



Foto: Uwe Neave

Schutzgebietssystem für Brachvögel in Schleswig-Holstein

Untersuchungen 2016

Endbericht Oktober 2016

Bericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein

Natalie Meyer
Heike Jeromin

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

Schutzgebietssystem für Brachvögel in Schleswig-Holstein – Bericht 2016

Projektbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein

Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen

Oktober 2016

Natalie Meyer¹

Heike Jeromin¹

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

Natalie.Meyer@NABU.de

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	4
1. EINLEITUNG	5
2. UNTERSUCHUNGSGEBIET	7
3. WITTERUNGSVERLAUF IM UNTERSUCHUNGSJAHR	9
4. MATERIAL UND METHODEN	10
4.1 BESTANDSERFASSUNG	10
4.2 GELEGESUCHE	10
4.3 SCHLUPF- UND BRUTERFOLG	11
4.4 EINZÄUNUNG DER GELEGE	12
4.5 FANG UND BERINGUNG	16
4.6 BEOBACHTUNGEN FARBBERINGTER VÖGEL	18
4.7 AUSWERTUNG	18
4.8 HABITATANALYSE-FAMILIEN	19
5. ERGEBNISSE	22
5.1 BESTANDSENTWICKLUNGEN	22
5.2 BRUTBIOLOGIE	25
5.2.1 Schlupf- und Bruterfolg	26
5.2.2 Probleme beim Schlupf	31
5.3 FANG UND BERINGUNG	32
5.4 RÜCKKEHRRATEN	33
4.5 HABITATANALYSE-FAMILIEN	34
6. DISKUSSION	37
6.1 BESTANDSENTWICKLUNGEN UND SIEDLUNGSDICHTE	37
6.2 SCHLUPF- UND BRUTERFOLG	38
6.3 PROBLEME BEIM SCHLUPF	40
6.4 RÜCKKEHRRATEN	40
6.5 HABITATANALYSE-FAMILIEN	40
7. EMPFEHLUNGEN	43
8. DANKSAGUNG	43
9. LITERATUR	44

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht befasst sich mit der Fortsetzung der im Jahr 2013 begonnenen Studie über die Population des Großen Brachvogels (*Numenius arquata*) in der Eider-Treene-Sorge Niederung (Schleswig-Holstein). Ziel dieser Studie ist die Ermittlung populationsbiologischer Parameter der Art zur Entwicklung eines Schutzgebietskonzeptes, welches es ermöglicht, den Bestand des Gebietes auf einem nachhaltigen Niveau zu erhalten bzw. zu fördern.

Die Entwicklung von Populationsmodellen, welche Schlüsse auf die Bestandssituation zulassen, erfordert das Wissen über demographische Parameter wie Bruterfolg, Zu- und Abwanderungsraten sowie die Überlebensraten ausgewachsener und juveniler Großer Brachvögel. Entsprechende Daten über Große Brachvögel aus Schleswig-Holstein fehlen bisher jedoch nahezu vollkommen und sollen mit Hilfe dieser Studie durch Farbberingung von Alt- und Jungvögeln im SPA (Special Protection Area) Eider-Treene-Sorge-Niederung (DE1622-493) ermittelt werden.

Während der Brutsaison 2016 wurden insgesamt 78 Brachvogelreviere innerhalb der Untersuchungsgebiete identifiziert, in denen 61 Gelege gefunden wurden. Die Mehrzahl der Gelege wurden im Rahmen des Gemeinschaftlichen Wiesenvogelschutzes vor landwirtschaftlicher Zerstörung geschützt. Dieser Schutz war unerlässlich für den Erfolg der Schutzmaßnahme. Es gelang jeweils zehn Alt- und Jungvögel mit individuellen, aus größerer Entfernung erkennbaren, Farbringkombinationen zu markieren.

Erstmalig wurden drei als Küken beringte Weibchen als Brutvögel nachgewiesen. Sie siedelten sich drei bis 15 Kilometer entfernt ihres Schlupfortes an. Die Geburtsort-Treue war geringer als die Brutort-Treue (rund 506 Meter). Überlebensraten konnten noch keine geschätzt werden, da der Stichprobenumfang noch zu gering war.

Innerhalb von zwei Untersuchungsgebieten wurden knapp 50 % der gefundenen Gelege mit einem Elektrozaun eingezäunt, um zu prüfen, ob dieser Schutz gegen Bodenprädatoren zu einem höheren Bruterfolg führte. Das Jahr 2016 zeichnete sich durch sehr hohe Verlustraten der Gelege und Küken aus. Diese wurden zu einem Großteil durch Prädation hervorgerufen und konnten nicht, wie in Vorjahren, durch den Gelegeschutz mit Elektrozäunen ausgeglichen werden. Sowohl der Schlupferfolg (34,9 %), sowie der Bruterfolg (0,15 flüggen Juvenilen/Revierpaar) und die Kükenüberlebensrate (17 %) waren in diesem Jahr weitaus geringer als in den Vorjahren, was ebenfalls auf den hohen Prädationsdruck zurückzuführen sein dürfte. Ein Habitatmodell für Familienstandorte des Großen Brachvogels machte deutlich, dass die Eignung eines Standortes durch das Vorhandensein von Grünland und

Gruppen steigt. Weiterhin wirkten Störkulissen wie Wälder und Gebäude (in unterschiedlichen Abstandsklassen) negativ auf die Standortwahl der Familien. Das Modell konnte die Varianz der Daten jedoch nur zu 15 % erklären, weshalb es wahrscheinlich ist, dass die Wahl des Familienstandortes auch noch von andern, als den untersuchten Faktoren, abhängt. Um den Schutz der Art zu gewährleisten und um umfassendere Analysen und Populationsmodelle berechnen zu können, müssen die Untersuchungen in den folgenden Jahren fortgesetzt werden.

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. Neben dem Austernfischer (*Haematopus ostralegus*), dem Kiebitz (*Vanellus vanellus*) und der Uferschnepfe (*Limosa limosa*) gilt hierbei ein besonderes Augenmerk dem Großen Brachvogel (*Numenius arquata*). Alle vier Arten stehen auf der Vorwarnliste der weltweit gefährdeten Tierarten (Kategorie „near threatened“ (IUCN 2016)). Weltweit erfahren die Bestände des Großen Brachvogels in einigen Ländern starke Rückgänge (Busch & Jeromin 2013; IUCN 2016). In Deutschland wurde der Große Brachvogel aufgrund des anhaltenden Bestandsrückgangs in der Roten Liste von 2007 (Südbeck et al. 2007) von Kategorie 2 (stark gefährdet) auf Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht) hochgestuft. Diese Klassifizierung änderte sich auch in der neuen Roten Liste nicht (Grünberg et al. 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). Der Bestandsrückgang wird laut (Boschert 2004) sowie (Roodbergen et al. 2012) vermutlich nicht durch das geringe Überleben der Altvögel verursacht, sondern durch sinkende Reproduktionsraten. Die Anzahl aufgezogener Jungvögel reicht nicht aus, um die Mortalität der adulten Vögel zu kompensieren. Die Gründe der Bestandsrückgänge sind demnach vermutlich innerhalb der

Bruthabitate zu suchen und werden hier vor allem durch verstärkte Entwässerung, Intensivierung der Landwirtschaft und Landnutzungsaufgaben (Brown et al. 2014) hervorgerufen. Auch die Prädation durch Raubsäuger wird in vielen Publikationen als entscheidender Faktor genannt (Brown et al. 2014). In ganz Europa wurden Raubsäuger bei 70 % aller prädierten Watvogelgelege identifiziert (Macdonald & Bolton 2008).

In Schleswig-Holstein brüten Große Brachvögel die Art hauptsächlich im Binnenland, außerhalb der Seemarschen (Koop & Berndt 2014). Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt im SPA (Special Protection Area) Eider-Treene-Sorge-Niederung (im weiteren ETS genannt), DE1622-493 (Romahn et al. 2008; Knief et al. 2010). Für den Großen Brachvogel ist dieses SPA das wichtigste in Schleswig-Holstein. In dem 15.014 ha großen Gebiet brüten derzeit 78-94 Brutpaare der Art (Busch & Jeromin 2013; Meyer et al. 2014; Meyer & Jeromin 2015b), was rund 26 - 32 % des Schleswig-Holsteinischen (Koop & Berndt 2014) und 1,5 - 2,5 % des gesamtdeutschen (Grünberg et al. 2015) Bestandes entspricht. Die Population in der ETS ist gerade noch als stabil zu werten, und der jetzige Erhaltungszustand wird mit „gut/ungünstig“ eingeschätzt (Jeromin & Scharenberg 2012). Ob eine Population tatsächlich stabil ist, hängt jedoch 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), Überlebensraten sowie Rückkehraten und Um- bzw. Ansiedlungsverhalten der juvenilen und adulten Tiere. Mit Hilfe dieser Parameter lässt sich ein genaueres Bild über den Zustand einer Population gewinnen. Zum jetzigen Zeitpunkt liegen verlässliche Daten zur Brutbiologie nur aus wenigen Gebieten und Ländern vor (Busch & Jeromin 2013). Daten zur Zu- und Abwanderung bzw. Rückkehraten aus Schleswig-Holstein fehlen für den Großen Brachvogel bisher vollkommen. In den vergangenen fünf Jahren zeigten sich Bestandsanstiege der Art in einigen Gebieten der ETS, wobei es sich häufig um Bereiche handelte, in denen der „Gemeinschaftliche Wiesenvogelschutz“ (GWS) durchgeführt wurde (Jeromin 2010; Hötker et al. 2011; Jeromin 2011). 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). Auch aus einer 2013 durchgeführten Literaturstudie (Busch & Jeromin 2013) wurde

ersichtlich, dass positive oder stabile Trends nur in solchen Gebieten Deutschlands festzustellen waren, wo ein hoher Schutzaufwand betrieben wurde.

Langfristiges Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, für den Großen Brachvogel ein Schutzgebietskonzept zu entwickeln, welches die nötigen Parameter (s. oben) ermittelt und so zum Erhalt der Art im Land beitragen kann. Mit „Schutzgebiet“ sind hier nicht unbedingt Gebiete gemeint, die einen formalen Schutzstatus besitzen. Es geht vielmehr um Gebiete, in denen z. B. durch Habitatmanagement, freiwillige Vereinbarungen mit der Landwirtschaft oder ähnliche Maßnahmen, Verbesserungen für Brachvögel erreicht werden können.

Für die Ermittlung demographischer Parameter wurden sowohl Altvögel, als auch Küken des Großen Brachvogels mit individuellen Farbringkombinationen beringt. Diese Farbringe dienen dazu, die markierten Vögel, ohne sie zu stören, mit dem Spektiv oder Fernglas in der gleichen Saison und in zukünftigen Jahren zu kontrollieren. Mit Hilfe dieser Daten können nachfolgend Überlebens- und Abwanderungsraten berechnet werden.

Die im Jahr 2014 begonnene Untersuchung zum Schutz von Einzelgelegen durch Elektroäune (Meyer & Jeromin 2014, 2015a) wurde auch im Jahr 2016 an ca. 50 % der Gelege in ausgewählten Untersuchungsgebieten weitergeführt. Ziel dieser Maßnahme war die Steigerung des Bruterfolges auf ein bestandserhaltendes Niveau.

Weiterhin ist es wichtig, die Ansprüche einer Art an ihr Habitat zu kennen, um ggf. besser auf diese eingehen zu können (z.B. durch verändertes Management). Hierfür wurde ein bereits bestehendes Habitatmodell für Individuen und Gelege Großer Brachvögel (Meyer et al. 2014; Meyer & Jeromin 2015b), für Familienstandorte weiterentwickelt.

2. Untersuchungsgebiet

Wegen der großen Ausdehnung der Brutreviere des Großen Brachvogels (zwischen 16,2 ha und 45,2 ha (Berg 1992b; Boschert & Rupp 1993; Valkama et al. 1998)), wurden die Erhebungen in der gesamten ETS durchgeführt. Für bestimmte Fragestellungen und im Sinne der Übersichtlichkeit wurden bereits im Jahr 2013 Untersuchungsgebiete bestimmt. Die Gebietsgrenzen wurden aus den Jahren 2013 - 2015 übernommen. Somit wurden 11 Untersuchungsgebiete bearbeitet, von denen neun intensiver überwacht wurden (Abb. 1). Auf sie wird im weiteren Verlauf des Berichts näher eingegangen.

