



Schutzgebietssystem für Brachvögel in Schleswig-Holstein

Untersuchungen 2017

Endbericht November 2017

Bericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt,
Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein

Natalie Meyer
Dr. Hermann Hötter
Heike Jeromin

Michael-Otto-Institut im NABU
Goosstroot 1,
24861 Bergenhusen
Natalie.Meyer@NABU.de

Schutzgebietssystem für Brachvögel in Schleswig-Holstein – Bericht 2017

Projektbericht des Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung

Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen

November 2017

Natalie Meyer¹

Dr. Hermann Hötter¹

Heike Jeromin¹

¹Michael-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, 24861 Bergenhusen

Natalie.Meyer@NABU.de

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	4
1. EINLEITUNG	5
2. UNTERSUCHUNGSGEBIET	6
3. MATERIAL UND METHODEN	8
3.1 BESTANDSERFASSUNG	8
3.2 GELEGESUCHE	8
3.3 ÜBERWACHUNG DER GELEGE DURCH THERMOLOGGER	9
3.4 SCHLUPF- UND BRUTERFOLG	11
3.5 EINZÄUNUNG DER GELEGE	11
3.6 FANG UND BERINGUNG	15
3.7 BERECHNUNG DER ÜBERLEBENSRATE	16
3.8 AUSWERTUNG	17
4. ERGEBNISSE	18
4.1 BESTANDSENTWICKLUNGEN	18
4.2 BRUTBIOLOGIE	21
4.2.1 Schlupf- und Bruterfolg	22
4.2.2 Probleme beim Schlupf	27
4.3 FANG UND BERINGUNG	30
4.4 RÜCKKEHRRATEN	31
4.5 BERECHNUNG DER ÜBERLEBENSRATE	33
5. DISKUSSION	34
5.1 BESTANDSENTWICKLUNGEN UND SIEDLUNGSDICHTE	34
5.2 SCHLUPF- UND BRUTERFOLG	34
5.3 PROBLEME BEIM SCHLUPF	36
5.4 RÜCKKEHR- UND ÜBERLEBENS RATEN	37
6. EMPFEHLUNGEN	39
7. DANKSAGUNG	39
8. LITERATUR	40

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht befasst sich mit der Fortsetzung der im Jahr 2013 begonnenen Studie über die Population des Großen Brachvogels in der Eider-Treene-Sorge Niederung (Schleswig-Holstein). Während der Brutsaison 2017 wurden acht Alt- und 16 Jungvögel mit individuellen, aus größerer Entfernung erkennbaren, Farbringkombinationen beringt. Mit Hilfe der Farbring-Ablesungen wurde eine sehr hohe Brutort-Treue der Vögel nachgewiesen, sowie vier potenzielle Rast- und/oder Überwinterungsgebiete identifiziert. Mit Hilfe von „Live Recapture“ Modellen im Programm MARK wurde die Überlebensrate adulter Brachvögel auf 83 %, die juveniler auf 40 % geschätzt. Innerhalb der Untersuchungsgebiete wurden 70 Brachvogelreviere identifiziert und 49 Gelege gefunden, die alle im Rahmen des Gemeinschaftlichen Wiesenvogelschutzes vor landwirtschaftlicher Zerstörung geschützt wurden. Dieser Schutz war unerlässlich für den Erfolg der Maßnahme. Innerhalb von zwei Untersuchungsgebieten wurden 50 % der Gelege mit einem Elektrozaun eingezäunt. Diese Maßnahme konnte die Gelegeverluste in diesen Gebieten zum Teil verringern und den Bruterfolg hier, im Vergleich zu Kontrollgebieten (ohne Gelegezäunung), nahezu verdoppeln. Sowohl der Schlupf- (31,3%), sowie der Bruterfolg (0,23 flüggen Juvenilen/Revierpaar) und die Kükenüberlebensrate (24%) waren in diesem Jahr zwar besser als im Vorjahr, jedoch noch immer geringer als in den Jahren 2013 - 2015. Der Bruterfolg war zu gering, um als bestanderhaltend gewertet zu werden. Bei einer zusammenfassenden Betrachtung der Ergebnisse der Jahre 2013 bis 2017 waren die Ergebnisse sehr ähnlich: Achtmal höherer Schlupferfolg, sowie leicht höhere Kükenüberlebensraten in den Zaungebieten führten zu einem 2,4-mal höheren Bruterfolg im Vergleich zu den Kontrollgebieten. Insgesamt reichte dies jedoch nur in einem Jahr aus, um den Bruterfolg auf ein bestanderhaltendes Niveau zu bringen. Der geringe Bruterfolg wurde vornehmlich durch den niedrigen Schlupferfolg verursacht, der seinerseits durch hohe Prädationsraten an Gelegen und geringe Schlupfraten, aufgrund verendeter Embryonen, hervorgerufen wurde. Derzeit kann der Schutz des Großen Brachvogels in der ETS nur über den Schutz vor landwirtschaftlichen Verlusten, sowie vor Bodenprädatoren gewährleistet werden. Da vor allem der Schutz vor Bodenprädatoren einen großen Eingriff in die natürliche Dynamik von Wildtieren darstellt, sollte sie nur als eines der letzten Mittel zum Schutz stark gefährdeter Arten eingesetzt werden. Vorrangiges Ziel sollte es sein, die Habitate in einer Weise aufzuwerten, die es den Vögeln ermöglicht, auch ohne große Eingriffe, in der Agrarlandschaft zu überleben. Weiterhin sollte unbedingt der Frage nachgegangen werden, warum die Schlupfrate zurückgeht.

1. Einleitung

Auf Wiesen brütende Watvögel zählen in Deutschland zu den am stärksten von Bestandsrückgängen betroffenen Vogelarten (Hötker & Teunissen 2006; Südbeck et al. 2007). Schleswig-Holstein besitzt eine besondere Verantwortung für den Schutz dieser Arten, da hier bedeutende Anteile des deutschen Bestandes brüten (Südbeck et al. 2007). Wiesenvögel stehen unter besonderem Schutz der EU-Vogelschutzrichtlinie, da es sich um Arten des Anhangs I (Kampfläufer) oder um gefährdete Zugvogelarten (Großer Brachvogel, Austernfischer, Kiebitz, Alpenstrandläufer, Bekassine, Uferschnepfe, Rotschenkel) handelt (EU-Vogelschutzrichtlinie 2009). Die genannten Arten sind dementsprechend in besonderen Schutzgebieten gemäß der EU-Vogelschutzrichtlinie zu schützen. Der Große Brachvogel (*Numenius arquata*) steht, aufgrund anhaltender Bestandsrückgänge innerhalb seines Verbreitungsgebietes, auf der Vorwarnliste der weltweit gefährdeten Tierarten als „Near Threatened“ (IUCN 2016). Deutschlandweit wird er als „vom Aussterben bedroht“ eingestuft (Grünberg et al. 2015). Als Grund der Bestandsrückgänge gilt vor allem eine geringe Reproduktionsrate innerhalb der Bruthabitate. Sie wird vornehmlich durch hohe Nest- und Kükenmortalität (ihrerseits hervorgerufen durch hohe Verlustraten während der Landbewirtschaftung und hohe Prädationsraten), sowie Habitatverluste (durch die Intensivierung der Landwirtschaft) hervorgerufen (Brown 2015). Auch in Schleswig-Holstein waren die Bestände viele Jahre rückläufig, da vor allem Moore und kleinere Niederungsgebiete im Landesinneren als Brutplätze aufgegeben wurden (Hötker et al. 2005). In Schleswig-Holstein brütet die Art hauptsächlich im Binnenland, außerhalb der Seemarschen (Koop & Berndt 2014). Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt im SPA (Special Protection Area) Eider-Treene-Sorge-Niederung (ETS), DE1622-493 (Romahn et al. 2008; Knief et al. 2010). Für den Großen Brachvogel ist dieses SPA das wichtigste in Schleswig-Holstein. Aktuell brüten in diesem 15.014 ha großen Gebiet 78 - 94 Brutpaare, was rund ein Drittel des Schleswig-Holsteinischen (Koop & Berndt 2014) und 1,5 - 2,5 % des gesamtdeutschen (Grünberg et al. 2015) Bestandes entspricht. Die Population in der ETS wurde in der Vergangenheit mit Hilfe von Revierkartierungen knapp als stabil gewertet, und der Erhaltungszustand wurde mit „gut/ungünstig“ eingeschätzt (Jeromin & Scharenberg 2012). Ob eine Population tatsächlich stabil ist, hängt nicht ausschließlich von Bestandszahlen ab. Gerade bei langlebigen Arten wie dem Großen Brachvogel können stabile Bestandszahlen zugrundeliegende Probleme beim Bruterfolg, bzw. nicht ausreichende Reproduktionsraten, verschleiern. Wichtig sind in diesem Kontext die Ermittlung des Bruterfolges (flügge Küken/Revierpaar und Jahr), Überlebensraten

sowie Rückkehrraten und Um- bzw. Ansiedlungsverhalten der juvenilen und adulten Tiere. Zum jetzigen Zeitpunkt liegen verlässliche Daten zur Brutbiologie nur aus wenigen Gebieten und Ländern vor (Busch & Jeromin 2013). Daten zur Zu- und Abwanderung bzw. Rückkehrraten aus Schleswig-Holstein fehlen bisher vollkommen. Langfristiges Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, für den Großen Brachvogel ein Schutzgebietskonzept zu entwickeln, welches die nötigen Parameter ermittelt und so, durch gezielte Maßnahmen, zum Erhalt der Art im Land beitragen kann.

2. Untersuchungsgebiet

Die Ausdehnung, Lage und Charakteristik des Untersuchungsgebietes wurden bereits an anderer Stelle ausführlich dargestellt (Meyer & Jeromin 2016b, 2016a). Die in vorherigen Jahren ausgewählten Untersuchungsgebiete wurden auch in diesem Jahr übernommen (Abb. 1). Ausschließlich das Teilgebiet Wohlde wurde in diesem Jahr nicht mit eingeschlossen, da hier im dritten Jahr in Folge keine Brachvogelreviere kartiert wurden.

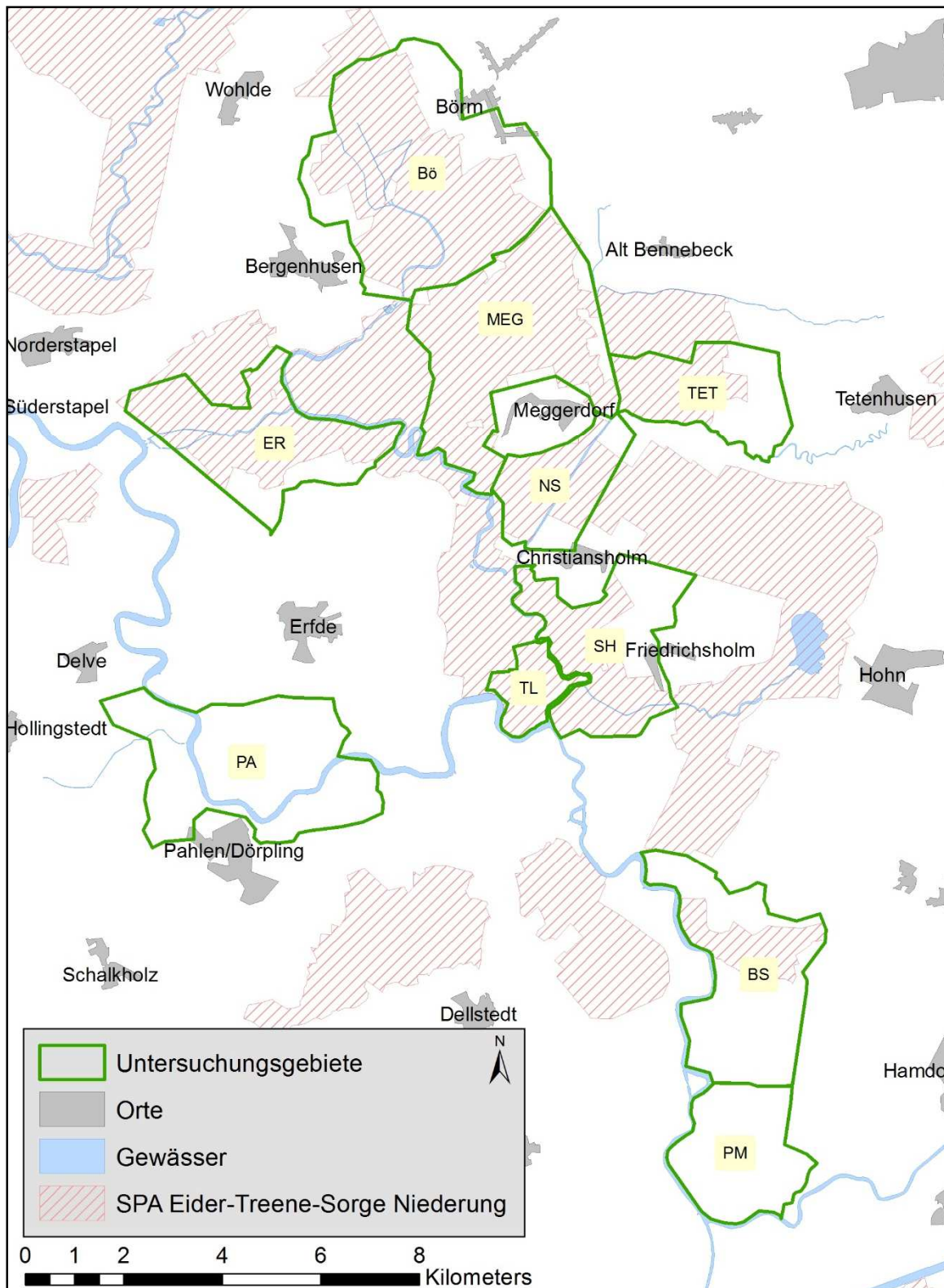


Abb. 1: Lage des SPA Eider-Treene-Sorge Niederung DE1622-493 (rot schraffiert) sowie der Untersuchungsgebiete (grün umrandet, BÖ: Börm; MEG: Meggerkoog; ER: Erfde; TET: Tetenhusen; NS: Neue Sorge; SH: Süderholm; TL: Tielen; PA: Pahlen; BS: Bargstall; PM: Prinzenmoor).

3. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden von März bis Juli 2017 durchgeführt. Da das Projekt im fünften Jahr in Folge durchgeführt wurde, wurde zusätzlich, am Ende jedes Kapitels, eine Zusammenfassung der Jahre 2013 - 2017 dargestellt.

3.1 Bestandserfassung

Die Untersuchungsgebiete wurden systematisch nach Brachvögeln abgesucht, wobei Kartierungen aus den vergangenen Jahren als Orientierung dienten (Meyer & Jeromin 2016b). Die Revierkartierung erfolgte analog zu der in Meyer & Jeromin (2016b) beschriebenen Methode.

