	177	396	406	154	154	225	245	322	346	298	298	143	143	355	390	159	163	340	346	170	176	
53172	713	m	pulli	2009	147	151	164	173	249	249	293	295	311	313	172	182	386	396	154	154	225	235	322	346	302	314	143	143	355	390	163	163	340	344	170	170	
53173	688	m	pulli	2009	147	151	170	170	243	249	295	295	301	311	313	157	177	396	406	154	154	235	235	318	318	282	302	143	146	375	390	159	159	336	340	166	170
53174	688	m	pulli	2009	147	147	170	173	243	249	293	295	311	317	152	182	386	406	154	154	225	265	318	318	282	294	143										

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
53190	691	m	pulli	2009	147	153	164	167	249	249	295	297	311	313	152	162	401	406	148	154	225	245	314	346	290	302	140	146	370	375	159	163	336	338	172	174	
53191	691	w	pulli	2009	147	153	167	167	247	249	295	297	305	313	162	167	401	406	148	154	225	245	318	318	302	314	140	146	375	375	159	159	336	336	172	178	
53192	691	w	pulli	2009	147	153	167	170	247	249	293	295	305	313	152	157	401	406	154	154	225	245	314	318	290	302	146	146	375	390	159	159	338	340	172	174	
53193	721	w	pulli	2009	147	151	164	170	249	253	293	299	307	317	167	177	386	401	154	154	235	275	318	322	314	314	143	143	355	355	159	159	336	340	170	176	
53195	712	w	pulli	2009	151	151	167	182	249	255	287	293	311	311	152	152	396	411	148	154	225	240	322	354	306	310	146	149	355	355	159	163	340	340	166	170	
53196	712	m	pulli	2009	151	151	167	173	249	249	293	295	311	313	152	152	396	411	154	154	225	225	318	322	302	306	143	146	355	380	159	159	338	340	166	174	
53197	712	w	pulli	2009	147	151	167	182	249	255	293	295	311	311	147	152	396	416	148	152	225	225	322	354	306	310	146	149	355	370	159	159	338	340	166	174	
53198	712	m	pulli	2009	151	151	167	173	249	249	293	295	311	311	152	152	396	411	148	152	225	240	318	322	302	306	143	146	355	370	159	159	338	340	166	170	
53199	692	w	pulli	2009	147	147	164	170	249	251	293	295	311	313	177	182	386	396	152	154	225	235	322	322	298	314	143	143	355	380	159	163	340	346	174	176	
53200	692	m	pulli	2009	147	147	167	179	249	251	293	295	311	313	177	182	386	396	152	154	235	240	322	322	302	310	143	143	355	380	159	163	340	346	170	176	
53201	692	w	pulli	2009	147	151	167	179	249	251	293	295	307	311	177	182	406	416	152	154	225	235	322	322	302	314	143	143	355	390	147	159	340	346	170	172	
53202	702	m	pulli	2009	147	151	167	173	247	251	287	295	307	315	167	177	406	421	154	156	225	245	322	330	282	310	143	143	385	390	159	159	336	342	172	184	
53204	702	w	pulli	2009	147	147	167	173	247	251	293	293	307	313	172	177	406	406	154	156	225	245	322	330	302	310	143	146	385	390	159	163	336	340	170	172	
53205	725	w	pulli	2009	147	151	164	173	247	249	295	295	311	317	152	187	406	421	154	154	245	245	322	346	286	314	143	143	370	375	163	171	340	340	168	170	
53206	725	w	pulli	2009	151	151	164	164	247	249	295	295	311	311	182	187	421	421	154	154	245	245	322	346	286	298	143	143	355	375	159	159	340	340	168	174	
53209	746	m	pulli	2009	147	147	164	173	249	249	293	295	311	313	152	182	411	411	154	154	240	265	322	342	306	314	143	146	385	390	155	159	340	340	176	184	
53211	738	w	pulli	2009	147	151	164	170	247	255	293	293	311	311	157	187	396	401	154	154	240	245	318	330	282	302	143	146	355	380	151	159	340	340	172	182	
53212	738	w	pulli	2009	147	151	167	170	247	255	293	295	311	315	157	192	396	411	154	154	240	245	318	330	294	302	143	146	355	380	151	175	340	340	172	182	
53213	738	m	pulli	2009	147	149	164	167	247	249	293	293	311	311	157	192	396	401	154	154	245	265	318	322	294	302	143	146	355	380	151	159	340	340	166	174	
53214	717	m	pulli	2009	151	151	167	167	249	249	293	295	307	311	167	172	376	391	154	154	240	240	318	342	290	310	143	143	355	355	159	163	336	340	170	172	
53215	717	w	pulli	2009	147	151	170	173	243	249	293	295	307	311	167	172	376	396	154	154	240	240	314	326	290	310	143	143	355	355	159	163	340	342	170	174	
58663	772	w	pulli	2010	147	147	164	173	249	255	295	297	313	313	167	182	401	401	154	154	235	260	318	346	286	294	143	146	355	370	151	159	340	340	170	182	
58664	772	w	pulli	2010	147	147	164	167	249	255	297	303	313	313	167	172	401	421	154	154	235	260	318	346	286	290	143	143	355	375	159	159	340	340	170	182	
58665	772	m	pulli	2010	147	147	164	173	249	251	295	297	305	313	167	172	401	401	154	154	235	260	318	346	294	306	143	146	355	370	159	159	340	340	170	170	
58666	772	m	pulli	2010	147	151	164	164	249	251	295	303	305	313	167	172	401	421	154	154	235	260	318	346	286	290	143	146	355	375	159	159	340	340	178	182	
58667	772	w	pulli	2010	147	147	164	164	249	255	297	303	305	313	172	182	401	401	154	154	235	260	318	346	294	306	143	146	355	375	151	159	336	340	170	182	
58668	755	w	pulli	2010	147	151	164	167	243	253	293	295	311	313	157	177	396	416	154	154	250	265	318	330	294	298	140	143	355	385	155	155	340	340	172	172	
58669	755	m	pulli	2010	151	151	167	173	249	249	293	295	311	311	147	192	406	426	154	154	240	270	318	322	294	302	140	146	355	355	155	163	336	340	172	172	
58670	755	m	pulli	2010	151	151	164	164	243	249	295	295	311	313	147	157	416	426	154	154	240	250	322	330	298	298	140	143	355	385	155	163	336	340	172	172	
58672	755	w	pulli	2010	147	151	164	164	249	253	295	295	311	311	177	192	396	416	154	154	240	250	318	318	294	302	143	146	355	385	151	155	340	340	172	178	
58673	755	w	pulli	2010	147	151	173	176	249	249	295	299	311	319	152	157	406	406	154	154	225	240	322	346	286	310	143	143	370	375	159	159	336	342	176	180	
58679	757	m	pulli	2010	147	147	167	173	249	253	287	297	317	317	172	187	396	406	154	156	225	280	318	318	290	310	143	146	355	375	159	159	336	342	166	172	
58680	757	w	pulli	2010	147	151	167	173	249	249	287	293	313	317	177	187	396	406	154	156	245	265	318	318	286	310	143	146	370	380	159	159	336	336	166	172	
58681	757	w	pulli	2010	147	151	167	167	249	249	295	297	313	317	172	187	406	421	154	156	225	280	318	322	286	314	143	146	355	380	159	159	336	342	166	172	
58682	757	w	pulli	2010	147	147	164	170	249	253	295	297	313	317	172	172	396	406	154	154	225	280	318	322	286	310	143	146	370	375	159	159	336	342	166	172	
58683	804	w	pulli	2010	151	151	164	167	251	255	293	299	307	307	182	182	376	401	154	160	235	255	318	318	298	310	143	146	370	385	159	159	340	340	180	182	
58684	804	w	pulli	2010	147	151	164	167	251	255	295	295	307	313	157	187	391	401	154	154	240	260	318	318	298	314	143	146	380	385	159	159	338	340	170	182	
58685	804	w	pulli	2010	151	151	167	173	251	255	295	295	307	313	182	182	391	401	154	154	235	255	318	318	298	310	143	143	355	380	159	159	340	340	170	182	
58710	858	m	pulli	2010	147	151	173	173	249	249	293	301	311	311	152	182	406	411	152	154	225	265	322	342	294	306	143	143	355	375	159	163	336	340	166	170	
58711	858	m	pulli	2010	147	151	173	173	249	249	293	301	311	311	147	182	406	416	154	154	225	265	322	342	294	306	146	146									

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
58740	762	w	pulli	2010	147	151	170	173	249	255	293	299	313	317	127	167	396	411	154	154	245	245	314	318	286	290	143	143	355	370	159	159	336	340	170	174	
58741	762	m	pulli	2010	147	151	170	173	249	253	293	293	307	307	127	167	396	411	150	154	225	245	318	318	290	294	143	146	370	380	159	159	336	340	170	174	
58742	767	m	pulli	2010	147	147	164	173	249	253	293	295	311	317	157	157	406	426	150	154	235	265	318	342	286	302	143	149	355	370	159	159	340	340	172	180	
58744	767	w	pulli	2010	147	151	164	167	247	255	293	295	311	311	152	182	396	426	150	154	235	265	318	354	302	310	143	146	355	365	159	159	340	340	164	180	
58745	767	m	pulli	2010	147	151	167	167	253	255	295	295	311	311	152	182	406	426	154	154	235	265	318	354	302	310	143	149	355	365	151	159	340	340	172	174	
58747	775	m	pulli	2010	147	151	158	173	249	255	293	295	307	311	157	192	386	406	154	158	225	255	318	318	302	310	143	143	355	375	159	163	340	340	176	176	
58748	775	m	pulli	2010	147	151	164	164	249	255	293	295	311	311	157	167	386	406	154	160	225	235	318	318	302	302	143	143	355	370	159	163	340	340	174	174	
58750	825	m	pulli	2010	147	147	170	170	247	249	293	299	311	313	172	182	396	411	154	154	240	260	318	354	294	302	143	143	370	375	159	159	336	340	174	174	
58751	825	w	pulli	2010	147	151	170	170	249	251	293	301	311	313	172	182	376	411	154	154	225	260	346	354	290	294	143	143	380	380	151	159	336	340	174	174	
58752	825	m	pulli	2010	147	151	164	164	249	251	293	301	311	313	152	182	396	396	154	154	225	260	318	346	302	310	143	143	370	375	151	159	338	340	174	184	
58753	825	m	pulli	2010	147	151	170	173	249	251	293	299	311	313	172	182	376	396	154	154	225	260	318	346	290	294	143	143	370	380	159	159	336	340	176	184	
58754	787	m	pulli	2010	147	147	173	173	249	251	295	299	307	311	152	197	401	406	154	154	225	225	318	322	298	306	140	143	355	370	159	159	338	340	178	178	
58755	787	w	pulli	2010	147	151	173	173	249	251	295	297	311	313	177	197	376	376	154	156	225	225	322	322	302	302	140	143	370	370	159	159	336	340	170	172	
58756	787	m	pulli	2010	147	151	173	173	249	251	297	299	307	313	177	197	376	376	154	154	225	260	322	346	298	302	140	146	355	370	159	159	336	340	170	172	
58759	859	m	pulli	2010	151	151	167	176	243	249	293	293	307	311	172	182	416	421	154	154	235	245	318	322	294	306	143	149	355	365	151	159	336	340	170	176	
58760	859	w	pulli	2010	147	147	170	173	243	249	293	293	311	313	172	177	411	421	154	154	240	245	318	318	290	302	143	146	355	365	151	159	336	340	166	170	
58761	859	w	pulli	2010	147	151	170	173	249	249	293	293	311	313	172	182	416	421	154	154	235	240	318	318	290	302	143	143	355	365	151	159	336	340	170	176	
58762	859	m	pulli	2010	147	151	167	167	249	249	293	301	311	313	177	182	386	411	154	154	240	245	318	318	294	306	143	149	355	380	155	159	336	340	170	176	
58764	851	m	pulli	2010	151	151	176	176	249	255	295	299	311	317	152	167	386	406	154	154	240	275	322	354	290	294	143	146	370	380	155	159	336	340	172	174	
58766	851	w	pulli	2010	151	151	167	170	249	255	293	295	311	317	167	172	386	406	154	154	240	240	322	354	290	294	143	146	370	380	147	155	336	340	172	176	
58767	792	w	pulli	2010	147	151	158	176	249	249	293	299	311	311	147	162	401	411	152	154	225	245	338	346	290	302	143	143	375	375	159	159	340	340	172	174	
58768	792	w	pulli	2010	147	151	170	173	249	249	295	299	311	311	162	197	396	406	154	154	245	250	338	346	302	310	143	143	380	380	159	159	336	340	172	174	
58769	792	m	pulli	2010	147	151	158	173	247	247	293	299	311	311	157	197	396	406	152	154	245	250	318	318	290	302	143	149	375	380	159	159	336	336	166	174	
58770	792	m	pulli	2010	147	151	158	173	249	249	295	295	311	311	157	197	401	411	154	154	240	250	338	346	302	310	143	143	375	380	159	159	336	336	166	174	
58771	819	m	pulli	2010	147	147	164	173	249	249	295	295	311	311	182	192	386	406	154	154	225	240	322	342	286	306	143	143	375	380	151	159	340	340	172	174	
58772	819	m	pulli	2010	147	147	164	173	247	249	295	303	311	313	182	192	386	411	154	154	225	240	322	322	286	306	143	143	380	390	147	159	340	340	172	174	
58773	780	m	pulli	2010	147	151	164	164	253	255	293	295	307	315	182	182	406	406	154	154	250	265	318	330	286	298	143	143	385	385	151	151	340	340	170	174	
58774	780	w	pulli	2010	147	151	164	173	255	255	293	295	311	315	157	187	406	406	154	154	250	265	330	330	286	298	143	143	355	385	151	155	340	340	174	176	
58775	872	w	pulli	2010	147	147	170	170	249	249	293	297	311	313	172	182	376	406	154	154	225	275	318	322	298	298	143	143	355	380	159	171	336	340	172	172	
58776	872	w	pulli	2010	147	147	161	173	249	249	293	297	311	311	157	182	386	406	154	154	235	275	318	322	294	310	143	143	370	380	159	171	340	340	172	172	
58777	872	m	pulli	2010	147	147	161	167	249	249	293	297	311	315	172	182	386	406	154	154	235	275	318	322	298	298	143	143	370	370	159	171	336	340	174	178	
51	59213	797	w	adult	2010	147	147	164	173	249	255	293	295	311	313	177	182	376	396	154	154	240	245	318	342	302	314	146	149	375	390	159	163	340	340	176	176
43	59214	754	w	adult	2010	151	151	167	173	249	249	287	297	311	313	157	172	401	411	154	154	240	250	318	322	286	302	146	146	360	375	147	151	340	342	174	174
46	59215	814	w	adult	2010	147	149	167	173	247	249	293	295	307	309	157	177	376	401	154	154	245	245	318	318	282	286	143	146	370	375	159	159	338	340	174	174
96	59216	810	w	adult	2010	147	147	167	173	249	249	293	293	311	313	152	182	376	406	154	154	240	240	318	318	306	310	143	143	380	380	147	163	338	340	172	176
38	59217	809	w	adult	2010	151	153	164	170	249	251	293	297	311	311	177	182	416	421	154	154	225	225	314	330	302	310	140	143	380	390	159	159	340	342	176	182
22	59218	808	w	adult	2010	151	151	173	173	247	249	293	295	307	315	182	182	406	426	154	154	225	255	318	330	290	298	143	143	355	380	159	163	340	340	172	176
5	59219	807	w	adult	2010	147	147	167	173	249	251	293	295	307	315	177	187	406	406	152	154	245	245	318	322	282	310	143	146	355	390	159	159	336	344	172	172
95	59220	806	w	adult	2010	147	147	164	173	249	249	293	293	311	317	182	197	386	401	154	154	225	265	338	342	294	298	143	146	370	390	159	163	340	340	170	182
68	59221	805	w	adult	2010	147	147	164	170	249	255	293	295	311	313	177	197	401	406	154	154	225	225														

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
61	59233	800	w	adult	2010	147	147	164	173	249	253	293	293	307	311	182	187	411	431	154	154	240	265	322	334	294	314	146	146	370	380	159	163	340	342	182	184
99	59235	847	w	adult	2010	147	147	164	176	251	251	295	295	307	317	157	182	401	411	154	160	225	225	318	318	298	302	143	146	370	380	147	159	340	340	174	176
82	59237	813	w	adult	2010	147	147	164	170	243	255	293	293	307	317	127	157	391	401	154	154	225	245	318	330	290	306	146	146	355	370	151	159	338	340	170	172
23	59239	853	w	adult	2010	147	147	164	173	249	249	293	295	307	311	182	182	406	421	150	154	235	235	318	322	302	310	143	143	375	380	159	159	340	340	170	172
31	59241	832	w	adult	2010	147	151	167	176	249	251	295	295	307	307	152	167	411	426	148	152	235	255	318	318	310	314	143	146	355	375	155	159	340	340	170	174
40	59242	833	w	adult	2010	147	151	164	173	253	255	295	295	307	315	157	182	401	406	154	154	225	240	318	318	298	318	143	143	370	385	155	159	340	340	170	174
97	59243	834	w	adult	2010	147	147	170	173	249	255	293	295	311	311	147	157	386	386	154	154	250	270	318	318	302	314	143	143	355	380	159	163	340	340	168	176
65	59244	828	w	adult	2010	147	151	164	173	249	253	295	295	307	311	147	182	406	406	154	154	225	240	318	346	302	302	143	143	380	380	159	159	340	340	172	174
34	59246	653	w	adult	2009	147	147	170	173	249	255	293	295	311	313	142	187	396	406	154	154	225	245	318	318	290	302	140	146	370	370	151	159	336	340	170	172
92	59249	764	w	adult	2010	147	151	164	173	249	249	293	293	311	311	157	162	401	421	154	154	225	245	318	346	298	302	143	146	355	355	159	163	314	340	174	174
13	59250	793	w	adult	2010	147	153	164	164	249	251	293	293	307	311	162	187	401	406	154	156	250	255	318	322	298	310	140	143	375	380	159	171	336	340	176	176
4	59251	794	w	adult	2010	147	151	167	173	243	251	293	295	311	313	182	192	406	421	154	154	245	245	322	346	294	310	143	143	355	370	159	159	340	340	162	174
88	59252	842	w	adult	2010	147	151	164	173	247	249	291	293	311	319	152	172	401	406	156	158	235	255	318	318	294	302	146	149	370	375	159	163	338	340	172	176
98	59253	843	w	adult	2010	147	151	164	170	249	249	293	295	311	313	157	157	401	406	154	154	225	225	318	322	302	322	143	143	355	390	159	159	336	340	174	178
67	59254	837	w	adult	2010	147	151	164	164	249	249	293	297	313	317	157	182	406	421	154	154	245	255	318	318	286	302	143	146	380	390	159	159	336	338	174	180
62501	880	m	pulli	2011	147	147	167	167	243	247	293	299	311	313	157	182	406	426	154	154	225	245	322	322	302	310	143	143	355	375	147	159	336	340	170	174	
62502	880	m	pulli	2011	147	147	167	167	249	251	293	299	311	311	157	192	421	426	154	154	245	250	318	346	306	310	143	143	355	375	147	159	336	340	162	170	
62509	942	m	pulli	2011	147	151	167	173	249	251	293	299	307	313	157	182	376	396	154	154	250	260	314	342	290	298	143	146	380	380	159	163	340	342	172	174	
62512	898	m	pulli	2011	147	151	164	167	249	253	293	295	307	311	147	157	406	421	150	154	235	235	318	318	290	310	143	143	375	380	147	151	336	340	172	176	
62513	898	m	pulli	2011	147	151	164	167	249	253	293	295	311	311	142	182	406	411	150	154	235	235	318	318	306	310	143	143	375	385	147	159	336	340	172	176	
62515	928	m	pulli	2011	147	151	164	173	247	249	293	295	311	311	147	157	406	406	154	154	245	245	318	346	302	314	140	143	375	390	159	159	336	340	172	172	
62516	928	w	pulli	2011	147	151	164	173	247	249	295	297	311	311	147	162	406	406	154	154	240	245	318	346	298	314	140	143	375	390	159	159	336	340	166	172	
62517	928	w	pulli	2011	147	151	167	173	247	249	293	293	311	311	147	162	406	406	154	154	240	245	318	346	290	298	140	143	375	380	159	159	336	340	172	176	
62518	928	w	pulli	2011	147	151	164	176	249	249	293	293	311	311	162	197	406	406	154	154	245	245	346	346	302	314	143	146	380	390	159	159	336	340	166	172	
62519	982	w	pulli	2011	147	147	164	167	247	249	287	287	311	313	162	182	401	421	154	156	225	250	322	338	298	306	143	146	355	370	151	163	340	340	182	182	
62522	937	w	pulli	2011	147	147	170	176	249	249	297	299	311	313	152	182	396	406	154	154	225	265	318	346	298	302	140	149	355	370	159	159	336	338	172	182	
62523	937	w	pulli	2011	147	151	170	173	249	251	297	299	311	317	152	182	396	426	154	154	225	235	346	346	302	302	143	149	355	370	159	159	336	338	170	172	
62524	937	m	pulli	2011	147	147	170	176	249	249	297	297	311	317	177	182	396	406	154	154	225	235	318	322	294	298	140	149	355	370	159	159	336	340	172	182	
62525	994	m	pulli	2011	147	147	167	167	249	249	293	295	307	311	177	182	376	426	154	154	240	245	318	318	286	306	146	146	375	390	159	163	340	340	174	174	
62526	994	w	pulli	2011	147	147	167	167	247	255	293	295	309	313	157	182	401	411	154	154	225	245	318	318	286	302	143	146	355	370	155	159	338	340	174	176	
62528	973	w	pulli	2011	147	151	164	170	247	249	293	293	311	311	152	157	411	416	154	156	225	235	318	318	294	310	143	146	370	375	151	159	336	338	174	184	
62530	973	w	pulli	2011	147	151	167	170	247	249	293	293	311	315	152	172	386	396	154	154	235	235	318	318	290	310	143	146	370	375	147	163	338	340	170	174	
62531	973	w	pulli	2011	147	151	167	170	247	255	293	293	309	315	152	157	386	396	154	156	235	245	318	322	290	302	143	146	370	375	159	163	336	338	170	170	
62533	894	m	pulli	2011	147	149	164	164	247	249	295	295	311	315	157	192	401	426	154	154	225	265	318	322	282	294	143	146	355	380	151	159	340	340	172	182	
62538	917	m	pulli	2011	147	147	164	164	253	255	295	295	307	311	157	187	406	406	154	154	250	265	318	318	294	298	143	143	355	385	151	155	340	340	170	172	
62539	917	m	pulli	2011	147	151	164	173	255	255	293	295	307	311	157	182	406	406	154	154	240	240	330	330	286	294	143	143	355	385	151	155	340	340	170	172	
62540	917	w	pulli	2011	147	151	173	173	255	255	293	295	311	311	182	182	406	406	154	154	240	250	330	330	298	298	143	143	355	390	151	155	340	340	174	176	
62541	917	m	pulli	2011	147	151	164	164	253	255	293	295	311	311	182	182	406	406	154	154	240	240	318	330	286	298	143	143	355	385	151	155	340	340	172	176	
62542	901	w	pulli	2011	147	151	173	173	249	255	293	295	311	317	162	167	411	421	154	154	225	260	346	346	306	306	143	146	355	375	151	163	340	340	170	182	
62543	901	m	pulli	2011	147	151	164	173	249	255	293	295	305	311	162	167	376																				