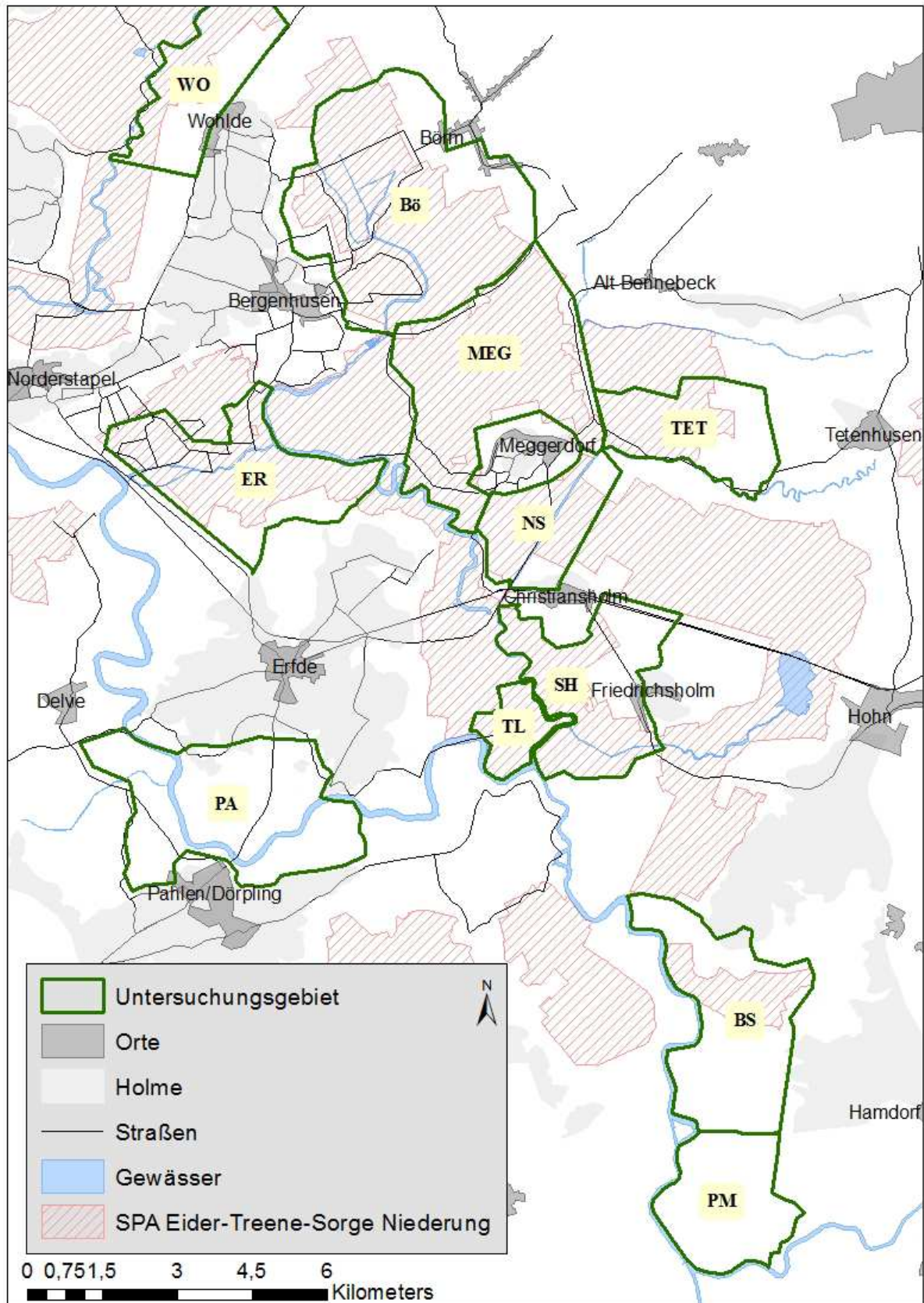


Abb. 1: Lage des SPA Eider-Treene-Sorge Niederung DE1622-493 (rot schraffiert) sowie der Untersuchungsgebiete (grün umrandet, WO: Wohlde; BÖ: Börm; MEG: Meggerkoog; ER: Erfde; TET: Tetenhusen; NS: Neue Sorge; SH: Süderholm; TL: Tielen; PA: Pahlen; BS: Bargstall; PM: Prinzenmoor).

3. Witterungsverlauf im Untersuchungsjahr

Da sowohl für den Brutbeginn, als auch für Brutverlauf und die Aufzucht der Jungen die Witterung eine entscheidende Rolle spielt (Beintema & Visser 1989b; Beintema & Visser 1989a; Kruk et al. 1996), wurden die Wetterdaten (tägliche Temperaturen, Niederschlagsmengen) des Jahres 2016 des Deutschen Wetterdienstes, Station Schleswig (DWD 2016) zusammengestellt. Um eine Aussage darüber treffen zu können, wie sich das Jahr 2016 im Vergleich zu Vorjahren darstellte, wurden archivierte Daten (Temperatur-Mittelwerte bzw. summierter Niederschlag der jeweiligen Monate der Jahre 1981 - 2010) des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2014, 2015) ausgewertet und diejenigen der Jahre 2013 bis 2015 hinzugezogen (Tab. 1). Temperaturangaben beziehen sich jeweils auf Mittelwerte der Messungen in 2 m Höhe.

Tab. 1: Mittlere Temperaturen (°C) der Monate März - Juli des Jahres 2016 sowie der Temperaturdurchschnitt (März - Juli) der Jahre 2013 - 2015 bzw. 1981 - 2010 (DWD 2014, 2015, 2016, Schleswig). Niederschlagswerte (N) für jeden Monat summiert (in mm), maximale- und minimale Niederschlagsmengen der Monate März - Juli des Jahres 2016, sowie der durchschnittliche Niederschlag (Mittelwerte der Monate März - Juli in mm) der Jahre 2013 - 2015 bzw. 1981 - 2010 (DWD 2014, 2015, 2016, Schleswig).

	Temperatur (°C)			Niederschlag (mm)		
	1981 - 2010	2013 - 2015	2016	1981 - 2010	2013 - 2015	2016
	T mittel	T mittel	T mittel	N Σ	N Σ	N Σ
März	3,7	3,7	4,3	67	43,7	41,0
April	7,4	7,8	6,9	43	38,4	67,6
Mai	11,6	11,6	13,6	57	99,6	32,2
Juni	14,6	14,6	16,8	76	61,0	130,7
Juli	16,7	18,2	17,2	87	81,5	90,1

Die Temperaturen des Jahres 2016 waren durchschnittlich um ein Grad wärmer als die Durchschnitts-Temperaturen der vergangenen Jahren (sowohl für den Zeitraum 2013 - 2015 als auch 1981 - 2010). Besonders die Monate Mai und Juni zeichneten sich durch hohe Temperaturen im Vergleich vergangener Jahre aus.

Die Monate März und Mai des Jahres 2016 waren etwas trockener als der Durchschnitt der Jahre 2013 - 2015 sowie 1981 - 2010. In den Monaten April, Juni und Juli hingegen regnete es häufiger. Vor allem der Juni zeichneten sich mit einer summierten Niederschlagsmenge von 130,7 mm durch häufige und lang anhaltende Regenfälle aus.

4. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden von März bis Juli 2016 durchgeführt.

4.1 Bestandserfassung

Die Untersuchungsgebiete wurden systematisch nach Brachvögeln abgesucht, wobei Kartierungen aus den vergangenen Jahren als Orientierung dienten (Meyer & Jeromin 2015b). Hierbei wurden alle beobachteten Brachvögel mit ihren Verhaltensweisen flächengenau in einer Feldkarte eingetragen. Die Beobachtung von Paaren oder räumlich voneinander abgegrenzten Individuen, die Revierverhalten zeigten (z.B. Balzflug, Revierverteidigung), wurde jeweils als ein Revier betrachtet.

Die Revierkartierung fand durch Natalie Meyer in allen genannten Untersuchungsgebieten statt und wurde in verschiedenen Teilbereichen durch unterschiedliche Kartierer unterstützt. Im Bereich Meggerkoog geschah dies im Zuge des GWS durch Heike Jeromin und Dagmar Bennewitz, im Untersuchungsgebiet Börm durch Jochen Schoof. In den Gebieten Prinzenmoor, Tetenhusen und Pahlen wurden Kartierungen durch Dr. Knut Jeromin (Kuno e.V.) im Zuge des GWS durchgeführt, wobei er in den jeweiligen Gebieten durch die entsprechenden Gebietsbetreuer (Tetenhusen: Hans-Dieter Jöns; Tielen/Erfde: Johann-Jürgen Block) Unterstützung erhielt. In den Gebieten Bargstall, Neue Sorge und Süderholm wurde die Kartierung von Dr. Martina Bode (Kuno e.V.), ebenfalls im Rahmen des GWS, ergänzt. Auch sie wurde durch die jeweiligen Gebietsbetreuer (Bargstall: Rüdiger Matschull und Harm Peters; Süderholm, Bereich Christiansholm: Dieter Voßeler) und ggf. Jäger der Gebiete unterstützt. Im Bereich Wohlde war Kai-Michael Thomsen (Michael-Otto-Institut im NABU) tätig.

4.2 Gelegesuche

Die Gelegesuche fand im gesamten Untersuchungsgebiet statt. Hierfür wurden brutverdächtige Vögel so lange beobachtet, bis sie für die nächste Bebrütungsphase zum Gelege liefen. Dieser Ort wurde daraufhin aufgesucht und das Gelege nach Fund durch zwei Bambusstangen in jeweils drei bis fünf Meter Entfernung markiert (Abb. 2). Diese Markierung diente zum Einen dazu, die Gelegestandorte wiederzufinden, zum Anderen war es im Zuge des GWS den Flächenbesitzern so möglich, die Gelege während der Bearbeitung

auszusparen (Jeromin 2009, 2010, 2011). Alle Eier wurden 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.



Abb. 2: Foto eines Brachvogelgeleges (roter Pfeil) und der Markierungen durch Bambusstecken (rote Ovale).

4.3 Schlupf- und Bruterfolg

Alle gefundenen Gelege wurden hinsichtlich des Gelegeschicksals regelmäßig kontrolliert (mindestens alle fünf Tage). Bei Abwesenheit oder Nicht-Erkennen der Brutvögel wurde der Gelegestandort aufgesucht, um die Ursache festzustellen.

Verluste durch landwirtschaftliche Aktivitäten waren durch offensichtliche Veränderungen der Flächenstruktur und der Beschädigung der Markierungsstöcke, sowie der Gelegemulde deutlich zu erkennen. Prädation konnte nur bedingt anhand von Schnabel- oder Bisspuren festgestellt werden. Sowohl Vögel als auch Raubsäuger entfernen Eier oft ganz aus einem Gelege (Jeromin 2009). Traten Gelegeverluste ohne erkennbare Einwirkung der Landwirtschaft auf und fehlten die Eier, wurde dieser Verlust als Prädation gewertet. Fanden

sich hingegen feinste Schalensplitter oder Eischalen-Reste auf dem Gelegeboden, so wurde dies als Schlupfnachweis gedeutet (Helmecke et al. 2011).

Jedes Gelege, aus dem mindestens ein Küken schlüpfte, wurde als erfolgreich gewertet. Verblieben Eier im Gelege, wurden diese eingesammelt und eingefroren.

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 wurden. Alle Gelege, die nach diesem Datum gefunden wurden, galten als Nachgelege, sofern der Beginn der Legephase sich ebenfalls nach diesem Zeitpunkt befand. Dieser 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. Die Dokumentation des Bruterfolges (flügge Juvenile/Revierpaar) gelang mit Hilfe der Beobachtung von Familien bzw. Jungvögeln. Junge Brachvögel gelten ab einem Alter von 35 - 37 Lebenstagen als flügge (Boschert & Rupp 1993; Jensen & Lutz 2007). Der jeweilige Brutversuch somit bei Erreichen dieses Alters als erfolgreich. Konnte vor Erreichen dieses Alters die Familien nicht mehr ausfindig gemacht werden, galt der Brutversuch als nicht erfolgreich. Der berechnete Bruterfolg stellt einen Mindesterfolg dar, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass Familien abwanderten und trotz intensiver Suche nicht mehr wieder gesehen wurden.

Auch die Kükenüberlebensrate (Anzahl flügger Juveniler pro Anzahl geschlüpfter Küken) wurde berechnet. Hierzu wurde zunächst die durchschnittliche Anzahl geschlüpfter Küken pro Gelege ermittelt (Mittelwert der Jahre 2013 - 2016). Dieser Wert, multipliziert mit der Anzahl der Gelege mit Schlupferfolg, ergab die theoretisch maximale Anzahl an geschlüpften Juvenilen (100 %). Hieraus resultierend wurde die prozentuale Kükenüberlebensrate abgeleitet.

4.4 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 vorkommen, kann das Einzäunen einzelner Gelege durchaus einen großen Beitrag zur Erhaltung der Art leisten. Die im Jahr 2014 begonnene Untersuchung zur Erprobung eines Schutzkonzeptes, bei dem Einzelgelegen des Großen Brachvogels durch einen Elektrozaun vor Bodenprädatoren geschützt werden (Meyer & Jeromin 2014, 2015a), wurde auch in diesem Jahr weitergeführt. Die in vorherigen Jahren ausgewählten Zaungebiete ((1) Meggerkoog/Tetenhusen; (2) Bargstall/Prinzenmoor) wurden, aufgrund ihrer hohen Brachvogel-Revierdichte, auch im Jahr 2016 beibehalten (Tab. 2). Jeweils zwei dieser Gebiete lagen so nahe beieinander, dass sie für die Auswertung als ein Untersuchungsgebiet angesehen wurden (Abb. 3).

Tab. 2: Untersuchungsgebiete, deren Größen sowie Revierzahl des Großen Brachvogels(für die Jahre 2013 bis 2016) der beiden Zaungebiete (1) Meggerkoog/Tetenhusen, (2) Bargstall/Prinzenmoor des Jahres 2016.