3.2 Gelegesuche

Sobald der Brutbeginn einsetzte, wurden möglichst viele Gelege gesucht und mit Bambusstangen markiert (für genaue Methodenbeschreibung s. Meyer & Jeromin 2016b). Diese Markierung diente der Verfolgung des Gelegeschiedsals. Auf diese Weise wurden alle gefundenen Gelege im Rahmen des Gemeinschaftlichen Wiesenvogelschutzes (GWS) geschützt. Der praxisorientierte GWS schützt Wiesenvogelgelege und –familien auf privatem Grünland. Die Bewirtschaftung wird, nach Absprachen mit den Bewirtschaftern, dem Brutgeschehen angepasst. Gelege und Familien der Wiesenvögel werden so vor direkten landwirtschaftlichen Verlusten geschützt. Die Absprachen erfolgen alljährlich, die Bewirtschafter erhalten für ihren Aufwand eine Ausgleichszahlung (Jeromin & Evers 2015). Nach dem Fund eines Geleges wurden alle Eier mit Hilfe einer elektronischen Schieblehre vermessen (Länge und Breite). Mit Hilfe der folgenden Formel wurde das Eivolumen errechnet: $V = 0,51 * \text{Länge} * \text{Breite}^2$ (Hoyt 1979). Da die Eier eines Geleges nicht unabhängig voneinander betrachtet werden können, wurde für jedes Gelege das mittlere Eivolumen (Mittelwert aller Eier) berechnet. Blieben Eier nach dem Schlupf in der Nestmulde liegen, wurden sie eingesammelt und eingefroren, um sie für spätere Untersuchungen zu verwahren.

3.3 Überwachung der Gelege durch Thermologger

In den vorangegangenen Studienjahren wurde eine sinkende Schlupfrate der Gelege beobachtet, da Embryonen während der Entwicklung abstarben (Meyer & Jeromin 2016b). Eine mögliche Ursache könnte sein, dass die Altvögel die Gelege, aufgrund von äußerlichen Störungen, häufig während der Bebrütung verlassen und die Eier somit starke Temperaturschwankungen ausgesetzt sind. Um dieser Vermutung nachzugehen wurden in diesem Jahr Thermologger (iButton) in 31 Gelegen ausgebracht. Die Ausbringung erfolgte meist direkt nach dem Fund der Gelege. Die Knopf-batterie-großen Thermologger wurden in einer Plastikhalterung mit Hilfe eines Nagels (Abb. 2) in der Nestmulde verankert und mit Nestmaterial bedeckt.



Abb. 2: I-Button Thermologger mit Plastikhalterung und Verankerung zur Befestigung in der Nestmulde.

Die Thermologger wurden darauf programmiert alle zehn Minuten die Temperatur zu messen. Auf diese Weise konnten sowohl Temperaturschwankungen während der Brutphase aufgezeichnet, als auch der Zeitpunkt von Prädations-Ereignissen festgestellt werden. Nachdem ein Gelege nicht mehr aktiv war (Prädation oder Schlupf), wurden die Daten der Thermologger mit Hilfe des Programms OneWireViewer ausgelesen und in ein Excel Format konvertiert. Die Daten wurden, gemeinsam mit den Umgebungstemperaturen, als Linie geplottet und visuell überprüft. Die Umgebungstemperaturen (in 5 cm Höhe) wurden von der nächsten Messstation (Schleswig) des Deutschen Wetterdienstes übernommen (DWD 2017). Die Temperatur im Nest sollte während der Bebrütung relativ konstant sein, während die Umgebungstemperatur mit dem Tageszyklus fluktuiert (Hartmann & Oring 2006). Wenn die Temperatur des Geleges um mehr als 5°C, für länger als 10 Minuten (entspricht mind. Zwei Messungen des Thermologgers) von der durchschnittlichen Tagestemperatur des Geleges (Mittelwert) ab, wurde dies als „Störung“

definiert. Nicht als „Störung“ gewertet wurden (1) positive Abweichungen der Temperatur, wenn die Umgebungstemperatur niedriger war, als die Temperatur im Gelege (Grund für eine solche Abweichung könnte der Positionswechsel des brütenden Vogel gewesen sein, aber kein Verlassen des Geleges), (2) Abweichungen um mind. 5°C, die über einen längeren Zeitraum (mind. 30 Minuten) konstant blieben und um mind. 10°C von der Umgebungstemperatur abwichen. Die Grenze von 5°C wurde gewählt, da die Standardabweichung der mittleren Gelegetemperatur (23,49°C, n = 69.701 Messwerte) 3,52°C betrug und 5°C somit eine Abweichung der „normalen“ Schwankungen darstellte. Die ersten sechs Stunden nach Einsetzen des Thermologgers wurden nicht mit in die Auswertung einbezogen, da nicht bekannt war, wann genau ein Vogel zum Brüten zurückkam. Beim erfolgreichen Schlupf wurde der Tag des Schlupfes ebenfalls aus der Auswertung ausgeschlossen, da der genaue Zeitpunkt des Verlassens meist unbekannt war. Für die Auswertung wurde die Anzahl der Störungen, die Dauer, sowie die Temperaturschwankung während der Störung dargestellt.

Ein Prädationsereignis bzw. das endgültige Verlassen eines Geleges war anhand eines Temperaturabfalls, gefolgt von fluktuierenden Temperaturen während des Tagesverlaufs erkennbar (Abb. 3).

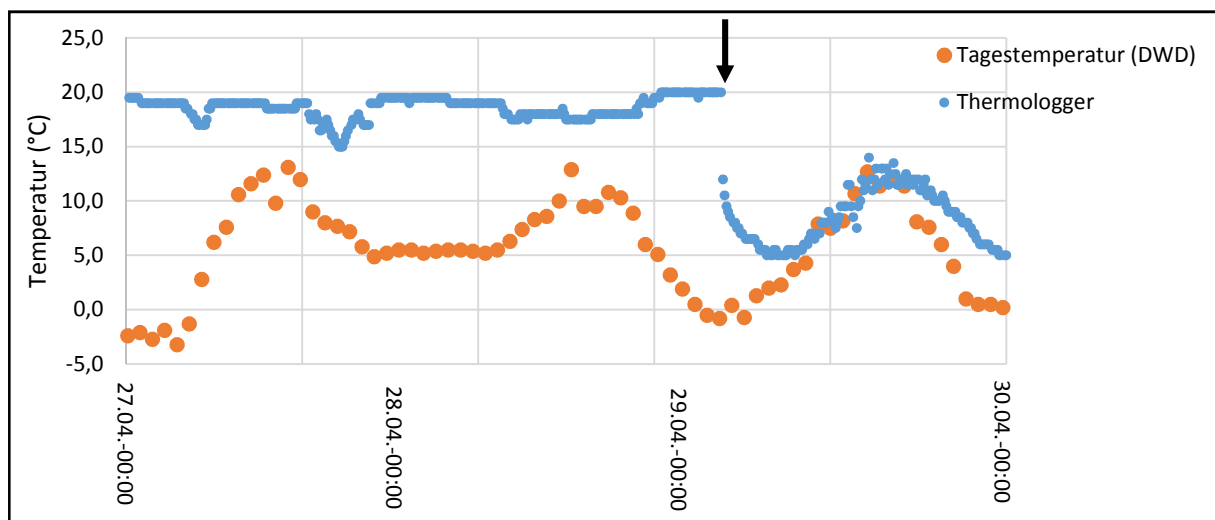


Abb. 3: Exemplarische Darstellung der Thermologgerdaten eines Brachvogel Geleges (blaue Punkte) und der Tagestemperatur (DWD, orange Punkte) während vier Tagen der Gelegebebrütung. Der Pfeil markiert den Zeitpunkt (29.04.-00:06) der Gelegeprädation.

3.4 Schlupf- und Bruterfolg

Alle gefundenen Gelege wurden hinsichtlich des Gelegeschiedsals regelmäßig kontrolliert (mindestens alle fünf Tage). Bei Abwesenheit oder Nicht-Erkennen der Brutvögel wurde der Gelegestandort aufgesucht, um die Ursache festzustellen. Ein Gelege wurde entweder als erfolgreich (Schlupf mindestens eines Kükens) oder als nicht erfolgreich (Verlassen, Prädation, Zerstörung, andere Ursachen) gewertet (für genaue Methodenbeschreibung s. Meyer & Jeromin 2016b). Ein Gelege wurde als Erstgelege klassifiziert, wenn es vor dem 29.04. gefunden wurde. Dieses Datum wurde festgelegt, da die Mehrheit der Erstgelege der vergangenen Jahre vor diesem gezeitigt wurde. Alle Gelege, die nach diesem Datum gefunden wurden, galten als Nachgelege, sofern der Beginn der Legephase sich ebenfalls nach diesem Zeitpunkt befand. Der Legebeginn konnte in den meisten Fällen durch die Eianzahl, Wässerung der Eier (Methode zur Bestimmung der Bebrütungsdauer (Van Paassen et al. 1984)) oder den Schlupftermin bestimmt werden.

Nach dem Schlupf wurden alle Küken bis zum Erreichen der Flugfähigkeit (33 bis 37 Tage) weiterverfolgt. Aus der Anzahl beobachteter, flügger Juveniler wurde der Bruterfolg (flügge Juvenile/Revierpaar und Jahr) ermittelt. Dieser stellt einen Mindesterfolg dar, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass Familien abwanderten und trotz intensiver Suche nicht mehr wieder gesehen wurden.

Für die Berechnung der Kükenüberlebensrate (flügger Juvenile pro Anzahl geschlüpfter Küken) wurde zunächst die durchschnittliche Zahl geschlüpfter Küken pro Gelege ermittelt (Mittelwert der Jahre 2013 - 2017). Dieser Wert, multipliziert mit der Anzahl der Gelege mit Schlupferfolg, ergab die theoretisch maximale Menge an geschlüpften Küken (100 %). Hieraus resultierend wurde die prozentuale Kükenüberlebensrate abgeleitet.

3.5 Einzäunung der Gelege

Aus Studien an anderen Arten innerhalb der ETS (Jeromin et al. 2012) oder in anderen Wiesenvogelgebieten (Ausden et al. 2011) ist bekannt, dass das Einzäunen von Wiesenvogelgelegen sehr erfolgreich sein, und einen entscheidenden Beitrag zur Erhöhung des Schlupf- und/oder Bruterfolges leisten kann. Bei Arten, wie Kiebitz (12.500 Brutpaare) oder Uferschnepfe (1.292 Brutpaare), die in Schleswig-Holstein noch in relativ großen Beständen vorkommen (Koop & Berndt 2014), kann diese Methode jedoch kaum populationswirksam werden (Jeromin et al. 2012). Da in Schleswig-Holstein jedoch "nur" 300 Brutpaare des Großen

Brachvogels brüten, kann das Einzäunen einzelner Gelege durchaus einen großen Beitrag zur Erhaltung der Art leisten. Die im Jahr 2014 begonnene Untersuchung zur Erprobung einer Schutzmaßnahem, bei der Einzelgelege des Großen Brachvogels durch einen Elektrozaun vor Bodenprädatoren geschützt werden (Meyer & Jeromin 2014, 2015, 2016a, 2017), wurde auch in diesem Jahr weitergeführt. Die in vorherigen Jahren ausgewählten Zaungebiete wurden aufgrund ihrer hohen Brachvogel-Revierdichte, auch im Jahr 2017 beibehalten (Tab. 1). Jeweils zwei dieser Gebiete lagen so nahe beieinander, dass sie für die Auswertung als ein Untersuchungsgebiet angesehen wurden (Abb. 4).

Tab. 1: Untersuchungsgebiete, deren Größen sowie Revierzahl des Großen Brachvogels für die Jahre 2013 bis 2017 der beiden Zaungebiete (1) Meggerkoog/Tetenhusen, (2) Bargstall/Prinzenmoor.

Zaungebiet Nummer	Untersuchungs- gebiet	Größe (ha)	Anzahl Reviere 2013	Anzahl Reviere 2014	Anzahl Revier 2015	Anzahl Revier 2016	Anzahl Revier 2017
1	Meggerkoog	1.264	15	23	21	21	17
	Tetenhusen	567	6	7	9	4	6
Summe		1.831	21	30	30	25	23
2	Bargstall	960	10	7	17	16	14
	Prinzenmoor	594	3	8	5	6	7
Summe		1.554	13	15	22	22	21

Das erste Zaungebiet (Meggerkoog/Tetenhusen) befand sich im Norden der ETS, das zweite Zaungebiet (Bargstall/Prinzenmoor) im Süden (Abb. 4). In beiden Gebieten herrschte konventionelle Grünlandwirtschaft vor, und es wurde der GWS umgesetzt. Innerhalb der Kontrollgebiete (Abb. 4) wurde ebenfalls der GWS umgesetzt. Ein Schutz der Gelege vor Prädatoren fand hingegen nicht statt. In den Zaungebieten erfolgte das Aufstellen der Zäune in Absprache mit den Bewirtschaftern der Fläche. Diese erhielten im Rahmen des GWS eine Ausgleichszahlung. Um eine Vergleichbarkeit zu ungezäunten Gelegen zu gewährleisten, wurde nur jedes zweite Gelege innerhalb der Zaungebiete durch einen Elektrozaun vor Bodenprädatoren geschützt. Alle anderen Gelege wurden zwar markiert, um ihr Schicksal zu verfolgen und sie durch den GWS vor landwirtschaftlichen Einflüssen zu schützen, ein weiterer Schutz vor möglichen Prädatoren fand jedoch nicht statt. Die in Meyer & Jeromin (2016a) ausführlich beschriebene Methodik wurde auch in diesem Jahr auf gleiche Weise durchgeführt. Einzige Neuerung war der Einsatz von Solarzellen (Patura, 40 Watt), die es ermöglichten die Autobatterien, die der Stromzufuhr dienten, mit Strom aufzuladen. Die Arbeitszeit von

durchschnittlich 12 Stunden pro Zaun (Meyer & Jeromin 2016a) konnte so auf neun Stunden reduziert werden, da nicht mehr alle fünf bis sieben Tage die leere Batterie durch eine volle ersetzt werden musste. Trotzdem wurde alle fünf Tage das Nestschicksal überprüft. Sobald Küken aus den Eiern schlüpften, wurde der Strom ausgeschaltet. Der Zaun blieb meist noch einige Tage auf der Fläche stehen, um die Familien nicht durch den Abbau zu stören.