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
62572	949	w	pulli	2011	147	151	170	173	249	249	295	295	311	313	147	182	406	406	154	154	240	275	322	346	302	302	143	143	375	380	159	159	336	340	172	176	
62573	949	m	pulli	2011	147	151	170	173	247	249	295	295	311	313	182	197	406	406	150	154	225	240	318	322	302	302	143	143	375	375	151	159	336	340	172	176	
62578	939	w	pulli	2011	147	147	170	173	243	249	293	295	307	313	157	182	411	421	154	154	235	250	318	322	306	310	143	143	355	390	159	171	336	340	166	166	
62580	939	w	pulli	2011	147	147	164	173	243	249	295	297	307	311	157	182	396	421	152	154	235	250	318	322	306	310	143	143	370	380	159	163	336	340	166	166	
62581	939	w	pulli	2011	147	147	164	164	243	249	293	295	307	313	177	182	406	411	152	154	225	270	318	322	298	314	143	143	370	390	159	159	336	340	172	172	
62583	930	w	pulli	2011	151	153	164	164	249	251	293	293	311	313	162	167	401	401	154	156	235	250	322	322	298	302	143	143	375	380	159	171	336	340	176	176	
62584	930	m	pulli	2011	147	153	164	164	249	251	293	295	311	313	162	182	401	406	154	156	250	265	314	318	302	310	140	143	375	375	159	159	336	340	176	176	
62586	930	m	pulli	2011	147	151	164	164	249	249	293	295	311	313	162	167	401	406	154	156	235	250	314	318	298	302	143	143	375	375	159	171	336	340	176	178	
62587	940	m	pulli	2011	151	151	167	173	249	255	295	295	307	307	142	167	386	406	154	154	240	240	318	318	298	314	143	143	355	370	159	159	340	340	174	174	
62588	940	m	pulli	2011	147	151	170	173	249	253	295	295	307	307	182	182	386	406	154	154	240	240	318	318	298	318	143	143	355	370	159	163	340	340	174	176	
62589	940	m	pulli	2011	147	151	167	173	249	253	295	295	307	307	142	167	396	406	154	154	240	240	318	318	298	298	143	143	355	385	159	159	340	340	174	174	
62590	940	w	pulli	2011	147	151	170	173	249	255	295	295	307	307	167	182	386	401	154	154	240	240	318	318	314	318	143	143	380	385	159	163	340	340	174	174	
62591	923	m	pulli	2011	147	147	167	173	249	249	295	295	311	311	197	197	386	431	154	154	265	265	334	334	294	298	146	146	355	370	163	171	340	340	170	170	
62592	1001	m	pulli	2011	147	147	164	173	249	249	293	295	311	313	157	172	401	401	154	154	225	225	318	322	302	310	143	146	355	375	159	159	340	340	166	178	
62594	1001	m	pulli	2011	147	151	173	173	249	249	293	295	311	313	157	172	391	401	154	154	225	225	322	322	302	310	143	146	375	380	159	159	336	340	166	174	
62596	950	w	pulli	2011	147	151	164	164	249	251	295	295	307	313	157	157	401	401	154	154	225	235	322	346	298	318	143	146	375	380	147	159	336	340	170	174	
62597	945	w	pulli	2011	147	151	167	173	239	249	293	297	307	311	177	182	376	406	154	154	225	250	322	326	298	302	143	143	375	380	151	171	336	340	172	172	
62598	945	w	pulli	2011	147	151	167	173	239	249	293	297	309	311	177	182	376	406	154	154	235	275	322	326	298	314	143	143	355	370	151	159	336	340	172	172	
62600	964	m	pulli	2011	147	147	167	173	247	253	293	295	311	311	142	152	411	411	154	154	225	245	318	342	290	290	143	143	380	390	147	163	340	340	172	174	
62602	978	w	pulli	2011	147	151	164	167	247	249	293	295	307	311	182	182	401	426	154	154	235	270	314	318	290	294	143	143	370	380	159	163	336	340	182	182	
62603	953	w	pulli	2011	147	151	164	173	249	255	293	295	307	317	157	182	391	406	154	154	225	245	322	330	298	306	146	149	355	370	151	159	338	340	170	170	
62604	953	m	pulli	2011	147	151	170	173	243	255	293	293	307	317	157	182	391	406	154	154	225	225	318	330	298	306	146	149	355	370	159	159	338	340	170	172	
62607	967	m	pulli	2011	147	151	161	170	249	255	293	295	311	315	157	182	406	421	154	154	225	270	318	330	310	310	143	143	355	355	155	159	336	342	166	170	
62610	948	m	pulli	2011	147	151	170	173	249	255	293	293	313	317	177	177	396	401	154	154	225	240	322	342	306	322	143	143	370	380	159	163	336	340	174	178	
62611	948	w	pulli	2011	147	147	170	170	249	249	293	293	317	319	182	197	396	411	154	154	240	300	318	322	290	298	143	143	370	380	159	163	336	340	166	176	
62616	968	m	pulli	2011	151	151	164	173	247	249	295	295	307	307	177	182	396	406	154	154	225	255	318	322	298	298	143	143	355	390	147	159	340	340	172	176	
62621	979	m	pulli	2011	151	151	164	164	249	249	293	295	307	311	152	177	376	386	154	154	225	225	318	322	302	306	143	143	380	390	155	159	338	346	172	176	
62623	954	w	pulli	2011	147	147	170	170	249	249	293	297	313	317	152	182	376	426	154	154	225	240	318	322	298	306	143	146	380	380	159	159	340	340	174	174	
62624	954	m	pulli	2011	147	151	170	173	249	249	293	299	313	317	172	182	396	426	154	154	225	245	318	318	298	298	143	146	355	375	159	163	340	342	172	172	
62627	955	w	pulli	2011	147	151	164	176	249	249	293	293	307	311	147	172	401	406	154	154	225	240	314	326	294	318	143	143	380	380	151	159	340	340	172	180	
62628	955	w	pulli	2011	147	151	164	167	249	255	293	293	307	311	172	182	406	421	154	154	225	240	314	318	302	310	143	143	380	385	147	151	340	340	180	180	
62630	966	w	pulli	2011	147	151	158	158	249	249	293	295	307	319	157	182	396	401	154	154	225	250	310	318	290	310	143	146	355	375	159	159	336	340	174	174	
62631	966	m	pulli	2011	147	147	158	164	249	249	293	295	307	319	157	182	396	401	154	154	225	250	318	350	290	306	140	143	375	375	159	159	336	340	174	174	
62633	965	m	pulli	2011	147	147	164	173	249	253	293	293	307	311	147	177	396	401	154	154	240	270	318	326	302	318	140	143	355	385	159	163	340	340	178	180	
62634	965	m	pulli	2011	147	151	173	173	249	255	293	293	307	313	177	182	396	421	154	154	240	270	318	322	302	310	140	143	355	385	159	163	340	340	178	180	
62636	965	m	pulli	2011	147	147	173	173	253	255	293	293	309	313	147	182	401	426	154	154	240	270	318	318	298	318	143	146	385	385	159	163	336	340	178	180	
62638	987	w	pulli	2011	147	151	167	173	247	255	293	295	313	317	172	182	376	431	154	154	225	260	314	354	306	314	143	146	355	380	155	159	342	346	170	170	
62640	991	m	pulli	2011	147	151	173	173	249	249	293	301	307	311	152	197	401	411	152	154	220	225	322	342	294	306	146	146	355	375	159	163	340	340	166	180	
62641	991	m	pulli	2011	147	147	164	173	249	249	293	301	311	311	152	197	401	411	152	154	220	265	322	342	294	314	143	146	375	380	159	159	340	340	166	180	
62642	991	m	pulli	2011	147	151	164	173	249	249	287	293	307	311	152	197	401	416	154	154	225	265	318	322	294	314	143	143									

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
62696		887	w	pulli	2011	147	151	164	173	249	249	297	297	313	317	172	182	401	426	154	154	225	235	318	346	294	302	143	146	355	370	159	159	336	342	174	182
62709		Rudi- 9er Gelege	m	pulli	2011	151	151	164	167	249	249	295	301	311	317	152	187	406	406	150	154	235	250	318	318	294	302	143	143	355	355	159	159	340	344	172	180
62713		917	m	pulli	2011	147	147	173	173	255	255	293	295	311	311	157	187	406	406	154	154	240	250	330	330	298	298	143	143	385	385	151	151	340	340	174	176
62730		955	m	pulli	2011	147	147	164	176	249	249	293	295	307	311	147	152	401	406	154	154	240	240	314	326	294	318	143	143	370	380	159	159	340	340	178	180
62733		11/01 N- GUM	w	pulli	2011	147	151	164	164	247	249	293	299	307	315	157	177	406	421	154	158	235	245	318	322	282	298	143	143	370	380	159	159	336	342	172	176
62734		11/01 N- GUM	m	pulli	2011	147	151	164	173	247	249	293	299	307	315	157	177	406	406	152	158	245	265	318	322	282	298	143	146	355	375	159	159	336	342	170	176
62735		11/01 SW- OSB	w	pulli	2011	147	151	164	170	249	249	293	301	311	313	157	192	406	406	154	154	225	245	318	322	286	302	143	143	390	390	159	159	336	340	170	174
62736		11/01 SW- OSB	?	pulli	2011	147	147	164	170	249	249	293	301	311	311	157	192	406	406	154	154	225	235	318	322	294	310	143	143	390	390	147	159	336	340	170	172
62737		11/01 SW- OSB	w	pulli	2011	147	151	170	173	249	249	293	301	311	311	157	192	406	406	154	154	235	245	318	322	302	310	143	146	370	375	147	159	336	340	170	172
62738		11/01 SW- OSB	w	pulli	2011	151	151	167	173	249	249	301	303	311	313	177	192	396	406	154	154	225	225	322	322	302	310	143	143	375	390	147	159	340	340	174	178
62739		11/03 A SSW OSB	w	pulli	2011	147	151	164	185	243	251	293	293	307	313	182	197	391	396	152	154	265	270	318	322	306	310	143	143	355	370	151	155	340	342	170	174
62740		11/03 A SSW OSB	w	pulli	2011	147	151	164	173	247	249	293	299	313	313	182	197	396	396	152	154	235	245	318	354	290	306	143	143	355	380	159	159	340	342	170	174
62742		11/04 A S-OSB	m	pulli	2011	147	151	164	167	249	249	293	295	311	313	152	157	406	416	150	154	225	235	318	322	298	302	143	143	355	355	159	159	340	340	172	174
62743		11/04 A S-OSB	w	pulli	2011	151	151	170	173	249	249	295	301	311	317	187	202	406	416	150	154	225	250	318	322	298	302	143	143	390	390	159	159	340	344	170	174
62745		11/07 N Meu	m	pulli	2011	151	151	167	173	249	249	295	295	311	311	152	167	386	401	154	156	225	225	314	318	306	310	143	143	370	380	159	159	340	340	172	172
62746		11/07 N Meu	m	pulli	2011	151	151	164	173	249	249	295	295	311	315	167	192	376	396	154	154	225	240	318	322	306	310	143	143	370	380	155	163	340	346	172	176
62747		993	m	pulli	2011	147	147	164	167	249	253	293	295	311	313	172	172	396	421	154	156	225	250	318	318	286	290	143	146	355	370	147	159	336	336	172	184
62748		993	w	pulli	2011	147	147	167	173	249	249	295	295	311	313	172	187	396	396	154	156	225	245	318	318	286	290	143	146	355	370	159	159	336	336	172	184
62749		993	w	pulli	2011	147	147	164	170	249	249	287	295	311	313	172	187	396	396	154	154	245	250	318	318	286	294	143	146	355	355	147	159	336	336	172	184
62750		993	w	pulli	2011	147	147	167	173	253	255	287	293	311	313	172	187	396	396	154	156	245	250	318	354	286	294	143	146	355	355	159	159	336	344	172	184
62755		988	m	pulli	2011	151	151	167	167	249	249	293	299	309	311	157	157	396	396	154	154	245	250	322	342	302	302	140	146	375	390	159	159	336	342	170	172
62756		999	w	pulli	2011	147	151	167	167	249	249	287	293	313	313	157	172	406	416	150	154	235	240	318	342	286	314	143	146	375	380	147	155	338	340	174	174
62757		999	w	pulli	2011	147	151	167	167	249	255	293	293	313	317	157	172	406	416	154	154	225	240	318	342	286	314	143	146	375	380	147	155	338	340	178	180
62760		891	w	pulli	2011	147	147	164	170	249	255	293	301	305	307	157	177	406	426	154	154	235	240	318	342	302	314	143	146	355	390	159	159	336	340	172	174
62761		1002	m	pulli	2011	151	151	167	167	247	247	293	295	307	311	177	177	386	411	154	154	225	270	318	334	282	290	143	143	375	380	147	159	336	340	174	174
62763		1002	m	pulli	2011	147	147	167	173	247	249	293	295	307	311	157	177	401	411	154	154	245	270	318	318	294	302	143	143	355	375	147	159	336	336	170	174
62764		969	w	pulli	2011	147	147	164	173	249	249	293	293	307	317	172	172	396	416	154	154	240	245	322	350	290	322	143	149	355	375	151	163	336	340	176	180



Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
	62766	934	w	pulli	2011	147	147	167	173	251	253	295	295	311	311	157	197	406	406	154	154	225	265	318	346	302	302	143	143	355	370	159	159	340	340	172	178
	62768	934	w	pulli	2011	147	147	167	173	251	253	295	295	311	311	182	197	376	406	150	154	225	265	318	346	298	302	143	143	355	370	159	159	340	340	164	178
	62769	934	m	pulli	2011	147	147	167	173	251	253	295	299	311	311	157	177	376	406	154	154	225	265	318	346	286	302	143	143	355	375	159	159	340	340	164	178
	62772	11/08 NO Meu	m	pulli	2011	147	151	167	173	249	249	293	293	307	307	177	182	396	406	154	154	265	265	318	342	286	290	143	143	355	380	163	171	338	340	166	182
	62776	11/04 B S-OSB	m	pulli	2011	147	151	167	173	247	247	295	295	307	315	182	192	406	406	154	154	225	240	314	318	306	306	143	143	355	380	159	159	340	340	162	176
	62780	11/04 B S-OSB	m	pulli	2011	147	151	167	173	247	255	295	295	307	311	157	182	406	406	154	154	225	240	318	318	298	306	143	143	355	380	151	159	340	340	176	176
	62781	11/03 B SSW-OSB	w	pulli	2011	147	151	167	170	249	255	293	297	311	311	167	177	391	426	154	154	240	245	318	322	314	318	143	143	355	375	159	159	340	342	166	174
	62783	11/03 B SSW-OSB	w	pulli	2011	147	151	167	170	249	255	293	297	311	319	167	177	421	426	154	154	225	245	318	318	294	314	143	143	355	375	155	159	340	342	166	174
	62784	Hohl-ach	w	pulli	2011	147	147	167	170	249	249	293	293	307	311	157	167	406	421	154	154	225	240	314	318	294	302	143	143	355	380	159	159	340	340	170	172
	62785	970	m	pulli	2011	147	151	167	173	249	255	293	293	311	311	152	157	396	396	154	154	235	270	318	354	302	306	140	146	355	370	159	163	340	340	168	180
	62786	1003	m	pulli	2011	147	151	167	173	249	255	295	295	311	311	157	172	406	411	154	154	225	235	318	322	294	302	140	143	370	380	151	159	340	340	170	170
	62791	913	m	pulli	2011	147	151	167	170	249	251	295	295	311	313	177	182	376	406	154	154	235	255	330	346	298	310	143	146	355	380	155	159	340	340	162	172
	62792	913	w	pulli	2011	147	151	170	170	249	249	293	293	307	311	152	177	376	406	154	154	235	240	318	322	290	290	143	143	355	370	155	159	338	340	172	174
104	62794	892	w	adult	2011	147	151	170	176	249	251	293	299	311	313	182	197	376	411	154	156	235	300	322	346	302	310	140	146	370	380	159	159	336	340	172	172
101	62795	881	w	adult	2011	147	151	167	176	249	249	295	297	313	315	167	177	396	416	154	160	225	240	326	338	294	310	143	143	355	370	159	163	340	344	172	172
4	62796	880	w	adult	2011	147	151	167	173	243	251	293	295	311	313	182	192	406	421	154	154	245	245	322	346	294	310	143	143	355	370	159	159	340	340	162	174
15	62797	883	w	adult	2011	147	147	164	173	251	255	295	295	305	313	172	182	401	421	154	154	235	260	318	318	286	306	143	146	355	355	151	159	340	340	170	178
59	62798	894	w	adult	2011	147	147	164	167	249	255	293	295	311	315	157	192	396	426	154	154	240	265	322	330	294	302	143	143	355	355	151	159	340	340	166	172
49	62799	895	w	adult	2011	147	147	170	173	249	251	293	301	307	313	182	197	406	421	150	154	225	235	318	318	294	302	143	143	370	375	159	159	340	346	170	172
67	62800	896	w	adult	2011	147	151	164	164	249	249	293	297	313	317	157	182	406	421	154	154	245	255	318	318	286	302	143	146	380	390	159	159	336	338	174	180
79	62801	898	w	adult	2011	147	151	164	173	249	253	295	295	307	311	147	182	406	406	150	154	235	250	318	318	286	310	143	143	375	385	151	159	336	340	172	172
52	62802	913	w	adult	2011	151	151	164	173	249	255	293	295	307	307	157	182	401	401	154	154	235	240	318	322	310	314	143	143	355	385	159	159	340	340	170	180
76	62803	893	w	adult	2011	147	147	167	170	249	249	293	299	311	311	177	182	406	411	154	156	235	235	322	330	290	310	143	146	355	370	155	159	340	340	172	172
107	62804	911	w	adult	2011	147	151	164	173	249	249	295	295	307	311	152	152	406	421	154	154	240	245	318	322	286	310	143	143	375	380	159	159	336	340	170	170
106	62805	908	w	adult	2011	147	151	173	179	249	255	295	297	307	311	172	172	411	416	154	154	235	250	318	346	310	310	140	143	370	390	151	159	340	340	170	172
43	62806	914	w	adult	2011	151	151	167	173	249	249	287	297	311	313	157	172	401	411	154	154	240	250	318	322	286	302	146	146	360	375	147	151	340	342	174	174
100	62807	879	w	adult	2011	151	151	167	173	249	255	293	295	311	319	152	187	406	421	154	154	225	245	318	342	310	310	143	146	355	385	159	159	340	340	170	172
108	62808	916	w	adult	2011	147	151	167	173	249	249	293	297	311	313	177	192	416	421	154	154	235	300	318	322	294	298	140	146	370	375	151	159	340	340	172	178
73	62809	917	w	adult	2011	147	151	164	173	253	255	293	295	311	315	182	187	406	406	154	154	240	250	318	330	286	298	143	143	355	385	151	155	340	340	172	172
24	62810	933	w	adult	2011	147	151	164	173	247	249	295	295	311	311	152	182	406	421	154	154	245	245	318	346	286	298	143	143	375	380	159	171	340	340	170	174
102	62811	884	w	adult	2011	147	151	170	173	249	249	287	295	307	313	162	182	396	411	154	154	225	275	322	322	290	310	143	146	370	390	147	163	338	340	172	172
103	62812	885	w	adult	2011	147	151	164	173	247	249	293	295	307	313	182	182	411	416	154	154	225	240	318	346	298	302	143	143	375	380	159	163	340	340	170	176
62	62813	934	w	adult	2011	147	147	167	173	247	253	293	295	311	311	157	182	406	426	150	154	265	265	318	318	286	302	143	143	355	355	151	159	340	340	164	172
109	62814	936	w	adult	2011	147	147	173	176	249	249	293	303	307	317	187	192	386	406	154	154	225	260	318	322	298	302	143	143	370	375	151	159	340	340	170	174
16	62815	937	w	adult	2011	147	151	173	176	249	251	299	299	311	313	152	177	406	426	154	154	225	225	318	346	298	302	140	143	355	370	159	159	338	340	172	172
50	62816	901	w	adult	2011	147	151	158	173	249	249	293	293	311	317	162	167	376	411	154	156	225	245	342	346	306	306	143	146	355	375	159	163	346	346	170	174
27	62817	886	w	adult	2011	151	151	164	167	247	249	295	299	311	311	177	182	401	426	154	154	235	300	314	322	290	298	140	143	370	380	159	159	336	336	172	178
23	62818	912	w	adult	2011	147	147	164	173	249	249	293	295	307	311	182	182	406	421	150	154	235	235	318	322	302	310	143	143	375	380	159	159	340	340	170	172