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

Das erste Zaungebiet (Meggerkoog/Tetenhusen) befand sich im Norden der ETS, das zweite Zaungebiet (Bargstall/Prinzenmoor) im Süden (Abb. 3). In beiden Gebieten herrschte konventionelle Grünlandwirtschaft vor, und es wurde der GWS umgesetzt. Beide Gebiete waren räumlich weit voneinander entfernt (rund 8,9 km), so dass die Brachvogelpopulationen beider Gebiete getrennt voneinander ausgewertet wurden. Innerhalb der Kontrollgebiete (Abb. 3) wurde ebenfalls der GWS umgesetzt. Ein Schutz der Gelege vor Prädatoren fand hingegen nicht statt.

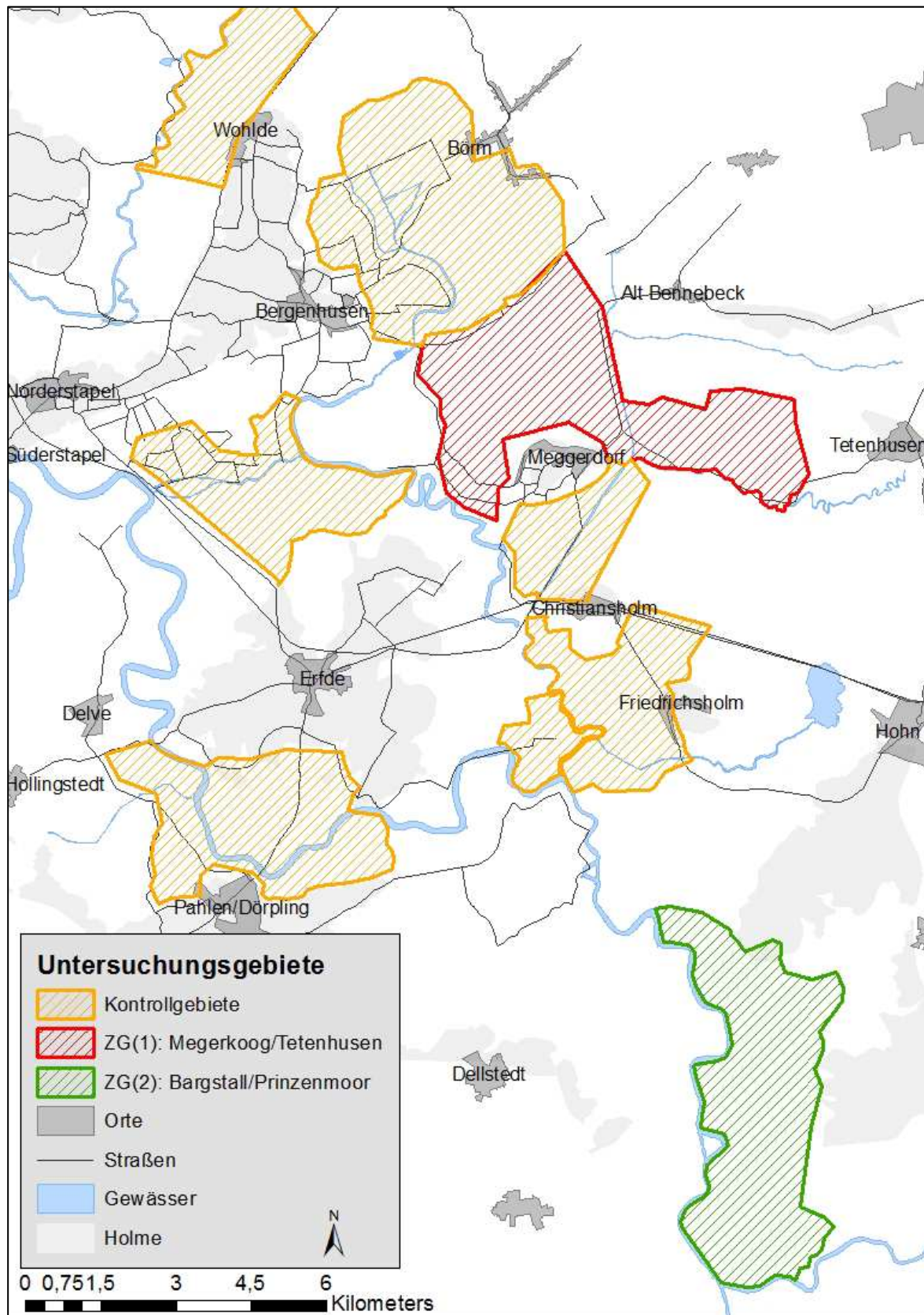


Abb. 3: Lage der beiden Zaungebiete (ZG, Durchführung des GWS und Prädatorenschutz durch Zäune; rot und grün schraffiert), sowie der Kontrollgebiete (Durchführung des GWS; gelb schraffiert).

In den Zaungebieten erfolgte das Aufstellen der Zäune in Absprache mit den Bewirtschaftern der Fläche. Diese erhielten im Rahmen des GWS eine Ausgleichszahlung. Es wurde nach dem Fund eines Geleges zunächst überprüft, ob es sich um ein volles Gelege (meist vier Eier) handelte. War dies der Fall, wurden um das Gelege zwei Geflügel-Elektrozäune (je 25 m lang und 120 cm hoch) mit einem Abstand von 12,5 m zum Gelege auf den Boden gelegt. An den vier Eckpunkten wurde je ein Holzpflock gelegt, an dem der Zaun später befestigt wurde. Das Hinlegen der Zäune bzw. Pflöcke diente in diesem ersten Schritt der Gewöhnung der Tiere an das Material. Danach entfernte sich der Beobachter rasch, um den Standort aus ausreichender Entfernung mittels Spektiv oder Fernglas so lange zu beobachten, bis einer der Altvögel wieder das Gelege bebrütete. Kam innerhalb von 120 Minuten keiner der Altvögel zurück, wurden die Zäune und Pflöcke möglichst zügig wieder von der Fläche entfernt, um ein ungestörtes Weiterbrüten zu gewährleisten. Andernfalls wurden am darauffolgenden Tag die Pflöcke in den Boden geschlagen und die beiden Zäune um das Gelege aufgestellt. An jedem Zaunabschnitt wurden mehrere (je nach Bedarf und Bodenbeschaffenheit) Plastikheringe genutzt, um den Zaun im Boden zu verankern. Hierdurch wurde eine Schutz gegen Unterdurchkriechen potenzieller Prädatoren gewährleistet. Es wurde eine Batterie und ein Weidezaungerät an den Zaun angeschlossen, so dass dieser von diesem Moment an unter Spannung stand. Mit einer Nasszelle von 80 - 100 Ah ausgestattet, wird dieses Gerät in der allgemeinen Praxis nicht nur zum Rückhalten von Schafen und Geflügel genutzt, sondern auch zur Abwehr von Wildtieren eingesetzt. Wie am Vortag entfernte sich der Beobachter nach dem Errichten des Zauns zügig vom Gelege, um aus ausreichender Entfernung zu beobachten, ob einer der Altvögel zum Brüten zurückkam. War dies der Fall, wurde der Zaun stehen gelassen. Wenn nach 120 Minuten kein Vogel zum Brüten zurückkam, musste der Zaun wieder abgebaut und hingelegt werden, um ihn am nächsten Tag in einem weiteren Versuch erneut aufzubauen.

Nachfolgend wurde alle fünf bis sieben Tage die Batterie gewechselt. Während des Wechsels wurde weiterhin das Gelegesicksal 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 das Abbauen zu stören. Der Auf- und Abbau des Zauns wurde mit mindestens zwei Personen durchgeführt, die Unterhaltung (Batteriewechsel, Kontrolle) durch eine Person. Der Zeitaufwand vom Auf-, bis zum Abbau des Zauns belief sich auf 12 Stunden/Zaun (Meyer & Jeromin 2014).

Um eine Vergleichbarkeit zu ungezäunten Gelegen zu gewährleisten, wurde das oben beschriebene Verfahren lediglich an maximal 50 % der Gelege eines Zaungebiets angewandt,

indem nur jedes zweite gefundene Gelege eingezäunt wurde. 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.

4.5 Fang und Beringung

Zur Klärung wichtiger demographischer Parameter (Überlebensraten, Immigration, Emigration) wurden auch in diesem Jahr möglichst viele Große Brachvögel gefangen und farbig markiert. **Adulte Große Brachvögel** wurden ab einem Zeitpunkt von mindestens 14 Tagen Gelegebebrütung auf dem Nest gefangen. Hierzu wurden verschiedene Fangmethoden angewandt.

- Fang mit Kescher: Hierzu erfolgte eine vorsichtige Annäherung an den brütenden Vogel. Sobald das Gelege in Reichweite der Kescherstange (Länge: 2,40 m) kam, wurde der Kescher (Maße: 55 x 55 cm, Maschengröße: 0,5 x 0,5 cm) zügig über den brütenden Vogel gesenkt.
- Klappfalle: Hierbei wurde die Falle wenige Tage vor dem Fang in Gelegenähe platziert, um die brütenden Vögel an die Falle zu gewöhnen. In einem zweiten Schritt wurde die Falle unmittelbar neben das Gelege gelegt. Die Falle wurde während beider Schritte permanent beobachtet um sicherzustellen, dass die Vögel weiter das Nest bebrüteten. Taten sie dies nicht, wurde die Falle entfernt und der Versuch ggf. am nächsten Tag wiederholt. Zur Aktivierung der Falle wurde diese so über dem Gelege platziert, dass der Falleneingang am gewohnten Gelegezugang positioniert war. Ein Stolperdraht wurde über dem Gelege angebracht, so dass der Vogel beim Zurückkehren aufs Gelege diesen auslöst und damit eine Klapptür (40 x 40 cm) schließt.

Vor Beginn des Fangs (außer beim Fang mit dem Kescher) wurden die Eier, zu deren Schutz, durch Attrappen aus Gips ausgetauscht. Die Eier wurden während der gesamten Fangzeit warm zwischengelagert.

Alle Fänge fanden bei trockenem, nicht zu warmem Wetter und nicht während der Abenddämmerung statt. Sobald die Falle über dem Gelege aktiviert wurde, entfernte sich der Fänger so weit wie möglich vom Gelege. Die Falle wurde nun von einem

Beobachtungsstandort ständig beobachtet.kehrte nach maximal 60 Minuten keiner der Altvögel zum Gelege zurück, wurden die Eier zurückgebracht und der Fang abgebrochen. Wenn sich ein Vogel in der Falle befand, wurde er so schnell wie möglich aus der Falle (oder dem Kescher) entnommen und in einem Leinenbeutel untergebracht. Die Vermessung und Beringung 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 zusammen. Diese Kombination wurde im Einverständnis mit der International Wader Study Group, die die Vergabe der Ringkombinationen für Limikolen (Watvögel) koordiniert, vergeben. Verwendet wurden die vier Farben Grün, Rot, Schwarz und Gelb. Um die Haltbarkeit der Ringe zu gewährleisten, wurden diese zusätzlich mit Sekundenkleber (Pattex-Ultra Gel) verklebt.

Zusätzlich zur Beringung wurden folgende Maße der Vögel genommen: Flügel- und Fußlänge (jeweils mit einem Flügelmesslineal), Schnabel- und Tarsuslänge (jeweils mit einer elektronischen Schieblehre) und Körpermasse (mit einer elektronischen Waage). 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 weiterhin nicht durch ihr vorheriges 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.

4.6 Beobachtungen farbberingter Vögel

Ab Anfang März, wenn die Tiere aus ihren südlichen Winterquartieren wieder in ihre Brutgebiete in der ETS kommen, wurde versucht, alle während der vorherigen Jahren beringten Tiere zu identifizieren, also ihre individuelle Farbringkombination abzulesen. Mit Hilfe dieser Beobachtungen können Überlebensrate geschätzt werden. Überlebensraten setzen sich aus zwei Faktoren zusammen. (1) Rückkehrate: das Tier überlebt und kehrt in das Untersuchungsgebiet zurück. (2) Wiederfundwahrscheinlichkeit: Das Tier wird wiedergesichtet. Daher können Überlebensraten erst ab dem zweiten Untersuchungsjahr nach Beginn der Beringung berechnet werden (White & Burnham 1999). Da der Stichprobenumfang (18 beringte Adulte, sechs beringte und wiedergesichtete Juvenile) gering war, konnten in diesem Jahr noch keine Überlebensraten geschätzt werden.

Weiterhin wurden während des gesamten Untersuchungszeitraums die farbberingten Vögel (Alt- und Jungvögel) so lange beobachtet, bis sie das Untersuchungsgebiet wieder verließen.