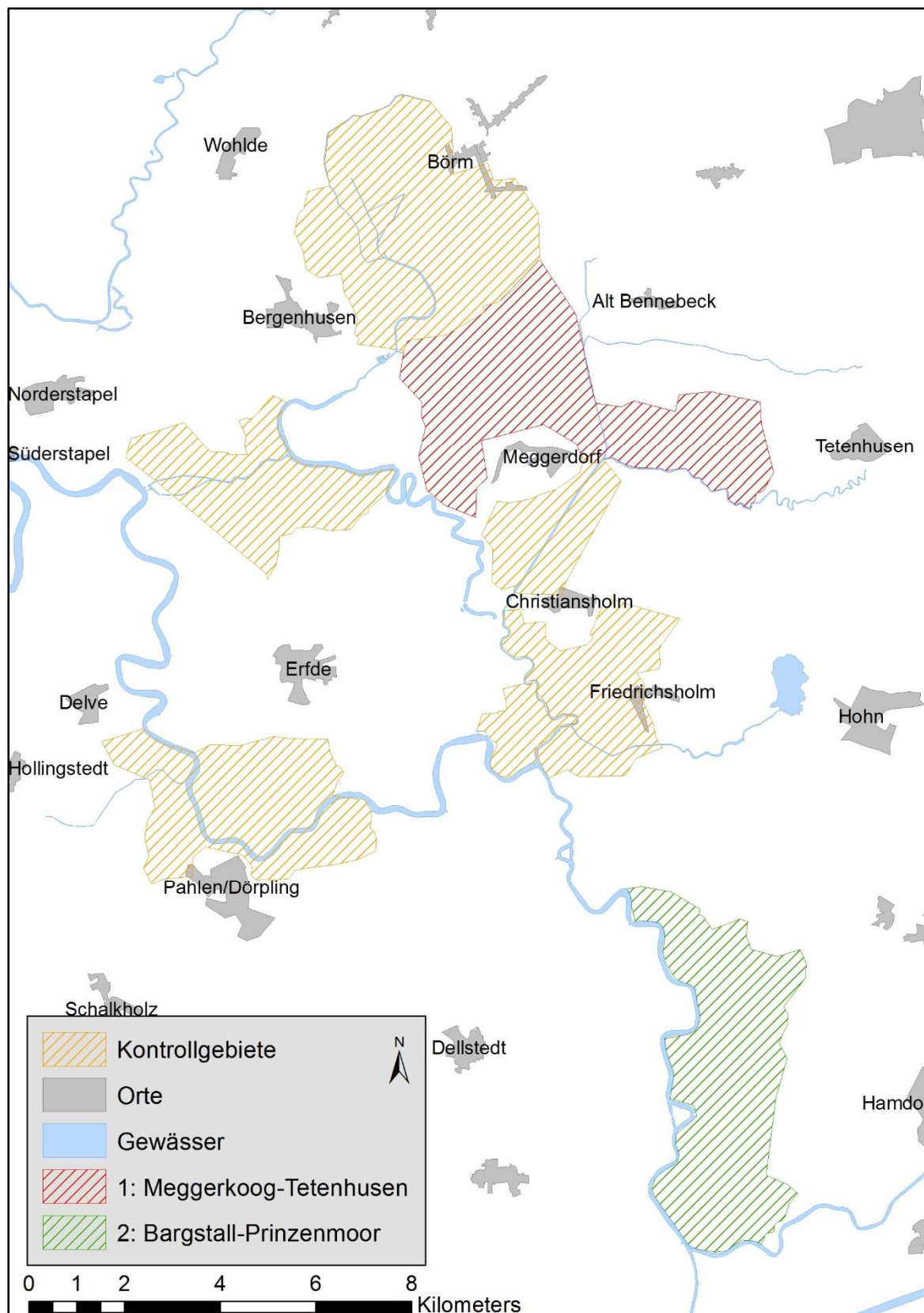


Abb. 4: Lage der beiden Zaungebiete (Durchführung des GWS und Prädatorenschutz durch Zäune; rot und grün schraffiert), sowie der Kontrollgebiete (Durchführung des GWS; gelb schraffiert).

3.6 Fang und Beringung

Adulte Große Brachvögel wurden ab einem Zeitpunkt von mindestens 14 Tagen Gelegebrütung auf dem Nest mit dem Kescher gefangen. Für die genaue Beschreibung der Methode s. Meyer & Jeromin (2016b).

Die Vermessung und Beringung der Vögel erfolgte unmittelbar nach dem Fang. Alle Vögel erhielten einen Stahlring der Vogelwarte Helgoland (Größe 4) am linken Tarsus, sowie eine individuelle Farbringkombination oberhalb der Intertarsalgelenke. Diese setzte sich aus jeweils drei Farbringen (in den drei Farben Grün, Rot und Gelb) zusammen. Diese Kombination wurde im Einverständnis mit der International Wader Study Group, die die Vergabe der Ringkombinationen für Limikolen (Watvögel) koordiniert, vergeben.

Das Geschlecht adulter Vögel wurde anhand der Schnabellänge bestimmt. Tiere mit einer Schnabellänge <135 mm wurden als männlich bestimmt, Tiere mit einer Schnabellänge >126 mm als weiblich (Summers et al. 2013). Das Geschlecht der Tiere, deren Schnabellänge im Mittelfeld dieser Bestimmungsmethode lag, und deren Geschlecht nicht durch ihr Verhalten bestimmt wurde, blieben unbestimmt.

Dem **Kükengang** ging zunächst eine längere Beobachtungszeit voraus, da die Küken in der hohen Vegetation nur schwer zu erkennen sind. Bei erfolgreicher Sichtung wurde der Aufenthaltsort eines Kükens zügig aufgesucht und das Küken mit der Hand gefangen. Aufgrund der Länge der Beine wurden junge Küken (unter 12 - 14 Tagen) vorerst nur mit einem Ring der Vogelwarte Helgoland beringt. Die Beringung und Vermessung der Küken erfolgte wie bei den Altvögeln (s. oben). Bei den Küken erfolgte sie jedoch direkt am Fangplatz, um zu vermeiden, dass sich die Elterntiere während der Bearbeitung mit den restlichen Küken entfernten. Beim Verbleiben auf der Fläche ducken sich die nicht gefundenen Küken zum Schutz ins Gras. Die Altvögel blieben warnend in der Nähe. Unmittelbar nach Abschluss der Beringung und Vermessung wurden alle Vögel wieder freigelassen.

3.7 Berechnung der Überlebensrate

Ab Anfang März, wenn die Tiere aus ihren südlichen Winterquartieren wieder in ihre Brutgebiete in der ETS kommen, wurden regelmäßig alle bekannten Aufenthaltsorte der Großen Brachvögel aufgesucht, um in vorherigen Jahren beringte Tiere zu identifizieren, also ihre individuelle Farbringkombination abzulesen. Aufgrund dieser Beobachtungen können mit Hilfe von sog. Fang-Wiederfang-Modellen „augenscheinliche Überlebensraten“ (*apparent survival*) geschätzt werden. Diese „augenscheinlichen Überlebensraten“ beruhen auf mehreren Voraussetzungen: U.a. dass das Tier (1) überlebt, (2) zurückkehrt an den Beringungs- bzw. Beobachtungsort und (3) gesichtet und abgelesen wird. „Augenscheinlich“ oder „*apparent survival*“ deshalb, weil Individuen, die nicht wieder gesehen werden, nicht unbedingt tot sind. Dieser Tatsache wird bei den sog. Cormack-Jolly-Sebers (CJS)-Modelle (White & Burnham 1999) Rechnung getragen. Es werden zwei Parameter berechnet: „augenscheinliches Überleben“ (Φ „Phi“ genannt) und die Wiedersichtungswahrscheinlichkeit (p). Die Modelle basieren nicht alleine auf Wiederkehraten, sondern rechnen z.B. mit ein, dass ein Individuum in einem Jahr zwar lebendig und im Gebiet sein kann, aber nicht gesichtet wurde. Allerdings, wenn es weiterhin überlebt, besteht die Wahrscheinlichkeit, dass es in kommenden Jahren gesichtet wird. Somit kann diese Sichtung die Schätzung der Überlebenswahrscheinlichkeit genauer machen. Vereinfacht gesagt, „korrigieren“ die CJS-Modelle Φ rückwirkend, wenn Individuen nach mehreren Jahren wieder beobachtet werden. Aus diesem Grund sind für solche Berechnungen mindestens drei Untersuchungsjahre nötig, die Aussagekraft von Φ wächst aber mit jedem zusätzlichen Untersuchungsjahr. Fang-Wiederfang-Modelle gehören mittlerweile zum Standard der Berechnung von Überlebenswahrscheinlichkeiten und liefern sehr viel robustere Daten als Berechnungen, die alleine auf Wiederkehraten beruhen (Sandercock 2003). Die Überlebensraten wurden mit dem Programm MARK (White & Burnham 1999) geschätzt. In die Berechnung flossen Daten zu 36 adulten (18 Weibchen, 18 Männchen) und 84 juvenilen Brachvögeln der Jahre 2013 bis 2017 ein. Mit den CJS-Modellen kann nun der Einfluss verschiedener Faktoren und Parameter auf die Überlebensraten getestet werden. Da die CJS-Modelle generell extrem datenhungrig sind, wurden von Anfang an Vereinfachungen in getesteten Modellen vorgenommen, die aufgrund von biologisch- und ökologischem Vorwissen getroffen wurden. Zur Sicherheit wurde das sog. „globale Modell“ getestet, in dem alle Parameter unabhängig voneinander durch Beringungs- und Ablesejahr und Alter beeinflusst werden konnten. Diese Modelle konvergierten jedoch aufgrund der vergleichsweise geringen Datengrundlage nicht und konnten somit keine sinnvollen Ergebnisse produzieren.

Das gewählte Ausgangsmodell berücksichtigte, dass zwar das Alter der Vögel sowohl Φ als auch p beeinflussen kann, dass aber kein Unterschied zwischen den Untersuchungsjahren bestand. Das Geschlecht wurde aufgrund der geringen Stichprobe nicht berücksichtigt. Das Ausgangsmodell wurde dann simplifiziert und der Einfluss vom Alter der Vögel auf Φ und p ausgenommen. Es wurden entsprechend alle möglichen Parameter –Kombinationen getestet: $[\Phi \text{ (alter)}p(\text{resident})]$, $[\Phi \text{ (alter)}p(\text{konstant})]$, $[\Phi \text{ (konstant)}p(\text{resident})]$, $[\Phi \text{ (konstant)}p(\text{konstant})]$. Die Parameter „alter“, „resident“ und „konstant“ wurden wie folgt definiert:

- alter: Für die Berechnung von Φ wurden Große Brachvögel, die als juvenile beringt wurden, ab einem Alter von zwei Jahren als adulte Vögel behandelt.
- resident: Für die Berechnung von p wurden juvenile Große Brachvögel, da sie frühestens ab einem Alter von drei Jahren (Boschert 2004) in ihr Brutgebiet zurückkehren, ab einem Alter von drei Jahren als resident behandelt, also in gleicher Weise wie die adulten Vögel.
- konstant: kein Unterschied zwischen juvenilen und adulten Vögeln.

Die Modelle wurden mit Hilfe des Akaike Informationskriterium für kleine Stichproben (AICc) verglichen (Burnham & Anderson 2002). Ziel war, das Modell mit der geringsten Anzahl an Parametern zu ermitteln, um entsprechend aussagekräftige biologisch- und ökologische Schlussfolgerungen fassen zu können (Schaub & Amann 2001). Ist die Differenz (ΔAICc) zwischen dem „besten“ Modell und einem anderen Modell >2 , wird davon ausgegangen, dass das „beste“ Modell deutlich stärker durch die Daten gestützt wird, als das zu vergleichende Modell (Burnham & Anderson 2002). Zusätzlich wird das AICc-Gewicht berechnet, das die Wahrscheinlichkeit angibt, dass bei den vorliegenden Daten das betreffende Modell als das „beste“ ausgewählt wird. Nach Berechnung aller Modelle wurde der Godness of fit Test mit Hilfe des im MARK Programm integrierten median c-hat Tests getestet. Der c-hat Wert wurde entsprechend dem Testergebnis mit 1,51 angepasst.

3.8 Auswertung

Die Datenauswertung, statistische Analyse und Kartendarstellung erfolgte mit den Computerprogrammen MS-Excel, R (R Development Core Team 2008) und ArcView 10.1. Die tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit Φ der markierten Gelege wurde mit dem Programm MARK (White & Burnham 1999) geschätzt. Bei dieser Methode wird berücksichtigt, dass

einzelne Gelege bereits frühzeitig, bevor sie gefunden werden, verlorengehen können und eine alleinige Betrachtung der gefundenen Gelege den Schlupferfolg überschätzen würde (Mayfield 1975; Dinsmore et al. 2002). Der Schlupferfolg (P) ergibt sich aus der täglichen Überlebenswahrscheinlichkeit Φ der Gelege und der Brutdauer von 30 Tagen (Jensen & Lutz 2007; Boschert & Rupp 1993) zuzüglich drei Tagen Legedauer: $P_{\text{Schlupferfolg}} = \Phi^{33}$.

4. Ergebnisse

4.1 Bestandsentwicklungen

Die Bestandsentwicklungen des Großen Brachvogels sind nach einem Bestandsrückgang Mitte der 80er, Anfang der 90er Jahre sowohl im gesamtdeutschen Gebiet (Sudfeldt et al. 2013), wie auch landesweit (Hötker et al. 2016) als mehr oder weniger stabil zu werten (Abb. 5).

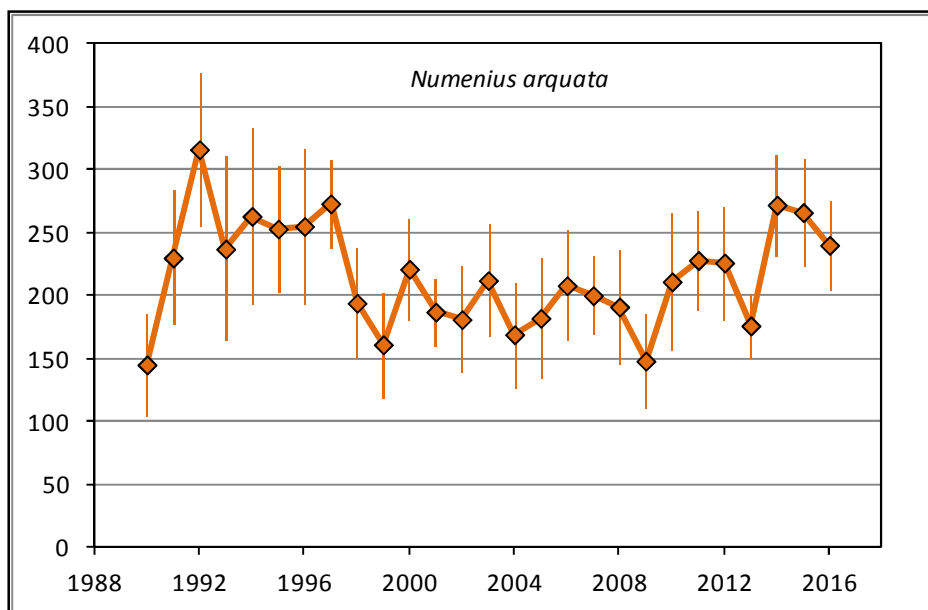


Abb. 5: Trendberechnung des Großen Brachvogel Bestandes in Schleswig-Holstein seit 1990 mittels TRIM (Trend & Indices for monitoring Data, (van Strien et al. 2004)). Die Symbole geben die mit TRIM berechneten Indexwerte an, die vertikalen Linien die Standardfehler der Schätzungen. Quelle: Hötker et al. (2016).

Für die Bestände innerhalb der ETS existieren keine Langzeitdatenreihen. Es werden jedoch regelmäßige Brutvogelkartierungen durchgeführt und seit Beginn des Projektes 2013 werden die Bestände jährlich kartiert. Hiernach ist der Bestand des Großen Brachvogels in der ETS, von knapp 100 Paaren Ende der 90er, zu 70 Paaren im Jahr 2017, leicht rückläufig (Abb. 6).