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
2	62819	919	w	adult	2011	147	151	164	167	243	253	293	295	311	313	157	177	396	416	154	154	250	265	318	330	294	298	140	143	355	385	155	155	340	340	172	172
42	62820	945	w	adult	2011	147	147	170	173	249	249	293	297	311	313	172	182	376	406	154	154	225	275	318	322	298	298	143	143	355	380	159	171	336	340	172	172
111	62821	944	w	adult	2011	147	151	170	173	249	249	293	293	315	317	157	157	386	396	154	154	225	285	318	318	306	314	146	149	370	380	159	163	340	342	172	176
72	62822	943	w	adult	2011	147	151	167	167	249	249	293	293	307	317	172	172	381	416	154	154	245	260	318	318	294	310	143	146	375	380	155	159	340	340	176	182
83	62823	940	w	adult	2011	147	151	167	170	249	249	295	299	307	307	167	182	386	396	154	154	240	240	318	318	298	314	143	143	355	380	159	163	340	340	174	176
74	62824	942	w	adult	2011	147	147	167	167	251	251	293	299	307	313	182	187	376	391	154	154	255	260	314	346	298	298	143	143	380	380	155	163	338	340	172	176
28	62825	958	w	adult	2011	147	151	164	167	249	251	293	293	313	313	152	177	411	421	150	152	235	240	318	322	294	298	140	149	355	375	159	163	338	340	170	172
13	62826	930	w	adult	2011	147	153	164	164	249	251	293	293	307	311	162	187	401	406	154	156	250	255	318	322	298	310	140	143	375	380	159	171	336	340	176	176
48	62827	931	w	adult	2011	147	151	164	173	249	249	295	295	307	313	142	192	401	406	154	154	245	265	318	322	294	294	143	146	355	380	159	163	340	340	170	176
30	62828	910	w	adult	2011	147	151	164	167	249	249	295	295	307	313	182	187	396	421	154	154	250	255	318	330	298	314	140	146	370	380	159	163	338	340	166	172
105	62829	905	w	adult	2011	147	151	164	170	249	249	293	293	313	315	157	182	401	426	154	154	225	250	318	346	310	310	143	143	370	380	159	159	336	340	172	182
89	62830	929	w	adult	2011	147	151	164	170	243	249	293	293	301	311	182	197	396	401	154	154	225	265	318	322	302	302	143	149	355	355	159	159	336	346	170	172
45	62831	928	w	adult	2011	147	147	164	167	247	249	293	297	305	311	157	162	406	421	154	154	245	245	318	346	290	314	140	146	375	390	159	159	336	340	172	176
82	62833	953	w	adult	2011	147	147	164	170	243	255	293	293	307	317	127	157	391	401	154	154	225	245	318	330	290	306	146	146	355	370	151	159	338	340	170	172
80	62834	960	w	adult	2011	147	147	167	173	249	249	293	293	311	313	157	182	376	406	154	154	225	235	318	318	298	310	143	143	370	380	159	171	336	340	172	174
44	62835	961	w	adult	2011	147	151	167	173	249	255	293	295	307	311	157	182	396	406	154	154	225	240	318	322	302	310	143	143	355	390	147	159	340	340	170	172
29	62836	962	w	adult	2011	147	147	158	170	243	249	293	293	313	317	182	182	391	396	156	160	245	275	318	322	302	302	143	146	370	375	163	163	340	340	170	178
66	62837	925	w	adult	2011	147	151	164	173	249	249	293	295	307	309	182	182	396	411	154	154	225	235	322	326	298	310	143	143	375	390	159	159	340	340	170	172
110	62838	941	w	adult	2011	151	151	164	170	249	251	293	299	313	317	187	192	406	421	154	154	225	245	318	318	298	302	143	146	355	370	147	163	340	340	166	172
35	62840	954	w	adult	2011	147	151	170	173	249	249	297	299	317	317	152	172	406	426	154	154	225	225	318	322	298	302	143	146	355	380	159	159	340	342	172	174
36	62841	939	w	adult	2011	147	147	164	173	249	249	295	295	307	317	177	182	396	411	154	154	225	250	318	322	298	306	143	143	380	390	159	163	340	346	166	172
37	62842	951	w	adult	2011	151	151	164	170	249	251	293	295	311	313	182	182	396	431	154	154	225	235	342	354	306	306	143	146	355	375	155	163	340	340	170	174
77	62843	950	w	adult	2011	151	151	164	173	249	253	293	295	307	311	157	177	401	421	154	154	235	265	318	322	314	318	143	143	355	380	159	159	340	340	170	170
113	62844	981	w	adult	2011	147	151	158	164	249	249	293	293	311	313	157	192	386	391	154	158	225	225	310	318	302	310	143	149	370	375	159	159	340	340	166	176
14	62845	971	w	adult	2011	147	151	164	167	249	249	293	295	311	313	177	182	396	416	152	154	240	245	318	318	298	310	143	146	355	375	159	159	336	346	170	174
112	62847	978	w	adult	2011	147	151	167	170	247	249	295	295	307	311	177	182	411	426	154	154	235	245	314	314	290	294	143	143	370	370	159	159	336	340	174	178
81	62848	955	w	adult	2011	147	151	167	176	249	255	293	295	311	311	152	172	406	406	154	154	225	240	314	354	294	302	143	143	370	380	147	159	340	340	172	172
56	62850	2609	w	adult	2011	147	147	164	167	249	249	293	295	311	317	167	182	406	411	154	154	240	245	314	318	302	314	143	143	355	380	159	171	340	342	166	170
20	62852	985	w	adult	2011	147	147	164	179	249	249	293	301	313	313	157	182	386	401	154	154	225	225	318	318	294	298	143	146	355	375	147	151	336	340	176	176
47	62853	986	w	adult	2011	151	151	164	173	247	251	293	293	307	313	177	182	386	406	154	154	225	225	314	322	298	298	143	143	355	380	155	159	346	346	170	176
115	65259	1037	w	adult	2012	147	147	170	170	243	249	295	301	307	311	152	157	401	406	154	154	225	225	318	346	302	314	143	143	355	375	171	171	336	338	172	178
15	65260	1014	w	adult	2012	147	147	164	173	251	255	295	295	305	313	172	182	401	421	154	154	235	260	318	318	286	306	143	146	355	355	151	159	340	340	170	178
114	65261	1007	w	adult	2012	147	147	164	167	249	253	293	295	311	317	152	182	401	406	154	154	235	240	318	322	302	310	143	146	375	380	159	159	340	340	172	178
23	65262	1049	w	adult	2012	147	147	164	173	249	249	293	295	307	311	182	182	406	421	150	154	235	235	318	322	302	310	143	143	375	380	159	159	340	340	170	172
44	65263	1051	w	adult	2012	147	151	167	173	249	255	293	295	307	311	157	182	396	406	154	154	235	240	318	322	302	310	143	143	355	390	147	159	340	340	170	172
25	65264	1043	w	adult	2012	147	147	170	170	247	249	293	297	309	311	157	172	386	416	154	156	225	235	318	318	290	294	143	143	355	375	147	159	336	340	170	174
5	65265	1040	w	adult	2012	147	147	167	173	249	251	293	295	307	315	177	187	406	406	152	154	245	245	318	322	282	310	143	146	355	390	159	159	336	344	172	172
46	65266	1039	w	adult	2012	147	149	167	173	247	249	293	295	307	309	157	177	376	401	154	154	245	245	318	318	282	286	143	146	370	375	159	159	338	340	174	174
116	65267	1053	w	adult	2012	147	151	167	167	249	251	293	293	305	307	157	167	376	401	154	160	235	270	318	318	302	310	143	146	370	380	155	155	342	342	18	

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b	
56	65279	2694	w	adult	2012	147	147	164	167	249	249	293	295	311	317	167	182	406	411	154	154	240	245	314	318	302	314	143	143	355	380	159	171	340	342	166	170	
39	65280	1203 A SWOSB	w	adult	2012	147	147	164	167	249	255	293	293	313	313	147	177	396	411	154	154	225	245	318	318	290	302	143	146	360	380	159	159	336	338	170	174	
123	65282	1203 D SWOSB	w	adult	2012	147	151	167	173	247	249	293	295	313	313	167	182	386	406	154	156	225	225	314	318	298	310	143	143	380	385	147	155	340	342	172	176	
8	65283	1203 B SWOSB	w	adult	2012	147	151	167	167	253	255	293	295	307	307	147	152	396	406	150	154	225	235	318	354	290	302	143	143	370	385	147	159	340	342	170	174	
70	65284	1204 C SOSB	w	adult	2012	147	151	164	173	249	249	301	303	311	311	182	192	406	406	154	154	225	245	322	322	286	310	143	143	370	390	147	159	340	340	172	174	
75	65285	2686	w	adult	2012	147	151	164	167	249	253	293	295	311	317	152	182	396	401	154	154	235	245	318	322	302	310	143	146	380	380	147	159	340	340	172	174	
19	65286	Colm-berg Stadelmann	w	adult	2012	147	147	167	170	249	249	293	295	307	311	177	197	396	406	154	154	250	265	318	318	286	306	143	143	355	375	155	171	338	338	166	170	
119	65287	1076	w	adult	2012	147	151	167	173	243	247	299	301	307	313	142	197	406	411	154	154	225	250	318	318	302	306	143	143	370	380	159	163	340	340	166	182	
68	65288	1077	w	adult	2012	147	147	164	170	249	255	293	295	311	313	177	197	401	406	154	154	225	225	322	342	298	302	143	143	370	375	159	159	336	346	176	176	
122	65289	1128	w	adult	2012	147	153	164	167	249	255	293	295	311	313	172	182	411	411	152	154	225	285	318	342	286	314	143	146	370	380	151	159	342	344	172	176	
113	65290	1064	w	adult	2012	147	151	158	164	249	249	293	293	311	313	157	192	386	391	154	158	225	225	310	318	302	310	143	149	370	375	159	159	340	340	166	176	
63	65291	1072	w	adult	2012	147	147	164	164	247	249	293	295	307	307	172	172	391	416	154	154	240	245	318	318	290	298	143	149	355	385	151	163	336	340	176	180	
12	65292	1028	w	adult	2012	147	151	170	176	247	249	293	295	307	317	177	197	401	411	154	154	225	225	318	322	290	322	143	143	370	375	159	159	336	336	166	178	
79	65293	1027	w	adult	2012	147	151	164	173	249	253	295	295	307	311	147	182	406	406	150	154	235	250	318	318	286	310	143	143	375	385	151	159	336	340	172	172	
54	65294	1065	w	adult	2012	147	147	167	170	243	249	291	295	307	311	157	187	401	426	152	154	235	235	318	318	326	286	302	143	143	370	375	159	163	336	340	166	178
28	65295	1080	w	adult	2012	147	151	164	167	249	251	293	293	313	313	152	177	411	421	150	152	235	240	318	322	294	298	140	149	355	375	159	163	338	340	170	172	
52	65296	1081	w	adult	2012	151	151	164	173	249	255	293	295	307	307	157	182	401	401	154	154	235	240	318	322	310	314	143	143	355	385	159	159	340	340	170	180	
85	65297	1082	w	adult	2012	147	147	164	164	249	249	295	297	307	313	157	202	401	401	154	156	235	240	314	318	282	298	143	146	355	380	159	163	340	340	172	172	
33	65298	1083	w	adult	2012	151	151	167	173	247	251	293	295	307	313	157	182	391	406	154	154	240	260	318	322	298	302	143	143	370	380	159	159	340	340	174	178	
73	65299	1084	w	adult	2012	147	151	164	173	253	255	293	295	311	315	182	187	406	406	154	154	240	250	318	330	286	298	143	143	355	385	151	155	340	340	172	172	
21	65301	1088	w	adult	2012	147	151	164	167	253	255	293	293	311	313	172	172	406	411	150	154	225	240	318	354	294	310	143	143	355	365	147	159	336	342	174	184	
67	65302	1090	w	adult	2012	147	151	164	164	249	249	293	297	313	317	157	182	406	421	154	154	245	255	318	318	286	302	143	146	380	390	159	159	336	338	174	180	
3	65303	1042	w	adult	2012	147	147	170	170	249	249	293	293	311	313	152	182	396	406	154	154	245	270	322	346	306	314	143	143	355	355	163	163	336	340	166	172	
9	65304	1041	w	adult	2012	151	151	167	167	247	247	293	297	315	317	152	182	386	421	154	154	245	250	318	322	306	306	146	146	355	370	151	159	340	340	170	172	
66	65306	1022	w	adult	2012	147	151	164	173	249	249	293	295	307	309	182	182	396	411	154	154	225	235	322	326	298	310	143	143	375	390	159	159	340	340	170	172	
16	65307	1068	w	adult	2012	147	151	173	176	249	251	299	299	311	313	152	177	406	426	154	154	225	225	318	346	298	302	140	143	355	370	159	159	338	340	172	172	
61	65308	1018	w	adult	2012	147	147	164	173	249	253	293	293	307	311	182	187	411	431	154	154	240	265	322	334	294	314	146	146	370	380	159	163	340	342	182	184	
32	65311	1093	w	adult	2012	151	151	167	167	249	255	287	293	307	315	157	157	406	416	154	154	235	245	318	322	302	306	140	143	350	375	159	163	336	340	162	170	
110	65312	1093	w	adult	2012	151	151	164	170	249	251	293	299	313	317	187	192	406	421	154	154	235	245	318	318	298	302	143	146	355	370	147	163	340	340	166	172	
120	65314	1103	w	adult	2012	147	151	167	173	247	249	293	293	307	311	162	182	396	401	154	154	225	245	318	318	294	310	143	143	355	355	159	159	338	338	166	172	
4	65315	1100	w	adult	2012	147	151	167	173	243	251	293	295	311	313	182	192	406	421	154	154	245	245	322	346	294	310	143	143	355	370	159	159	340	340	162	174	
48	65317	1095	w	adult	2012	147	151	164	173	249	249	295	295	307	313	142	192	401	406	154	154	245	265	318	322	294	294	143	146	355	380	159	163	340	340	170	176	
17	65318	1112	w	adult	2012	147	151	164	173	249	249	295	295	313	317	152	152	406	416	150	154	235	235	318	322	302	302	143	149	355	390	159	159	336	340	170	174	
121	65319	1113	w	adult	2012	151	151	164	167	247	255	297	297	309	311	157	187	401	411	154	154	235	245	318	346	282	302	143	146	380	380	155	163	340	340	166	174	
84	65320	1114	w	adult	2012	151	151	167	167	249	255	293	295	307	309	157	187	396	411	154	154	250	255	322	354	294	302	143	146	375	375	159	163	338	342	172	184	
7	65321	1110	w	adult	2012	147	151	164	173	249	249	293	293	311	313	167	172	391	401	154	154	225	270	318	322	302	306	146	149	375	380	159	171	340	340	166	170	
18	65322	1115	w	adult	2012	147	147	164	167	249	249	293	295	311	311	172	187	411	416	152	154	225	270	322	326	294	298	143	143	350	370	159	159	340	340	172	176	
		65323	1051	w	pulli	2012	147	151	167	176	249	255	295	295	307	313	182	182	391	406	154	154	225	235	314	318	290	310	143	149	355	370	159	159	340	340	170	172
		65324	1051	m	pulli	2012	151	151	167	176	249	255	287	295	311	313	157	162	406	411	154	154	240	275	318	322	290	302	143	146								

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
65654	1019	m	pulli	2012	147	147	164	170	249	251	293	301	313	319	157	167	401	406	154	154	225	260	322	346	298	302	143	146	375	375	155	159	336	340	170	176	
65655	1019	m	pulli	2012	147	151	164	167	249	249	293	301	313	319	157	157	401	406	154	154	225	260	318	318	298	298	143	146	355	375	155	159	336	336	172	174	
65657	1083	m	pulli	2012	147	151	173	173	247	249	293	293	305	307	182	182	406	406	154	154	235	240	318	322	298	298	143	143	380	390	159	159	336	340	172	178	
65658	1083	m	pulli	2012	147	151	164	167	249	251	293	295	313	313	182	182	391	406	154	154	235	260	318	318	302	306	143	143	370	390	159	171	336	340	172	178	
65659	1083	m	pulli	2012	147	151	164	167	247	249	293	295	305	313	157	182	396	406	154	154	235	240	318	322	298	298	143	143	370	370	159	171	336	340	178	178	
65661	1118	w	pulli	2012	147	147	161	167	249	251	293	297	307	315	182	187	376	406	154	154	236	275	314	322	298	298	143	143	355	355	155	159	338	340	178	178	
65663	1109	m	pulli	2012	147	151	167	167	247	251	287	299	311	313	152	162	401	426	154	156	225	250	318	322	290	306	143	146	355	375	159	159	340	340	182	182	
65664	1109	m	pulli	2012	147	147	167	170	247	249	295	299	311	313	167	182	401	421	154	154	225	250	322	338	298	306	143	143	355	375	159	163	340	340	172	172	
65665	1079	m	pulli	2012	147	151	167	170	249	249	293	293	307	313	157	157	401	401	154	156	225	250	314	318	298	310	146	152	370	380	151	155	340	340	170	170	
65666	1079	m	pulli	2012	151	151	164	167	249	249	293	293	311	311	157	157	401	401	154	156	220	260	318	326	298	310	143	143	370	380	147	151	340	340	170	174	
65667	1079	m	pulli	2012	147	151	170	173	249	255	293	295	307	313	157	192	396	401	154	154	220	250	314	346	302	310	146	146	370	380	147	159	336	340	170	170	
65668	1065	w	pulli	2012	147	147	167	173	249	249	291	293	311	319	177	187	396	401	154	154	235	245	318	318	302	306	143	146	375	375	159	159	336	340	174	178	
65672	1085	m	pulli	2012	147	147	161	170	249	253	293	293	313	315	172	182	406	406	154	154	245	275	318	350	290	298	143	143	355	370	159	159	340	340	170	178	
65673	1081	m	pulli	2012	147	151	164	173	249	255	293	299	307	307	157	177	401	446	154	154	240	250	318	318	302	314	143	143	355	385	159	159	332	340	170	170	
65674	1081	m	pulli	2012	151	151	173	173	249	255	293	295	307	307	157	182	386	401	154	154	225	240	318	322	302	314	143	143	355	385	159	163	340	340	176	180	
65680	1097	m	pulli	2012	147	151	167	173	249	251	293	293	309	311	162	182	376	411	154	154	225	250	318	318	298	302	143	143	355	375	151	171	338	340	172	172	
65681	1097	m	pulli	2012	147	147	167	167	249	251	293	295	309	311	172	177	406	411	154	154	250	275	318	318	298	302	143	143	355	375	151	171	340	340	172	180	
65683	1078	m	pulli	2012	147	147	164	173	249	249	295	299	311	317	162	177	386	396	154	154	225	245	318	318	290	306	143	146	375	390	159	159	338	346	172	172	
65684	1078	m	pulli	2012	147	147	164	164	249	249	295	299	307	311	162	177	396	406	154	156	250	265	318	346	298	310	143	143	375	390	159	159	338	346	166	172	
65685	1116	m	pulli	2012	147	147	164	170	249	249	293	299	307	311	177	182	386	406	154	154	225	235	322	338	290	298	143	146	370	390	155	163	340	340	172	172	
65687	1116	w	pulli	2012	147	147	164	170	249	249	293	295	307	311	177	182	376	411	154	154	225	235	318	330	298	310	143	146	370	385	155	159	340	340	172	182	
65688	1066	w	pulli	2012	147	147	173	173	249	251	293	293	311	313	152	177	396	411	154	154	245	245	318	318	298	310	146	146	355	380	151	163	340	340	174	176	
65689	1066	w	pulli	2012	147	147	167	173	251	255	293	295	311	313	157	177	376	421	154	154	240	245	318	342	298	310	146	146	355	375	159	163	336	338	174	174	
65691	1066	w	pulli	2012	147	147	167	170	249	249	293	293	311	319	157	177	396	411	154	154	235	240	318	318	298	310	143	146	375	380	151	163	336	340	170	176	
65696	1019	m	pulli	2012	147	147	164	170	249	249	293	293	301	313	159	157	396	406	154	154	225	225	318	322	298	306	143	146	375	375	155	159	336	336	170	174	
65697	1019	w	pulli	2012	147	151	164	170	249	249	293	301	313	319	157	157	401	406	154	154	255	260	318	318	298	306	143	146	375	375	155	159	336	336	170	176	
65704	1024	w	pulli	2012	147	151	164	170	253	255	293	299	311	317	167	197	396	406	154	154	235	245	318	342	302	314	143	143	380	385	159	159	336	336	172	176	
65705	1106	m	pulli	2012	147	151	164	167	249	255	293	293	311	313	157	157	411	426	154	154	245	265	322	346	282	294	143	146	355	380	151	175	340	340	172	182	
65706	1106	m	pulli	2012	147	149	164	167	247	249	293	293	311	313	157	157	401	426	154	154	245	265	318	322	282	294	143	146	355	380	151	159	340	340	172	174	
65707	1106	m	pulli	2012	147	149	164	164	255	255	293	295	313	315	187	192	401	426	154	154	225	265	330	346	302	302	143	146	355	380	151	175	340	340	172	182	
65708	1106	m	pulli	2012	147	149	164	170	255	255	293	295	311	313	157	192	396	401	154	154	225	265	330	346	294	302	143	146	355	380	151	175	340	340	172	182	
65709	1082	m	pulli	2012	147	151	164	173	249	249	295	297	307	313	157	157	396	401	154	154	235	250	318	322	290	298	143	143	380	380	151	159	340	342	170	172	
65710	1082	w	pulli	2012	147	151	164	173	249	249	295	297	307	313	187	202	396	401	154	154	240	250	314	342	290	298	143	146	355	380	159	163	336	340	172	174	
65711	1082	w	pulli	2012	147	151	164	170	249	249	293	297	307	313	157	157	396	401	154	154	235	265	314	322	286	298	146	146	355	375	151	159	340	342	170	172	
65712	1082	m	pulli	2012	147	151	164	170	249	249	293	295	313	313	187	202	396	401	154	154	235	250	318	342	290	298	143	146	355	380	159	163	336	340	170	172	
65714	1018	w	pulli	2012	147	147	164	167	249	249	293	293	307	311	157	182	421	431	154	154	245	265	318	334	302	314	143	146	355	370	151	163	314	342	170	176	
65715	1018	m	pulli	2012	147	147	167	173	249	249	293	293	307	311	162	187	421	431	154	154	240	245	318	334	302	314	140	146	370	380	151	163	314	340	170	176	
65717	1018	m	pulli	2012	147	151	167	173	253	255	293	293	311	311	157	182	416	431	154	154	245	265	322	322	294	302	140	146	355	370	151	159	340	342	174	174	
65719	1060	m	pulli	2012	147	151	164	167	247	249	297	299	311	313	182	187	381	426	154	156	235	245	314	322	298	310	140	143	370	380	155	159	336	336	170	172	
65720	1060	m	pulli	2012	147	151	164	164	249	249	293	295	311	313	177	177	401	406	154	156	235	250	322														