4.7 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 dabei aus der täglichen Überlebenswahrscheinlichkeit Φ der Gelege und der Brutdauer von 30 Tagen (Jensen & Lutz 2007; Boschert & Rupp 1993) zuzüglich drei Tagen Legedauer:

$$P_{\text{Schlupferfolg}} = \Phi^{33}.$$

4.8 Habitatanalyse-Familien

Um die Ansprüche Großer Brachvögel an ihr Habitat zu verstehen, wurde im Jahr 2012 ein Habitat-Modell für Große Brachvögel im Land Schleswig-Holstein entwickelt (Hötker & Thomsen 2012). Hierbei wurden, neben der Auswertung vorhandener Datenbanken, Gebiete in denen bekanntlich Brachvögel vorkommen bzw. vorkamen aufgesucht. Weiterhin wurden Recherchen und Befragungen durchgeführt, um den aktuellen Bestandstatus der Art zu erfassen.

Für die Wahl des potentiellen Brutortes wurde das Habitatmodell auf zwei verschiedenen Skalenebenen entwickelt:

1. Grobe geografische Skala: Landesweiter Vergleich aller Schleswig-Holsteinischen „Wiesenvogelgebiete“.
2. Feine geografische Skala: Vergleich von Beobachtungspunkten Großer Brachvögel innerhalb der Brutgebiete mit Zufallspunkten im selben Gebiet. Für detaillierte Methodenbeschreibung s. Hötker & Thomsen (2012) sowie Meyer et al. (2014). In den vergangenen zwei Jahren wurde, im Zuges der vorliegenden Untersuchung, die feine geografische Skala (2) für Brutvögel der ETS präzisiert (Meyer et al. 2014; Meyer & Jeromin 2015b). Die diesjährige Habitatanalyse diente der Weiterentwicklung dieser Skalenebene (2) für Familienstandorte in der ETS.

Während der Feldarbeiten der Jahre 2013 bis 2016 wurden (unabhängig von Tageszeit, Wetter oder Gebiet) für Aufenthaltsorte von Brachvogelfamilien (Altvögel und Küken) des Untersuchungsgebietes die gleichen Variablen wie in Hötker & Thomsen (2012), sowie Meyer & Jeromin (2015) erfasst (Tab. 3).

Tab. 3: Habitatvariablen, die um einen Punkt (Aufenthaltsort von Brachvogelfamilien oder Zufallspunkt) aufgenommen wurden.

Variable	Gemessene Einheit	Beschreibung
Vegetationsart		Grünland, Acker, Moor, Weide
Vegetationshöhe	Höhe in cm	Gemessen oder abgeschätzt im Vergleich zum adulten Vogel (mittlere Tarsuslänge: 15cm)
Flutterbinsen	Vorhanden / nicht vorhanden	Mögliche Störkulisse bzw. mögliche Deckung im Umkreis von 10m
Grüppen	Vorhanden / nicht vorhanden	Dienen der Entwässerung einer Fläche und können zur Nahrungssuche (feuchter Untergrund) oder als Deckung genutzt werden
Flächennutzung		Nutzung der Fläche zum Zeitpunkt der Datenaufnahme
Anzahl Blüten	Anzahl von Blüten im Umkreis von 1m	Als potenzieller Zeiger für Insektenreichtum
Gehölze >5m	} Abstand gemessen in m	} Mögliche Störkulisse
Waldrand		
Gebäude		
Weg		} Möglicher positiver Einfluss
Fluss		
Graben		

Die Habitataufnahmen zu jedem Familienstandort wurden für jeden Standort mehrfach, jedoch nicht häufiger als einmal am Tag durchgeführt. Weiterhin wurde auf einer topografischen Karte (Maßstab 1:25.0000) ein Zufallspunkt innerhalb eines Quadrates von 4 km² Fläche mit dem Beobachtungspunkt im Zentrum bestimmt. Hierzu wurde zunächst, ausgehend vom Beobachtungspunkt, ein Ausgangspunkt ermittelt, der 4 cm (entspricht auf der Karte 1000 m) Richtung Norden und von dort aus 4 cm Richtung Osten gelegen war. Von diesem Ausgangspunkt wurde mit Hilfe einer achtstelligen Zufallszahl (generiert mit MS-Excel) der Zufallspunkt bestimmt. Die ersten vier Ziffern bestimmten hierbei die X-Koordinate, die letzten vier Ziffern die Y-Koordinate. Dieser Zufallspunkt wurde ebenfalls (meist am selben Tag) aufgesucht um dieselben Parameter (Tab. 3) zu erfassen. Fiel der Zufallspunkt nicht auf Grünland, wurde ein neuer Punkt ausgewählt. Die Methodik entsprach der in Meyer et al. (2014) beschriebenen Methode zur Erfassung der Brutvögel. Zusätzlich zu den Variablen, die auch für Brutvögel erfasst wurden, wurden für Familienstandorte auch die zwei Variablen "Nähe zu Flüssen" und "Nähe zu Gräben", sowie die "Anzahl von Blüten" aufgenommen. Der Abstand zu Flüssen und Gräben wurde analog zu den Abstandsklassen für

Gehölze, Waldränder, Gebäude und Wege gemessen. Die Datenaufnahme erfolgte während der Monate Mai bis Juli der Jahre 2013 - 2016 (Tab. 4).

Tab. 4: In diesen Bericht eingeflossene Daten der Jahre 2013 - 2016.

Habitatpunkte	2013		2014		2015		2016		Gesamt
	N	Zeitraum	N	Zeitraum	N	Zeitraum	N	Zeitraum	
Familie	12	10.06- 11.07.	15	16.05- 11.07.	23	21.05.- 14.07.	29	30.05.- 17.07.	79
Zufall	12	10.06- 11.07.	15	16.05- 11.07.	23	21.05.- 14.07.	29	30.05.- 17.07.	79

Um den Wirkungsradius der untersuchten Variablen (Tab. 3) auf das Vorkommen der Familien darzustellen, wurde die Wirkung der Entfernung möglicher Störkulissen bzw. möglicher positiv wirkender Kulissen, zunächst für jede Variable getrennt betrachtet. Hierzu wurden zwei Methoden angewandt, die sich in ihrem Ergebnis ergänzen:

(1) Ablesen des 50 prozentigen Erwartungswertes (Abstand, bei dem die Wahrscheinlichkeit eine Brachvogel Familie oder einen Zufallspunkt anzutreffen gleich hoch sind) mit Hilfe eines GAM (Generalisiertes Additives Modell) (Zuur et al. 2009).

(2) Ermittlung des Signifikanzbereiches durch den exakten Test nach Fisher.

Die Ergebnisse der Methode (1) und (2) wurden genutzt, um Empfehlungen der Mindestabstände genannter Strukturen für Brachvogel Schutzmaßnahmen zu geben: "empfohlener Mindestabstand".

Da die beschriebenen Faktoren nicht einzeln, sondern gemeinsam auf eine Vogelart wirken und sich zusätzlich gegenseitig beeinflussen, wurden multivariate GAM mit Binomialverteilung berechnet. Diese stellen die Zusammenhänge besser dar, als die Betrachtung einzelner Faktoren. Die abhängige Variable entsprach hier der Zugehörigkeit zur Gruppe (Familie oder Zufallspunkt). Von den erklärenden Variablen (Tab. 3) wurden die Variablen, die durch oben genannte Methoden einen signifikanten Einfluss hatten, zur Variable "Nähe Störkulisse" zusammengefasst. Diese nahm den Wert "ja" an, wenn der Punkt innerhalb des "empfohlene Mindestabstands" (s. oben) von mindestens einer der Strukturen lag. Die Auswahl des Modells, welches das Vorkommen der Brachvogel Familien am wahrscheinlichsten erklärte, erfolgte nach dem Akaike-Informationskriterium (AIC). Für detailliertere Methodenbeschreibung s. Meyer et al. (2014).

5. Ergebnisse

5.1 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 (Jeromin & Hötter 2014) als mehr oder weniger stabil zu werten (Abb. 4).

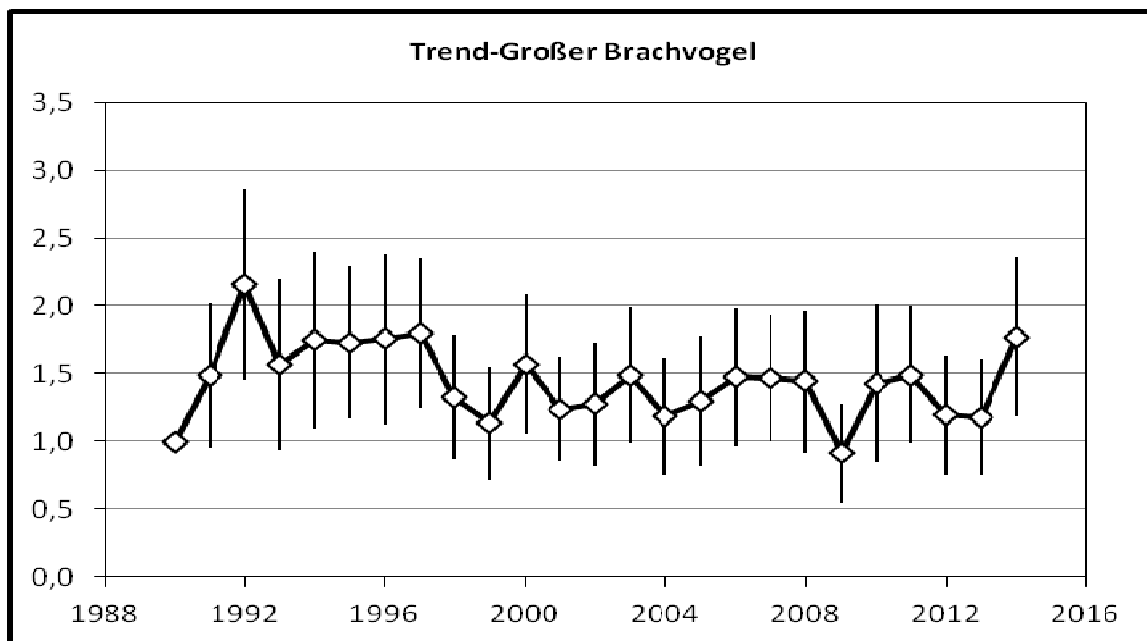


Abb. 4: Trendberechnung des Bestandes des Großen Brachvogels in Schleswig-Holstein seit 1990 mittels TRIM (Trend & Indices for monitoring Data, (van Strien et al. 2004)). Vertikale Linien markieren den Standardfehler (Quelle: Jeromin & Hötter 2014).

Da im Jahr 2013 erstmalig eine derartige Untersuchung am Großen Brachvogel in der ETS stattfand, können noch keine projektinternen Langzeit-Bestandserhebungen in diesen Bericht einfließen. In Schleswig-Holstein und speziell in der ETS werden jedoch regelmäßige Brutvogelkartierungen durchgeführt. Diese Daten wurden dazu genutzt, die Entwicklung des Brachvogelbestandes zu zeigen. Hiernach kann der Bestand des Großen Brachvogels im SPA Eider-Treene-Sorge-Niederung zum jetzigen Zeitpunkt als stabil betrachtet werden (Tab. 5).

Tab. 5: Brachvogel Brutbestände der Eider-Treene-Sorge-Niederung 1997 - 2016, sowie Größenangaben zum untersuchten Gebiet.* Brutvögel der Moore wurden hier nicht berücksichtigt. **unabhängig von SPA Grenzen

Jahr	1997	2001	2000-2004	2008-2012	2013	2014	2015	2016
Größe (ha)	18.318	18.535	15.014	15.014	9.236	9.236	9.236	9.236
	**	**	(nur SPA)	(nur SPA)	**	**	**	**
Anzahl Brutpaare	99	51*	100	80	56**	84**	96**	78**
Quelle	(Nehls 2001)	(Hötker et al. 2005)	(Romahn et al. 2008)	(Jeromin & Scharenberg 2012)	(Busch & Jeromin 2013)	(Meyer et al. 2014)	(Meyer & Jeromin 2015b)	Eigene Daten

Die ersten Brachvögel wurden am 12.03.2016 im Gebiet Tetenhusen beobachtet. Während der Saison 2016 wurden 78 Reviere der Art erfasst. Die höchste Anzahl an Revieren wurde in den Untersuchungsgebieten Meggerkoog (21 Reviere) und Bargstall (16 Reviere) registriert. Auch in den Bereichen Börm und Tielen (neun bzw. acht Reviere) sowie Prinzenmoor und Neue Sorge (sechs Reviere) wurden noch verhältnismäßig viele Reviere kartiert. In den Gebieten Süderholm, Tetenhusen, Erfde und Pahlen wurden jeweils noch zwei bis vier Reviere kartiert, wohingegen in Wohlde kein Revier gefunden wurde (Abb. 5, Tab. 6).