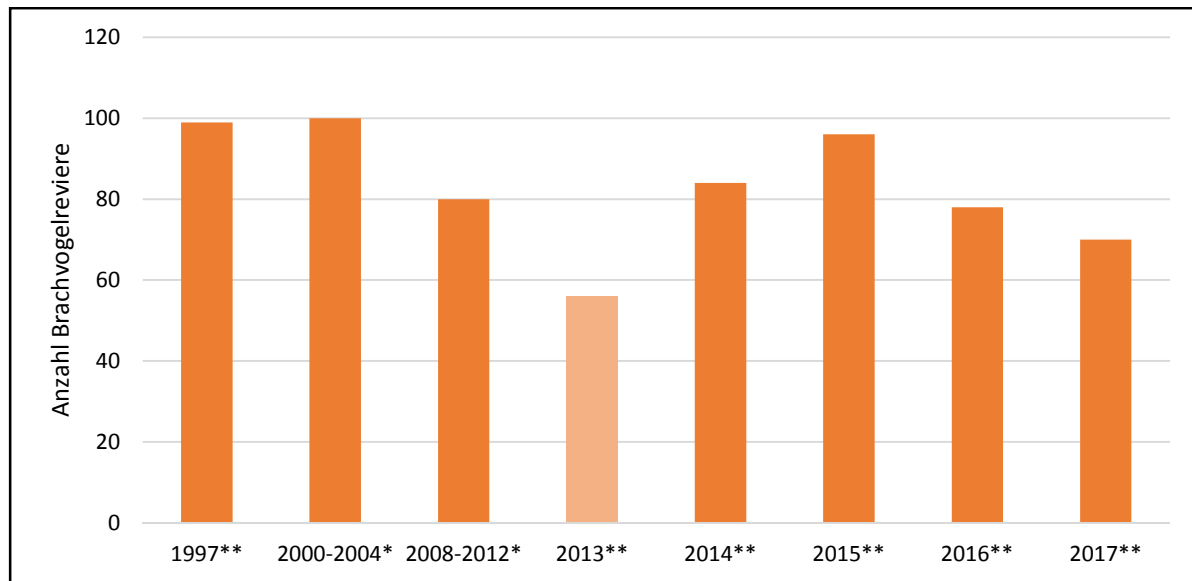


Abb. 6: Anzahl der Brachvogelreviere in der ETS von 1997 bis 2017. Quellen: 1997 (Nehls 2001); 2000-2004 (Romahn et al. 2008); 2008-2012 (Jeromin & Scharenberg 2012); 2013-2017 vorliegende Studie. *nur SPA; **unabhängig von SPA Grenzen. Die geringe Revierzahl im Pilotjahr 2013 erklärt sich daraus, dass nicht alle Teilgebiete kartiert wurden (Busch & Jeromin 2013).

Im Untersuchungsjahr 2017 wurden die ersten Brachvögel am 10.03. im Gebiet Tetenhusen beobachtet. Während der Saison wurden 70 Reviere der Art erfasst. Die höchste Revieranzahl wurde in den Untersuchungsgebieten Meggerkoog (17 Reviere) und Bargstall (14 Reviere) registriert. Auch in den Bereichen Börm, Tielen und Prinzenmoor (zehn bzw. sieben und sieben Reviere) sowie Tetenhusen (sechs Reviere) wurden noch verhältnismäßig viele Reviere kartiert. In den Gebieten Neue Sorge, Süderholm, Erfde und Pahlen wurden jeweils noch zwei bis drei Reviere kartiert (Abb. 7, Tab. 2). Weiterhin wurden acht „potenzielle“ Reviere kartiert, die von einzelnen Vögeln (meist Männchen) besetzt waren und deshalb nicht als vollständiges Revier gewertet wurden (Abb. 7).

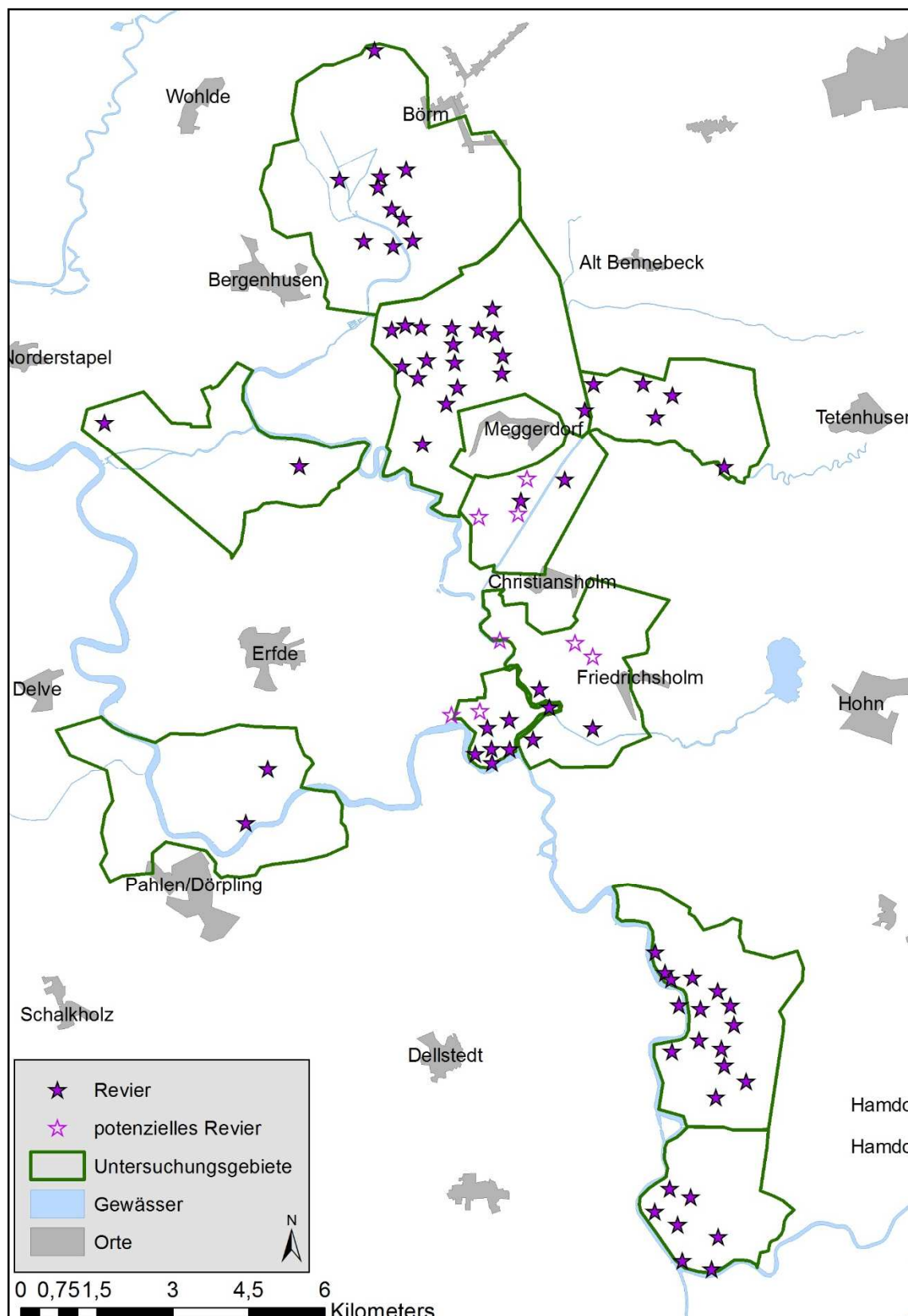


Abb. 7: Revierverbreitung des Großen Brachvogels in der ETS im Jahr 2017 innerhalb der verschiedenen Untersuchungsgebiete. „potenzielles Revier“ bezieht sich auf Reviere, die von einzelnen Vögeln besetzt waren (s. Text). Gebietsbeschriftung s. Abb. 1

Die höchste Siedlungsdichte wurde in den Gebieten Tielen (3,66 Reviere/km²), Bargstall (1,46 Reviere/km²) und Meggerkoog (1,34 Reviere/km²) erreicht. In allen zehn Untersuchungsgebieten zusammengenommen lag die Siedlungsdichte bei 0,81 Revieren/km² (Tab. 2). Die letzten Reviervögel wurden am 17.07. in der ETS beobachtet. Die Brachvogelsaison betrug somit 135 Tage (vom 13.03. bis 19.07.2017).

Tab. 2: Gebietsgrößen sowie Revieranzahl Großer Brachvögel und die daraus resultierende Siedlungsdichte (Reviere/km²) des Jahres 2017 innerhalb der ETS. Gebietskürzel s. Abb. 1

	BÖ	MEG	ER	TET	NS	SH	TL	BS	PM	PA	Gesamt
Gebietsgröße (km ²)	17,5	12,6	8,7	5,7	4,6	7,8	1,9	9,6	5,9	11,9	86,3
Anzahl Reviere	10	17	2	6	2	3	7	14	7	2	70
Reviere/km²	0,57	1,34	0,23	1,06	0,43	0,38	3,66	1,46	1,18	0,17	0,81

4.2 Brutbiologie

Während der Saison 2017 wurden 49 Gelege des Großen Brachvogels gefunden. Das Finden der Gelege erwies sich als sehr zeitaufwändig, da Große Brachvögel gut getarnt brüten und sich zusätzlich sehr heimlich verhalten, wenn sie ihr Nest verlassen bzw. aufsuchen. Von den 49 Gelegen wurden 23 (47 %) als Erst- und 17 (35 %) als Nachgelege klassifiziert. Bei neun Gelegen (18 %) konnte der Legebeginn durch keine der genannten Methoden (Kapitel 3.4) bestimmt werden.

Alle Gelegen wurden im Rahmen des GWS vor landwirtschaftlichen Einflüssen bewahrt. 17 Gelege wurden zusätzlich durch Zäune vor Bodenprädatoren geschützt (Tab. 3, folgendes Kapitel). Aus 19 der 49 Gelege schlüpften Küken. Weiterhin wurden drei Familien (zuvor kein Gelegfund) gefunden. Von diesen insgesamt 22 Familien erreichten 16 Küken die Flugfähigkeit (Tab. 3, folgendes Kapitel). Der Zeitraum vom Fund des ersten, bis zum Fund des letzten Geleges betrug 44 Tage (05.04. - 19.05.2017).

Seit dem Jahr 2004 wurden Gelege des Großen Brachvogels im Zuge des GWS in der ETS geschützt (Jeromin 2009). Seit 2013 (Start des vorliegenden Projektes) wird großflächig auch die Revieranzahl bestimmt und einige Gelege vor Bodenprädatoren geschützt. Seit Beginn der Bemühungen wurde die Zahl der geschützten Gelege gesteigert und erreichte im Jahr 2015 ihr vorläufiges Maximum (Abb. 8).

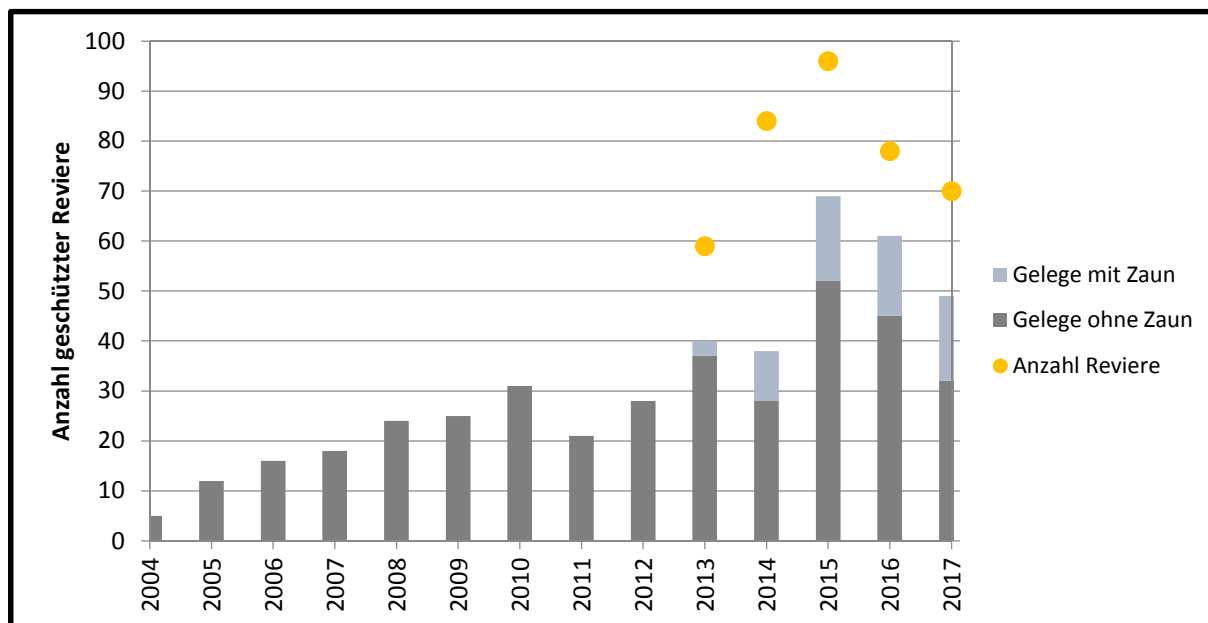


Abb. 8: Anzahl der im Rahmen des GWS betreuten Brachvogel Gelege (graue Balken) seit 2004 (Jeromin 2009, 2011, 2013), sowie der im Zuge der vorliegenden Untersuchung kartierten Reviere (gelbe Punkte), sowie gefundenen und durch den GWS geschützten Gelege mit (hellblaue Balken) und ohne (graue Balken) Zaun der Jahre 2013 bis 2017.

4.2.1 Schlupf- und Bruterfolg

Aus 39 % (19 von 49 Gelegen) aller Gelege schlüpften Küken. Es schlüpften 39 % der Erstgelege (neun von 23 Gelegen) und 59 % der Nachgelege (zehn von 17 Gelegen). Prädation war der häufigste Grund für Gelegeverluste. 59 % aller Gelege gingen hierdurch verloren. Auch innerhalb der Zäune wurden vier Gelege prädiert. Weitere Verlustursache war die Aufgabe eines Geleges (2 %, Abb. 9). Für alle Jahre (2013 - 2017) sehen die Verlustursachen ähnlich aus: 56 % der Gelege schlüpften, 34 % gingen durch Prädation verloren. Weitere Verlustursachen waren gering (6 % Aufgaben der Gelege, 1 % Verluste durch landwirtschaftliche Praktiken, 3 % andere Ursachen wie unbefruchtete Eier oder unbekannte, Abb. 9).

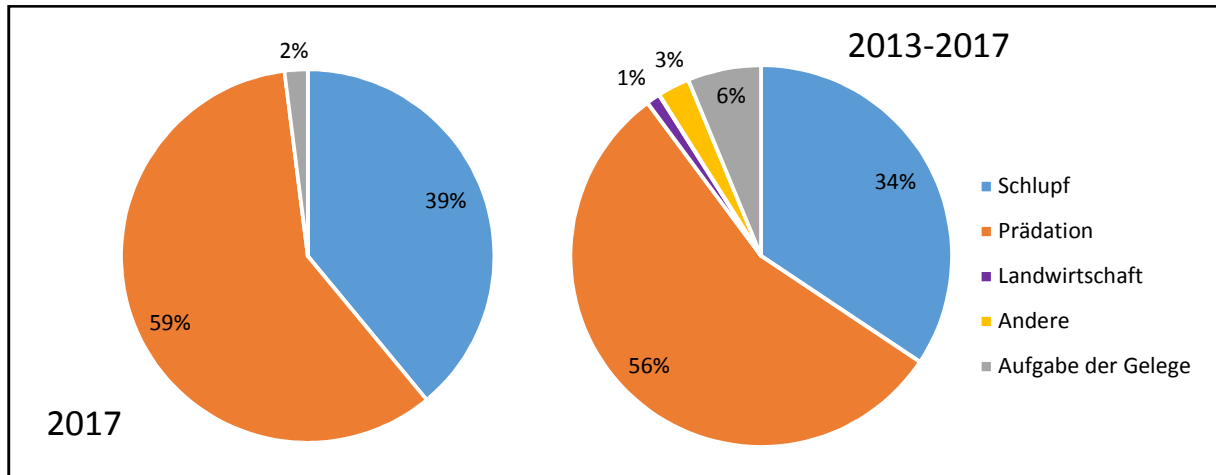


Abb. 9: Gelege-Schicksale der Brachvogelgelege in der ETS im Untersuchungsjahr 2017 (links, n = 49 Gelege) und während der Untersuchungsjahre 2013 - 2017 (rechts, n = 256 Gelege).