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
65736	1074	w	pulli	2012	147	147	167	170	249	249	295	295	305	317	157	167	396	396	154	154	225	235	318	318	302	314	143	143	375	375	159	159	336	336	166	178	
65737	1074	w	pulli	2012	147	147	167	167	247	249	293	295	311	311	167	182	396	396	154	154	235	240	318	318	282	314	146	146	370	380	159	159	336	340	170	176	
65738	1068	w	pulli	2012	147	151	173	173	249	251	293	299	313	317	152	182	396	426	154	154	225	235	322	346	298	306	143	143	355	375	159	163	338	340	172	178	
65739	1068	m	pulli	2012	151	151	170	173	249	251	293	299	313	317	152	172	426	426	154	154	225	235	322	346	298	306	140	140	370	375	159	163	338	340	172	178	
65740	1068	w	pulli	2012	147	147	173	176	249	249	293	299	311	313	152	182	406	426	154	154	225	235	318	322	302	314	140	143	355	370	159	163	338	340	172	178	
65741	1068	m	pulli	2012	147	147	173	176	249	249	293	299	313	317	152	182	406	426	154	154	225	270	318	322	302	314	140	143	355	355	159	163	338	340	172	174	
65742	1052	w	pulli	2012	151	151	173	173	249	249	293	299	311	315	157	187	396	421	154	154	225	270	318	342	302	306	146	146	355	380	155	159	340	340	168	170	
65743	1052	w	pulli	2012	151	151	170	173	249	249	293	299	311	315	157	187	396	411	154	154	225	245	342	346	302	314	146	146	355	355	155	163	340	340	166	168	
65744	1052	w	pulli	2012	151	151	173	173	249	249	293	299	305	307	157	187	396	421	154	156	245	245	318	342	310	314	140	146	355	380	155	159	340	340	170	172	
65745	1080	m	pulli	2012	147	151	167	170	251	251	293	295	309	313	152	157	396	411	150	154	235	240	318	322	298	298	140	143	375	385	159	159	336	338	170	172	
65746	1080	w	pulli	2012	147	151	167	170	251	251	293	295	309	313	157	177	396	421	152	154	240	255	318	322	294	298	140	143	355	385	159	163	336	338	170	172	
65747	1080	m	pulli	2012	147	147	164	170	251	251	293	293	305	313	152	177	396	411	150	154	235	240	318	322	298	298	140	140	375	390	159	159	340	340	170	172	
65752	1084	m	pulli	2012	147	147	164	173	255	255	293	295	311	315	182	187	406	406	154	154	240	265	330	330	294	298	143	143	355	385	155	155	340	340	174	176	
65753	1084	m	pulli	2012	147	147	164	173	255	255	293	293	311	311	157	187	406	406	154	154	240	240	318	330	286	298	143	143	355	355	155	155	340	340	170	172	
65754	1084	w	pulli	2012	147	147	164	173	253	255	293	295	307	311	157	182	406	406	154	154	240	240	318	318	298	298	143	143	355	355	155	155	340	340	172	176	
65757	1063	w	pulli	2012	151	151	167	170	249	249	293	301	307	311	167	172	421	426	154	154	245	255	318	330	298	310	143	149	370	390	159	163	340	340	172	184	
65758	1072	w	pulli	2012	147	151	164	170	247	249	293	295	307	315	172	197	396	416	152	154	240	265	318	318	298	310	143	149	380	385	151	159	336	340	166	180	
65759	1072	w	pulli	2012	147	151	164	170	247	249	293	295	307	315	157	172	396	416	152	154	240	265	318	318	290	302	143	143	355	375	159	163	336	340	172	176	
65760	1099	m	pulli	2012	147	151	164	170	249	249	293	299	305	319	157	172	396	406	154	154	225	245	314	346	290	310	140	143	370	375	159	159	340	340	172	176	
65761	1099	w	pulli	2012	147	147	164	170	249	249	293	297	305	311	162	172	406	406	154	154	225	245	314	346	290	310	140	143	370	375	159	159	336	340	172	172	
65762	1033	w	pulli	2012	147	147	170	170	249	251	297	297	317	319	152	157	406	416	152	154	225	245	318	322	302	302	146	149	375	380	159	159	336	340	170	174	
65763	1034	w	pulli	2012	147	147	167	173	249	255	293	295	311	311	157	182	376	426	154	154	225	245	318	342	302	314	143	146	375	390	147	159	340	340	174	174	
65764	1034	m	pulli	2012	147	147	167	173	249	255	293	299	311	313	157	177	396	421	154	154	225	240	318	342	302	306	143	146	375	390	151	163	336	340	170	176	
65765	1034	m	pulli	2012	147	147	167	173	247	249	293	299	311	313	157	177	396	426	154	154	245	250	318	322	302	314	143	146	355	390	151	159	336	340	174	176	
65766	1034	m	pulli	2012	147	147	164	167	247	249	295	299	311	311	157	177	376	421	154	154	240	250	318	322	302	314	143	146	355	390	147	159	336	340	170	174	
65769	1030	m	pulli	2012	147	147	173	176	247	255	293	297	311	311	152	167	376	401	154	154	235	260	322	330	290	306	140	149	355	380	159	159	338	340	164	176	
65770	1030	w	pulli	2012	147	147	164	176	249	249	293	297	313	313	167	187	376	401	154	154	235	260	318	322	290	306	140	146	380	385	159	163	340	340	166	176	
65771	1030	w	pulli	2012	147	147	164	176	247	249	293	297	311	313	152	167	376	401	154	154	235	260	322	322	290	306	140	143	355	385	159	163	338	340	166	176	
65772	1030	w	pulli	2012	147	147	170	173	247	249	293	293	311	311	152	192	376	401	154	154	235	260	322	322	302	306	140	143	355	385	151	163	338	346	172	176	
65773	1025	m	pulli	2012	147	147	173	173	249	249	293	301	307	311	152	182	401	416	152	154	220	225	318	322	294	306	146	146	370	380	159	163	336	340	166	170	
65774	1025	w	pulli	2012	147	147	173	173	249	249	293	293	307	311	147	182	401	416	152	154	225	225	322	342	294	314	146	146	370	380	159	159	336	340	166	180	
65776	1025	w	pulli	2012	147	147	173	173	249	249	287	293	307	311	147	197	406	416	152	154	225	265	318	322	294	314	143	146	370	380	159	159	340	340	166	170	
65778	1020	w	pulli	2012	147	151	164	170	249	249	293	293	311	313	182	197	396	431	154	154	235	265	322	354	306	314	143	146	355	355	159	163	340	340	170	174	
65779	1020	m	pulli	2012	151	151	164	170	251	255	293	297	311	313	182	197	396	431	154	154	225	235	330	342	294	306	143	146	355	375	155	159	340	340	170	170	
65780	1020	m	pulli	2012	147	151	170	170	249	255	295	297	311	311	182	197	396	396	154	154	225	235	330	354	294	306	143	146	355	355	155	159	340	340	172	174	
65781	1022	w	pulli	2012	147	151	170	173	249	251	293	295	307	313	167	182	376	396	154	154	225	260	326	346	294	298	143	143	380	390	159	159	336	340	172	178	
65782	1022	w	pulli	2012	147	147	170	173	249	251	295	295	307	311	167	182	396	406	154	154	235	260	322	346	294	298	143	143	380	390	159	159	336	340	170	178	
65783	1022	w	pulli	2012	147	151	164	164	249	249	293	293	309	311	167	182	406	411	154	154	225	235	318	322	310	310	143	143	370	390	159	159	336	340	170	176	
65784	1027	m	pulli	2012	147	151	170	173	249	251	293	295	307	311	147	187	406	406	150	154	235	250	318	322	286	310	143	146	375	375	159	159	336	340	172	176	
65785	1027	w	pulli	2012	147	151	164	164	249	249	295	295	307	307	182	187	401	406	154	154	235	250	314														

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
65798	1031	m	pulli	2012	147	151	164	167	249	249	293	293	311	313	167	182	396	421	150	154	225	235	322	330	302	302	143	149	370	380	159	171	342	342	170	172	
65799	1031	w	pulli	2012	147	151	164	167	249	249	295	303	307	311	157	182	396	421	150	154	225	225	322	354	290	302	143	143	370	375	159	171	340	342	172	172	
66520	1035	m	pulli	2012	147	151	164	164	249	249	293	295	311	313	197	197	406	406	150	154	225	275	322	342	294	310	140	143	375	385	159	163	340	346	162	172	
66521	1035	m	pulli	2012	147	153	167	173	249	255	293	293	311	313	157	162	401	406	150	154	225	275	322	322	302	310	143	143	375	375	159	163	340	340	162	172	
66525	12/07 B W OSB	m	pulli	2012	147	147	164	173	247	249	293	295	311	315	177	182	406	411	152	154	245	245	314	318	282	302	143	146	355	380	159	159	336	342	170	170	
66526	12/07 B W OSB	m	pulli	2012	147	147	164	173	249	249	295	295	307	311	177	182	406	406	152	154	240	245	314	318	302	310	143	146	355	380	159	171	336	342	166	170	
66527	12/07 B W OSB	m	pulli	2012	147	147	167	173	249	249	293	295	307	311	157	167	406	421	154	154	245	245	318	318	310	314	143	146	380	380	159	159	336	340	166	170	
66529	12/03 A SW OSB	m	pulli	2012	147	147	167	173	249	255	293	293	311	313	147	187	396	421	154	154	245	250	318	318	290	298	143	143	360	390	159	159	338	344	172	174	
66530	1203 A SW OSB	w	pulli	2012	147	151	164	173	249	255	293	295	311	313	157	177	406	411	154	154	225	245	318	318	294	302	143	143	380	390	159	159	336	340	170	170	
66531	1203 A SW OSB	w	pulli	2012	147	151	167	167	249	249	293	293	311	313	157	177	396	406	154	154	225	225	318	318	294	302	143	146	355	380	159	159	336	340	170	172	
66532	12/03 A SW OSB	m	pulli	2012	147	147	164	167	249	249	293	293	311	313	147	157	406	411	154	154	225	225	318	318	290	294	143	146	360	390	159	159	338	340	170	170	
66533	12/03 A SW OSB	m	pulli	2012	147	147	164	167	249	255	293	295	307	313	157	177	411	421	154	154	225	250	318	318	290	298	143	146	380	390	159	159	336	340	170	172	
66534	1204 C S-OSB	w	pulli	2012	147	147	164	170	249	249	295	301	311	313	182	187	406	406	154	154	225	265	318	322	294	310	143	143	370	395	159	163	340	340	174	176	
66535	1204 C S-OSB	m	pulli	2012	147	151	170	173	249	255	295	303	305	311	187	192	396	406	154	154	225	245	318	322	286	294	143	143	355	390	147	163	340	340	172	174	
66536	1204 C S-OSB	m	pulli	2012	147	151	170	173	249	249	295	303	305	311	192	192	396	406	154	154	245	245	318	322	286	310	143	143	355	370	159	163	340	340	172	172	
66537	1204 C S-OSB	w	pulli	2012	147	147	164	173	249	249	295	301	305	311	182	192	406	406	154	154	245	245	318	322	286	286	143	143	390	395	147	151	340	340	172	172	
66540	1043	w	pulli	2012	147	151	167	170	247	249	293	297	309	315	172	182	396	416	154	156	225	235	318	318	290	302	143	143	370	375	147	163	336	338	170	174	
66542	1041	m	pulli	2012	147	151	167	167	247	249	295	297	313	317	147	182	386	426	154	154	235	245	318	322	306	314	143	146	355	380	159	163	340	340	170	178	
66543	1041	w	pulli	2012	147	151	167	167	249	249	295	297	313	317	152	182	421	426	154	154	235	245	318	318	306	310	146	146	370	380	159	159	340	340	172	178	
66544	1043	m	pulli	2012	147	151	164	170	247	255	293	297	311	315	157	157	386	411	154	156	235	235	318	322	294	310	143	143	355	370	147	163	336	340	170	174	
66545	1043	w	pulli	2012	147	151	164	170	247	249	293	293	309	315	157	172	386	411	154	156	235	245	318	318	290	302	143	146	370	375	159	163	340	340	170	170	
66546	1043	m	pulli	2012	147	151	164	170	247	249	293	293	311	311	157	172	396	416	154	154	225	235	318	318	294	302	143	143	370	375	147	151	340	340	170	174	
66547	1043	m	pulli	2012	147	151	164	170	249	249	293	297	311	311	152	157	396	416	154	154	225	235	318	318	294	302	143	143	370	375	147	151	336	338	170	170	
66549	1040	m	pulli	2012	147	147	167	170	249	249	295	297	313	315	177	182	396	406	154	154	245	265	318	322	294	310	143	146	370	390	159	159	336	336	170	176	
66550	1040	m	pulli	2012	147	147	164	173	249	251	295	297	307	313	177	197	401	406	152	154	245	265	322	322	294	310	146	149	355	370	159	159	336	346	172	182	
66551	1040	m	pulli	2012	147	147	164	167	249	249	293	293	315	317	187	197	401	406	154	154	245	265	318	322	282	294	143	149	355	390	159	159	344	346	172	182	
66552	1039	w	pulli	2012	147	147	173	173	247	249	293	295	307	307	152	177	401	401	152	154	245	265	318	322	286	294	143	146	355	370	159	163	340	340	170	174	
66553	1039	m	pulli	2012	147	147	173	173	249	249	287	295	309	311	177	197	376	401	152	154	225	245	318	318	286	306	143	143	370	370	159	163	340	340	170	174	
66554	1039	w	pulli	2012	147	147	167	173	247	249	287	293	307	307	152	157	401	416	152	154	225	245	318	318	282	306	143	146	370	375	159	159	338	340	166	174	

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
66556	1117	m	pulli	2012	147	147	164	170	249	255	293	297	307	311	172	187	406	411	152	154	240	245	318	346	302	302	143	143	355	360	155	163	340	340	176	178	
66557	1117	m	pulli	2012	147	151	164	164	249	255	293	295	307	311	172	187	406	411	154	154	235	240	318	346	282	302	143	143	375	380	159	163	340	340	170	178	
66559	1117	m	pulli	2012	147	147	164	164	249	255	293	295	307	311	157	157	401	411	154	154	225	245	318	346	302	302	143	143	355	375	159	163	340	340	172	176	
66562	1090	w	pulli	2012	147	151	164	164	249	249	293	295	311	313	157	182	401	421	154	154	255	270	318	318	290	302	143	146	380	380	147	159	336	340	180	182	
66563	1090	m	pulli	2012	147	151	164	167	249	249	293	297	311	313	172	182	401	421	154	154	245	245	318	342	290	302	143	143	390	390	159	163	336	336	174	182	
66564	1090	w	pulli	2012	147	151	164	164	249	249	293	293	311	317	172	182	401	421	154	154	245	270	318	318	302	306	143	146	390	390	147	159	336	336	172	174	
66565	1042	m	pulli	2012	147	147	170	170	249	249	293	293	311	317	182	197	396	401	154	154	265	270	322	346	294	314	143	149	355	355	159	163	336	346	166	170	
66566	1042	m	pulli	2012	147	147	164	170	249	249	293	297	313	313	152	197	396	401	154	154	265	270	322	322	294	306	143	143	355	355	159	163	340	346	172	182	
66567	1088	w	pulli	2012	151	151	164	173	253	255	293	295	307	311	172	187	401	411	150	156	225	240	318	354	290	310	146	146	355	375	147	151	340	342	174	174	
66568	1088	w	pulli	2012	147	147	167	173	253	253	293	295	307	313	172	192	411	411	154	156	225	225	318	318	294	298	143	146	365	375	147	151	340	342	172	174	
66569	1088	w	pulli	2012	147	147	164	170	253	255	293	295	307	311	172	192	411	411	154	154	235	240	318	354	298	310	143	146	355	375	147	151	340	342	172	184	
66570	1088	m	pulli	2012	151	151	164	170	249	255	293	295	307	311	172	192	401	406	150	156	225	225	318	354	294	298	146	146	365	375	159	159	340	342	172	174	
66571	1077	w	pulli	2012	147	147	164	170	249	255	293	295	307	311	172	197	401	411	154	154	225	225	322	342	298	314	140	143	375	375	159	159	340	346	176	176	
66572	1077	m	pulli	2012	147	147	170	173	249	249	293	295	311	317	172	177	401	411	154	154	225	225	322	322	302	322	143	143	375	375	159	159	336	340	172	176	
66573	1077	m	pulli	2012	147	147	170	173	249	255	293	293	311	317	177	197	406	411	154	154	225	225	322	342	302	322	143	143	370	385	159	159	340	346	176	176	
66574	1092	w	pulli	2012	147	147	170	170	249	249	293	295	307	313	152	157	391	421	154	154	240	260	318	318	302	310	146	146	375	380	155	163	340	340	162	170	
66575	1092	m	pulli	2012	147	151	170	173	249	251	293	293	311	313	157	182	391	421	154	154	240	255	318	346	298	310	143	143	355	380	147	163	340	340	170	174	
66578	1112	m	pulli	2012	147	147	164	164	247	249	295	301	313	317	152	182	396	406	150	154	235	235	318	322	294	302	146	149	380	390	159	159	340	340	170	174	
66579	1112	w	pulli	2012	147	151	170	173	247	249	295	301	313	313	152	182	376	406	154	154	235	260	318	318	294	302	143	149	355	380	159	159	340	340	174	174	
66580	1112	m	pulli	2012	147	151	170	173	247	249	295	299	313	317	152	182	396	416	154	154	235	235	318	322	294	302	143	143	355	375	159	159	340	340	170	174	
66582	1104	w	pulli	2012	147	151	167	173	243	249	287	299	311	313	177	182	406	426	154	154	225	235	322	326	302	314	143	143	355	380	159	159	340	340	172	174	
66584	1113	m	pulli	2012	147	151	164	173	253	255	293	297	309	313	157	182	406	411	152	154	235	240	318	346	294	302	143	143	370	380	159	163	340	340	174	174	
66585	1113	w	pulli	2012	151	151	167	167	247	251	295	297	309	313	157	182	406	411	152	154	240	245	318	346	298	302	143	146	370	380	155	155	340	340	174	174	
66586	1113	m	pulli	2012	147	151	164	167	247	255	293	297	309	313	157	182	406	411	154	154	245	245	318	318	282	294	143	146	370	380	155	155	340	340	166	176	
66587	1113	w	pulli	2012	147	151	167	167	251	255	295	297	309	313	182	187	406	411	154	154	235	245	346	346	282	298	143	146	355	380	155	159	340	340	162	174	
66588	1113	w	pulli	2012	147	151	167	167	255	255	295	297	311	313	157	182	401	406	152	154	245	245	318	346	298	302	143	146	355	380	159	163	340	340	174	174	
66589	1113	m	pulli	2012	151	151	167	167	255	255	293	297	311	313	182	187	406	411	152	154	245	245	318	346	294	302	146	146	370	380	155	155	340	340	174	174	
66590	1115	m	pulli	2012	147	147	164	173	243	249	287	293	311	317	157	172	396	411	152	156	225	250	318	326	294	294	143	149	370	380	151	159	340	340	172	174	
66591	1115	w	pulli	2012	147	147	167	173	243	249	287	295	311	317	157	187	401	416	152	154	225	250	318	326	294	298	143	149	370	380	159	159	340	340	166	176	
66592	1129	w	pulli	2012	147	151	167	167	249	251	295	299	311	311	157	157	396	396	154	154	245	270	318	318	302	306	140	143	355	375	155	159	336	340	176	176	
66593	12/03 C SW OSB	m	pulli	2012	147	147	164	167	247	249	295	299	305	307	157	172	406	426	154	158	235	265	318	322	298	306	143	143	355	370	159	159	338	340	172	178	
66594	1203 C SW OSB	w	pulli	2012	147	151	164	167	249	249	295	299	305	307	157	177	401	406	154	158	240	265	318	322	298	310	143	146	355	375	159	171	338	342	172	176	
66597	12/01 B N Meu	m	pulli	2012	151	151	164	164	249	249	295	301	311	317	167	182	396	401	154	154	240	245	318	322	298	310	143	143	375	380	159	159	340	340	174	176	
66598	12/01 B N Meu	m	pulli	2012	151	151	164	167	249	249	293	301	311	317	152	167	396	396	154	154	225	245	314	322	310	310	143	146	375	380	147	163	340	340	174	174	
66599	12/01 B N Meu	m	pulli	2012	147	151	167	167	249	249	293	295	311	315	167	182	396	401	154	154	235	240	314	322	310	310	143	143	370	380	147	159	340	340	172	176	
66600	1201 B N Meu	w	pulli	2012	151	151	164	164	249	249	295	301	311	311	167	182	396	401	154	154	235	240	314	322	298	302	143	143	375	380	159	159	340	340	172	176	