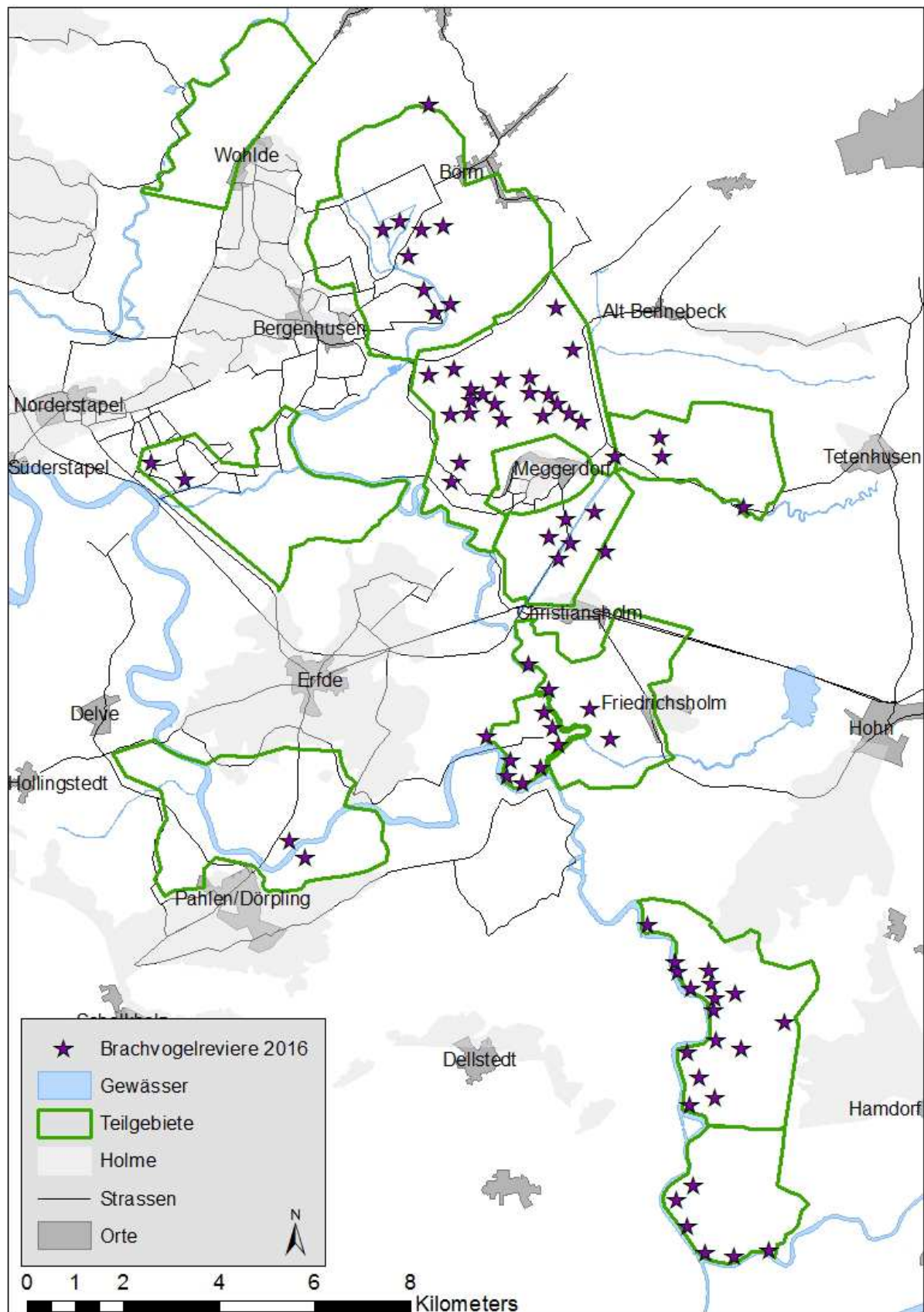


Abb. 5: Revierverbreitung des Großen Brachvogels im SPA Eider-Treene-Sorge-Niederung im Jahr 2016 innerhalb der verschiedenen Untersuchungsgebiete. Gebietsbeschriftung s. Abb. 1

Die höchste Siedlungsdichte wurde in den Gebieten Tielen (4,18 Reviere/km²), Bargstall (1,67 Reviere/km²), Meggerkoog (1,66 Reviere/km²) bzw. Neue Sorge (1,29 Reviere/km²) erreicht. In allen 11 Untersuchungsgebieten zusammengenommen lag die Siedlungsdichte bei 0,84 Revieren/km² (Tab. 6). Ohne Berücksichtigung des Untersuchungsgebietes Wohlde, wo auch in diesem Jahr kein Reviere kartiert wurde, betrug die Siedlungsdichte 0,9 Reviere/km². Die letzten Reviervögel wurden am 19.07.2016 in der ETS beobachtet. Die Brachvogelsaison betrug somit 135 Tage (vom 12.03. bis 19.07.2016).

Tab. 6: Gebietsgrößen sowie Revieranzahl Großer Brachvögel und die daraus resultierende Siedlungsdichte (Reviere/km²) des Jahres 2016 innerhalb der ETS. Gebietskürzel s. Abb. 1

	BÖ	MEG	ER	TET	NS	SH	TL	BS	PM	WO	PA	Gesamt
Gebietsgröße (km ²)	17,5	12,6	8,7	5,7	4,6	7,8	1,9	9,6	5,9	6,0	11,9	92,4
Anzahl Reviere	9	21	2	4	6	4	8	16	6	0	2	78
Reviere/km²	0,51	1,66	0,23	0,71	1,29	0,51	4,18	1,67	1,01	0	0,17	0,84

5.2 Brutbiologie

Während der Saison 2016 wurden 61 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 61 Gelegen wurden 33 (54 %) als Erst- und 16 (20 %) als Nachgelege klassifiziert. Von 61 Gelegen wurden 57 im Rahmen des GWS vor landwirtschaftlichen Einflüssen geschützt. Zwei Gelege befanden sich auf Flächen der Stiftung Naturschutz, wo ein Schutz vor landwirtschaftlicher Zerstörung nicht nötig war. Ein Gelege wurde prädiert, bevor eine Absprache mit dem Bewirtschafter möglich war. Ein weiteres wurde bei der Bewirtschaftung zerstört, da eine Absprache mit dem Bewirtschafter nicht rechtzeitig möglich war. 16 Gelege wurden zusätzlich durch Zäune vor Bodenprädatoren geschützt (Tab. 8, folgendes Kapitel). Aus 19 der 61 Gelege schlüpften Küken. Weiterhin wurden drei Familien (zuvor kein Geleg gefunden) gefunden. Von diesen insgesamt 22 Familien erreichten 12 Küken die Flugfähigkeit (Tab. 8, folgendes Kapitel). Der Zeitraum vom Fund des ersten, bis zum Fund des letzten Geleges betrug 49 Tage (08.04. - 27.05.2016).

Seit dem Jahr 2004 wurden Gelege des Großen Brachvogels im Zuge des GWS in der ETS geschützt (Jeromin 2009). Seit Beginn der Bemühungen wurde die Zahl der geschützten Gelege gesteigert und erreichte im Jahr 2015 ihr vorläufiges Maximum (Abb. 6).

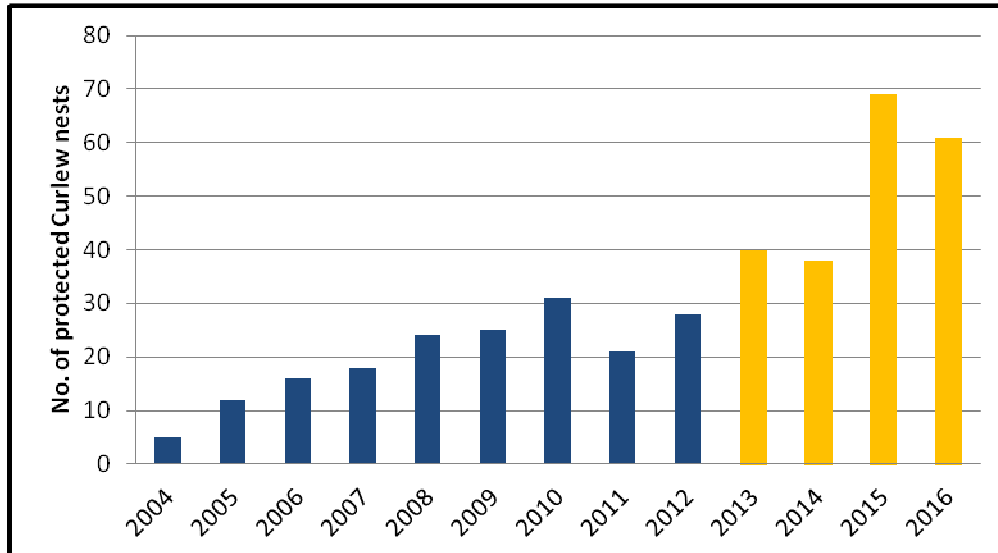


Abb. 6: Anzahl der im Rahmen des GWS betreuten Brachvogel Reviere (blaue Balken) seit 2004 (Jeromin 2009, 2011, 2013), sowie der im Zuge der vorliegenden Untersuchung gefundenen und durch den GWS geschützten Gelege 2013 bis 2016 (gelbe Balken).

5.2.1 Schlupf- und Bruterfolg

Aus 31 % (19 von 61 Gelegen) aller Gelege schlüpften Küken. Es schlüpften 42 % der Erstgelege (14 von 33 Gelegen) und 19 % der Nachgelege (3 von 16 Gelegen). Prädation war der häufigste Grund für Gelegeverluste. 49 % aller Gelege gingen hierdurch verloren. Auch innerhalb eines Zauns wurde ein Gelege prädiert.

Weitere Verlustursachen waren vor allem die Aufgabe der Gelege. 12 % aller Gelege wurden während der Bebrütung von den Altvögeln verlassen (drei innerhalb eines Zauns, vier außerhalb). Auch landwirtschaftliche Verluste traten in diesem Jahr auf. Jeweils ein Gelege wurde bei der Bewirtschaftung zerstört bzw. von weidenden Rindern zertrampelt. Bei drei weiteren Gelege war das Schicksal nicht eindeutig (Abb. 7).

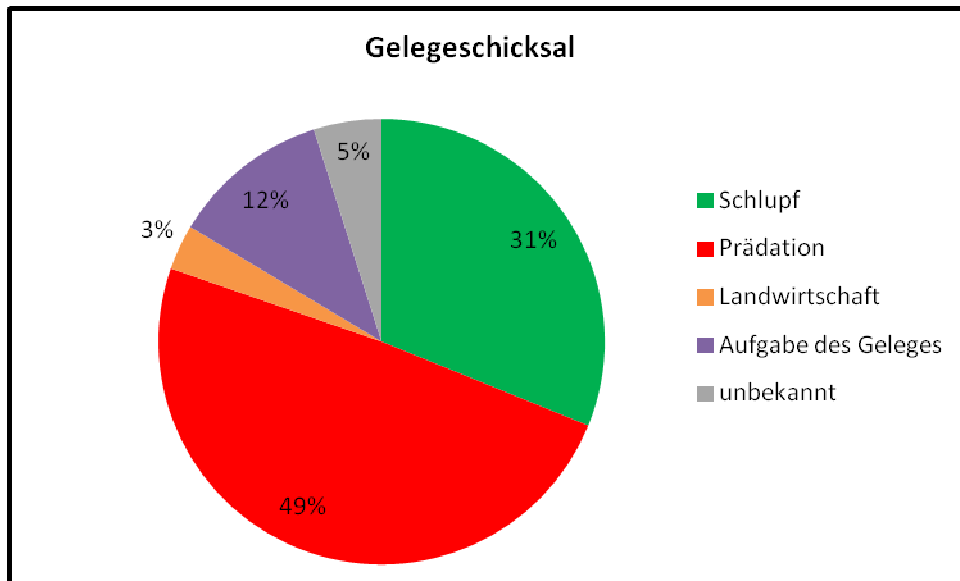


Abb. 7: Gelegeschicksal der Brachvogel Gelege in der ETS 2016. N = 61 Gelege.

Innerhalb der zwei Zaungebiete wurden von 34 Gelegen 16 eingezäunt (Abb. 8 und 9). Aus 11 der 16 gezäunten Gelege schlüpften Küken, wohingegen nur eins von 18 ungezäunten Gelege erfolgreich bebrütet wurde. In den Kontrollgebieten schlüpften aus sieben von 27 Gelegen Küken.

Im **Zaungebiet (1)** (Meggerkoog/Tetenhusen) wurden 21 Gelege gefunden, wovon 10 Gelege eingezäunt wurden (Abb. 8). Aus neun dieser gezäunten Gelege schlüpften Küken, das zehnte wurde prädiert. 11 Gelege innerhalb dieses Gebietes wurden nicht eingezäunt. Aus einem von ihnen schlüpften ebenfalls Küken. 10 waren nicht erfolgreich.