Innerhalb der zwei Zaungebiete wurden im Untersuchungsjahr 2017 von 34 Gelegen 17 eingezäunt (50 %). Aus 13 der 17 gezäunten Gelege (77 %) schlüpften Küken, wohingegen keins der 17 ungezäunten Gelege erfolgreich bebrütet wurde. In den Kontrollgebieten schlüpften aus sieben von 16 ungezäunten Gelegen Küken (44 %). Für detailliertere Beschreibungen, sowie Abbildungen s. (Meyer & Jeromin 2017).

Während aller Untersuchungsjahre (2013 - 2017) wurden insgesamt 63 Gelege (41 %) innerhalb der Zaungebiete gezäunt, wovon 53 (84 %) erfolgreich schlüpften. 89 Gelege (59 %) innerhalb der Zaungebiete wurden ausschließlich vor landwirtschaftlicher Zerstörung geschützt. Von ihnen schlüpften 15 %. In den Kontrollgebieten schlüpften 26 von 105 ungezäunten Gelegen (25 %, Abb. 10).

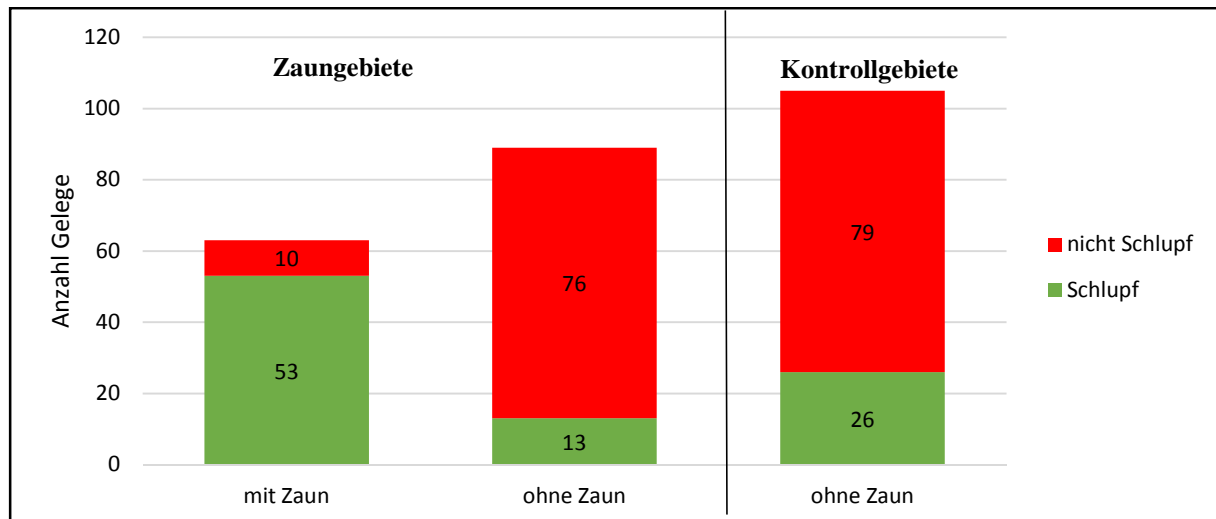


Abb. 10: Anzahl der Gelege mit und ohne Zaun innerhalb der Zaun- und Kontrollgebiete während des Untersuchungszeitraums 2013 - 2017.

Da die alleinige Betrachtung der Schlupfrate gefundener Gelege den Schlupferfolg überschätzen würde, weil Gelege, auch bevor sie gefunden werden, schon wieder verlorengehen können (Mayfield 1975; Dinsmore et al. 2002), wurden tägliche Überlebensraten mit Nest-Survival-Modellen im Programm MARK geschätzt (Tab. 3). Für das Jahr 2017 lag die tägliche Überlebensrate bei 0,97. Der sich hieraus ergebende Schlupferfolg ($P_{\text{Schlupferfolg}} = 0,97^{33}$) betrug 31,3 %. Innerhalb eines Zauns war der Schlupferfolg mit 74,3 % gut siebenmal höher als außerhalb eines Zauns (10,4 %, Tab. 3). Dieses Ergebnis war auch in vorherigen Jahren ähnlich. Für alle Untersuchungsjahre (2013 - 2017) lag der Schlupferfolg insgesamt bei rund 24 %. Innerhalb von Zäunen war er mit 80 % knapp achtmal höher als außerhalb von Zäunen (10,2 %, Tab. 3).

Tab. 3: Tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit und der daraus resultierende Schlupferfolg (SE) der Brachvogel Gelege mit bzw. ohne Zaun im Jahr 2017, sowie für den gesamten Untersuchungszeitraum 2013 - 2017, geschätzt mit Nest Survival Modellen im Programm MARK. KI = Konfidenzintervall.

		Gelege- Anzahl	Schätzwert Φ	Standard- fehler	Unteres KI	Oberes KI	SE (Φ^{33})
2017	Ohne Zaun	32	0,933	0,013	0,903	0,955	10,44%
	Mit Zaun	17	0,991	0,005	0,987	0,997	74,25%
	Gesamt	49	0,965	0,006	0,950	0,976	31,27%
2013- 2017	Ohne Zaun	178	0,933	0,006	0,922	0,943	10,21%
	Mit Zaun	63	0,993	0,002	0,988	0,996	80,01%
	Gesamt	241	0,958	0,003	0,951	0,964	24,43%

Für die Berechnungen des Bruterfolges in der ETS wurden auch diejenigen flüggen Küken mit einbezogen, deren Gelege im Vorfelde nicht gefunden wurden. Innerhalb der Zaungebiete wurden 12 Küken flügge, von denen 92 % aus vormals gezäunten Gelegen geschlüpft waren. In den Kontrollgebieten wurden vier Küken flügge. Innerhalb der Zaungebiete lag der Bruterfolg mit 0,27 Juvenilen/Revierpaar knapp doppelt so hoch wie in den Kontrollgebieten (0,15 Juvenile/Revierpaar, Tab. 4). Der Bruterfolg für alle Untersuchungsgebiete lag bei 0,23 flüggen Juvenilen/Revierpaar (Tab. 4).

Tab. 4: Lister aller Brachvogelreviere und Gelege der Zaun-, sowie der Kontrollgebiete, Anzahl geschlüpfter Gelege sowie flügger Juveniler und der daraus resultierende Bruterfolg (flügge Juvenile/Revier) des Jahres 2017. Zahlen in Klammern beziehen sich auf Familien, die erst nach dem Schlupf gefunden wurden. Sie addieren sich zu den genannten Gelegen.

	Zaungebiete	Kontrollgebiete	Gesamt
Anzahl Reviere	44	26	70
Anzahl Gelege	34	15	49
Anzahl Gelege mit Zaun	17	0	17
Anzahl Gelege mit Schlupferfolg	13 (1)	6 (3)	19 (4)
Anzahl flügger Juveniler	11 (1)	1 (3)	12 (4)
Bruterfolg	0,27	0,15	0,23

Während aller Untersuchungsjahre (2013 - 2017) lag der Bruterfolg durchschnittlich (Mittelwert \pm Standardabweichung) bei $0,29 \pm 0,11$ flüggen Juvenilen/Revierpaar und Jahr. Innerhalb der Zaungebiete war er mit $0,38 \pm 0,19$ zweieinhalbmal höher als in den Kontrollgebieten ($0,16 \pm 0,03$, Abb. 11). Ein bestandserhaltender Bruterfolg wurden nur in einem Jahr (Meyer et al. 2014) in der gesamten ETS und in zwei Jahren (Meyer & Jeromin 2014, 2015) in den Zaungebieten erreicht.

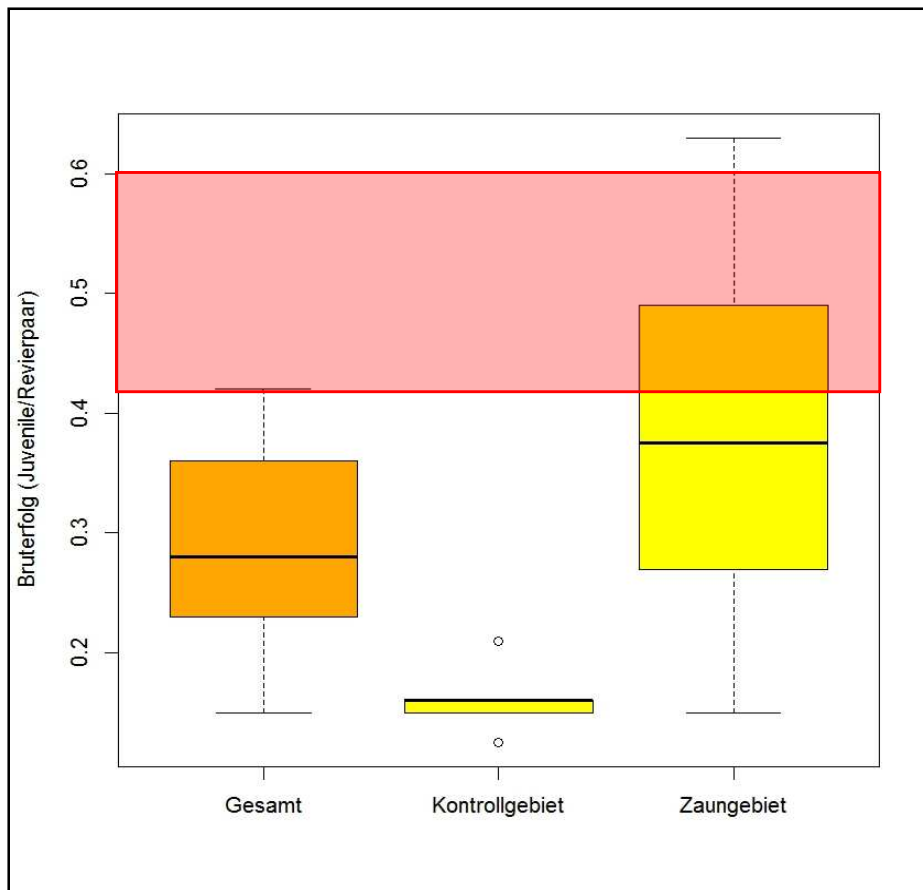


Abb. 11: Bruterfolg (Juvenile/Revierpaar) während der Untersuchungsjahre 2013 - 2017 (n = jeweils 5 Jahre). Fette Linie: Median; Box: Interquartilsabstand; gestrichelte Linien: 95 % Konfidenzintervall; Punkte: Outlier. Roter Bereich: Bestandserhaltender Bruterfolg nach Grant et al. (1999) und Kipp (1999).

Aus erfolgreichen Gelegen schlüpften durchschnittlich $2,95 \pm 1,13$ Küken (Mittelwert \pm Standardabweichung, n = 94 Gelege der Jahre 2013 - 2017). Die Kükenüberlebensrate lag in diesem Jahr bei 28 % (16 von möglichen 68 Küken wurden flügge). Innerhalb der Zaungebiete war sie mit 28 % knapp doppelt so hoch wie in den Kontrollgebieten (15 %). Während aller Untersuchungsjahre (2013 - 2017) lag die Kükenüberlebensrate durchschnittlich (Mittelwert \pm Standardabweichung) bei $30,3 \pm 10,2$ %. Innerhalb der Zaungebiete war sie mit $34,4 \pm 12,6$ % 1,6-mal höher als in den Kontrollgebieten ($21,9 \pm 6,3$ %, Abb. 12).

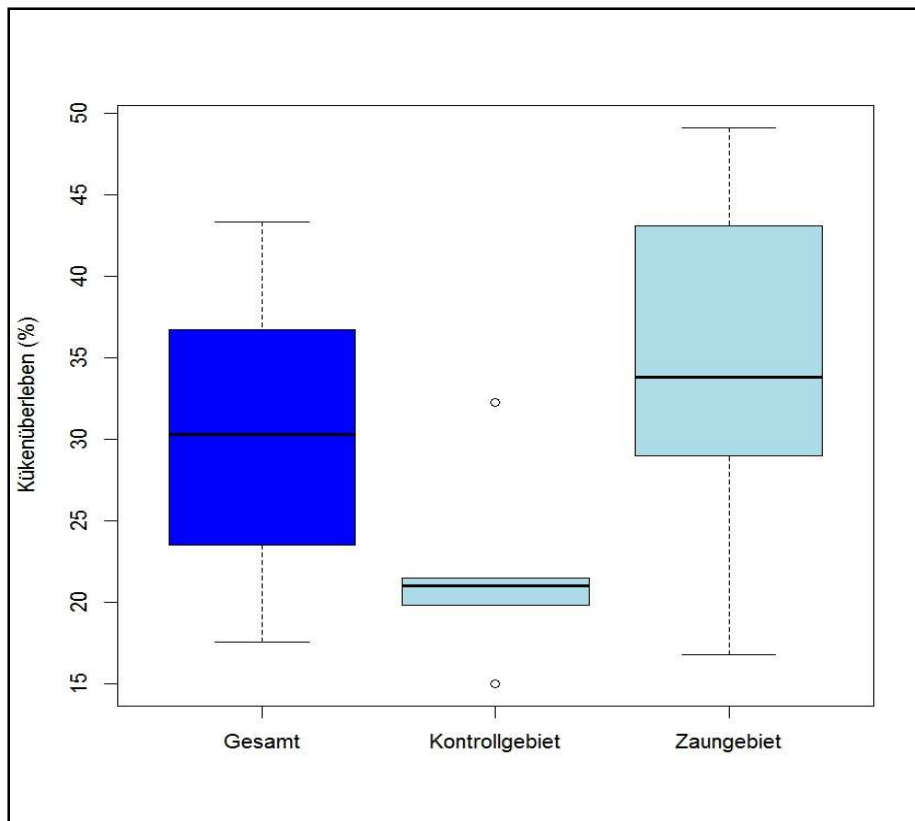


Abb. 12: Prozentuale Kükenüberlebensrate während der Untersuchungsjahre 2013 - 2017 (n = jeweils 5 Jahre). Boxploterklärung s. Abb. 11.