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
66601		12/01 B N Meu	m	pulli	2012	147	151	167	167	249	249	295	295	315	317	152	167	396	401	154	154	240	245	318	322	310	310	143	146	370	380	147	163	340	340	172	176
66602		12/11 N Meu 2	m	pulli	2012	147	151	170	173	249	249	295	295	307	311	177	182	396	396	154	154	250	265	318	342	290	306	143	143	355	380	163	171	338	340	170	182
66604		12/11 N Meu 2	w	pulli	2012	147	151	170	170	249	249	295	295	307	315	167	197	396	396	154	154	240	265	318	318	286	298	143	143	355	370	155	159	338	340	166	176
66605		NW Gails	m	pulli	2012	147	151	164	164	249	253	295	301	311	317	157	182	396	411	154	154	235	245	318	342	302	310	143	149	370	375	159	159	340	340	172	174
66606		NW Gails	w	pulli	2012	147	147	164	170	249	255	293	301	311	317	152	182	406	411	154	154	225	235	322	354	290	310	143	146	370	370	159	159	340	340	174	174
66607		NW Gails	m	pulli	2012	147	151	164	164	249	255	293	303	311	311	152	192	396	411	154	154	225	245	322	354	290	310	143	146	370	370	147	159	340	340	172	180
66609			m	pulli	2012	147	151	167	173	249	255	293	295	307	311	147	147	406	406	154	154	225	225	318	354	290	310	143	146	355	370	159	159	340	340	172	174
66610			?	pulli	2012	147	151	167	173	249	255	293	295	307	311	147	147	396	406	154	154	225	225	318	318	302	310	143	143	355	370	147	159	340	340	172	174
69586	853		w	pulli	2010	147	151	164	167	249	255	293	295	313	315	187	192	411	426	154	154	225	240	322	346	302	302	143	146	355	380	151	159	340	340	172	174
53220	732		m	pulli	2009	147	147	164	167	249	251	293	295	307	313	182	192	411	416	154	154	225	235	322	350	290	290	140	143	370	375	147	159	340	340	172	174
53221	732		m	pulli	2009	147	147	167	173	247	249	293	293	307	313	162	192	386	416	154	154	225	235	318	322	290	290	140	143	370	375	159	159	340	340	172	174
53222	732		m	pulli	2009	147	151	167	167	249	251	293	295	307	311	162	192	376	411	154	154	225	235	318	350	290	290	140	143	370	375	147	159	340	340	170	174
58675	807		m	pulli	2010	147	151	167	167	249	249	287	293	307	315	172	187	406	421	154	156	225	245	318	318	310	310	143	143	375	390	159	159	340	344	172	184
58676	807		w	pulli	2010	147	147	167	167	247	251	293	295	307	313	172	187	406	406	152	154	245	265	322	330	310	310	143	143	375	390	159	163	340	344	170	172
58678	807		w	pulli	2010	147	151	164	167	249	249	287	287	313	313	172	177	396	406	154	154	225	280	318	318	286	314	143	146	355	380	159	159	336	336	166	172
58686	804		w	pulli	2010	147	151	164	173	251	255	293	295	307	307	157	182	391	401	154	160	240	260	318	318	298	310	143	143	355	380	159	159	340	340	162	180
58687	781		w	pulli	2010	147	151	167	170	249	255	287	295	311	313	182	182	406	411	154	154	225	235	318	322	294	302	143	146	370	390	159	163	340	340	172	172
58688	781		m	pulli	2010	147	147	167	170	249	249	293	295	311	313	182	182	391	396	154	154	225	275	314	322	290	310	143	149	355	370	159	159	340	340	172	172
58689	864		m	pulli	2010	147	147	164	170	249	255	293	301	307	307	152	172	406	411	154	158	225	225	322	342	290	306	143	143	370	375	151	163	336	338	170	176
58690	864		w	pulli	2010	147	147	164	167	249	255	295	295	307	311	152	157	406	411	154	158	225	225	318	322	306	322	143	143	370	375	159	163	338	340	176	176
58693	798		w	pulli	2010	147	149	167	170	255	255	293	295	311	313	157	187	401	426	154	154	225	240	330	346	294	302	143	146	355	380	159	175	340	340	172	182
58698	788		w	pulli	2010	147	151	164	167	249	253	295	299	307	307	182	182	386	401	154	154	240	240	318	318	314	318	143	143	355	370	159	159	340	340	174	174
58699	788		w	pulli	2010	147	151	170	173	249	253	295	295	307	307	167	182	386	406	154	154	240	240	318	318	298	318	143	143	380	385	159	159	340	340	174	174
58700	788		w	pulli	2010	147	151	164	167	249	255	295	299	307	307	142	182	396	406	154	154	240	240	318	318	298	318	143	143	355	370	159	159	340	340	170	174
58701	759		m	pulli	2010	151	151	164	173	249	249	293	293	313	317	172	182	396	426	154	154	225	245	346	354	306	314	143	143	355	355	155	163	340	340	174	178
58702	759		w	pulli	2010	147	151	164	170	249	251	293	295	313	317	172	182	396	411	154	154	235	245	342	346	306	314	140	143	355	355	155	163	340	340	174	178
58704	759		m	pulli	2010	147	151	170	173	249	249	293	293	311	317	172	182	396	426	154	154	235	270	322	354	306	314	140	143	355	375	151	163	340	340	174	178
58705	773		w	pulli	2010	147	151	164	170	247	249	293	293	305	313	152	162	421	421	150	154	225	245	318	322	298	314	143	146	355	390	159	159	336	338	166	176
58707	773		m	pulli	2010	147	151	164	170	247	251	293	293	305	313	152	162	421	421	154	154	225	245	318	318	314	318	140	143	355	375	159	159	336	338	166	176
58708	773		m	pulli	2010	147	151	164	170	247	249	293	293	307	311	162	182	421	421	154	154	240	245	318	322	314	318	140	146	375	390	159	159	336	340	166	172
58709	858		m	pulli	2010	147	147	173	173	249	249	287	293	307	311	152	197	401	416	152	154	225	265	318	322	294	306	143	143	355	370	159	163	340	340	166	170
58712	759		m	pulli	2010	147	147	164	173	249	253	295	297	311	317	182	187	376	411	154	154	225	235	318	338	298	314	143	146	355	385	163	163	340	342	170	172
58713	759		w	pulli	2010	147	147	164	167	249	253	293	295	311	317	177	187	376	391	154	154	225	235	318	318	302	310	146	149	355	385	151	163	340	342	170	172
58714	759		w	pulli	2010	147	147	164	173	247	249	293	297	307	311	177	187	376	391	154	154	225	235	318	338	298	310	146	149	355	390	151	155	340	342	170	182
58715	759		m	pulli	2010	147	147	164	173	247	249	295	295	307	311	142	177	376	391	154	154	225	235	318	338	298	314	143	146	355	385	163	163	340	340	170	182
58716	759		w	pulli	2010	147	147	164	167	249	253	295	295	307	311	142	182	376	411	154	154	225	235	318	338	302	314	146	149	355	385	151	163	340	340	170	172
58717	760		w	pulli	2010	147	151	167	173	249	255	293	293	311	315	157	157	396	416	154	154	225	235	318	318	298	310	140	143	370	375	151	159	340	340	170	170
58718	760		m	pulli	2010	147	147	167	167	249	255	293	295	311	311	157	157	396	406	154	154	235	255	322	322	298	302	140	143	370	375	159	159	340	340	170	170
58719	760		m	pulli	2010	147	151	167	170	249	255	293	295	315	319	142	157	406	416	154	154	235	255	318	322	302	302	140	143	355	370	159	159	340	340	170	170
58720	760		m	pulli	2010	147	1																														



Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
58721	760	m	pulli	2010	147	151	167	173	249	255	293	293	315	319	157	157	406	406	154	154	225	235	322	322	302	302	140	143	370	375	151	159	336	340	170	172	
58731	814	w	pulli	2010	147	151	167	167	247	249	293	295	309	319	177	192	401	401	152	154	245	250	318	334	282	318	143	146	370	380	159	159	340	340	174	176	
58735	830	m	pulli	2010	147	147	167	167	247	249	295	295	311	311	157	182	396	411	154	154	245	265	322	346	306	314	140	146	360	390	159	163	336	340	168	176	
58736	830	m	pulli	2010	147	147	164	167	251	255	295	295	305	311	157	157	421	426	154	154	245	265	318	318	302	306	143	146	355	390	159	163	340	340	176	176	
58737	830	w	pulli	2010	147	147	167	167	249	255	295	295	311	311	157	157	396	426	154	154	240	245	318	346	302	314	143	143	360	390	159	163	336	340	170	176	
58738	830	m	pulli	2010	147	147	164	167	247	251	293	295	305	311	157	157	396	411	154	154	240	245	318	322	302	302	140	143	355	390	159	163	340	340	176	176	
58757	764	m	pulli	2010	151	151	173	173	249	249	293	293	307	311	162	182	401	401	154	154	245	265	318	342	286	302	146	146	355	380	163	163	314	340	174	174	
58758	764	w	pulli	2010	147	151	167	173	249	255	293	295	311	311	157	162	416	421	154	154	245	245	318	318	302	302	140	143	355	370	151	159	314	340	170	174	
58788	795	w	pulli	2010	147	147	170	176	247	249	295	299	311	317	157	172	396	406	154	154	225	225	322	346	298	314	143	146	375	390	155	159	340	346	166	170	
58789	795	w	pulli	2010	147	147	167	173	247	249	295	295	311	317	157	177	396	421	154	154	225	225	322	346	298	314	143	149	380	390	159	159	340	346	166	176	
58801	828	w	pulli	2010	147	147	164	170	249	253	293	295	307	319	147	162	396	406	154	154	240	250	318	318	290	302	140	143	375	380	159	159	340	340	172	174	
58802	828	m	pulli	2010	147	147	164	170	249	253	293	295	311	319	147	157	396	406	154	154	225	250	318	318	290	302	143	143	375	380	159	159	336	340	174	174	
58803	828	m	pulli	2010	147	151	170	173	249	253	293	295	311	319	162	182	396	406	154	154	225	250	310	318	290	302	140	143	375	380	159	159	340	340	172	174	
58809	793	m	pulli	2010	147	151	164	170	249	251	293	295	311	313	162	167	401	401	154	156	235	255	314	322	298	302	140	146	375	380	159	159	336	340	176	176	
58811	793	w	pulli	2010	151	153	164	170	249	251	293	295	311	313	167	187	401	401	154	156	250	265	314	322	302	310	143	146	375	380	159	159	336	336	176	178	
58812	794	m	pulli	2010	151	151	167	173	251	251	293	293	311	311	172	182	421	421	154	154	245	255	322	346	286	310	143	143	370	385	159	159	340	340	162	172	
58813	794	m	pulli	2010	147	147	167	167	251	253	295	295	301	311	172	182	406	421	154	154	245	255	322	346	286	310	143	143	355	370	159	159	340	340	162	172	
58814	794	m	pulli	2010	147	151	167	170	251	253	293	293	311	311	162	192	421	421	154	154	225	245	322	346	286	310	143	143	370	385	159	159	340	340	174	174	
58815	770	m	pulli	2010	147	147	164	170	249	249	293	295	311	313	157	167	376	406	154	154	245	260	318	318	290	310	143	146	355	380	155	159	336	340	170	178	
58817	770	m	pulli	2010	147	147	170	170	249	251	293	295	311	311	157	167	406	406	154	154	225	235	318	346	294	310	143	146	355	380	155	159	336	340	170	170	
58818	770	m	pulli	2010	147	147	170	173	249	249	293	295	311	313	152	157	376	386	154	154	225	235	318	318	290	294	146	146	375	380	151	159	340	340	178	178	
58819	817	m	pulli	2010	147	151	173	185	249	255	293	295	307	311	157	167	406	421	150	154	240	245	318	322	290	294	143	143	375	380	159	159	340	342	166	172	
58820	817	m	pulli	2010	147	147	170	173	249	249	295	297	307	319	152	157	391	406	150	154	240	245	318	322	290	318	143	143	375	385	159	159	340	340	166	174	
58821	817	m	pulli	2010	147	147	173	185	249	249	293	295	307	319	157	167	401	421	150	154	235	245	318	322	290	294	143	143	375	380	159	159	340	342	166	174	
58823	855	m	pulli	2010	147	151	170	170	251	255	293	293	311	319	157	167	396	431	154	154	225	255	314	322	302	314	146	149	380	380	147	159	336	340	170	174	
58824	855	m	pulli	2010	147	151	170	170	251	255	293	293	317	319	157	172	396	431	154	154	225	255	322	354	290	306	146	149	380	380	147	159	336	342	170	170	
58825	855	w	pulli	2010	147	151	167	170	247	255	293	297	317	319	157	172	396	431	154	154	225	255	314	318	302	314	143	143	380	380	159	159	336	342	170	170	
58827	813	m	pulli	2010	147	151	164	173	249	255	293	295	307	307	157	182	391	401	154	154	245	245	322	330	298	306	146	149	370	380	151	159	338	340	170	170	
58828	813	m	pulli	2010	147	151	164	173	243	255	293	295	307	307	127	182	401	406	154	154	225	235	318	330	298	306	143	146	355	380	159	159	340	340	170	172	
58829	813	m	pulli	2010	147	151	170	173	249	255	293	295	307	307	127	182	391	406	150	154	225	235	322	330	298	306	146	149	370	370	159	159	340	340	170	170	
58830	805	w	pulli	2010	147	147	167	170	249	255	295	299	311	317	157	177	396	406	154	154	225	235	342	342	302	302	143	149	370	390	159	159	336	336	170	170	
58831	805	m	pulli	2010	147	147	164	167	251	255	293	293	313	317	157	197	401	406	154	154	225	235	318	342	302	310	140	143	375	390	159	159	336	346	176	176	
58832	805	w	pulli	2010	147	151	170	170	249	255	295	295	313	317	157	197	396	401	154	154	225	235	342	342	298	302	140	143	370	390	159	159	336	346	176	176	
58833	805	m	pulli	2010	147	147	167	170	249	255	295	299	311	317	157	177	401	401	154	154	225	235	342	342	302	302	143	149	375	390	159	159	336	336	176	176	
58835	800	w	pulli	2010	147	151	164	176	247	249	293	295	307	311	147	182	401	411	154	154	240	265	318	334	294	298	143	146	370	375	159	159	340	342	166	184	
58837	790	w	pulli	2010	151	151	167	167	247	247	293	297	315	317	152	182	386	421	154	154	245	250	318	322	306	306	146	146	355	370	151	159	340	340	170	172	
58838	790	w	pulli	2010	151	151	167	167	247	249	293	299	311	311	157	182	411	426	154	154	225	245	322	322	302	306	143	143	355	370	151	159	340	344	172	174	
58839	790	m	pulli	2010	151	151	167	170	249	249	293	299	311	311	182	182	411	426	154	154	225	250	318	318	298	302	143	146	355	375	151	159	340	340	174	174	
58840	843	m	pulli	2010	147	147	170	170	249	249	295	295	313	317	157	167	396	401	154	154	225	240	318	318	302	314	143	143	355	355	155	159	336	336	170	178	
58841	822	m	pulli	2010	147	147	170	173	249	255	293	295	307	313	142	177	406	411	154	154	225	225	318	322	302	314	140	143									

Lauf Nr.	Inst Nr.	Nest Nr.	Sex	Alter	Jahr	MS 16a	MS 16b	Age 5a	Age 5b	MS 26a	MS 26b	MS 23a	MS 23b	MS 01a	MS 01b	MS 05a	MS 05b	MS 06a	MS 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	MS 04a	MS 04b	MS 07a	MS 07b	MS 30a	MS 30b	MS 33a	MS 33b	MS 29a	MS 29b	MS 31a	MS 31b	MS 42a	MS 42b	MS 25a	MS 25b
58857	824	m	pulli	2010	147	151	167	170	249	249	293	295	307	313	147	182	396	426	154	154	225	240	318	346	302	314	143	146	355	370	147	163	340	340	172	172	
58858	870	m	pulli	2010	147	151	167	170	249	255	287	293	315	319	157	157	396	406	154	154	245	250	318	322	302	302	140	143	350	380	159	163	336	336	162	170	
58859	870	w	pulli	2010	147	151	167	170	249	249	293	293	307	319	157	172	396	416	154	154	235	250	318	318	302	306	140	143	375	390	159	163	336	340	170	170	
58860	870	w	pulli	2010	151	151	167	170	251	255	287	293	315	319	157	172	416	416	154	154	235	250	322	322	302	306	140	143	375	380	159	163	340	340	170	170	
58861	870	m	pulli	2010	151	151	167	170	249	255	287	293	315	319	157	172	416	416	154	154	245	250	318	322	306	306	140	143	375	390	159	163	340	340	162	170	
58862	870	w	pulli	2010	147	151	167	170	249	251	293	293	307	319	157	172	396	416	152	154	235	250	318	322	302	306	143	143	350	390	159	163	340	340	170	170	
58863	848	m	pulli	2010	147	153	164	170	243	249	293	295	311	313	182	197	381	396	148	154	240	245	318	322	310	314	143	143	375	375	159	159	340	346	174	174	
58864	848	w	pulli	2010	147	147	164	167	249	255	293	295	311	313	182	197	381	386	148	154	245	265	342	354	310	314	143	143	355	375	159	159	340	346	174	176	
58865	832	w	pulli	2010	147	151	173	176	249	251	293	295	307	311	152	152	416	426	148	152	220	255	318	322	310	314	143	146	355	380	155	159	340	340	166	170	
58867	833	m	pulli	2010	147	147	164	170	249	255	295	295	307	315	177	182	406	411	154	154	225	245	314	318	294	298	143	143	355	385	159	159	340	340	174	174	
58868	833	w	pulli	2010	147	147	173	173	249	253	293	295	307	315	157	177	396	401	154	154	240	245	314	318	294	318	143	143	355	370	155	159	340	340	170	174	
58869	833	m	pulli	2010	147	151	164	170	249	255	295	295	307	313	157	157	396	406	154	154	225	245	318	318	294	298	143	143	355	385	155	159	340	340	174	174	
58870	829	w	pulli	2010	147	151	164	164	249	253	293	295	313	317	167	182	396	401	154	154	235	265	318	322	302	302	146	146	375	380	159	159	336	340	172	172	
58871	842	m	pulli	2010	147	151	170	173	249	253	291	295	311	311	152	157	401	406	154	156	225	235	318	318	302	318	143	149	375	375	159	163	340	340	166	176	
58872	842	m	pulli	2010	151	151	170	173	249	249	291	297	311	319	152	172	401	406	154	156	235	240	318	322	294	318	143	146	370	375	159	159	340	340	172	174	
58873	839	m	pulli	2010	151	151	164	173	247	253	293	293	307	313	152	192	386	406	154	154	225	225	314	318	290	298	143	146	370	390	159	163	340	346	170	172	
58874	839	m	pulli	2010	147	151	164	173	249	253	293	293	311	313	152	182	396	406	154	154	235	240	318	354	302	306	143	143	380	390	155	159	340	340	170	172	
58875	839	w	pulli	2010	147	151	164	173	249	255	293	293	311	313	152	192	386	406	150	154	225	240	354	354	298	302	143	146	355	380	147	163	340	346	170	174	
58876	839	w	pulli	2010	151	151	164	167	249	253	293	293	311	313	172	182	386	406	154	154	225	225	318	354	290	298	143	143	355	380	147	163	340	342	170	174	
58877	839	m	pulli	2010	147	151	164	173	249	255	293	293	307	311	172	182	386	406	150	154	225	235	354	354	290	298	143	143	370	390	155	159	340	342	170	172	
58878	861	m	pulli	2010	147	147	173	173	249	249	295	295	311	311	172	182	396	406	154	154	225	225	318	318	290	298	140	143	355	375	159	159	336	340	174	178	
58879	861	w	pulli	2010	147	151	164	167	249	249	295	295	311	311	172	182	401	406	154	154	225	300	318	318	290	306	140	143	355	375	159	159	336	340	174	178	
58880	861	w	pulli	2010	147	147	164	167	249	251	295	299	307	311	182	197	396	406	154	154	225	225	318	322	290	298	140	143	370	375	159	159	340	340	172	176	
58881	866	w	pulli	2010	151	151	167	173	249	255	293	295	307	317	177	182	386	406	152	154	225	250	318	318	306	306	143	143	380	390	155	159	336	346	170	180	
58882	866	w	pulli	2010	147	151	167	173	247	249	293	297	307	317	152	197	401	406	152	154	225	245	314	318	298	306	146	146	380	380	155	171	340	340	170	172	
58883	866	w	pulli	2010	147	151	170	173	249	255	293	295	313	317	177	182	386	406	152	154	245	260	318	318	298	306	146	146	355	390	155	159	336	346	172	176	
58884	866	w	pulli	2010	147	151	170	173	247	249	293	295	307	311	177	197	401	406	154	154	225	245	314	318	306	306	143	146	380	380	155	159	340	346	170	180	
58885	837	w	pulli	2010	151	151	164	173	249	255	297	297	313	317	182	182	406	421	154	154	245	245	318	318	286	294	143	143	370	390	159	159	336	340	174	174	
58886	837	m	pulli	2010	147	151	164	170	249	249	293	297	311	317	157	197	421	421	154	154	255	265	318	322	286	294	143	146	355	390	159	159	338	340	174	174	
58888	Oelling- en Freitag	w	pulli	2010	147	147	164	173	249	255	293	293	311	317	157	167	411	426	154	156	225	240	318	346	302	306	143	143	355	375	159	163	340	346	170	170	
58889	Oelling- en Freitag GPS324	m	pulli	2010	147	147	158	164	249	255	293	293	311	311	157	167	376	426	154	154	225	225	318	346	302	306	143	143	355	375	159	159	340	346	170	170	