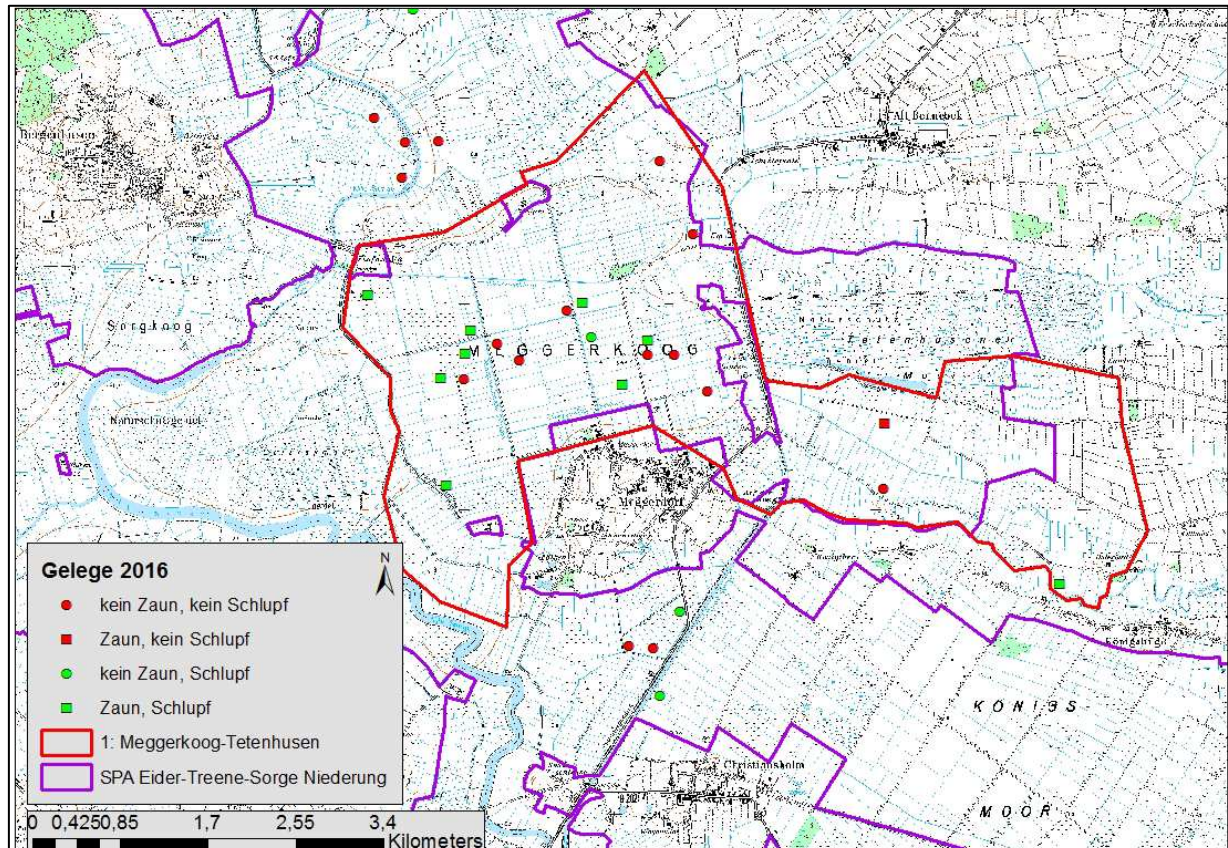


Abb. 8: Gefundene Gelege des ersten Zaungebietes (rote Umrandung), bestehend aus den zwei Untersuchungsgebieten Meggerkoog und Tetenhusen (s. Abb. 1 und 2). Gezäunte Gelege sind quadratisch dargestellt, ungezäunte rund. Erfolgreiche Gelege sind grün dargestellt, nicht erfolgreiche rot.

Im **Zaungebiet (2)** (Bargstall/Prinzenmoor) wurden 13 Gelege gefunden, sechsmal wurde hier ein Zaun aufgestellt. Aus zwei der gezäunten Gelege schlüpften erfolgreich Küken, vier Gelege wurden von den Altvögeln aufgegeben (Abb. 9). Sieben Gelege innerhalb dieses Gebietes wurden nicht eingezäunt. Aus keinem von ihnen schlüpften Küken.

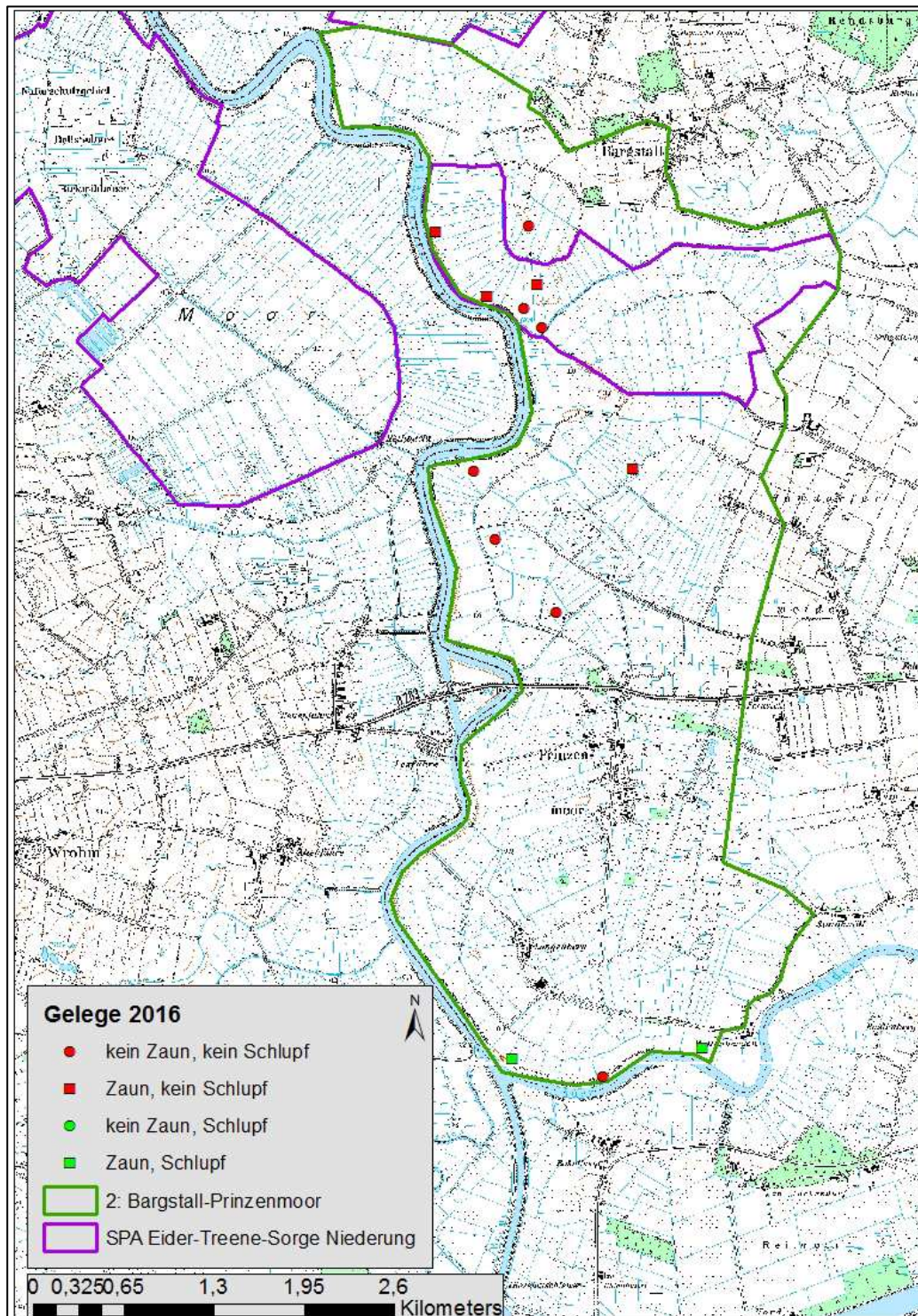


Abb. 9: Gefundene Gelege des zweiten Zaungebietes (grüne Umrandung), bestehend aus den zwei Untersuchungsgebieten Bargstall und Prinzenmoor (s. Abb.1 und 2). Gezäunte Gelege sind quadratisch dargestellt, ungezäunte rund. Erfolgreiche Gelege sind grün dargestellt, nicht erfolgreiche rot.

Die mit dem Programm MARK geschätzte tägliche Überlebensrate der Gelege für das Jahr 2016 lag bei 0,95. Die sich hieraus ergebende Schlupfwahrscheinlichkeit ($P_{\text{Schlupferfolg}}=0,95^{33}$) betrug 17,5 %. Innerhalb eines Zauns lag sie bei 0,99, so dass die Schlupfwahrscheinlichkeit

59,7 % betrug. Die Überlebensrate der Gelege außerhalb eines Zauns betrug 0,92, ihre Schlupfwahrscheinlichkeit lag somit bei 7,3 % (Tab. 7).

Tab. 7: Tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit und die daraus resultierende Schlupfwahrscheinlichkeit (Schlupferfolg) der Brachvogel Gelege mit bzw. ohne Zaun im Jahr 2016, geschätzt mit dem Programm MARK. KI = Konfidenzintervall.

	Gelege- Anzahl	Schätzwert Φ	Standardfehler (SE)	Unteres KI	Oberes KI	Schlupferfolg (Φ^{33})
Ohne Zaun	45	0,9237	0,0123	0,8958	0,9446	7,28 %
Mit Zaun	16	0,9845	0,0069	0,9634	0,9936	59,72 %
Gesamt	61	0,9485	0,0078	0,9307	0,9619	17,49 %

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 sieben Küken flügge, von denen 56 % aus vormals gezäunten Gelegen geschlüpft waren. In den Kontrollgebieten wurden fünf Küken flügge. Innerhalb der Zaungebiete lag der Bruterfolg mit 0,15 Juvenilen/Revierpaar etwa gleich hoch wie in den Kontrollgebieten (0,16 Juvenile/Revierpaar, Tab. 8). Für detailliertere Ergebnisse zur Untersuchung zum Prädatorenschutz durch Zäune siehe (Meyer & Jeromin 2016). Der Bruterfolg für alle Untersuchungsgebiete lag bei 0,15 flüggen Juvenilen/Revierpaar (Tab. 8).

Tab. 8: Lister aller Brachvogelreviere und Gelege der Zaungebiete, sowie der Kontrollgebiete, Anzahl geschlüpfter Gelege sowie flügger Juveniler und der daraus resultierende Bruterfolg (flügge Juvenile/Revier) des Jahres 2016. Zahlen in Klammern beziehen sich auf Familien, die erst nach dem Schlupf gefunden wurden. Sie addieren sich zu den genannten Gelegen.

	Zaungebiet (1)	Zaungebiet (2)	Kontrollgebiete	Gesamt
Anzahl Reviere	25	22	31	78
Anzahl Gelege	21	13	48	61
Anzahl Gelege mit Zaun	10	6	0	16
Anzahl Gelege mit Schlupferfolg	10 (2)	2	7(2)	19 (4)
Anzahl flügger Juveniler	7	0	5	12
Bruterfolg	0,28	0	0,16	0,15

Aus erfolgreichen Gelegen schlüpften durchschnittlich $3,03 \pm 1,08$ Küken (Mittelwert \pm Standardabweichung, $n = 74$ Gelege der Jahre 2013 - 2016). Die Kükenüberlebensrate lag in diesem Jahr bei 17 % (12 von möglichen 70 Küken wurden flügge).

5.2.2 Probleme beim Schlupf

Im Verlauf der Brutsaisons 2014 bis 2016 wurden bei der Kontrolle der Gelege vermehrt liegen gebliebene Eier (geschlossen oder bereits im Schlupf befindlich) oder tote Küken gefunden. Um herauszufinden, in welchem Entwicklungsstadium sich diese Eier befanden, wurden sie in vergangenen Jahren eingesammelt und geöffnet. Der Tod war während des Schlupfes eingetreten, oder die Embryonen hatten sich ab einem gewissen Zeitpunkt nicht mehr weiter entwickelt oder die Eier waren unbefruchtet. Dieses Phänomen konnte 2014 bei 32 % bzw. 2015 bei 62 % aller Gelege mit Schlupferfolg beobachtet werden (Meyer et al. 2014; Meyer & Jeromin 2015b). In diesem Jahr wurden die Eier ebenfalls eingesammelt, jedoch vorerst eingefroren, um sie für spätere Untersuchungen zu verwahren. Insgesamt waren 90 % (17 von 19) aller Gelege mit Schlupferfolg hiervon betroffen. 16 Eier verblieben nach der Bebrütung in der Nestmulde (21 % aller Eier). Bei zwei von ihnen waren bereits Spuren des Schlupfes zu sehen, die übrigen 14 Eier waren noch geschlossen. Dieses Phänomen konnte in allen Untersuchungsgebieten und unabhängig von Gelegezäunen beobachtet werden. Erstmals wurde in diesem Jahr auch beobachtet, dass ein Brutpaar extrem kleine Eier legte (Abb. 10). Das Volumen der Eier betrug: 16.987 mm^3 . Das der übrigen Eier lag im Jahr 2016 bei durchschnittlich 77.074 mm^3 . Es unterschied sich nicht signifikant von den mittleren Eivolumina der vergangenen Jahre (Tab. 9).



Abb. 10: Vergleich normal großer Eier (rechts) mit den extrem kleinen Eiern (links) eines Brachvogel Geleges im Untersuchungsgebiet Meggerkoog 2016.