4.2.2 Probleme beim Schlupf

Insgesamt blieb bei 50 % aller Gelege mit Schlupferfolg (neun von 18) mindestens ein Ei nach dem Schlupf in der Nestmulde liegen. Insgesamt 16 Eier verblieben nach der Bebrütung in der Nestmulde (23,5 % aller Eier). Ein Ei war unbefruchtet, bei drei Eiern waren bereits Spuren des Schlupfes zu sehen, acht Eier waren noch verschlossen und vier Eier waren kaputt und/oder verfault. Dieses Phänomen konnte in allen Untersuchungsgebieten und unabhängig von Gelegezäunen beobachtet werden, obwohl die Anzahl der Gelege mit Schlupferfolg außerhalb eines Zauns gering war (n = 6).

Das Volumen der Eier lag im Jahr 2017 bei durchschnittlich 78,88 mm³. Es unterschied sich nicht signifikant von den mittleren Eivolumina der vergangenen Jahre (Tab. 5).

Tab. 5: Mittleres (Mittelwert \pm Standardabweichung) Eivolumen in mm^3 ($V = 0,51 \cdot \text{Länge} \cdot \text{Breite}^2$ (Hoyt 1979)) der Jahre 2013 - 2017. Während der Jahre 2013 -2015 wurden Eier ausschließlich während der Altvogelberingung vermessen. Seit dem Jahr 2016 wurden alle Eier vermessen. Unterschiede zwischen den Jahren waren nicht signifikant: ANOVA (Eivolumen \sim Jahr): F-value.: 0,82; DF: 94; p-value: 0,368

	2013	2014	2015	2016	2017
Mittleres Eivolumen (mm^3)	80.640 \pm	81.007 \pm	76.455 \pm	78.291 \pm	76.875 \pm
	8.575	4.301	3.748	6.269	2.795
Stichprobengröße (Anzahl Gelege)	6	3	6	50	30
Stichprobengröße (Anzahl Eier)	28	12	23	174	123

Bei 18 von 31 Gelegen (15 Gelege innerhalb, 16 außerhalb eines Zauns), die mit einem Thermologger ausgestattet wurden, wurde mindestens eine Störungen (Definition s. Kapitel 3.3) während der Bebrütung nachgewiesen. Durchschnittlich wurden die Vögel während der Bebrütung dreimal (0 - 31-mal) gestört. Die Dauer der Störung betrug durchschnittlich 167 Minuten (10 - 620 Minuten, Abb. 13). Die durchschnittliche Temperaturveränderung pro Störung betrug $-7,76^\circ\text{C}$ ($-15,76$ bis $7,55^\circ\text{C}$, Abb. 14).

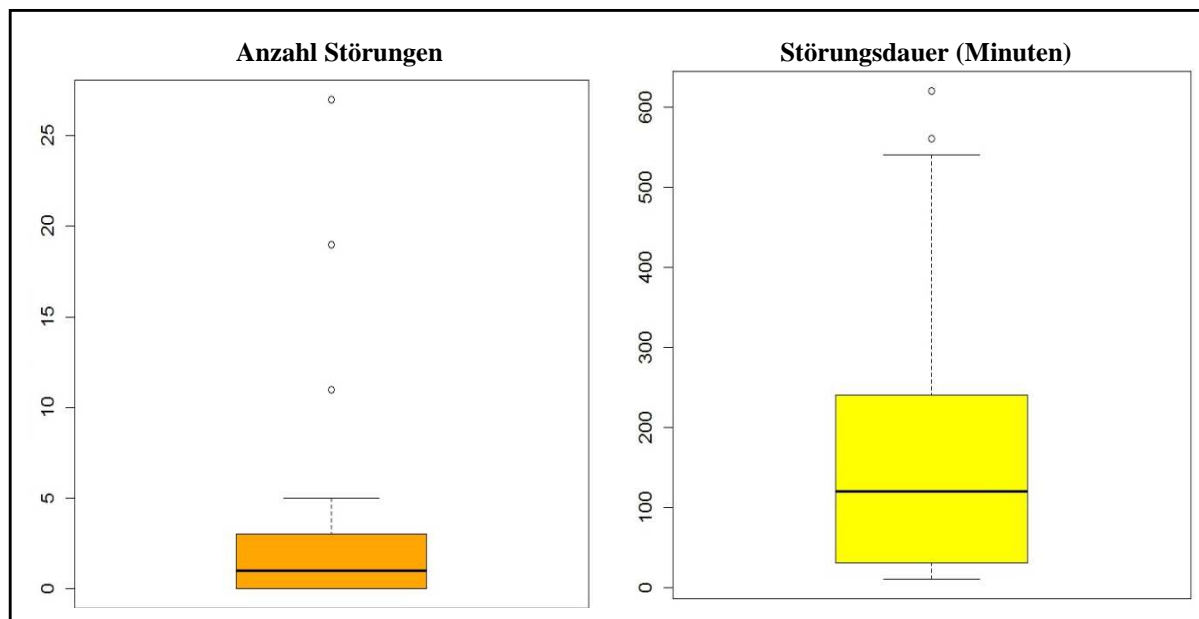


Abb. 13: Links: Durchschnittliche Anzahl der Störungen ($n = 34$ Gelegen); Rechts: Durchschnittliche Störungsdauer in Minuten ($n = 89$ Störungen) der Gelegen mit Thermologger. Definition „Störung“ s. Kapitel 3.3. Boxplotklärung s. Abb. 11.

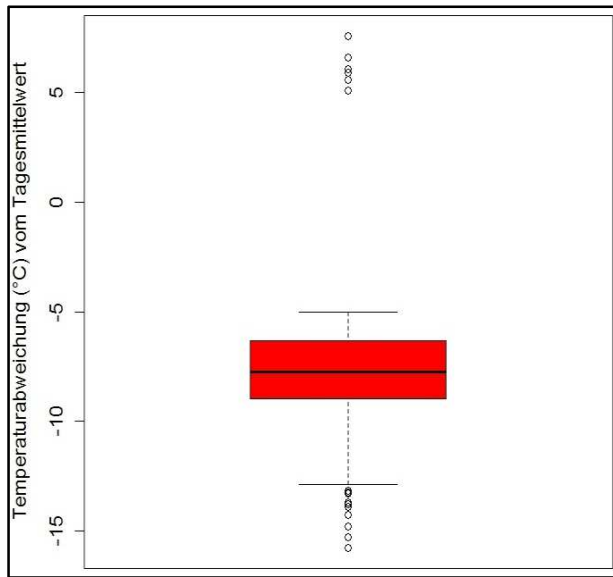


Abb. 14: Durchschnittliche Temperaturabweichung (°C) pro Störung (Definition s. Kapitel 3.3) vom Tagesmittelwert, n = 1.545 Temperaturmessungen. Boxploterklärung s. Abb. 11.

Die großen Schwankungen deuten bereits an, dass es einige wenige Gelege gegeben hat, die häufige, lang anhaltende Störungen erlitten, bei denen die Temperaturen stark beeinflusst wurden. Insgesamt waren dies drei Gelege (in den Gebieten Süderholm, Bargstall und Tetenhusen), wo die Altvögel, vor allem nachts, über einen langen Zeitraum gestört wurden, bzw. das Gelege nicht bebrüteten. Eins dieser Gelege wurden teilprädiert und anschließend verlassen. Die anderen zwei befanden sich innerhalb eines Zauns. Aus ihnen schlüpften erfolgreich zwei bzw. drei von vier Küken. Durch Ausschluss dieser Extremfälle änderte sich vor allem die Anzahl der Störungen pro Gelege. Sie betrug dann im Durchschnitt 1,3 Störungen pro Gelege (Tab. 6). An der durchschnittlichen Dauer, sowie der durchschnittlichen Temperaturveränderung änderte der Ausschluss dieser drei Gelege hingegen nicht viel (Tab. 6)

Tab. 6: Mittelwert \pm Standardabweichung (SD) der Thermologger-Ergebnisse für alle Gelege (links) und für Gelege bei denen die drei Gelege mit Extremwerten (Outlier) ausgeschlossen wurden (rechts).

	Mittelwert \pm SD aller Gelege	Mittelwert \pm SD ohne Outlier Gelege
Anzahl der Störungen pro Gelege	3,0 \pm 5,89 (n = 31 Gelege)	1,3 \pm 1,6 (n = 28 Gelege)
Durchschnittliche Dauer der Störung	167,5 \pm 159 (n = 89 Störungsereignisse)	144,4 \pm 137,3 (n = 36 Störungsereignisse)
Durchschnittliche Temperaturänderung (°C) pro Störung	-7,78 \pm 2,3 (n = 1544 Temperaturmessungen)	-7,5 \pm 2,3 (n = 552 Temperaturmessungen)

Von den 31 Gelegen, die mit Thermologger ausgestattet wurden, wurden 14 Gelege prädiert und eins wurde verlassen. Von den 14 prädierten Gelegen konnte der Prädationszeitpunkt 12-mal festgestellt werden. Bei zwei Gelegen war der Datenspeicher des Thermologgers voll, bevor das Prädationsereignis stattfand. Acht Gelege wurden nachts, eins früh morgens (6:02) und drei tagsüber prädiert (Abb. 15).

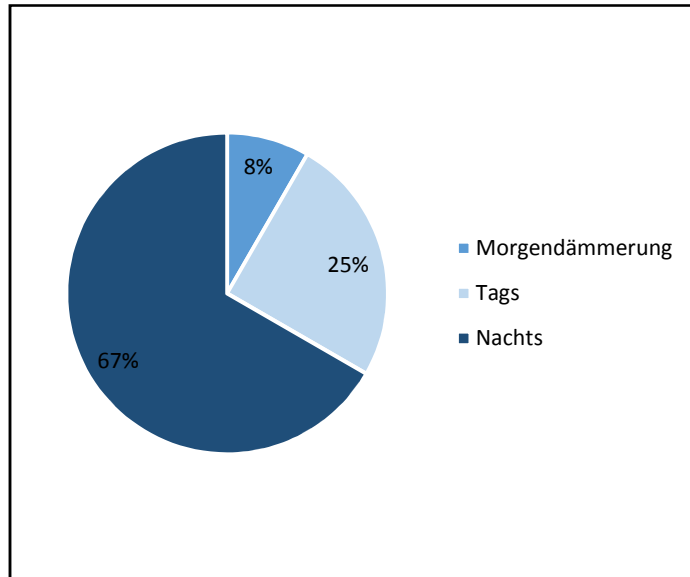


Abb. 15: Zeitpunkt des Prädationsereignisses von 12 prädierten Gelegen mit Thermologger.

4.3 Fang und Beringung

Im Jahr 2017 wurden während der Monate Mai bis Juli insgesamt 33 Große Brachvögel beringt (Tab. 7). Acht adulte Tiere wurden auf dem Gelege gefangen und mit individuellen Farbringkombinationen beringt. 25 Küken erhielten einen Stahlring der Vogelwarte Helgoland, von denen wiederum 16 Küken (älter als 12 - 14 Tage) mit einer individuellen Farbringkombination beringt wurden.

Tab. 7: Anzahl der 2017 beringten Großen Brachvögel (adult und juvenil) je Untersuchungsgebiet. In den Gebieten Erfde, Neue Sorge und Pahlen wurden keine Vögel beringt.

Gebiet	Farbberingung		juvenil	Metallberingung	Gesamt
	Männchen	Weibchen		juvenil	
Bargstall	0	0	2	0	2
Börm	0	0	1	0	1
Meggerkoog	1	2	6	3	12
Süderholm	1	0	1	0	2
Tetenhusen	0	1	2	3	6
Tielen	1	1	1	1	4
Prinzenmoor	0	1	3	2	6
Gesamt	3	5	16	9	33

4.4 Rückkehraten

Durch Beobachtungen vor Beginn und während der Brutperiode wurden 18 der 28 adulten, farbberingten Großen Brachvögel aus den Jahren 2013 bis 2016 auch im Jahr 2017 wieder gesichtet. Zwei dieser Vögel waren 2013 beringt worden, drei 2014, sechs 2015 und sieben 2016 (Tab. 8). Die erste Ablesung gelang am 15.03.2017 im Untersuchungsgebiet Meggerkoog. Meist wurden die Vögel in unmittelbarer Nähe zu dem Ort wiedergesehen, an dem sie beringt wurden. Bei neun beringten Vögeln konnte der Gelegestandort ausfindig gemacht werden. Die mittlere Distanz (Mittelwert \pm Standardabweichung) der Gelege 2017 zum Gelegestandort bei der Beringung betrug 391 ± 246 Meter (Tab. 8). Eine ähnlich hohe Brutorttreue wurde auch während aller Untersuchungsjahre (2013 – 2017) berechnet. Hier betrug sie durchschnittlich 507 ± 499 Meter (Tab. 8).

Tab. 8: Anzahl der in den Jahren 2013 - 2016 beringten Großen Brachvögel, die im Jahr 2017 wiedergesehen wurden, sowie die Distanz (Meter) des Gelegestandortes 2017 zum Beringungsort. Die Stichprobengröße bezieht sich auf die Anzahl der beringten Vögel, deren Gelegestandort bekannt war. Rechts: Zusammenfassung derselben Parameter für alle fünf Untersuchungsjahre.

	2013	2014	2015	2016	2013 - 2017
Anzahl beringter Brachvögel	5	6	7	10	28
Anzahl Sichtungen 2017	2	3	6	7	18
Distanz (m) des Geleges 2017 zum Beringungsort in (Mittelwert \pm Standardabweichung)		461 ± 219	183	391 ± 287	507 ± 499
Stichprobengröße	0	2	10	9	21

Weiterhin wurden acht Vögel zum ersten Mal im Gebiet gesichtet, die in den Vorjahren als juvenile Tiere beringt wurden. Bei keinem von ihnen konnte ein Brutversuch nachgewiesen werden. Zwischen der Saison 2016 und 2017 wurden sieben farbberingte Große Brachvögel außerhalb Deutschlands gemeldet (Tab. 9). Vier Meldungen stammten hierbei aus England, zwei aus Frankreich und jeweils eine aus Irland, sowie den Niederlande. Der Vogel mit der Kombination RRY-GYY wurde aus zwei Ländern (England und Irland) gemeldet. Drei der Meldungen betrafen Vögel, die als Küken beringt wurden, vier Vögel wurden adult beringt (Tab. 9).

Tab. 9: Meldungen farbberingter Großer Brachvögel außerhalb Deutschlands zwischen der Saison 2016 und 2017. Kürzel der Farbringkombinationen (Kombi) beziehen sich auf folgende Farben: R=rot; G=grün; Y=gelb. Das Alter bezieht sich auf den Zeitpunkt der Beringung. Länderkürzel: UK-Vereinigtes Königreich; NL-Niederlande; FR-Frankreich; IR-Irland.

Kombi	Beringungsort	Beringungs- datum	Alter	Sichtungsort	Sichtungsdatum
GGR-RRG	Börm	11.05.2016	adult	Aberthaw, Wales, UK	17.09.2016 & 01.10.2016
RGR-GYY	Tetenhusen	06.07.205	33 Tage	Texel, NL	13.07.2017 & 28.08.2017
RGY-GRY	Börm	19.06.2013	28 Tage	Fosse de Loix, FR	25.09.2016 & 12.10.2016
RRR-GYG	Bargstall	06.06.2014	24 Tage	Skern, North Devon, UK	05.09.2016
RRY-GRR	Prinzenmoor	27.05.2015	adult	Moëze-Oléron, FR	02.08.2016
RRY-GYY	Tetenhusen	22.05.2015	adult	Skoholm Island, UK	16.06.2016
RRY-GYY	Tetenhusen	22.05.2015	adult	Bublin Bay, IR	14.12.2016
RYG-GYG	Börm	06.05.2014	adult	Rimac Beach, Lincolnshire, UK	28.11.2016

Während aller Untersuchungsjahre (2013 - 2017) wurden insgesamt 14 farbberingte Vögel aus vier Ländern gemeldet (Tab. 10). Die meisten Sichtungen (sieben Vögel) kamen aus dem Vereinigten Königreich, gefolgt von den Niederlanden (vier Vögel), Frankreich (zwei Vögel) und Irland (ein Vogel).