## 6.2 Verwendete Proben und Allelverteilung für die Programme Structure und FSTAT

Inst Nr.	Ms 16a	Ms 16b	Age 5a	Age 5b	Ms 26a	Ms 26b	Ms 23a	Ms 23b	Ms 01a	Ms 01b	Ms 05a	Ms 05b	Ms 06a	Ms 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	Ms 04a	Ms 04b	Ms 07a	Ms 07b	Ms 30a	Ms 30b	Ms 33a	Ms 33b	Ms 29a	Ms 29b	Ms 31a	Ms 31b	Ms 42a	Ms 42b	Ms 25a	Ms 25b
Population = Mainfranken																																
58813	147	147	167	167	251	253	295	301	311	311	172	182	406	421	154	154	245	255	322	346	286	310	143	143	355	370	159	159	340	340	162	172
62733	147	151	164	164	247	249	293	299	307	315	157	177	406	421	154	158	235	245	318	322	282	298	143	143	370	380	159	159	336	342	172	176
53204	147	147	167	173	247	251	293	293	307	313	172	177	406	406	154	156	225	245	322	330	302	310	143	146	385	390	159	163	336	340	170	172
62592	147	147	164	173	249	249	293	295	311	313	157	172	401	401	154	154	225	225	318	322	302	310	143	146	355	375	159	159	340	340	166	178
36162	147	151	167	167	247	251	295	295	311	317	162	177	391	431	154	154	225	235	314	342	298	302	140	146	355	375	163	171	336	338	170	172
36218	147	151	164	170	249	249	295	303	311	317	182	182	401	411	154	154	235	235	318	326	302	314	143	146	370	375	159	159	340	342		
62611	147	147	170	170	249	249	293	293	317	319	182	197	396	411	154	154	240	300	318	322	290	298	143	143	370	380	159	163	336	340	166	176
62583	151	153	164	164	249	251	293	293	311	313	162	167	401	401	154	156	235	250	322	322	298	302	143	143	375	380	159	171	336	340	176	176
65795	147	151	164	164	249	249	293	293	311	313	167	177	396	401	154	156	235	245	318	322	302	310	143	146	375	375	159	159	336	336	170	176
45743	147	151	164	167	247	251	295	299	305	311	162	182	401	421	154	154	235	300	314	318	286	310	143	143	355	370	151	159	340	340	170	172
65740	147	147	173	176	249	249	293	299	311	313	152	182	406	426	154	154	225	235	318	322	302	314	140	143	355	370	159	163	338	340	172	178
62773			167	173	249	249	293	295	307	311	182	197	396	401	154	154	265	265	318	322	286	286	143	146	375	380	147	155	338	340	170	174
58824	147	151	170	170	251	255	293	293	317	319	157	172	396	431	154	154	225	255	322	354	290	306	146	149	380	380	147	159	336	342	170	170
45721	147	147	164	173	243	249	293	293	307	313	177	182	376	401	154	156	225	245	318	342	298	298	143	143	355	380	151	163	340	340	176	182
45812	147	151	164	170	243	255	293	293	307	313	172	177	391	406	150	154	225	245	342	354	298	310	143	143	355	380	159	171	336	340	170	174
62616	151	151	164	173	247	249	295	295	307	307	177	182	396	406	154	154	225	255	318	322	298	298	143	143	355	390	147	159	340	340	172	176
31604	147	147	173	173	249	249	295	295	307	313	177	182	401	421	154	154	235	275	318	318	294	310	143	146	380	380	159	159	340	340	170	178
53205	147	151	164	173	247	249	295	295	311	317	152	187	406	421	154	154	245	245	322	346	286	314	143	143	370	375	163	171	340	340	168	170
62531	147	151	167	170	247	255	293	293	309	315	152	157	386	396	154	156	235	245	318	322	290	302	143	146	370	375	159	163	336	338	170	170
45648	147	151	167	170	249	249	293	297	311	313	152	177	411	421	150	154	225	240	322	322	294	318	140	143	355	375	155	159	340	340	170	176
45653	147	151	167	170	243	249	293	295	307	311	157	177	406	406	154	154	245	265	318	318	306	314	143	146	375	380	151	163	336	340	162	170
58848	147	147	167	173	243	249	293	293	311	311	152	167	376	401	154	154	240	245	318	322	302	310	143	146	355	380	147	163	338	340	170	172
36202	147	151	167	173	247	249	293	297	311	317	157	172	426	426	154	154	225	225	322	322	302	306	143	146	355	380	151	159	340	342	172	174
62580	147	147	164	173	243	249	295	297	307	311	157	182	396	421	152	154	235	250	318	322	306	310	143	143	370	380	159	163	336	340	166	166
58702	147	151	164	170	249	251	293	295	313	317	172	182	396	411	154	154	235	245	342	346	306	314	140	143	355	355	155	163	340	340	174	178
10765			173	179	249	255	293	295	311	317	177	182	406	411	154	154	225	225	342	342	310	314	143	149	370	375	159	163	340	340	174	182
62607	147	151	161	170	249	255	293	295	311	315	157	182	406	421	154	154	225	270	318	330	310	310	143	143	355	355	155	159	336	342	166	170
58755	147	151	173	173	249	251	295	297	311	313	177	197	376	376	154	156	225	225	322	322	302	302	140	143	370	370	159	159	336	340	170	172
65680	147	151	167	173	249	251	293	293	309	311	162	182	376	411	154	154	225	250	318	318	298	302	143	143	355	375	151	171	338	340	172	172
53124	151	151	170	173	249	249	297	301	307	311	157	157	401	406	154	154	225	240	318	342	286	302	143	146	370	375	147	159	340	342	174	180
58687	147	151	167	170	249	255	287	295	311	313	182	182	406	411	154	154	225	235	318	322	294	302	143	146	370	390	159	163	340	340	172	172
58806			167	170	249	253	295	295	317	319	157	157	386	401	154	154	225	265	318	342	302	322	143	143	355	390	159	163	336	340	170	172
53191	147	153	167	167	247	249	295	297	305	313	162	167	401	406	148	154	225	245	318	318	302	314	140	146	375	375	159	159	336	336	172	178
53168	147	149	167	170	247	249	293	295	307	319	157	177	401	401	154	154	245	250	310	318	282	310	143	149	370	380	159	159	340	340	174	176
36231	147	151	170	173	247	255	293	293	307	319	177	182	396	406	154	154	225	245	314	342	298	298	143	146	375	380	159	159	340	346	174	176
58732	151	151	170	173	249	255	295	303	307	311	142	157	396	401	154	154	235	265	322	322	294	298	143	143	355	380	155	159	340	340	170	170
51353	147	147	164	170	249	251	293	295	307	317	177	182	406	416	150	160	225	235	318	318	302	302	143	143	350	370	147	159	336	340	170	172
51312	147	151	158	167	249	249	293	293	317	319	167	192	411	411	154	154	225	245	310	346	306	310	143	146	355	375	159	163	340	346	166	170
45701	147	147	173	173	249	249	295	295	311	319	157	177	376	416	154	154	225	240	318	342	302	310	146	146	390	390	155	159	340	340	166	176
58685	151	151	167	173	251	255	295	295	307	313	182	182	391	401	154	154	235	255	318	318	298	310	143	143	355	380	159	159	340	340	170	182
36079	147	151	173	179	249	249	293	295	313	319	177	182	396	411	154	154	225	250	318	322	302	302	143	143	365	380	147	159	340	340	172	176
36199	147	147	170	170	249	253	293	295	307	307	182	187	396	401	154	154	235	235	318	318	286	302	143	143	370	390	159	163	336	340	166	172
36055	147	151	164	167	247	255	293	295	313	317	162	177	376	421	150	154	225	245	318	330	290	302	143	146	375	380	151	159	336	336	172	180
66527	147	147	167	173	249	249	293	295	307	311	157	167	406	421	154	154	245	245	318	318	310	314	143	146	380	380	159	159				

Inst Nr.	Ms 16a	Ms 16b	Age 5a	Age 5b	Ms 26a	Ms 26b	Ms 23a	Ms 23b	Ms 01a	Ms 01b	Ms 05a	Ms 05b	Ms 06a	Ms 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	Ms 04a	Ms 04b	Ms 07a	Ms 07b	Ms 30a	Ms 30b	Ms 33a	Ms 33b	Ms 29a	Ms 29b	Ms 31a	Ms 31b	Ms 42a	Ms 42b	Ms 25a	Ms 25b	
53142	147	147	164	164	249	249	297	301	313	317	167	197	396	401	154	154	225	235			290	302	143	149	355	375	159	159	340	346	170	170	
65706	147	149	164	167	247	249	293	293	311	313	157	157	401	426	154	154	245	265	318	322	282	294	143	146	355	380	151	159	340	340	172	174	
53109B	147	151	167	176	249	255	293	299	311	313	177	177	396	421	150	154	225	245	318	322	290	298	143	143	375	380	155	159	340	340	174	178	
58835	147	151	164	176	247	249	293	295	307	311	147	182	401	411	154	154	240	265	318	334	294	298	143	146	370	375	159	159	340	342	166	184	
58744	147	151	164	167	247	255	293	295	311	311	152	182	396	426	150	154	235	265	318	354	302	310	143	146	355	365	159	159	340	340	164	180	
62765	147	147	164	170	247	249	293	295	307	317	172	177	391	411			240	245	318	322	290	322	143	143	385	385	151	163			172	180	
51237	147	147	173	173	247	249	297	299	311	311	142	177	391	406	154	154	225	225	318	322	314	314	143	146	355	375	159	163	340	342	166	170	
36099	147	151	158	164	249	253	295	295	309	311	147	182	406	406	154	154	240	240	318	342	298	302	143	143	375	380	159	159	340	340	174	176	
58886	147	151	164	170	249	249	293	297	311	317	157	197	421	421	154	154	255	265	318	322	286	294	143	146	355	390	159	159	338	340	174	174	
66572	147	147	170	173	249	249	293	295	311	317	172	177	401	411	154	154	225	225	322	322	302	322	143	143	375	375	159	159	336	340	172	176	
31469	147	151	167	170	249	249	287	295	313	313	157	197	376	396	154	154	250	260	346	346	294	310	146	149	355	380	159	159	340	340	176	178	
45650	147	147	164	170	249	249	295	301	307	313	182	197	401	406	154	154	225	255	318	346	294	302	146	149	375	385	159	163	336	340	176	180	
62539	147	151	164	173	255	255	293	295	307	311	157	182	406	406	154	154	240	240	330	330	286	294	143	143	355	385	151	155	340	340	170	172	
62509	147	151	167	173	249	251	293	299	307	313	157	182	376	396	154	154	250	260	314	342	290	298	143	146	380	380	159	163	340	342	172	174	
66599	147	151	167	167	249	249	293	295	311	315	167	182	396	401	154	154	235	240	314	322	310	310	143	143	370	380	147	159	340	340	172	176	
65687	147	147	164	170	249	249	293	295	307	311	177	182	376	411	154	156	225	235	318	330	298	310	143	146	370	385	155	159	340	340	172	182	
45795	147	151	164	173	249	255	293	295	307	309	157	182	401	421	154	154	240	265	318	322	314	318	143	143	380	380	159	159	340	340	170	180	
62512	147	151	164	167	249	253	293	295	307	311	147	157	406	421	150	154	235	235	318	318	290	310	143	143	375	380	147	151	336	340	172	176	
58766	151	151	167	170	249	255	293	295	311	317	167	172	386	406	154	154	240	240	322	354	290	294	143	146	370	380	147	155	336	340	172	176	
45801	147	147	164	170	243	249	293	293	307	307	127	147	401	411	154	154	245	270	318	318	290	306	146	149	370	380	151	159	340	340	170	172	
62588	147	151	170	173	249	253	295	295	307	307	182	182	386	406	154	154	240	240	318	318	298	318	143	143	355	370	159	163	340	340	174	176	
62755	151	151	167	167	249	249	293	299	309	311	157	157	396	396	154	154	245	250	322	342	302	302	140	146	375	390	159	159	336	342	170	172	
62740	147	151	164	173	247	249	293	299	313	313	182	197	396	396	152	154	235	245	318	354	290	306	143	143	355	380	159	159	340	342	170	174	
45672	147	147	170	173	251	255	295	303	313	313	152	172	406	421	154	154	240	260	318	318	306	322	140	143	355	355	151	159	340	340	170	178	
36239	147	151	170	173	247	249	293	295	311	313	177	182	401	416	154	160	225	235	318	322	290	306	143	143	375	385	147	151	336	340	172	178	
51289	147	147	164	173	249	253	295	301	307	311	182	192	406	411	154	154	225	235	318	322	286	294	143	143	370	375	151	159	340	340	172	174	
53081	147	147	167	173	249	255	293	295	311	313	142	172	406	421	154	156	225	245	318	322	290	310	140	146	355	370	159	159	336	340	170	172	
36152	147	151	167	170	249	249	295	299	305	311	157	157	396	406	154	154	235	240	318	346	314	314	143	146	355	380	159	163	336	340	172	176	
45789	147	147	158	167	249	255	293	295	311	313	157	182	401	426	154	154	225	240	318	350	302	306	143	146	355	390	155	163	340	340	174	176	
53091	151	151	170	173	249	255	293	295	307	319	167	202	406	421	150	150	240	245	318	318	290	294	143	143	375	380	159	159	340	342	166	172	
53121	151	151	164	173	249	249	295	295	311	313	147	192	406	426	154	154	250	265	318	322	298	298	143	146	355	385	151	155	336	340	172	172	
51327	147	147	170	170	247	249	299	301	311	311	152	162	396	411	152	154	225	255	318	318	290	298	143	143	375	380	159	159	336	340	172	174	
Population = Schleswig-Holstein																																	
76378	147	147			249	251	293	295	311	313	177	182	396	401	154	154	265	285	318	322	290	314	143	143	365	375	159	171	340	340	170	172	
76380	147	151			249	249	293	293	313	317	157	177	396	431	154	154	245	280	318	342	302	310	143	149	355	375	159	159	340	346	170	172	
76384	147	151	170	173	249	251	287	295	311	313	177	177	396	401	154	154	240	240	318	318	298	310	143	143	350	350	159	159	340	340	174	174	
76385	147	151	170	170	247	249	293	293	307	313	177	192	381	401	154	154	245	245	318	318	310	310	143	143	350	390	159	175	340	340	172	172	
76387	147	151	170	170	247	249	293	293	307	313	167	172	396	406	154	154	220	270	318	322	290	310	143	146	355	355	151	175	336	336	172	172	
76389	151	151	164	170	249	253	293	293	311	311	177	197	396	396	154	154	245	250	318	322	298	306	143	146	370	390	159	159	336	340	166	174	
Population = Sachsen-Anhalt																																	
62668	147	147	167	176	255	255	295	299	305	317	162	177	396	411	152	154	235	245	318	342	298	310	143	143	375	395	159	159	336	340	170	170	
59256	147	151	164	176	249	249	293	301	311	315	152	192	396	406	154	154	225	225	318	318	286	318	143	143	380	390	147	159	340	340	174	178	
59259	147	147	170	170	247	249	293	293	305	307	152	177	386	396	152	154	225	295	318	318	294	310	143	149	355	380	155	163	336	340	170	172	
59265	147	147	170	170	239	249	293	293	307	317	177	187	386	396	152	154	225	270	318	318	310	318	143	149	375	380	147	159	340	340	166	170	
59267	147	151	170	176	23																												

Inst Nr.	Ms 16a	Ms 16b	Age 5a	Age 5b	Ms 26a	Ms 26b	Ms 23a	Ms 23b	Ms 01a	Ms 01b	Ms 05a	Ms 05b	Ms 06a	Ms 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	Ms 04a	Ms 04b	Ms 07a	Ms 07b	Ms 30a	Ms 30b	Ms 33a	Ms 33b	Ms 29a	Ms 29b	Ms 31a	Ms 31b	Ms 42a	Ms 42b	Ms 25a	Ms 25b	
62675	147	147	170	170	249	253	293	295	307	311	177	182	401	406	154	154	245	245	318	326	294	310	140	143	380	380	147	155	336	340	166	172	
62676	147	151	167	176	249	249	293	293	311	317	147	157	396	411	154	154	225	245	318	338	290	298	143	146	380	385	159	159	336	342	168	170	
62678	147	147	164	179	249	293	297	307	307	177	182	401	406	154	154	245	265	322	342					140	143	375	380	147	155	340	340	172	174
62685	147	147	170	173	247	255	293	301	315	317	157	197	401	416	154	154	225	240	322	322	290	314	143	143	370	380	159	159	336	340	172	172	
62689	147	147	164	170	249	249	293	295	307	307	167	177	401	406	152	154	235	235	318	322	302	310	143	146	355	355	159	159	336	340	182	188	
62690	147	151	164	170	249	251	293	295	311	311	157	187	411	411	154	154	225	235	318	322	290	310	143	146	355	355	159	159	336	340	170	174	
Population = Nordrhein-Westfalen																																	
48813	147	151	164	167	247	249	295	297	307	311	152	182	401	401	154	154	225	265	314	314	298	314	143	143	370	380	151	155	340	340	172	174	
48815	151	153			249	253	297	301	313	315	147	162	411	431	154	154	240	265	322	346	290	290	143	146	360	375	159	163	314	340	172	172	
48817	147	147	161	164	247	249	295	297	313	313	172	177	401	431	154	154	260	265	318	334	298	314			370	380			166	178			
48818	151	151	167	179	249	249	287	293	313	315	157	182	396	406	154	154	225	245	318	342	294	302	143	146	355	380	159	159	342	342	176	180	
48819	147	149	164	173	243	249	295	299	309	311	182	187	386	401	154	154	235	265	318	318	302	306	143	143	370	375	159	159	336	340	172	172	
53989	147	151	161	164	249	249	293	303	307	313	157	177	401	416	154	154	245	255	318	318	298	302	143	146	380	390	159	159	340	342	166	172	
53992	147	151	164	167	249	249	287	301	307	313	147	162	401	406	154	154	225	240	318	346	290	302	146	146	375	390	159	163	340	340	168	178	
53994	151	151	170	170	251	253	295	303	311	313	162	162	396	406	154	156	235	265			286	298	143	146	355	380	147	155	314	344	166	172	
53997	147	149	164	170	249	249	295	299	309	311	182	187	386	411	154	154	225	225	314	318	302	302	143	149	370	380	159	159	340	340	172	172	
54001	147	151	167	170	247	251	293	299	311	315	172	182	376	396	154	154	225	265			290	298	143	143	380	380	155	159	340	342	172	172	
54005	151	151	167	170	249	251	293	295	307	311	157	182	386	406	154	154	255	265	318	326	298	314	143	143	355	390	159	159	342	344	172	174	
54011	151	153	170	173	249	249	293	295	311	315	177	202	396	406	154	154	250	265	318	346	314	314	143	146	355	375	147	159	336	342	166	172	
54014	147	153	167	170	243	249	297	301	311	313	177	182	411	431	154	154	225	225	322	326	294	306	143	143	380	380	159	159	336	342	170	172	
54017	147	147	170	170	249	251	293	295	311	311	187	192	376	416	154	154	235	245	318	342	310	314	143	143	380	380	159	159	336	340	166	176	
54025	147	151	167	170	249	249	293	293	307	311	157	157			154	154	240	270			294	302	143	149	355	375	151	159			174	170	
54038	151	151	164	176	249	255	293	297	313	313	157	182	401	406	154	154	245	285	314	346	310	310	140	146	370	375	151	155	340	346	170	172	
54041	147	151	164	170	255	255	287	293	311	311	157	162	391	406	152	154	235	255	318	334	290	302	143	143	380	385	147	159	336	336	166	180	
54048	147	151	164	170	249	255	293	293	309	313	157	182	391	406	154	154	235	235	314	346	290	310	143	143	375	385	159	159	336	336	170	180	
54051	151	151	170	173	247	255	293	293	311	313	172	182	386	411	154	154	225	245	318	318	286	302	143	146	375	375	159	159	340	342	178	182	
60434	147	151	161	173	249	249	297	303	307	313	157	177	401	431	154	154	245	255	318	318	298	302	143	143	370	380	159	159	340	340	166	172	
60439	147	147	158	164	249	249	293	303	311	311	172	172	396	406	154	156	255	255	318	318	286	290	143	146	370	380	147	159	340	340	170	172	
60447	147	151	167	167	249	253	293	295	307	315	162	162	406	431	154	154	225	235	318	322	290	302	146	146	375	380	147	159	314	340	168	178	
60455	147	151	164	164	249	251	295	301	313	313	167	182	401	421	154	154	235	260	342	346	290	306	143	146	380	380	147	159	336	340	176	176	
60458															154	154	235	255	314	318	310	314	143	143	375	380	151	159	340	340	174	182	
60464	151	151	164	164	249	249	295	297	307	309	162	182	396	411	154	154	225	265	342	342	286	310	143	143	370	380	147	159	336	342	166	172	
60470	147	151	170	173	249	251	297	299	307	317	162	172	401	416	154	154	245	255	322	342	286	294	143	149	355	370	151	159	338	340	166	180	
60473	151	153	170	176	247	249	293	295	311	311	167	202	401	431	154	154	240	250	318	346	310	314	143	143	350	370	159	159	336	340	172	172	
60477	147	147	167	170	247	253	293	301	311	313	172	182	376	381	152	154	225	235	318	318	310	310	143	143	380	380	159	159	336	340	172	174	
60484	147	151	164	170	249	249	295	299	307	311	162	197	396	401	154	154	265	270	322	330	286	286	143	143	370	380	147	171	340	342	172	174	
60490	147	151	170	176	243	249	293	295	311	313	177	177	396	421	154	154	225	255	318	318	290	302	143	146	355	375	151	155	340	340	172	176	
60495	147	147	173	176	243	249	293	295	311	313	172	182	401	411	154	158	245	310	318	318	294	302	146	146	355	370	155	159	336	340	170	170	
60505	147	151	173	173	249	255	295	295	307	307	177	182			154	154	225	225	330	342	306	310	143	146	355	370	155	159			172	172	
64818	147	151	170	173	243	249	293	301	311	311	177	182	411	421	152	154	225	235	322	326	290	294	143	146	375	380	159	159	340	342	166	174	
64825	147	151	164	164	249	251	295	303	311	317	162	192	396	416	154	156	235	245	318	342	286	286	143	146	380	380	147	147	340	344	172	176	
64832	147	151	161	170	247	251	295	297	311	311	177	187	401	416	154	154	245	260	318	318	298	314	143	146	355	375	147	159	336	342	166	174	
64838	147	151	161	164	249	249	295	295	311	313	177	192	406	406	154	156	255	255			286	298	143	143	380	380	151	159	340	342	172	176	
64843	147	151	161	164	249	249	293	295	311	313	157	182	396	401	154	154	240	250	322	342	290	298	146	146	370	380	159	163	340	340	170	180	
76302	147	147	167	167	247	249	293	303	313	315	177	177	401	416	154	154	225	235	318	318	290	306	143	146	375	380	147	159	340	344	176	178	
76306	147	147			249	249	293	295	307	311	152	152	406	411	152	154	225	250	318	322	290	306	143										