Tab. 9: Mittleres (Mittelwert \pm Standardabweichung) Eivolumen in mm^3 ($V = 0,51 \cdot \text{Länge} \cdot \text{Breite}^2$ (Hoyt 1979)) der Jahre 2013 - 2016. Während der Jahre 2013 -2015 wurden Eier ausschließlich während der Altvogelberingung vermessen. Im Jahr 2016 wurden alle Eier vermessen. Unterschiede zwischen den Jahren waren nicht signifikant: ANOVA (Eivolumen \sim Jahr): F-value.: 0,73; DF: 64; p-value: 0,395

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

5.3 Fang und Beringung

Im Jahr 2016 wurden während der Monate Mai bis Juli insgesamt 30 Große Brachvögel beringt (Tab. 10). Zehn adulte Tiere wurden auf dem Gelege gefangen und mit individuellen Farbringkombinationen beringt. 20 Küken erhielten einen Stahlring der Vogelwarte Helgoland, von denen wiederum 12 Küken (älter als 12 - 14 Tage) mit einer individuellen Farbringkombination beringt wurden.

Tab. 10: Anzahl der 2016 beringten Großen Brachvögel (adult und juvenil) je Untersuchungsgebiet.

Gebiet	Farbberingung			Metallberingung	Gesamt
	Männchen	Weibchen	juvenil	juvenil	
Bargstall	0	1	0	0	1
Börm	1	2	3	0	6
Erfde	0	0	0	0	0
Meggerkoog	2	1	5	4	12
Süderholm	0	0	0	0	0
Neue Sorge	1	0	0	3	4
Tetenhusen	0	1	2	0	3
Tielen	1	0	1	0	2
Prinzenmoor	0	0	1	1	2
Pahlen	0	0	0	0	0
Gesamt	5	5	12	8	30

5.4 Rückkehraten

Durch Beobachtungen schon vor Beginn der Brutperiode wurden 11 der 18 adulten, farbberingten Großen Brachvögel aus den Jahren 2013 bis 2015 auch im Jahr 2016 wieder gesichtet. Einer der 11 Vögel war 2013 beringt worden, vier 2014 und sechs 2015 (Tab. 11). Die erste Ablesung gelang am 12.03.2016 im Untersuchungsgebiet Tetenhusen. Meist wurden die Vögel in unmittelbarer Nähe zu dem Ort wiedergesehen, an dem sie beringt wurden (Tab. 11). Die Brutort-Treue der Vögel war auch in diesem Jahr recht hoch. Die mittlere Entfernung vom Beringungs- zum Wiedersichtungsort betrug 560 ± 742 Meter.

Tab. 11: Anzahl der in den Jahren 2013 - 2015 beringten Großen Brachvögel, die im Jahr 2016 wieder gesehen wurden, sowie die Distanz des Wiedersichtungsortes zum Beringungsort in Metern.

	2013	2014	2015
Anzahl beringter Brachvögel	5	6	7
Anzahl Sichtungen 2016	1	4	6
Distanz (m) zum Beringungsort in Metern (Mittelwert ± Standardabweichung)	506	294 ± 170	724 ± 923

Weiterhin wurden sechs Vögel im Gebiet gesichtet, die in den Vorjahren als juvenile Tiere beringt wurden. Drei von ihnen brüteten im Jahr 2016. Alle drei waren Weibchen im Alter von zwei Jahren. Die Geburtsort-Treue war geringer als die Brutort-Treue. Die Distanzen des Brutortes zum Beringungsort betrugen 3,1 km; 11,3 km und 15,7 km.

Die drei anderen als juvenil beringten Brachvögel schritten in diesem Jahr nicht zur Brut. Zwischen der Saison 2015 und 2016 wurden fünf farbberingte Große Brachvögel außerhalb Deutschlands gemeldet (Tab. 12). Zwei Meldungen stammten hierbei aus England, jeweils eine aus Frankreich, Irland sowie den Niederlande. Zwei der Meldungen betrafen Vögel, die als Küken beringt wurden, drei Vögel die adult beringt wurden.

Tab. 12: Meldungen farbberingter Großer Brachvögel außerhalb Deutschlands. Kürzel der Farbringkombinationen (Kombi) beziehen sich auf folgende Farben: R=rot; G=grün; Y=gelb. Das Alter bezieht sich auf den Zeitpunkt der Beringung.

Kombi	Beringungsort	Beringungs- datum	Alter	Sichtungsort	Sichtungsdatum
RRR-GYG	Bargstall	06.06.2014	24 Tage	Torridge Ästuar, United Kingdome	18.02.2015
RRY-GRR	Prinzenmoor	27.05.2015	Adult	Naturreservat Moëze- Oléron, Frankreich	24.08.2015
RRY-GYY	Tetenhusen	22.05.2015	Adult	Dublin Bay, Irland	16.10.2015
RYG-GYY	Börm	30.06.2015	30 Tage	Abbege, Friesland, Niederlande	15.02.2015
RYR-GRY	Bargstall	05.06.2013	Adult	Naturreservat Elmley, United Kingdome	04.11.2015- 27.02.2016

4.5 Habitatanalyse-Familien

Die Auswertung von 79 Familienpunkten und den dazugehörigen 79 Zufallspunkten zeigte, dass für die meisten gemessenen Variablen keine Unterschiede nachweisbar waren. Einzig die Variablen "Nähe zu Wäldern" und "Nähe zu bewohnten Gebäuden" wurden als potentielle Störkulissen identifiziert, die in einer Entfernung von bis zu 700 m Brachvogelhabitate entwerten können. Der Einfluss der anderen untersuchten Variablen war zwar negativ, jedoch nicht signifikant. Die Nähe zu Flüssen und Gräben schien den gegenteiligen Effekt zu haben. Ihr Einfluss war positiv, jedoch ebenfalls nicht signifikant (Tab. 13; Abb. 11).

Tab. 13: Ergebnisse der Störkulissen-Auswertung 2013 - 2016. *Methode (1):* Erwartungswert nach GAM. *Methode (2):* Signifikanzbereiche beziehen sich auf die Abstände, bei denen sich die Anzahl der Brachvogelpunkte signifikant von der der Zufallspunkte unterschied (s. Text). *Erforderlicher Mindestabstand:* aus den Ergebnissen von Methode (1) und (2) abgeleitete Empfehlung für die Anlage von Schutzmaßnahmen für Große Brachvögel. *n:* Stichprobengröße, *p:* Signifikanzniveaus: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$; *n.s.:* nicht signifikant.

Variable	n	Methode (1) Erwartungswert (m)	Methode (2)			Erforderlicher Mindest- abstand
			Signifikanz- bereich (m)	p (exakter Test nach Fisher)	95 % Konfidenz- intervall	
Gehölz	79	100 ^{n.s.}		n.s.		
Wald		600***	0-800	0,014	0,21 0,85	700
Alle Gebäude		250 ^{n.s.}	0-300	0,038	0,18 0,96	300
Gebäude bewohnt		300*	0-350	0,020	0,12 0,86	300
Gebäude unbewohnt		650 ^{n.s.}		n.s.		
Weg		100 ^{n.s.}		n.s.		
Fluss		200 ^{n.s.}	0-100	0,062	0,94 14,97	
Graben		50.	0-10	0,091	0,90 4,72	

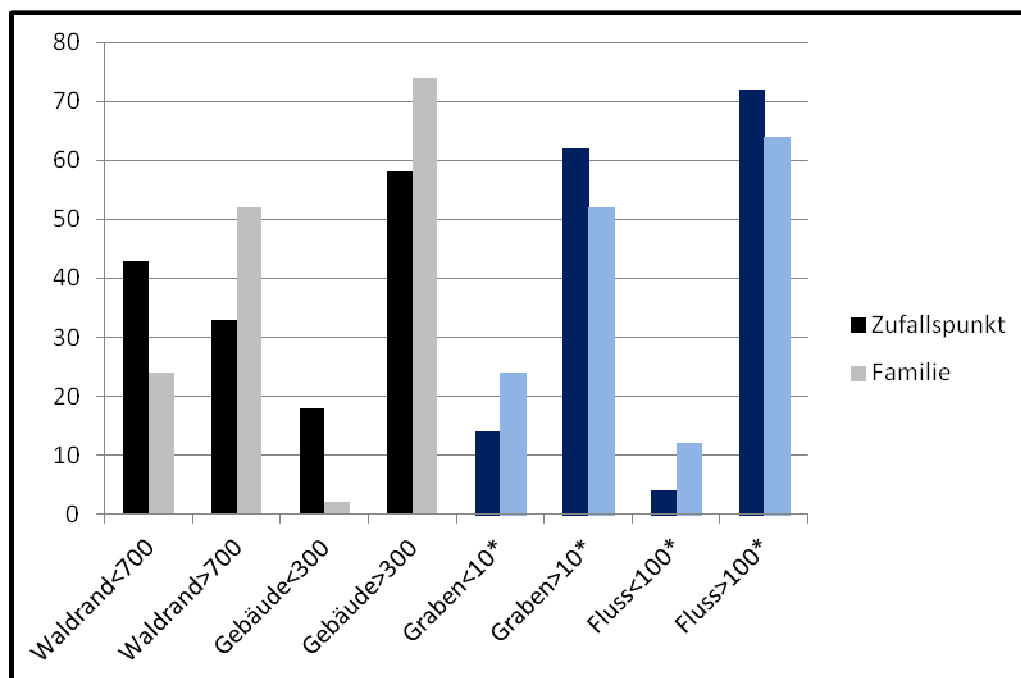


Abb. 11: Prozentuale Verteilung der Großer Brachvogel Familien (helle Balken) bzw. der Zufallspunkte (dunkle Balken) zu ausgewählten Habitatvariablen (Tab. 3). Die Darstellungen der Abstandsklassen wurden für jede Variable individuell den in Tab. 13 empfohlenen Mindestabständen angepasst. $n = 79$ für Familien- sowie für Zufallspunkt. Schwarze Balken: negative Wirkung, blaue Balken: Positive Wirkung. * Ergebnisse waren knapp nicht signifikant (Tab. 13)

Die aus Methode (1) und (2) ermittelten Mindestabstände (Tab. 13) sind als Radius zu verstehen, in dem ein möglichst störungsfreier Raum herrschen sollte, um ein Habitat möglichst attraktiv für Brachvögel zu machen. Die Abstände von Brachvogelfamilien zu Wäldern waren größer als die, die für Individuen bzw. Gelege gemessen wurden. Die Abstände zu Gebäuden waren dieselben (Tab. 14, Meyer et al. 2014, Meyer & Jeromin 2015).

Tab. 14: Vergleichende Darstellung eingehaltener Abstände zu Stör- bzw. positive wirkenden Kulissen von Brachvogel Individuen bzw. Brachvogel Gelegen und Familien. n.s. nicht signifikant.

Variable	Mindestabstand (m)		
	Brachvogel Individuum ¹	Brachvogel Gelege ²	Brachvogel Familie ³
Gehölz	120	n.s.	n.s.
Wald	500	400	700
Gebäude	n.s.	300	300
Weg	100	100	n.s.
Fluss	nicht gemessen	< 400	n.s.
Graben	nicht gemessen	n.s.	n.s.

¹nach Meyer et al. 2014

²nach Meyer & Jeromin 2015

³aus Tab. 13

Für die Berechnung des multivariaten GAM wurden nur die Abstände zu Störkulissen berücksichtigt, die einen signifikanten Einfluss hatten (Tab. 13). Dementsprechend wurden folgende Variablen nicht berücksichtigt: Gehölze, unbewohnte Gebäude, Wege, Flüsse und Gräben. Keine der weiteren Variablen korrelierten miteinander, weshalb sie alle ins Globale Modell einfließen. Das Globale Modell (1) hieß demnach:

An/Abwesenheit Brachvogelfamilie ~ Vegetationshöhe + Habitat-Typ + An/Abwesenheit Binsen + An/Abwesenheit Gruppen + An/Abwesenheit Störkulisse + Anzahl Blüten

Ausschließlich die Variablen "Gruppen" (positiver Einfluss) und "Störkulisse" (negativer Einfluss) hatte einen signifikanten Einfluss auf den Familienstandort der Großen Brachvögel. Die Variablen "Vegetationshöhe" und "Anzahl von Blüten" schienen das Vorkommen negativ, die Variable "Binsen" es positiv zu beeinflussen. Diese Variablen waren im Modell nicht signifikant, weshalb sie entfernt wurde (Modell (2), Tab. 15). Das Entfernen dieser Variablen verbesserte den AIC-Wert des Modells (2) und erklärte somit das Vorkommen der Familien besser (Tab. 15).

Tab. 15: Modellselektion des multivariaten GAM mit Binomialverteilung. Modell (1) enthielt alle Variablen (s. Text). Im Modell (2) wurden die Variablen An/Abwesenheit von Binsen, sowie die Anzahl der Blüten gestrichen.

Modell	AIC	AIC _w	ΔAIC	Devianz	R ²
(1) An/Abwesenheit Brachvogelfamilie ~ Vegetationshöhe + Habitat-Typ + An/Abwesenheit Binsen + An/Abwesenheit Gruppen + An/Abwesenheit Störkulisse + Anzahl Blüten	184,05	0,084	0	168,05	0,167
(2) An/Abwesenheit Brachvogelgelege ~ Habitat-Typ + An/Abwesenheit Gruppen + An/Abwesenheit Störkulisse	181,11	0,364	2,94	171,11	0,165

Ausschließlich die Variablen "Habitat-Typ", "Gruppen" und "Störkulisse" verblieben im Modell mit dem niedrigsten AIC (Tab. 15 und 16). Das Vorhandensein von Grünland (n.s.) hatte einen positiven Einfluss auf die Standortwahl der Familien. Die Habitat-Typen Acker und Moor hatten einen negativen Einfluss (alle n.s.). Im Allgemeinen erklärten die erhobenen Variablen die Standortwahl zu 15 % (Tab. 16).