Tab. 10: Lister aller in der ETS berichtigten Brachvögel, die im Ausland wiedergesichtet wurden.
Länder- und Farbringkürzel s. Tab. 9.

Kombination	Land der Meldung	Anzahl Meldungen
GGR-RRG	UK	2
RGR-GYY	NL	2
RGY-GRY	FR	4
RRR-GYG	UK	3
RRY-GRR	FR	2
RRY-GYY	IR, UK	2, 1
RYG-GRG	UK	1
RYG-GYG	UK	1
RYG-GYY	NL	1
RYR-GRY	UK	7
RYY-GYY	NL	2
GRG-RGG	UK	1
GYR-RGG	NL	1

4.5 Berechnung der Überlebensrate

Von den fünf geschätzten Modellen (Tab. 11) erklärte das Modell die Daten am besten, welches von unterschiedlichen Rückkehraten bzw. Wiederfundwahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit vom Alter der Vögel ausging. Dieses Modell wurde deutlich stärker durch die Daten gestützt, als alle anderen Modelle ($\Delta AIC > 3,7$, Tab. 11).

Tab. 11: Modelle zu Schätzung der Rückkehrate (Φ), sowie der Wiederfundwahrscheinlichkeit (p) von Großen Brachvögeln in der ETS. Dargestellt sind das Akaike Informationskriterium ($AICc$), $\Delta AICc$, das $AICc$ -Gewicht ($AICcW$), die Anzahl der geschätzten Parameter (N Parameter) und die Deviance für jedes Modell. Die Werte wurden entsprechend des berechneten c-hat Wertes von 1,51 angepasst. Erklärung der Parameter alter, resident und konstant s. Kapitel 3.7.

Modell	$AICc$	$\Delta AICc$	$AICcW$	N Parameter	Deviance
1 [Φ (alter) p (resident)]	148,55	0	0,83	4	35,39
2 [Φ (konstant) p (resident)]	152,32	3,78	0,13	3	41,29
3 [Φ (alter) p (konstant)]	154,23	5,78	0,05	3	43,20
4 [Φ (konstant) p (konstant)]	174,12	25,67	<0,01	2	65,18

Modell 1 (Tab. 11) schätzte die Rückkehrate für adulte Große Brachvögel auf 83 ± 7 % und die juveniler Brachvögel auf 40 ± 10 %. Auch die Wiederfundwahrscheinlichkeiten wurde für adulte Brachvögel (87 ± 9 %) höher geschätzt, als die juveniler Brachvögel (43 ± 11 %, Tab.

12). Die Ergebnisse für juvenile Brachvögel waren, aufgrund der hohen Standardfehler, deutlich ungenauer, als die für adulte (Tab. 12).

Tab. 12: Ergebnisse des Modells 1 (Tab. 11). Φ : Rückkehrtrate; p : Wiederfundwahrscheinlichkeit.

Parameter	Schätzwert	Standard Fehler	Obergrenze 95% Konfidenzintervall	Untergrenze 95% Konfidenzintervall
Φ (adult)	0,83	0,07	0,64	0,93
Φ (juvenil)	0,40	0,10	0,23	0,61
p (adult)	0,87	0,09	0,58	0,97
p (juvenil)	0,43	0,11	0,24	0,65

5. Diskussion

5.1 Bestandsentwicklungen und Siedlungsdichte

Die Bestände innerhalb der ETS scheinen mit mindestens 70 Revierpaaren leicht rückläufig zu sein. Diese 70 Revierpaare beziehen sich ausschließlich auf die beschriebenen Untersuchungsgebiete der ETS. Es ist möglich, dass einige Reviere in unzugänglichen Gebieten übersehen wurden. Die Anzahl solcher Reviere dürfte allerdings gering sein, da die Kartierer sehr erfahren waren und die Gebiete gut kannten.

Genauere Werte für diese Vermutung können jedoch erst in kommenden Jahren erhoben werden, da eine Dauer von fünf Jahren keine verlässlichen Daten liefert.

Die Siedlungsdichte variierte zwischen den Untersuchungsgebieten teilweise erheblich, unabhängig von ihrer Größe. Auch in verschiedenen Gebieten Bayerns variierte die Dichte zwischen 0,4 - 7,6 bzw. 3,5 - 3,8 Reviere/km² (Engl et al. 2004; Schwaiger & Herrmann 2012). Hier wurden die hohen Dichten einer guten Habitatqualität (Schwaiger & Herrmann 2012) bzw. der Konzentration vorhandener Populationen auf (noch) vorhandene, geeignete Gebiete (Engl et al. 2004) zugeschrieben.

5.2 Schlupf- und Bruterfolg

Durch den GWS konnten Verluste der Gelege und Familien durch landwirtschaftliche Praktiken niedrig gehalten werden. Dies war eine entscheidende Voraussetzung für den Bruterfolg.

Weiterhin erwies sich die Gelegezäunung als hilfreich, um den hohen Prädationsdruck abzuschwächen. Das Finden der Gelege, um sie durch den GWS oder durch Zäune schützen zu können, war, neben der Einzäunung der Gelege, der zeitaufwändigste Anteil. Entscheidend hierbei schien die Erfahrung der beteiligten Vogelschützer. Während der fünf Untersuchungsjahre wurden „nur“ 27 % aller Brachvogel Gelege (n = 256) von den freiwilligen Gebietsbetreuern, die im Zuge des GWS den Großteil der Kiebitz- und Uferschnepfengelege finden und schützen, gefunden. 73 % der Brachvogel Gelege wurden hingegen während der Projektarbeit von drei erfahrenen Mitarbeitern gefunden. Für die Gebietsbetreuer ist die Arbeit mit Großen Brachvögeln schwierig, sofern die Erfahrung im Umgang mit dieser kryptischen Vogelart fehlt. Um im Rahmen des GWS genügend Brachvogel Gelege zu finden, müssten die Gebietsbetreuer weitaus besser geschult werden und auch die nötige Zeit investieren können, um die Gelege zu suchen. Der Fund und anschließende Schutz der Gelege vor landwirtschaftlicher Zerstörung ist die Grundvoraussetzung für den Erfolg einer Artenschutzmaßnahme im Wirtschaftsgrünland. Die Ergebnisse des vorliegenden Projektes zeigten jedoch, dass diese Maßnahme allein nicht genug war, um einen bestandserhaltenden Bruterfolg beim Brachvogel in der ETS zu gewährleisten. Ausschließlich in Gebieten, wo zusätzlich zum GWS, ein Schutz vor Prädatoren an durchschnittlich 41 % der Gelege stattfand, konnte der Bruterfolg (durch die Erhöhung des Schlupferfolges, sowie gute Kükenüberlebensraten) auf ein annähernd bestandserhaltendes Niveau gesteigert werden. Als bestandserhaltend gelten derzeit werden Werte zwischen 0,41 und 0,62 flüggen Juvenilen/Revierpaar (Grant et al. 1999; Kipp 1999). Im Untersuchungsjahr 2017 war der Bruterfolg mit 0,23 flüggen Juvenilen pro Revierpaar gering, jedoch höher, als im Vorjahr (0,15). Prädation war ähnlich wie in den Vorjahren, der Hauptgrund für Gelegeverluste. Durch die Thermologger Untersuchung wurde deutlich, dass die Prädation an Gelegen hauptsächlich nachts stattfand. Dies untermauert die Vermutung, dass vornehmlich nachtaktive Raubsäuger für Prädationsereignisse an Brachvogelgelegen verantwortlich waren. Vor allem ungezäunte Erstgelege (n = 14) gingen zu einem Großteil (86 %) hierdurch verloren. In qualitativ hochwertigen Habitaten können diese Verluste durch Nachgelege kompensiert werden (Schwaiger & Herrmann 2010). In diesem Jahr wurden 10 ungezäunte Gelege als Nachgelege definiert. Von ihnen gingen weniger (50 %) durch Prädation verloren als bei den Erstgelegen. Nachgelege scheinen demnach eine höhere Schlupfwahrscheinlichkeit zu haben. Spät schlüpfende Küken aus Nachgelegen haben jedoch höchstwahrscheinlich eine geringere Überlebenswahrscheinlichkeit als Küken aus Erstgelegen. Dies wurde für Kiebitz- (Galbraith 1988; Beintema et al. 1991) und Uferschnepfenküken (Roodbergen & Klok 2008) aus

Erstgelegen beschrieben und dürfe auch für Brachvögel gelten, da sie ihre Küken in ähnlichen Habitaten aufziehen. Mit dem Ziel des bestandserhaltenden Bruterfolges ist es demnach vor allem entscheidend die Erstgelege der Brachvögel vor Prädation zu schützen.

Die Kükenüberlebensrate (24 %) war in diesem Jahr höher als im Vorjahr (17 %), jedoch etwas niedriger als in vergangenen Jahren (31 - 48 %). Der hohe Prädationsdruck in der ETS dürfte ebenfalls auf die Küken gewirkt haben. Im Vergleich mit Daten anderer Wiesenvögel war dieser Wert nicht besonders niedrig (Beintema 1995; Schekkerman et al. 2009). Auch lag er in dem Bereich, der für Brachvogelküken in der Vergangenheit (1981 - 1995) berichtet wurde (Roodbergen et al. 2012). Innerhalb der Zaungebiete waren die Chancen eines Kükens flügge zu werden (34,4 % für alle Untersuchungsjahre) höher, als in den Kontrollgebieten (21,9 %). Die Gründe hierfür sind weitgehend unbekannt. Infrage kämen Ursachen wie unterschiedliche Habitateignung (Nahrungsgrundlagen für Altvögel und Küken, Deckungsmöglichkeiten, etc.), verschieden starker Prädationsdruck oder Kolonieeffekte anderer Wiesenvögel (bessere Verteidigung gegenüber Prädatoren durch höhere Dichten an Wiesenvögeln). Sie sollten in folgenden Studien untersucht werden, um Habitate so gestalten zu können, dass möglichst viele Küken nach dem Schlupf flügge werden.

Der Bruterfolg einer Art ist von einer Vielzahl Faktoren abhängig, die für einen erfolgreichen Artenschutz nur in Kombination betrachtet werden können (Teunissen et al. 2008). Entscheidend in diesem Kontext scheinen Habitatqualität (Michels 1999; Boschert 2004; Alkemeier 2008), sowie der Einsatz von Schutzkonzepten (Schwaiger et al. 2007; Hötter & Leuschner 2014). Für langlebige Arten wie den Großen Brachvogel ist es nicht notwendig jedes Jahr einen bestandserhaltenden Bruterfolg zu erreichen. Während der fünf Untersuchungsjahre wurden bestandserhaltende Werte im gesamten Untersuchungsgebiete jedoch nur in einem Jahr (2015) erreicht. Ansonsten wurden teilweise bestandserhaltende Werte ausschließlich innerhalb einzelner Teilgebiete (vor allem innerhalb der Zaungebiete) erreicht. Um diese „Defizite“ im Bruterfolg zu kompensieren müssten Jahre mit sehr hohem Bruterfolg folgen. Deshalb ist es umso wichtiger die bestehenden Schutzsätze aufrecht zu erhalten und ggf. zu präzisieren, um den Bruterfolg zu steigern.

5.3 Probleme beim Schlupf

Die gemessenen Eivolumina gaben keine Hinweise darauf, worin die Gründe der geringen Schlupfrate begründet lagen. Sie unterschieden sich zum einen nicht von den in der Literatur

beschriebenen Volumina (Glutz von Blotzheim et al. 1977), zum anderen ist ein Zusammenhang des Eivolumens mit der Kondition der Altvögel umstritten (Boschert 2004). Die im Jahr 2017 zurückgebliebenen Eier betrafen 50 % der Gelege mit Schlupferfolg bzw. 23,5 % der Eier aus Gelegen mit Schlupferfolg. Direkte Literaturwerte zu unbefruchteten Eiern oder abgestorbenen Embryonen gibt es nur sehr wenige. Boschert & Rupp (1993) beschrieben 15 % tote Embryonen und 5 % unbefruchtete Eier. Die im Zuge der Untersuchung beobachteten Werte lagen darüber. Welche Faktoren genau hierfür verantwortlich waren kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht gesagt werden. Dass der Grund der hohen Sterblichkeit in einer hohen Störungsfrequenz der Altvögel lag, so dass die Eier zu starken Temperaturschwankungen ausgesetzt waren, konnte, mit Ausnahme von drei Gelegen (s. Kapitel 4.2.2), durch die Untersuchung mit Thermloggern ausgeschlossen werden. Durchschnittlich fand eine Störung der Gelege nur dreimalig während der Bebrütung statt.

Die Anzahl der Störungen würde sich stark verändern, wenn die Definition der Störung beispielsweise auf Abweichungen der Temperatur vom Mittelwert auf 3°C gesenkt, oder 8°C erhöht würde. Da es bei dieser Untersuchung jedoch nicht um konkrete Temperaturschwankungen, sondern darum ging, deutlich zu machen, ob Altvögel während der Bebrütung das Gelege verlassen, scheint die Definition der Störung als gerechtfertigt. Welche Gründe für die hohe Embryonenmortalität verantwortlich sind, bleibt demnach unbekannt. Mögliche Gründe wären beispielsweise eine Belastung der Tiere durch Schwermetalle, Pestizide oder andere Stoffe, Krankheiten der Altvögel, etc. Das Phänomen sollte in kommenden Jahren weiter untersucht werden.

5.4 Rückkehr- und Überlebensraten

Die hohe Brutort-Treue adulter Vögel deckte sich mit Angaben anderer Studien (Kipp 1982; Kube 1988). Durch weitere Meldungen aus dem Ausland konnten mögliche Überwinterungsstandorte bzw. Rastgebiete der Individuen dieser Population ermittelt werden. Die meisten Vögel wurden aus dem Vereinigten Königreich gemeldet. Höchst wahrscheinlich ist hier eines der wichtigsten Überwinterungsgebiete der Brachvögel aus der ETS.

Da zum jetzigen Zeitpunkt nicht bekannt ist, wo die Individuen der hiesigen Population überwintern bzw. rasten, ist es aus naturschutzfachlicher Sicht umso wichtiger diese Wissenslücken zu schließen um ggf. auch auf Probleme innerhalb der Rast- bzw. Überwinterungsgebiete aufmerksam zu werden/machen. Problematisch erscheinen in diesem

Kontext die Meldungen aus Frankreich, da in diesem Land die Jagd auf Große Brachvögel wieder legal ist (Brown 2015).