Inst Nr.	Ms 16a	Ms 16b	Age 5a	Age 5b	Ms 26a	Ms 26b	Ms 23a	Ms 23b	Ms 01a	Ms 01b	Ms 05a	Ms 05b	Ms 06a	Ms 06b	Hvo 02a	Hvo 02b	Ms 04a	Ms 04b	Ms 07a	Ms 07b	Ms 30a	Ms 30b	Ms 33a	Ms 33b	Ms 29a	Ms 29b	Ms 31a	Ms 31b	Ms 42a	Ms 42b	Ms 25a	Ms 25b		
76326	151	153	170	176	249	249	293	297	311	315	167	202	396	431	154	154	245	265	318	318	310	314	143	143	350	370	147	159	336	340	166	172		
76328	147	147	164	170	249	255	295	295	311	313	162	172	401	411	152	152	245	270			290	298	146	146	375	375	155	159	340	340	170	178		
76330	147	147	170	170	249	251	293	293	311	317	182	182	406	411	154	154	250	265			298	314	143	143	370	380	147	159	340	342	170	172		
76334	151	151	167	167	247	253	287	293	307	311	177	182	391	411							290	298	143	143	355	360	151	155	336	338				
76337	147	151	164	167	249	249	293	295	311	313	162	182	396	401	152	154	225	245	318	346	286	298	143	146	355	370	155	159	340	342	178	182		
76345	147	147	161	167	251	255	293	295	311	313	182	182	406	411	152	154	245	255	318	318	298	314	146	146	355	375	159	159	342	342	170	174		
76350	151	151	170	173	249	251	293	295	311	313	182	192	386	416							286	290	143	143	380	380	147	159	340	340				
76354	147	151			249	249	295	297	307	315	162	177	401	411	154	154	225	245	318	342	294	318	146	149	350	370	155	159	338	340	170	174		
76362	151	153	167	167	249	251	295	301	311	319	162	182	411	411	152	154	225	255	318	326	310	314	143	146	380	380	155	159	336	342	172	174		
76367	147	151	164	167	249	249	295	295	311	313	177	187	401	416	154	154	225	245			290	314	143	143	355	375	155	159	336	342	174	178		
76370	147	151	167	173	243	249	293	297	311	313	177	182	411	431	152	154	225	265	322	326	306	310	143	143	380	380	159	159	336	340	172	174		
76374	151	151	170	173	249	249	293	295	311	313	177	182	411	431	154	154	225	235	318	318	290	298	140	143	380	380	155	159	340	342	172	172		
Population = Niederbayern																																		
59260	147	151			247	249	293	293	307	311	127	162	396	401	154	154	220	250	342	346	298	302	143	143	375	390	159	163	340	342	172	174		
59262	151	153			249	251	293	293	313	313	167	192	406	411	154	154	265	275	326	342	298	314	146	149	370	380	163	163	340	340	172	174		
76391	147	147	164	167	249	249	293	299	311	315	162	182	396	406	154	154	220	225	326	342	294	298	143	143	375	380	159	159	340	342	166	174		
76398	147	151	158	167	249	255	293	293	319	319	152	157	401	406	150	154	235	245	318	342	306	310	143	146	355	385	159	163			166	170		
Population = Niederlande																																		
40475	151	151	164	176	255	255	287	293	307	313	157	177	406	421	154	154	245	245	318	322	294	314			370	375					170	170		
40482	147	151	164	173	249	249	293	293	311	319	167	167	401	406	154	154	265	275	318	318	302	310	146	146	370	375					170	172		
40485	147	147	173	173	251	255	287	293	311	311	147	167	406	411	154	154	235	255	318	318	282	298			355	355					170	182		
40488	147	147	167	167	249	249	287	293	307	311	177	177	386	411	154	154	265	265			302	314			370	380					170	174		
Population = Frankreich																																		
65864	147	147	167	170	247	249	295	295	311	313	152	187	381	411	154	154	230	260	318	346	302	306	143	143	380	385	159	159	340	340	170	174		
65863	147	147	167	170	247	249	295	295	311	313	152	187	381	411	154	154	230	260	318	346	302	306	143	143	380	385	159	159	340	340	170	174		
65860	151	151	158	173	247	249	293	293	307	313	157	182	401	401	154	154	250	270	322	322													172	176
65857	147	147			251	253			311	317	162	182	376	406							294	310	140	146	355	375	159	171	340	340				
65867	149	151	158	158	249	251	295	295	311	319	177	182	386	401	154	154	245	245	318	322	286	318	143	143	360	370	159	159	340	340	176	182		
65869	147	151	167	173	247	249	293	293	309	313	147	182	376	426	154	154	235	240	318	318	286	302	143	143	350	360	151	159	336	340	176	178		
65871	147	151	167	173	243	253	295	297	311	313	172	182	391	406	154	154	225	225	318	318	286	306	143	149	355	380	159	159	336	340	172	180		
Population = Spanien																																		
57451	147	151	164	170	249	249	295	297	307	311	152	177	386	396	154	154	265	265	318	318	294	310	143	143	355	380	159	167	336	340	170	178		
57144	151	151							307	307	157	182			154	154	250	265	318	330	290	314	143	143	370	370	147	159	338	340	170	174		
57148	147	151	164	176	249	251	299	301	311	313	157	177	401	416	152	154	245	265	318	338	290	298	140	143	370	375	159	167	336	336	170	178		
57152	147	153	164	170	249	255	293	295	311	317	152	172	401	426	154	154	250	250	318	330	290	298	143	146	380	385	151	159	336	340	172	174		
57156	147	147	164	173	249	255	287	293	307	311	147	157	411	411	152	154	245	245	330	330	294	298	140	143	355	370	159	163	336	346	170	172		
57161	151	151	164	170	249	251	293	299	307	311	152	182	396	401	154	154	225	235	318	318	298	298	143	143	370	370	159	163	336	336	170	176		
57165	147	151	170	170	251	255	293	295	309	309	157	177	396	406	154	154	240	260	322	322	298	306	143	143	355	375	159	159	340	340	176	178		
57171	147	147	164	167	249	249	295	295	307	311	152	192	401	406	154	154	255	260	322	322	290	306	143	143	385	395	159	159	338	340	170	172		
57175	147	147	164	170	249	249	293	299	315	317	157	157	406	411	154	154	225	245			306	310	146	146	355	370	159	159	340	342	166	174		
57179	147	147	167	173	249	249	295	295	311	313	152	162	401	406	154	154	225	225	318	322	286	294	143	143	355	355	159	163	336	340	170	178		
57184	147	151	170	170	249	251	293	295	313	313	157	187	391	406	152	152	265	270	318	322	298	306	146	149	375	380	159	159	338	340	170	180		
57190	151	151	170	173	247	251	293	301	311	313	162	187	376	376	152	154	240	270	330	342	286	298	143	149	350	355	159	159	336	340	172	176		
57194	147	147	167	170	247	249	293	293	311	311	162	187	401	406	152	152	225	265	318	318	302	310	143	143	375	375	159	163	340	340	178	182		
57200	147	147	173	173	249	251	293	295	311	313	147	177	396	401	154	154	225	225	318	342	306	310	143	146	355	370	159	159	336	340	172	172		
57206	147	151	164	167	247	249	293	303	315	315	172	182	401	401	152	154	225	280	318	322	298	310	143	143	355	375	147	159	336	340	162	170		

### 6.3 Verwendete Proben für Geschlechterverhältnisse bei Jungvögeln

Inst			Inst			Inst		
Nr.	Sex	Jahr	Nr.	Sex	Jahr	Nr.	Sex	Jahr
10759	w	2000	17194	m	2001	17279	m	2001
10760	w	2000	17195	m	2001	17280	w	2001
10761	w	2000	17196	w	2001	17282	m	2001
10762	m	2000	17197	m	2001	17283	m	2001
10763	w	2000	17198	m	2001	31323	w	2002
10764	w	2000	17199	w	2001	31324	w	2002
10765	m	2000	17200	m	2001	31325	w	2002
10766	m	2000	17201	m	2001	31326	m	2002
10768	w	2000	17202	m	2001	31327	w	2002
10769	w	2000	17203	w	2001	31328	m	2002
10770	m	2000	17204	m	2001	31329	w	2002
10771	m	2000	17205	m	2001	31330	w	2002
10772	m	2000	17206	w	2001	31331	w	2002
10773	w	2000	17207	m	2001	31332	w	2002
10774	m	2000	17208	m	2001	31333	w	2002
10775	m	2000	17209	m	2001	31334	w	2002
10776	w	2000	17210	w	2001	31335	w	2002
10777	w	2000	17211	m	2001	31336	m	2002
10778	w	2000	17212	m	2001	31337	w	2002
10779	m	2000	17213	m	2001	31338	w	2002
10780	m	2000	17214	w	2001	31339	w	2002
10781	m	2000	17216	w	2001	31340	w	2002
10782	w	2000	17217	w	2001	31341	m	2002
10783	m	2000	17218	m	2001	31342	m	2002
10784	w	2000	17219	w	2001	31343	w	2002
10785	m	2000	17220	w	2001	31345	m	2002
10786	m	2000	17221	w	2001	31346	m	2002
10787	m	2000	17222	w	2001	31347	w	2002
10788	m	2000	17223	m	2001	31349	m	2002
10789	m	2000	17224	m	2001	31350	w	2002
10790	w	2000	17225	m	2001	31351	w	2002
10791	m	2000	17226	m	2001	31353	w	2002
10792	w	2000	17227	m	2001	31354	w	2002
10793	m	2000	17228	w	2001	31355	w	2002
10794	w	2000	17229	m	2001	31356	m	2002
10795	m	2000	17230	w	2001	31357	m	2002
10796	m	2000	17231	w	2001	31358	m	2002
10797	m	2000	17232	m	2001	31359	m	2002
10798	m	2000	17233	m	2001	31360	m	2002
10799	m	2000	17234	m	2001	31361	w	2002
10800	m	2000	17235	m	2001	31362	m	2002
10801	m	2000	17236	m	2001	31363	w	2002
10802	m	2000	17238	m	2001	31365	m	2002
10803	w	2000	17239	m	2001	31366	w	2002
10804	m	2000	17240	w	2001	31367	w	2002
10806	m	2000	17242	w	2001	31368	m	2002
10807	m	2000	17243	w	2001	31369	w	2002
10808	m	2000	17244	m	2001	31370	m	2002
10809	m	2000	17245	w	2001	31371	w	2002
10810	m	2000	17246	m	2001	31372	w	2002
10811	m	2000	17247	m	2001	31373	w	2002
10812	m	2000	17248	w	2001	31374	m	2002
17167	m	2001	17249	w	2001	31375	w	2002
17168	m	2001	17250	w	2001	31376	w	2002
17169	m	2001	17251	m	2001	31377	m	2002
17170	m	2001	17252	m	2001	31378	m	2002
17171	m	2001	17253	w	2001	31379	m	2002
17172	m	2001	17254	w	2001	31380	w	2002
17173	w	2001	17255	m	2001	31381	m	2002
17174	w	2001	17256	m	2001	31382	w	2002
17175	m	2001	17257	m	2001	31383	w	2002
17176	w	2001	17258	w	2001	31384	w	2002
17177	m	2001	17261	m	2001	31385	m	2002
17178	w	2001	17263	m	2001	31386	m	2002
17179	m	2001	17264	m	2001	31387	m	2002
17180	m	2001	17265	w	2001	31388	w	2002
17181	w	2001	17266	m	2001	31390	w	2002
17182	w	2001	17267	m	2001	31391	m	2002
17183	m	2001	17268	w	2001	31392	m	2002
17184	m	2001	17269	w	2001	31393	w	2002
17185	w	2001	17270	w	2001	31394	w	2002
17186	w	2001	17271	w	2001	31395	w	2002
17187	w	2001	17272	m	2001	31396	w	2002
17188	w	2001	17273	m	2001	31397	m	2002
17189	w	2001	17274	w	2001	31398	m	2002
17190	m	2001	17275	m	2001	31399	w	2002
17191	w	2001	17276	m	2001	31400	m	2002
17192	m	2001	17277	m	2001	31401	m	2002
17193	m	2001	17278	m	2001	31402	m	2002

Inst			Inst			Inst		
Nr.	Sex	Jahr	Nr.	Sex	Jahr	Nr.	Sex	Jahr
31403	w	2002	31487	m	2004	31567	w	2004
31404	w	2002	31488	m	2004	31568	w	2004
31405	m	2002	31489	w	2004	31569	m	2004
31406	w	2002	31490	w	2004	31570	m	2004
31407	w	2002	31491	w	2004	31571	w	2004
31408	m	2002	31492	w	2004	31572	w	2004
31409	w	2002	31493	m	2004	31574	m	2004
31410	w	2002	31494	m	2004	31575	m	2004
31411	w	2002	31495	w	2004	31576	w	2004
31412	m	2002	31496	m	2004	31577	w	2004
31413	m	2002	31497	m	2004	31578	m	2004
31414	m	2002	31498	w	2004	31579	m	2004
31415	w	2002	31499	m	2004	31580	w	2004
31416	m	2002	31500	w	2004	31581	m	2004
31417	w	2002	31501	w	2004	31582	w	2004
31418	w	2002	31502	w	2004	31583	m	2004
31419	m	2002	31503	m	2004	31584	m	2004
31420	w	2002	31504	m	2004	31585	w	2004
31421	m	2002	31505	w	2004	31586	w	2004
31422	w	2002	31506	w	2004	31587	w	2004
31423	w	2002	31507	w	2004	31588	m	2004
31424	m	2003	31508	w	2004	31589	m	2004
31425	w	2003	31509	w	2004	31590	m	2004
31426	w	2003	31510	m	2004	31592	w	2004
31427	w	2003	31511	m	2004	31593	w	2004
31428	m	2003	31512	m	2004	31594	m	2004
31429	w	2003	31513	m	2004	31595	m	2004
31430	m	2003	31514	m	2004	31596	w	2002
31431	w	2003	31515	m	2004	31597	m	2002
31432	w	2003	31516	m	2004	31598	m	2002
31433	w	2003	31517	m	2004	31599	w	2002
31434	w	2003	31518	w	2004	31600	m	2004
31435	m	2003	31519	m	2004	35990	w	2005
31436	m	2003	31520	w	2004	35991	m	2005
31437	m	2003	31521	w	2004	35992	w	2005
31438	w	2003	31522	m	2004	35993	w	2005
31439	w	2003	31523	m	2004	35994	w	2005
31440	w	2003	31524	m	2004	35995	m	2005
31441	w	2003	31525	m	2004	35996	w	2005
31442	w	2003	31526	m	2004	35997	w	2005
31443	m	2003	31527	m	2004	35998	m	2005
31444	w	2003	31528	m	2004	35999	m	2005
31445	m	2003	31529	m	2004	36000	w	2005
31446	w	2003	31530	w	2004	36001	w	2005
31447	w	2003	31531	w	2004	36002	m	2005
31448	w	2003	31532	m	2004	36003	w	2005
31449	w	2003	31533	m	2004	36004	w	2005
31450	w	2003	31534	w	2004	36005	w	2005
31451	w	2003	31535	m	2004	36006	w	2005
31452	w	2003	31536	m	2004	36007	m	2005
31453	w	2003	31537	w	2004	36008	m	2005
31454	w	2003	31538	m	2004	36009	m	2005
31455	m	2003	31539	m	2004	36010	m	2005
31456	m	2003	31540	m	2004	36011	w	2005
31457	m	2003	31541	m	2004	36012	m	2005
31458	w	2003	31542	w	2004	36013	w	2005
31459	w	2003	31543	w	2004	36014	m	2005
31460	w	2003	31544	w	2004	36015	w	2005
31461	m	2003	31545	m	2004	36016	w	2005
31462	m	2003	31546	m	2004	36017	w	2005
31463	w	2003	31547	m	2004	36018	w	2005
31464	w	2003	31548	w	2004	36019	w	2005
31465	w	2003	31549	m	2004	36020	m	2005
31466	w	2003	31550	w	2004	36021	m	2005
31467	m	2003	31551	w	2004	36022	m	2005
31469	w	2003	31552	m	2004	36023	w	2005
31470	w	2003	31553	w	2004	36024	m	2005
31472	w	2003	31554	w	2004	36025	m	2005
31473	w	2003	31555	m	2004	36026	m	2005
31474	w	2003	31556	w	2004	36027	m	2005
31475	w	2003	31557	w	2004	36028	m	2005
31476	w	2003	31558	m	2004	36029	m	2005
31477	w	2003	31559	m	2004	36030	w	2005
31478	w	2003	31560	m	2004	36031	m	2005
31479	w	2003	31561	w	2004	36032	m	2005
31482	w	2003	31562	m	2004	36033	w	2005
31483	m	2003	31563	m	2004	36034	w	2005
31484	w	2003	31564	m	2004	36035	w	2005
31485	m	2003	31565	w	2004	36036	w	2005
31486	m	2004	31566	m	2004	36037	w	2005



Inst Nr.	Sex	Jahr	Inst Nr.	Sex	Jahr	Inst Nr.	Sex	Jahr
36038	w	2005	36119	w	2005	36201	m	2005
36039	m	2005	36120	w	2005	36202	m	2005
36040	m	2005	36121	m	2005	36203	w	2005
36041	w	2005	36122	w	2005	36204	w	2005
36042	w	2005	36123	w	2005	36205	w	2005
36043	m	2005	36124	m	2005	36206	w	2005
36044	m	2005	36125	w	2005	36207	m	2005
36045	w	2005	36126	w	2005	36208	w	2005
36046	w	2005	36127	w	2005	36209	m	2005
36047	w	2005	36128	m	2005	36211	m	2005
36048	m	2005	36129	w	2005	36212	m	2005
36049	w	2005	36130	w	2005	36213	m	2005
36050	m	2005	36131	m	2005	36214	w	2005
36051	m	2005	36132	w	2005	36215	m	2005
36052	m	2005	36133	m	2005	36216	m	2005
36053	m	2005	36134	w	2005	36217	m	2005
36054	m	2005	36135	w	2005	36218	w	2005
36055	w	2005	36136	w	2005	36219	m	2005
36056	m	2005	36137	w	2005	36220	m	2005
36057	m	2005	36138	w	2005	36221	m	2005
36058	w	2005	36139	w	2005	36222	w	2005
36059	w	2005	36140	w	2005	36223	m	2005
36060	m	2005	36141	m	2005	36224	m	2005
36061	w	2005	36142	m	2005	36225	w	2005
36062	m	2005	36143	m	2005	36226	w	2005
36063	w	2005	36144	m	2005	36227	m	2005
36064	w	2005	36145	m	2005	36228	m	2005
36065	m	2005	36146	m	2005	36230	m	2005
36066	m	2005	36147	w	2005	36231	w	2005
36067	w	2005	36148	w	2005	36232	m	2005
36068	w	2005	36149	w	2005	36233	m	2005
36069	w	2005	36150	m	2005	36234	w	2005
36070	w	2005	36151	w	2005	36235	w	2005
36071	m	2005	36152	w	2005	36236	w	2005
36072	w	2005	36153	w	2005	36237	w	2005
36073	w	2005	36154	w	2005	36238	m	2005
36074	w	2005	36155	m	2005	36240	m	2005
36075	m	2005	36156	m	2005	36241	m	2005
36076	w	2005	36157	w	2005	36242	m	2005
36077	w	2005	36158	w	2005	36243	w	2005
36078	m	2005	36159	m	2005	36244	m	2005
36079	w	2005	36160	m	2005	36245	w	2005
36080	w	2005	36161	m	2005	36246	w	2005
36081	w	2005	36162	w	2005	36247	w	2005
36082	m	2005	36163	m	2005	36248	w	2005
36083	w	2005	36164	m	2005	36249	m	2005
36084	m	2005	36165	m	2005	36250	w	2005
36085	m	2005	36166	m	2005	36251	m	2005
36086	m	2005	36167	m	2005	36252	m	2005
36087	m	2005	36168	m	2005	36253	w	2005
36088	w	2005	36169	m	2005	36254	w	2005
36089	w	2005	36170	w	2005	36255	m	2005
36090	m	2005	36171	m	2005	36256	m	2005
36091	w	2005	36172	m	2005	36257	m	2005
36092	w	2005	36173	w	2005	36258	m	2005
36093	w	2005	36174	m	2005	36259	m	2005
36094	m	2005	36175	w	2005	36260	w	2005
36095	w	2005	36176	w	2005	36261	w	2005
36096	m	2005	36177	w	2005	36262	w	2005
36097	w	2005	36178	m	2005	45619	m	2006
36098	m	2005	36180	w	2005	45620	w	2006
36099	m	2005	36181	m	2005	45621	m	2006
36100	w	2005	36182	w	2005	45622	w	2006
36101	m	2005	36183	m	2005	45623	w	2006
36102	w	2005	36184	w	2005	45624	m	2006
36103	m	2005	36185	m	2005	45625	w	2006
36104	w	2005	36186	m	2005	45626	w	2006
36105	m	2005	36187	m	2005	45627	w	2006
36106	m	2005	36188	w	2005	45628	w	2006
36107	m	2005	36189	m	2005	45629	w	2006
36108	m	2005	36191	m	2005	45630	m	2006
36110	m	2005	36192	w	2005	45631	w	2006
36111	w	2005	36193	m	2005	45632	m	2006
36112	m	2005	36194	w	2005	45633	w	2006
36113	w	2005	36195	m	2005	45634	m	2006
36114	m	2005	36196	m	2005	45635	w	2006
36115	w	2005	36197	m	2005	45636	m	2006
36116	w	2005	36198	w	2005	45637	m	2006
36117	m	2005	36199	w	2005	45638	m	2006
36118	w	2005	36200	m	2005	45639	m	2006

Inst			Inst			Inst		
Nr.	Sex	Jahr	Nr.	Sex	Jahr	Nr.	Sex	Jahr
45640	w	2006	45720	w	2007	45804	m	2007
45641	w	2006	45721	w	2007	45805	w	2007
45642	m	2006	45722	m	2007	45806	w	2007
45643	m	2006	45723	m	2007	45807	m	2007
45644	m	2006	45724	w	2007	45808	m	2007
45645	w	2006	45725	w	2007	45809	m	2007
45646	w	2006	45726	w	2007	45810	w	2007
45647	m	2006	45727	w	2007	45811	m	2007
45648	w	2006	45728	w	2007	45812	w	2007
45649	w	2006	45729	m	2007	45813	w	2007
45650	m	2006	45730	w	2007	45814	w	2007
45651	w	2006	45731	m	2007	45815	m	2007
45652	m	2006	45732	m	2007	45816	w	2007
45653	w	2006	45733	m	2007	45817	w	2007
45654	m	2006	45735	w	2007	45818	w	2007
45655	m	2006	45736	m	2007	45819	w	2007
45656	m	2006	45737	w	2007	45820	w	2007
45657	m	2006	45738	m	2007	45821	m	2007
45658	w	2006	45739	m	2007	45822	m	2007
45659	w	2006	45740	m	2007	45823	w	2007
45660	m	2006	45741	m	2007	45824	w	2007
45661	m	2006	45742	m	2007	45825	w	2007
45662	w	2006	45743	m	2007	45826	m	2007
45663	w	2006	45744	m	2007	45827	m	2007
45664	m	2006	45746	w	2007	45828	m	2007
45665	m	2006	45747	w	2007	45829	w	2007
45666	w	2006	45748	m	2007	45830	m	2007
45667	w	2006	45749	m	2007	45831	m	2007
45668	m	2006	45750	m	2007	45832	m	2007
45669	w	2006	45751	m	2007	45833	m	2007
45670	w	2006	45752	m	2007	45834	m	2007
45671	m	2006	45753	m	2007	45835	w	2007
45672	m	2006	45754	m	2007	45836	w	2007
45673	w	2006	45755	m	2007	45837	m	2007
45674	m	2006	45756	m	2007	45838	m	2007
45675	m	2006	45757	w	2007	45839	w	2007
45676	m	2006	45758	m	2007	45840	w	2007
45677	m	2006	45759	m	2007	45841	m	2007
45678	w	2006	45760	w	2007	45842	w	2007
45679	m	2006	45763	w	2007	45843	m	2007
45680	m	2006	45764	m	2007	45844	m	2007
45681	m	2007	45765	w	2007	45845	w	2007
45682	m	2007	45766	w	2007	45846	w	2007
45683	m	2007	45767	m	2007	45847	m	2007
45684	w	2007	45768	m	2007	45848	m	2007
45685	m	2007	45769	m	2007	45849	w	2007
45686	m	2007	45770	w	2007	45850	m	2007
45687	m	2007	45771	w	2007	45851	m	2007
45688	w	2007	45772	w	2007	45852	w	2007
45689	w	2007	45773	w	2007	45853	w	2007
45690	m	2007	45774	w	2007	45854	m	2007
45691	w	2007	45775	w	2007	45855	w	2007
45692	m	2007	45776	w	2007	45856	m	2007
45693	m	2007	45777	m	2007	45857	m	2007
45694	m	2007	45778	w	2007	45858	m	2007
45695	w	2007	45779	w	2007	45859	m	2007
45696	m	2007	45780	m	2007	45860	w	2007
45697	w	2007	45781	m	2007	45861	m	2007
45698	w	2007	45782	w	2007	45862	m	2007
45699	w	2007	45783	w	2007	45863	m	2007
45700	m	2007	45784	m	2007	45864	m	2007
45701	m	2007	45785	m	2007	45865	m	2007
45702	w	2007	45786	w	2007	45866	w	2007
45703	w	2007	45787	w	2007	45867	w	2007
45704	m	2007	45788	w	2007	45868	m	2007
45705	w	2007	45789	m	2007	45869	w	2007
45706	m	2007	45790	m	2007	45870	m	2007
45707	m	2007	45791	w	2007	45871	m	2007
45708	w	2007	45792	w	2007	45872	m	2007
45709	w	2007	45793	w	2007	45873	w	2007
45710	m	2007	45794	w	2007	45874	m	2007
45711	w	2007	45795	w	2007	45875	m	2007
45712	m	2007	45796	m	2007	45876	m	2007
45713	w	2007	45797	m	2007	45877	w	2007
45714	m	2007	45798	m	2007	45878	m	2007
45715	w	2007	45799	m	2007	45879	m	2007
45716	w	2007	45800	w	2007	45880	w	2007
45717	w	2007	45801	w	2007	45881	w	2007
45718	w	2007	45802	m	2007	45882	w	2007
45719	m	2007	45803	w	2007	45883	m	2007