Die in diesem Projekt geschätzte, jährliche Überlebensrate ist die augenscheinliche Überlebensrate und bezieht sich ausschließlich auf die lokale Brutpopulation. Für adulte Brachvögel befindet sie sich mit 83 % am unteren Ende der Spanne, die man für langlebige Arten wie den Großen Brachvogel erwarten würde. Vergleichbare Daten existieren nur sehr wenige. Die aktuellsten Berechnung ermittelte Werte von 89,9 % für adulte Brachvögel in England zwischen 1974 und 2011 (Taylor & Dodd 2013). Für Uferschnepfe wurden Überlebensraten von 90 % (Sandercock 2003), für Austernfischer von 85 - 95 % (Roodbergen et al. 2012) ermittelt.

Die augenscheinliche jährliche Überlebensrate kann mit Hilfe der Formel $(1/-\ln(\Phi))$ in die mittlere Lebenserwartung umgerechnet werden. Diese betrüge bei einer Überlebensrate von 83 % 5,4 Jahre und bei einer Überlebensrate von 90 % (Vgl. Taylor & Dodd 2013) 9,5 Jahre. Auch wenn ein Unterschied von 6 % in der geschätzten Überlebensrate gering erscheint, verlängert dieser die mittlere Lebenserwartung jedoch um 4 Jahre. Bei einer um 6 % höheren Überlebenswahrscheinlichkeit hätten die Vögel also viermal öfter die Chance sich fortzupflanzen. Dass die Überlebensrate im vorliegenden Projekt geringer geschätzt wurde, als in vergleichbaren Arbeiten, kann mehrere Gründe haben: (1) Die Überlebensraten könnten sich über die Jahre tatsächlich verschlechtert haben. Die Gründe hierfür können vielseitig sein und durchaus auch außerhalb des Bruthabitats liegen, wie z.B. Jagddruck auf dem Zug oder im Winter, Verlust von Rast- und/oder Überwinterungsgebieten, etc. (2) Die Stichprobengröße und der zeitliche Umfang der Untersuchung sind noch immer zu gering, um genaue Werte zu schätzen. Studien zu Überlebensraten liefern im Allgemeinen robustere Daten, je mehr Jahre in die Berechnung mit einfließen. Das gilt vor allem, wenn Unterschiede zwischen den Jahren untersucht werden sollen. Ähnliches gilt für die Überlebensrate der juvenilen Brachvögel (s. hohe Standardfehler). Da sich die geschätzte Überlebensrate der juvenilen auf Vögel während ihres ersten Lebensjahres bezieht und es unwahrscheinlich ist die juvenilen vor dem dritten Lebensjahr im Bruthabitat wieder zu sichten (s. Kapitel 3.7), erklärt sich der hohe Standardfehler zum Teil schon hierdurch. Tatsächlich wurden während der Studie nur 20 der 84 beringten juvenilen in der ETS wiedergesichtet. Fünf von ihnen in mehr als einem Jahr und nur bei zwei von ihnen konnte ein Brutnachweis erbracht werden. Um genauere Werte auch für die juvenilen Überlebensrate schätzen zu können, sollte eine Studie zum Monitoring von Überlebensraten langfristig (mind. Zehn Jahre) angelegt werden.

6. Empfehlungen

Der Gemeinschaftliche Wiesenvogelschutz war das wichtigste Instrument zum Schutz der Vögel in der intensiv genutzten Agrarlandschaft. Die Fortführung dieser Schutzmaßnahme, durch Mitarbeiter bzw. Freiwillig mit hohem Erfahrungswert und Zeitbudget ist unerlässlich für den Schutz der Art. Weiterhin sollte der Einsatz von Gelegezäunen, als weitere Schutzmaßnahme bei hohem Prädationsdruck, fortgeführt werden.

Die in den Gelezen verbliebenen Eier sollten auf Belastungen hin untersucht werden, um so ggf. Hinweise zu bekommen, wodurch geringe Schlupfraten verursacht werden. Dieses Phänomen sollte in jedem Fall weiter und ggf. großflächiger untersucht werden.

Um Überlebensraten zu präzisieren, sollte die Beringung oder zumindest die Ablesung der bereits beringten Vögel weiter durchgeführt werden.

7. Danksagung

Wir danken dem Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein für die Finanzierung der Untersuchung. Weiterhin gilt unser Dank in diesem Jahr den Helfern, die uns beim Auf- und Abbau der Zäune geholfen haben. Vor allem Helmut Schriever war bei den körperlich anstrengenden Arbeiten unersetzlich. Ein herzlicher Dank geht an Dr. Knut Jeromin sowie Dr. Martina Bode von Kuno e.V., die uns durch fachlichen Rat, sowie allerlei Hilfe im Feld immer zur Seite standen.

Auch den freiwilligen Helfern des Michael-Otto-Institutes gebührt unser Dank für allerlei helfende Hände in jeglicher Situation.

Ein großer und warmer Dank geht an alle Flächenbesitzer, Pächter und Bewirtschafter, ohne deren Zustimmung und Geduld eine solche Untersuchung niemals möglich wäre. Nicht zuletzt danken wir allen Gebietsbetreuern, die immer zur Stelle waren, wenn es eng wurde.

8. Literatur

- Alkemeier F. (2008): Wiesenbrüterkartierung 2008 im Bereich Wiesmet (Altmühltal zwischen Muhr am See und Ornau). Bayerisches Landesamt für Umweltschutz.
- Ausden M., Hirons G., Kennerley R. (2011): Using anti-predator fences to increase wader productivity. *Conservation Land Management* 2011: 5-8.
- Beintema A. J. (1995): Fledging success of wader chicks, estimated from ringing data. *Ringling & Migration* 16: 129-139.
- Beintema A. J., Thissen J. B., Tensen D., Visser G. H. (1991): Feeding ecology of charadriiform chicks in agricultural grassland. *Ardea* 79: 31-44.
- Boschert M. (2004): Der Große Brachvogel (*Numenius arquata* (Linnaeus 1758)) am badischen Oberrhein - Wissenschaftliche Grundlagen für einen umfassenden und nachhaltigen Schutz. Ph D, Universität Tübingen.
- Brown D. (2015): International single species action plan for the conservation of the Eurasian Curlew. Agreement of the Conservation of African-Eurasian Migratory Waterbirds (AEWA).
- Burnham K. P., Anderson D. R. (2002): Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. Springer.
- Busch N., Jeromin H. (2013): Schutzgebietssystem für Brachvögel in Schleswig-Holstein 2013. Projektbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Dinsmore S. J., White G. C., Knopf F. L. (2002): Advanced techniques for modeling avian nest survival. *Ecology* 12: 3476-3488.
- DWD (2017): Deutscher Wetterdienst, https://kunden.dwd.de/weste/xl_3.jsp (06.11. 2017).
- Engl M., Leibl F., Mooser K. (2004): Bestandsentwicklung, Brutbiologie und Reproduktionserfolg des Großen Brachvogels *Numenius arquata* im Mettenbacher und Griebenbacher Moos, Landkreis Landshut. *Ornithologischer Anzeiger* 43: 217-235.
- EU-Vogelschutzrichtlinie. (2009): Richtlinie 2009/147/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Arhaltung der wildlebenden Vogelarten (kodifizierte Fassung).
- Galbraith H. (1988): Effects of agriculture on the breeding ecology of Lapwings *Vanellus vanellus*. *J. Appl. Ecol.* 25: 487-503.
- Glutz von Blotzheim U. N., Bauer K. M., Bezzel E. (1977): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 7. Charadriiformes (2. Teil). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Grant M. C., Orsman C., Easton J., Lodge C., Smith M., Thompson G., Rodwell S., Moore N. (1999): Breeding success and causes of breeding failure of curlew *Numenius arquata* in Northern Ireland. *Journal of Applied Ecology* 36: 59-74.
- Grünberg C., Bauer H., Haupt H., Hüppop O., Ryslavy T., Südbeck P. (2015): Rote Liste der Vögel Deutschlands, 5. Fassung. *Berichte zum Vogelschutz* 52.
- Hartmann C., Oring L. (2006): An inexpensive method for remotely monitoring nest activity. *Journal of Field Ornithology* 77: 418-424.
- Hötker H., Jeromin H., Thomsen K.-M. (2016): Wiesenvögel in Schleswig-Holstein 2016. Projektbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Hötker H., Köster H., Thomsen K. M. (2005): Brutzeitbestände der Wiesenvögel in Eiderstedt und in der Eider-Treene-Sorge-Niederung/Schleswig-Holstein im Jahre 2001. *Corax* 20: 1-17.

- Hötker H., Leuschner C. (2014): Naturschutz in der Agrarlandschaft am Scheideweg. Misserfolge, Erfolge, neue Wege. Michael-Otto Stiftung.
- Hötker H., Teunissen W. (2006): Bestandsentwicklung von Wiesenvögeln in Deutschland und in den Niederlanden. Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen 32: 93-98.
- Hoyt D. (1979): Practical Methods of Estimating Volume and Fresh Weight of Bird Eggs. Auk 96: 73-77.
- IUCN (2016): The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-2, www.iucnredlist.org (19.10. 2016).
- Jeromin H. (2009): Gemeinschaftlicher Wiesenvogelschutz 2009 - Erprobung und Weiterentwicklung einer neuen Variante des Vertragsnaturschutzes. Projektbericht für Kuno e.V., Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Jeromin H., Evers A. (2015): Gemeinschaftlicher Wiesenvogelschutz 2015. Projektbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Jeromin H., Jeromin K., Blohm R., Militzer H. (2012): Untersuchung zur Prädation im Zusammenhang mit dem Artenschutzprogramm "Gemeinschaftlicher Wiesenvogelschutz"-Zwischenbericht 2011. Projektbericht für Kuno e.V., Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Jeromin K., Scharenberg W. (2012): SPA "Eider-Treene-Sorge-Niederung" (1622-493). Brutvogelmonitoring 2008-2012.
- Kipp M. (1982): Ergebnisse individueller Farbberingung beim Großen Brachvogel und ihre Bedeutung für den Biotopenschutz. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 25: 87-96.
- Kipp M. (1999): Zum Bruterfolg beim Großen Brachvogel (*Numenius arquata*). LÖBF-Mitteilungen 3: 47-49.
- Knief W., Berndt R. K., Hälterlein B., Jeromin K., Kiebusch J. J., Koop B. (2010): Die Brutvögel Schleswig-Holsteins, Rote Liste. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein 5: 7-102.
- Koop B., Berndt R. K. (2014): Vogelwelt Schleswig-Holsteins, Band 7: Zweiter Brutvogelatlas. Wachholtz, Neumünster.
- Kube J. (1988): Zu Ökologie und Brutbiologie der Limikolen im Unteren Odertal bei Schwedt. Acta ornithoecol 1: 379-394.
- Mayfield H. (1975): Suggestions for calculating nesting success. Wilson Bulletin 87: 456-466.
- Meyer N., Jeromin H. (2014): Gelegeschutzmaßnahmen beim Großen Brachvogel – Bericht 2014. Projektbericht für Kuno e.V., Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Meyer N., Jeromin H. (2015): Gelegeschutzmaßnahmen beim Großen Brachvogel – Bericht 2015. Projektbericht für Kuno e.V., Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Meyer N., Jeromin H. (2016a): Gelegeschutzmaßnahmen beim Großen Brachvogel – Bericht 2016. Projektbericht für Kuno e.V., Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Meyer N., Jeromin H. (2016b): Schutzgebietssystem für Brachvögel in Schleswig-Holstein – Bericht 2016. Projektbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Meyer N., Jeromin H. (2017): Gelegeschutzmaßnahmen beim Großen Brachvogel – Bericht 2017. Projektbericht für Kuno e.V., Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Meyer N., Jeromin H., Thomsen K.-M., Hötker H. (2014): Schutzgebietssystem für Brachvögel in Schleswig-Holstein – Bericht 2014. Projektbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

- Michels C. (1999): Stand der Maßnahmenumsetzung im Feuchtwiesenschutzprogramm und biologische Wirkungen am Beispiel des NSG "Dingdener Heide". LÖBF-Mitteilungen 3: 27-33.
- Nehls G. (2001): Bestandserfassungen von Wiesenvögeln in der Eider-Treene-Sorge-Niederung und auf Eiderstedt 1997. Corax 18: 27-38.
- R Development Core Team. (2008): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Romahn K., Jeromin K., Kiekbusch J., Koop B., Struwe-Juhl B. (2008): Europäischer Vogelschutz in Schleswig Holstein-Arten und Schutzgebiete. LANU SH-Natur.
- Roodbergen M., Klok C. (2008): Timing of breeding and reproductive output in two Black-tailed Godwit populations in The Netherlands. Ardea 96: 219-232.
- Roodbergen M., van der Werf B., Hötker H. (2012): Revealing the contributions of reproduction and survival to the Europe-wide decline in meadow birds: review and meta-analysis. Journal of Ornithology 153: 53-74.
- Sandercock B. (2003): Estimation of survival rates for wader populations: a review of mark-recapture methods. Wader Study Group Bulletin 100: 163-174.
- Schaub M., Amann F. (2001): Saisonale Variation der Überlebensrate von Sumpfmäusen *Parus palustris*. Der ornithologische Beobachter 98: 223-235.
- Schekkerman H., Teunissen W., Oosterveld E. (2009): Mortality of Black-tailed Godwit *Limosa limosa* and Northern Lapwing *Vanellus vanellus* chicks in wet grasslands: influence of predation and agriculture. Journal of Ornithology 150: 133-145.
- Schwaiger H., Herrmann P. (2010): Wiesenbrüter-Monitoring 2010. Bericht für das Bayerische Landesamt für Umwelt.
- Schwaiger H., Herrmann P. (2012): Gelegeschutz und Beringung beim Großen Brachvogel im Königsauer Moos 2011. Bericht für den Landschaftspflegeverband Dingolfing-Landau.
- Schwaiger H., von Lindeiner A., Schneider A. (2007): Landesweite Wiesenbrüterkartierung in Bayern 2006. Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- Südbeck P., Bauer H. G., Boschert M., Boye P., Knief W. (2007): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. Berichte zum Vogelschutz 44: 23-81.
- Sudfeldt C., Dröschmeister R., Frederking W., Gedeon K., Gerlach B., Grüneberg C., Karthäuser J., Langgemach T., Schuster B., Trautmann S., Wahl J. (2013): Vögel in Deutschland 2013. DDA, GfN, LAG VSW, Münster.
- Summers R. W., Pålsson S., Etheridge B., Foster S., Swann B. (2013): Using biomatrixes to sex adult Eurasian Curlews *Numenius a. arquata*. Wader Study Group Bulletin 120: 71-74.
- Taylor R., Dodd G. (2013): Negative impacts of hunting and suction-dredging on otherwise high and stable survival rates in Curlew *Numenius arquata*. Bird Study 60: 221-228.
- Teunissen W., Schekkerman H., Willems F., Majoor F. (2008): Identifying predators of eggs and chicks of Lapwing *Vanellus vanellus* and Black-tailed Godwit *Limosa limosa* in the Netherlands and the importance of predation on wader reproductive output. Ibis 150: 74-85.
- Van Paassen A., Beintema D., Veldman A. (1984): A simple device for determination of incubation stages in eggs. Wildfowl 35: 173-178.
- van Strien A., Pannekoek J., Hagemeyer W., Verstrael T. (2004): A loglinear poisson regression method to analyse bird monitoring data. Bird Census News 13: 33-39.
- White G. C., Burnham K. P. (1999): Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. Bird Study 46: 120-139.