Inst			Inst			Inst		
Nr.	Sex	Jahr	Nr.	Sex	Jahr	Nr.	Sex	Jahr
45884	m	2007	51302	m	2008	53089	m	2009
45885	m	2007	51303	m	2008	53090	w	2009
45886	m	2007	51304	w	2008	53091	w	2009
45887	m	2007	51305	w	2008	53092	m	2009
45888	m	2007	51306	m	2008	53093	w	2009
45889	m	2007	51307	w	2008	53094	m	2009
45890	w	2007	51308	m	2008	53095	m	2009
45891	m	2007	51309	m	2008	53096	m	2009
45892	m	2007	51310	w	2008	53097	m	2009
45893	w	2007	51311	w	2008	53098	w	2009
45894	w	2007	51312	m	2008	53099	m	2009
45895	w	2007	51313	m	2008	53100	w	2009
51227	m	2008	51314	m	2008	53101	w	2009
51228	m	2008	51315	m	2008	53102	w	2009
51229	m	2008	51316	m	2008	53103	m	2009
51231	w	2008	51317	w	2008	53104	w	2009
51232	m	2008	51318	w	2008	53105	m	2009
51235	w	2008	51319	w	2008	53106	w	2009
51236	m	2008	51320	m	2008	53107	m	2009
51237	w	2008	51321	m	2008	53108	w	2009
51238	w	2008	51322	m	2008	53109	m	2009
51239	w	2008	51323	m	2008	53110	w	2009
51240	m	2008	51324	m	2008	53111	m	2009
51241	w	2008	51325	m	2008	53112	m	2009
51242	m	2008	51326	w	2008	53113	m	2009
51243	m	2008	51327	m	2008	53114	m	2009
51244	w	2008	51328	m	2008	53115	w	2009
51245	w	2008	51329	w	2008	53116	w	2009
51246	m	2008	51330	m	2008	53117	w	2009
51247	m	2008	51331	w	2008	53118	w	2009
51248	m	2008	51332	w	2008	53119	m	2009
51249	m	2008	51333	w	2008	53120	m	2009
51250	m	2008	51334	w	2008	53121	m	2009
51251	m	2008	51335	m	2008	53122	w	2009
51252	w	2008	51336	m	2008	53123	w	2009
51253	m	2008	51337	w	2008	53124	m	2009
51254	m	2008	51338	w	2008	53125	w	2009
51255	w	2008	51339	w	2008	53126	w	2009
51256	w	2008	51340	m	2008	53127	w	2009
51257	m	2008	51341	m	2008	53128	m	2009
51258	m	2008	51342	m	2008	53129	m	2009
51261	m	2008	51343	m	2008	53130	m	2009
51262	w	2008	51344	m	2008	53131	w	2009
51263	w	2008	51345	w	2008	53132	m	2009
51264	m	2008	51346	m	2008	53133	w	2009
51265	m	2008	51348	m	2008	53134	m	2009
51266	w	2008	51350	m	2008	53135	m	2009
51267	w	2008	51352	w	2008	53136	m	2009
51268	m	2008	51353	m	2008	53137	m	2009
51269	m	2008	51354	w	2008	53138	m	2009
51270	m	2008	51355	m	2008	53139	w	2009
51271	w	2008	51356	m	2008	53140	m	2009
51272	w	2008	51357	w	2008	53141	m	2009
51273	m	2008	51358	m	2008	53142	w	2009
51274	m	2008	51359	w	2008	53143	m	2009
51275	m	2008	51360	w	2008	53144	w	2009
51276	m	2008	51361	w	2008	53145	m	2009
51277	m	2008	51362	m	2008	53146	w	2009
51278	m	2008	51363	w	2008	53147	m	2009
51279	w	2008	51364	m	2008	53148	w	2009
51280	m	2008	51365	w	2008	53149	m	2009
51281	w	2008	51366	m	2008	53150	m	2009
51282	m	2008	51367	m	2008	53151	m	2009
51283	m	2008	51368	w	2008	53152	w	2009
51284	w	2008	51369	m	2008	53153	w	2009
51285	w	2008	51370	w	2008	53154	w	2009
51287	m	2008	51371	w	2008	53155	m	2009
51288	w	2008	51372	w	2008	53156	w	2009
51289	w	2008	53076	m	2009	53157	m	2009
51290	w	2008	53077	m	2009	53158	m	2009
51292	w	2008	53078	m	2009	53159	m	2009
51293	m	2008	53079	m	2009	53160	w	2009
51294	m	2008	53080	w	2009	53161	w	2009
51295	w	2008	53081	m	2009	53162	m	2009
51296	m	2008	53082	w	2009	53163	w	2009
51297	w	2008	53084	m	2009	53164	w	2009
51298	w	2008	53085	w	2009	53165	m	2009
51299	w	2008	53086	m	2009	53166	w	2009
51300	w	2008	53087	w	2009	53167	m	2009
51301	w	2008	53088	m	2009	53168	m	2009

Inst			Inst			Inst		
Nr.	Sex	Jahr	Nr.	Sex	Jahr	Nr.	Sex	Jahr
53169	m	2009	58689	m	2010	58770	m	2010
53170	w	2009	58690	w	2010	58771	m	2010
53171	m	2009	58691	m	2010	58772	m	2010
53172	m	2009	58692	m	2010	58773	m	2010
53173	m	2009	58693	w	2010	58774	w	2010
53174	m	2009	58694	w	2010	58775	w	2010
53175	m	2009	58695	m	2010	58776	w	2010
53176	m	2009	58696	m	2010	58777	m	2010
53177	m	2009	58697	m	2010	58778	w	2010
53178	w	2009	58698	w	2010	58779	m	2010
53179	w	2009	58699	w	2010	58780	m	2010
53180	m	2009	58700	w	2010	58781	w	2010
53181	m	2009	58701	m	2010	58782	w	2010
53182	w	2009	58702	w	2010	58783	m	2010
53183	m	2009	58703	w	2010	58784	m	2010
53184	w	2009	58704	m	2010	58785	w	2010
53185	w	2009	58705	w	2010	58786	m	2010
53186	w	2009	58706	m	2010	58787	m	2010
53187	w	2009	58707	m	2010	58788	w	2010
53188	m	2009	58708	m	2010	58789	w	2010
53189	m	2009	58709	m	2010	58790	w	2010
53190	m	2009	58710	m	2010	58791	w	2010
53191	w	2009	58711	m	2010	58792	w	2010
53192	w	2009	58712	m	2010	58793	w	2010
53193	w	2009	58713	w	2010	58794	m	2010
53194	w	2009	58714	w	2010	58795	m	2010
53195	w	2009	58715	m	2010	58796	m	2010
53196	m	2009	58716	w	2010	58797	m	2010
53197	w	2009	58717	w	2010	58798	m	2010
53198	m	2009	58718	m	2010	58799	m	2010
53199	w	2009	58719	m	2010	58800	w	2010
53200	m	2009	58720	m	2010	58801	w	2010
53201	w	2009	58721	m	2010	58802	m	2010
53202	m	2009	58722	w	2010	58803	m	2010
53203	m	2009	58723	w	2010	58804	w	2010
53204	w	2009	58724	m	2010	58805	m	2010
53205	w	2009	58725	w	2010	58806	w	2010
53206	w	2009	58726	m	2010	58807	m	2010
53207	m	2009	58727	m	2010	58808	m	2010
53208	m	2009	58728	w	2010	58809	m	2010
53209	m	2009	58729	m	2010	58810	m	2010
53210	w	2009	58730	m	2010	58811	w	2010
53211	w	2009	58731	w	2010	58812	m	2010
53212	w	2009	58732	w	2010	58813	m	2010
53213	m	2009	58733	w	2010	58814	m	2010
53214	m	2009	58734	w	2010	58815	m	2010
53215	w	2009	58735	m	2010	58816	m	2010
53216	w	2009	58736	m	2010	58817	m	2010
53217	m	2009	58737	w	2010	58818	m	2010
53218	w	2009	58738	m	2010	58819	m	2010
53219	m	2009	58739	w	2010	58820	m	2010
53220	m	2009	58740	w	2010	58821	m	2010
53221	m	2009	58741	m	2010	58822	m	2010
53222	m	2009	58742	m	2010	58823	m	2010
58663	w	2010	58744	w	2010	58824	m	2010
58664	w	2010	58745	m	2010	58825	w	2010
58665	m	2010	58746	m	2010	58827	m	2010
58666	m	2010	58747	m	2010	58828	m	2010
58667	w	2010	58748	m	2010	58829	m	2010
58668	w	2010	58749	m	2010	58830	w	2010
58669	m	2010	58750	m	2010	58831	m	2010
58670	m	2010	58751	w	2010	58832	w	2010
58671	m	2010	58752	m	2010	58833	m	2010
58672	w	2010	58753	m	2010	58834	m	2010
58673	w	2010	58754	m	2010	58835	w	2010
58674	m	2010	58755	w	2010	58836	w	2010
58675	m	2010	58756	m	2010	58837	w	2010
58676	w	2010	58757	m	2010	58838	w	2010
58677	w	2010	58758	w	2010	58839	m	2010
58678	w	2010	58759	m	2010	58840	m	2010
58679	m	2010	58760	w	2010	58841	m	2010
58680	w	2010	58761	w	2010	58842	m	2010
58681	w	2010	58762	m	2010	58843	w	2010
58682	w	2010	58763	m	2010	58844	m	2010
58683	w	2010	58764	m	2010	58845	w	2010
58684	w	2010	58765	w	2010	58846	m	2010
58685	w	2010	58766	w	2010	58847	m	2010
58686	w	2010	58767	w	2010	58848	w	2010
58687	w	2010	58768	w	2010	58849	w	2010
58688	m	2010	58769	m	2010	58850	m	2010

Inst			Inst			Inst		
Nr.	Sex	Jahr	Nr.	Sex	Jahr	Nr.	Sex	Jahr
58851	w	2010	62536	m	2011	62618	w	2011
58852	m	2010	62537	w	2011	62619	m	2011
58853	m	2010	62538	m	2011	62620	w	2011
58854	w	2010	62539	m	2011	62621	m	2011
58855	m	2010	62540	w	2011	62622	w	2011
58856	m	2010	62541	m	2011	62623	w	2011
58857	m	2010	62542	w	2011	62624	m	2011
58858	m	2010	62543	m	2011	62625	w	2011
58859	w	2010	62544	w	2011	62626	w	2011
58860	w	2010	62545	m	2011	62627	w	2011
58861	m	2010	62546	w	2011	62628	w	2011
58862	w	2010	62547	m	2011	62629	w	2011
58863	m	2010	62548	w	2011	62630	w	2011
58864	w	2010	62549	w	2011	62631	m	2011
58865	w	2010	62550	w	2011	62632	m	2011
58866	m	2010	62551	m	2011	62633	m	2011
58867	m	2010	62552	m	2011	62634	m	2011
58868	w	2010	62553	m	2011	62635	w	2011
58869	m	2010	62554	m	2011	62636	m	2011
58870	w	2010	62555	m	2011	62637	m	2011
58871	m	2010	62556	w	2011	62638	w	2011
58872	m	2010	62557	w	2011	62639	m	2011
58873	m	2010	62558	w	2011	62640	m	2011
58874	m	2010	62559	w	2011	62641	m	2011
58875	w	2010	62560	w	2011	62642	m	2011
58876	w	2010	62561	w	2011	62668	w	2011
58877	m	2010	62564	w	2011	62669	m	2011
58878	m	2010	62565	w	2011	62670	m	2011
58879	w	2010	62566	w	2011	62671	w	2011
58880	w	2010	62567	m	2011	62672	w	2011
58881	w	2010	62568	w	2011	62673	w	2011
58882	w	2010	62569	m	2011	62674	w	2011
58883	w	2010	62570	m	2011	62675	m	2011
58884	w	2010	62571	m	2011	62676	m	2011
58885	w	2010	62572	w	2011	62677	m	2011
58886	m	2010	62573	m	2011	62678	w	2011
58887	m	2010	62574	m	2011	62679	w	2011
58888	w	2010	62575	m	2011	62680	m	2011
58889	m	2010	62576	m	2011	62681	w	2011
58891	m	2010	62577	m	2011	62682	w	2011
62496	m	2011	62578	w	2011	62683	m	2011
62497	m	2011	62579	w	2011	62684	w	2011
62498	w	2011	62580	w	2011	62685	m	2011
62499	m	2011	62581	w	2011	62686	w	2011
62500	w	2011	62582	w	2011	62687	w	2011
62501	m	2011	62583	w	2011	62688	m	2011
62502	m	2011	62584	m	2011	62689	m	2011
62503	w	2011	62585	m	2011	62690	m	2011
62504	w	2011	62586	m	2011	62691	w	2011
62505	m	2011	62587	m	2011	62692	w	2011
62506	w	2011	62588	m	2011	62732	m	2011
62507	w	2011	62589	m	2011	62733	w	2011
62508	w	2011	62590	w	2011	62734	m	2011
62509	m	2011	62591	m	2011	62735	w	2011
62510	m	2011	62592	m	2011	62737	w	2011
62511	m	2011	62593	m	2011	62738	w	2011
62512	m	2011	62594	m	2011	62739	w	2011
62513	m	2011	62595	m	2011	62740	w	2011
62514	w	2011	62596	w	2011	62742	m	2011
62515	m	2011	62597	w	2011	62743	w	2011
62516	w	2011	62598	w	2011	62744	m	2011
62517	w	2011	62599	m	2011	62745	m	2011
62518	w	2011	62600	m	2011	62746	m	2011
62519	w	2011	62601	m	2011	62747	m	2011
62520	m	2011	62602	w	2011	62748	w	2011
62521	m	2011	62603	w	2011	62749	w	2011
62522	w	2011	62604	m	2011	62750	w	2011
62523	w	2011	62605	w	2011	62751	w	2011
62524	m	2011	62606	m	2011	62752	w	2011
62525	m	2011	62607	m	2011	62753	m	2011
62526	w	2011	62608	m	2011	62754	m	2011
62527	m	2011	62609	m	2011	62755	m	2011
62528	w	2011	62610	m	2011	62756	w	2011
62529	w	2011	62611	w	2011	62757	w	2011
62530	w	2011	62612	w	2011	62758	m	2011
62531	w	2011	62613	w	2011	62759	m	2011
62532	m	2011	62614	w	2011	62760	w	2011
62533	m	2011	62615	m	2011	62761	m	2011
62534	w	2011	62616	m	2011	62762	m	2011
62535	w	2011	62617	m	2011	62763	m	2011

<b>Inst</b>			<b>Inst</b>			<b>Inst</b>		
<b>Nr.</b>	<b>Sex</b>	<b>Jahr</b>	<b>Nr.</b>	<b>Sex</b>	<b>Jahr</b>	<b>Nr.</b>	<b>Sex</b>	<b>Jahr</b>
62764	w	2011	65710	w	2012	65793	m	2012
62765	m	2011	65711	w	2012	65795	w	2012
62766	w	2011	65712	m	2012	65797	m	2012
62768	w	2011	65713	m	2012	65798	m	2012
62769	m	2011	65714	w	2012	65799	w	2012
62770	w	2011	65715	m	2012	66520	m	2012
62771	m	2011	65717	m	2012	66521	m	2012
62772	m	2011	65719	m	2012	66522	w	2012
62773	m	2011	65720	m	2012	66525	m	2012
62776	m	2011	65721	m	2012	66526	m	2012
62777	w	2011	65722	m	2012	66527	m	2012
62778	w	2011	65723	w	2012	66529	m	2012
62779	m	2011	65724	m	2012	66530	w	2012
62780	m	2011	65725	w	2012	66531	w	2012
62781	w	2011	65726	m	2012	66532	m	2012
62783	w	2011	65727	w	2012	66533	m	2012
62784	w	2011	65728	w	2012	66534	w	2012
62785	m	2011	65729	m	2012	66535	m	2012
62786	m	2011	65730	m	2012	66536	m	2012
62787	m	2011	65731	w	2012	66537	w	2012
62791	m	2011	65732	w	2012	66538	w	2012
62792	w	2011	65733	w	2012	66540	w	2012
65323	w	2012	65734	w	2012	66542	m	2012
65324	m	2012	65735	w	2012	66543	w	2012
65654	m	2012	65736	w	2012	66544	m	2012
65655	m	2012	65737	w	2012	66545	w	2012
65656	w	2012	65738	w	2012	66546	m	2012
65657	m	2012	65739	m	2012	66547	m	2012
65658	m	2012	65740	w	2012	66548	w	2012
65659	m	2012	65741	m	2012	66549	m	2012
65660	w	2012	65742	w	2012	66550	m	2012
65661	w	2012	65743	w	2012	66551	m	2012
65662	w	2012	65744	w	2012	66552	w	2012
65663	m	2012	65745	m	2012	66553	m	2012
65664	m	2012	65746	w	2012	66554	w	2012
65665	m	2012	65747	m	2012	66555	m	2012
65666	m	2012	65748	w	2012	66556	m	2012
65667	m	2012	65749	m	2012	66557	m	2012
65668	w	2012	65750	w	2012	66559	m	2012
65669	w	2012	65751	w	2012	66560	m	2012
65670	m	2012	65752	m	2012	66561	w	2012
65671	m	2012	65753	m	2012	66562	w	2012
65672	m	2012	65754	w	2012	66563	m	2012
65673	m	2012	65755	w	2012	66564	w	2012
65674	m	2012	65756	m	2012	66565	m	2012
65675	w	2012	65757	w	2012	66566	m	2012
65676	w	2012	65758	w	2012	66567	w	2012
65677	w	2012	65759	w	2012	66568	w	2012
65678	m	2012	65760	m	2012	66569	w	2012
65679	m	2012	65761	w	2012	66570	m	2012
65680	m	2012	65762	w	2012	66571	w	2012
65681	m	2012	65763	w	2012	66572	m	2012
65682	w	2012	65764	m	2012	66573	m	2012
65683	m	2012	65765	m	2012	66574	w	2012
65684	m	2012	65766	m	2012	66575	m	2012
65685	m	2012	65767	m	2012	66576	m	2012
65686	w	2012	65769	m	2012	66577	w	2012
65687	w	2012	65770	w	2012	66578	m	2012
65688	w	2012	65771	w	2012	66579	w	2012
65689	w	2012	65772	w	2012	66580	m	2012
65690	m	2012	65773	m	2012	66581	w	2012
65691	w	2012	65774	w	2012	66582	w	2012
65692	m	2012	65775	w	2012	66584	m	2012
65693	w	2012	65776	w	2012	66585	w	2012
65694	w	2012	65777	w	2012	66586	m	2012
65695	m	2012	65778	w	2012	66587	w	2012
65696	m	2012	65779	m	2012	66588	w	2012
65697	w	2012	65780	m	2012	66589	m	2012
65698	w	2012	65781	w	2012	66590	m	2012
65699	m	2012	65782	w	2012	66591	w	2012
65700	m	2012	65783	w	2012	66592	w	2012
65701	w	2012	65784	m	2012	66593	m	2012
65702	w	2012	65785	w	2012	66594	w	2012
65703	m	2012	65786	m	2012	66595	w	2012
65704	w	2012	65787	m	2012	66596	w	2012
65705	m	2012	65788	w	2012	66597	m	2012
65706	m	2012	65789	m	2012	66598	m	2012
65707	m	2012	65790	m	2012	66599	m	2012
65708	m	2012	65791	m	2012	66600	w	2012
65709	m	2012	65792	m	2012	66601	m	2012

<b>Inst</b>		
<b>Nr.</b>	<b>Sex</b>	<b>Jahr</b>
66602	m	2012
66603	m	2012
66604	w	2012
66605	m	2012
66606	w	2012
66607	m	2012
66608	m	2012
66609	m	2012





## **Eidesstattliche Versicherung**

gemäß § 8 der Promotionsordnung für die Naturwissenschaftlich-Mathematische Gesamtfakultät der Universität Heidelberg.

1. Bei der Dissertation zu dem Thema:

### **Untersuchung zur Brutbiologie und Populationsgenetik der Wiesenweihe (*Circus pygargus* Linnaeus, 1758) mittels Mikrosatelliten-Analyse**

handelt es sich um meine eigenständig erbrachte Leistung.

2. Ich habe nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und mich keiner unzulässigen Hilfe Dritter bedient. Insbesondere habe ich wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken übernommene Inhalte als solche kenntlich gemacht.

3. Die Arbeit oder Teile davon habe ich bislang nicht an einer Hochschule des In- oder Auslands als Bestandteil einer Prüfungs- oder Qualifikationsleistung vorgelegt.

4. Die Richtigkeit der vorstehenden Erklärungen bestätige ich.

5. Die Bedeutung der eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung sind mir bekannt.

Ich versichere an Eides statt, dass ich nach bestem Wissen die reine Wahrheit erklärt und nichts verschwiegen habe.

---

Heidelberg, den

Susann Janowski