Tab. 16: Variablen-Schätzwerte des besten Modells (Modell (2) s. Tab. 15). GAM mit Binomialverteilung. Devianz = 171,1; R² = 0,15 ; n=146.

Variable	Regressions- koeffizient	Standard- fehler	z-Wert	P	
Habitat-Typ	Acker	-77,21	3,0e ⁰⁷	0	1
	Grünland	77,83	3,0e ⁰⁷	0	1
	Moor	-24,07	5,62e ⁰⁷	0	1
An/Abwesenheit Gruppen	1,37	0,61	2,27	0,02	
An/Abwesenheit Störkulisse	-1,29	0,37	-3,51	0,0005	

6. Diskussion

6.1 Bestandsentwicklungen und Siedlungsdichte

Der von (Hötker et al. 2005) befürchtete Bestandsrückgang aufgrund der Verlagerung des Bruthabitats konnte auch im Jahr 2016 nicht bestätigt werden. Die Bestände innerhalb der ETS scheinen, im Gegensatz zu den Vorkommen in vielen anderen europäischen Staaten (Berg 1992a; Samigullin 1998; Henderson et al. 2002; IUCN 2016), mit mindestens 78 Revierpaaren stabil zu sein. Diese 78 Revierpaare beziehen sich ausschließlich auf die beschriebenen Untersuchungsgebiete der ETS, die nicht mit den in Tab. 5 kartierten Flächen

übereinstimmten. Die Zählgebiete der genannten Quellen deckten einen größeren Bereich des Schutzgebietes ab, als die Gebiete der vorliegenden Untersuchung. Es ist demnach möglich, dass der Bestand der Großen Brachvögel im gesamten Schutzgebiet noch größer war als 78 Brutpaare.

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.

6.2 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 einen 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. So wurden in diesem Jahr beispielsweise 92 % der Gelege durch zwei Personen gefunden, die einerseits viele Erfahrungen mit der Art haben und andererseits viel Zeit in die Suche der Gelege investierten.

Der Bruterfolg war 2016 in der ETS mit 0,15 flüggen Juvenilen/Revierpaar sehr gering und erreichte seit Beginn der Untersuchung, den niedrigsten Wert. Dieser Wert war weit niedriger als der als bestandserhaltend geltende Wert von 0,41 - 0,62 flüggen Juvenilen/Revierpaar (Grant et al. 1999; Kipp 1999). Lediglich in den Gebieten Börm und Tetenhusen wurden bestandserhaltende Werte erreicht, die jedoch auf einzelne, erfolgreiche Familien und wenige Reviere innerhalb dieser Gebiete zurückzuführen waren. Prädation war ähnlich wie in den Vorjahren, der Hauptgrund für Gelegeverluste. Vor allem ungezäunte Erstgelege gingen zu einem Großteil (78 %) hierdurch verloren. In qualitativ hochwertigen Habitaten können diese Verluste durch Nachgelege kompensiert werden (Schwaiger & Herrmann 2010). In diesem Jahr wurden 17 Gelege als Nachgelege definiert. 58 % der ungezäunten Nachgelege gingen jedoch ebenfalls durch Prädation verloren. Der hohe Prädationsdruck konnte nicht, wie in den vergangenen zwei Jahren, durch die Gelegezäunung kompensiert werden. Der Bruterfolg

innerhalb der Zaungebiete war somit nicht höher als der der Kontrollgebiete. Der in den letzten zwei Jahren beschriebene, positive Einfluss der Zäune konnte auf großer Fläche nicht festgestellt werden. Dies lag vor allem daran, dass einige Gelege innerhalb eines Zaunes nicht schlüpften, da sie von den Altvögeln verlassen wurden. Somit war bereits der Schlupferfolg gezäunter Gelege geringer als in den Jahren zuvor. Der hohe Anteil (10 %) verlassender Gelege innerhalb und außerhalb von Zäunen könnte ebenfalls durch einen hohen Prädationsdruck hervorgerufen worden sein. Untersuchungen hierzu sind in der Literatur keine zu finden, weshalb diese Möglichkeit spekulativ bleibt. Als weitere Ursache des Aufgebens käme zu hohe/dichte Vegetation in Frage. Die Vegetation war, gerade am Ende der Saison, vielerorts sehr dicht und hoch. Es wäre demnach möglich, dass die Vegetation es den Vögeln erschwert hat ihr Gelege weiter zu bebrüten. Die Dichte der Vegetation ist von der Intensität der Bewirtschaftung abhängig (Behrens et al. 2007), was den Faktor "Landwirtschaft" nicht nur im Bezug auf direkte Gelegeverluste, sondern auch indirekt im Bezug auf die Habitateignung, verdeutlicht.

Die Kükenüberlebensrate (17 %) war in diesem Jahr niedriger als in vergangenen Jahren (31 - 48 %). Der hohe Prädationsdruck in der ETS (Jeromin et al. 2016, in Bearb.) dürfte demnach ebenfalls auf die Küken gewirkt haben. Im Vergleich mit Daten anderer Wiesenvögel war dieser Wert jedoch 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).

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; Hötker & Leuschner 2014). Für langlebige Arten wie den Großen Brachvogel ist es nicht notwendig jedes Jahr einen bestandserhaltenden Bruterfolg zu erreichen. Um langfristig genügend Küken aufzuziehen, muss es nur hin und wieder Jahre geben, in denen weitaus höhere Bruterfolge erzielt werden. Da der Bruterfolg einzelner Jahre stark schwanken kann, und somit auf lange Sicht trotzdem ausreichend ist, um eine Population stabil zu erhalten, müssen weitere Untersuchungsjahre folgen, um aus den vorliegenden Ergebnissen konkrete Schlussfolgerungen zu ziehen.

6.3 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 2016 zurückgebliebenen Eier betrafen 90 % der Gelege mit Schlupferfolg bzw. 21 % 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 beschrieben werden.

6.4 Rückkehrraten

Die hohe Brutort-Treue adulter Vögel deckte sich mit Angaben anderer Studien (Kipp 1982; Kube 1988). Und auch die geringere Geburtsort-Treue wurde bereits aus anderen Gebieten dokumentiert (mündl. Auskunft Robert Tüllinghoff). Durch weitere Meldungen aus Irland, England, Frankreich und den Niederlande konnten mögliche Überwinterungsstandorte bzw. Rastgebiete der Individuen dieser Population ermittelt werden. 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 der Tiere aufmerksam zu werden/machen.

6.5 Habitatanalyse-Familien

Auf der lokalen Skala wurden mögliche Störkulissen für die Aufenthaltsorte von Brachvogel Familien identifiziert. Hier zeigte sich, dass einzig die Variablen Wälder und bewohnte Gebäude eine signifikant negative Wirkung auf das Vorkommen hatten. Gebäude wurden in geringeren Abständen (Störwirkung <300 m) toleriert als Wälder (Störwirkung <700 m). Die tatsächlichen Meidungsentfernungen (Tab. 13) sind mit Unsicherheiten behaftet und sollten deshalb nur als grobe Anhaltspunkte, denn als konkrete Grenzen des Störeinflusses betrachtet

werden. Die Ergebnisse decken sich in etwa mit denen für Individuen und Gelege des Großen Brachvogels. Die Störwirkung von Wäldern auf Familien war jedoch größer, als auf Individuen oder Gelege der Art (Tab. 14). Vermutlich mieden die Küken führenden Vögel die Nähe zu Wäldern noch intensiver, da die Gefahr der Prädation in der Nähe von Wäldern erhöht sein könnte. Die Nähe zu einzelnen Gehölzen schien für die Familien, ähnlich wie für die Anlage von Gelegen, eine untergeordnete Rolle zu spielen. Ebenso die Nähe zu Flüssen, obwohl diese Variable im Modell der Gelege die einzig signifikante Variable war (Meyer & Jeromin 2015b).

Im Zusammenspiel aller Faktoren (multivariate Analyse) zeigte sich, dass weder die Vegetationshöhe oder das Vorhandensein von Binsen, noch das Vorhandensein von Blüten einen Einfluss auf den Familienstandort hatten. Die Anwesenheit von Grünland hatte, im Gegensatz zu den Habitat-Typen Acker und Moor zwar eine positive Auswirkungen, diese war aber nicht signifikant. Ausschließlich eine geringe Anzahl Zufallspunkte und keine Familienpunkte befanden sich auf Acker ($n = 5$) bzw. Moor ($n = 3$), weshalb die Aussagekraft für diese Variablen zu vernachlässigen ist. Von den Variablen, die das Vorkommen der Brachvogel Familien am wahrscheinlichsten erklärten, hatten ausschließlich das Vorhandensein von *Grüppen* und die *Nähe zu Störkulissen* einen signifikanten Einfluss (Tab. 16).

Das bloße Vorhandensein von *Grüppen* dürfte hierbei nicht der entscheidende Faktor gewesen sein. Grüppen dienen in der allgemeinen landwirtschaftlichen Praxis der Entwässerung von Flächen. Während der vermeintlich warmen und trockenen Aufzuchtphase der Brachvogelküken (Ende Mai bis Juli) wäre es denkbar, dass sowohl die Altvögel, als auch die Küken hier noch Nahrung und Wasser vorfinden, welches sie auf trockeneren Flächen nicht finden. Um diese Vermutung zu untermauern müssten Experimente zur Nahrungswahl, Bodenfauna und Penetrierbarkeit des Bodens durchgeführt werden. Weiterhin können Grüppen als Deckung vor möglichen Feinden genutzt werden (eigene Beobachtungen).

Die *Nähe zu Störkulissen* setzte sich ausschließlich aus den Variablen "Nähe zu Wäldern" und "Nähe zu bewohnten Gebäuden" zusammen, da für keine weitere der getesteten Variablen (Tab. 3) ein signifikanter Einfluss nachweisbar war (Tab. 13). Selbst das beste Modell erklärte die Varianz der Daten nur zu 15 %. Die Wahl der Aufzuchtorte der Brachvögel in der ETS wird höchstwahrscheinlich durch andere Faktoren beeinflusst, die nicht in das Modell einfließen. Weitere wichtige Faktoren sind beispielsweise die Verfügbarkeit von Nahrung oder das Risiko von Feinden erbeutet zu werden bzw. die Küken an Prädatoren zu verlieren. Die Nahrungsverfügbarkeit hängt von einer Reihe Faktoren wie

Vegetationszusammensetzung und -dichte, Art der Bewirtschaftung (Oppermann et al. 1987; Behrens et al. 2007; Schekkerman & Beintema 2007) und Feuchtigkeit der Flächen (Weiss et al. 1999) ab. Diese wurden von den erhobenen Variablen vermutlich nicht vollständig abgedeckt. Um die Nahrungsverfügbarkeit zu messen, müssten sowohl Pflanzen, Bodenorganismen, aquatische Lebewesen und epigäische (auf dem Boden lebend) Wirbellose erfasst werden. Sie alle kommen als Nahrungsorganismen des Großen Brachvogels infrage (Beintema & Visser 1989a; Boschert & Rupp 1993; Boschert 2006). Auch der Feinddruck ist von einer Reihe Faktoren abhängig. So zum Beispiel die Dichte der Beutetiere wie Kleinsäuger (Jedrzejewski et al. 1995; Sidorovich et al. 2005) oder Abstände zu Randstrukturen (Stillman et al. 2006). Auch sie wurden mit den gemessenen Variablen vermutlich nicht adäquat wiedergegeben.

Auf grober geografischer Skala (Hötker & Thomsen 2012) zeigte sich, dass der Grünlandanteil innerhalb eines Gebietes, die Offenheit des Geländes, der Anteil an organischen Böden und die Durchführung von Schutzmaßnahmen, eine positive Wirkung auf das Vorkommen von Individuen des Großen Brachvogels hatten. Weiterhin hoben Studien aus anderen Gebieten heterogene Vegetation, Feuchtigkeit-anzeigende Pflanzen (Pearce-Higgins & Grant 2006), das Vorkommen von Frischwasser und die Größe des Gebietes (De Jong 2012) als entscheidende Faktoren hervor.

Die Ergebnisse des Familien-Modells auf kleiner geografischer Skala (dieser Bericht, Kapitel 7), unter Einbezug des Individuen-Modells auf kleiner- und grober geografischer Skala (Meyer et al. 2014), sowie des Gelege-Modells (Meyer & Jeromin 2015b) legten nahe, dass die Eignung eines Standorts für Große Brachvögel durch folgende Faktoren definiert wird:

Das Gebiet sollte möglichst nah an Flüssen bzw. Süßwasserquellen gelegen sein (Meyer & Jeromin 2015a). Es sollte aus großflächigen, unzerschnittenen Grünländern bestehen, sowie organische Böden aufweisen. Weiterhin sollten Maßnahmen zum Schutz der Gelege und Familien vor landwirtschaftlichen Verlusten durchgeführt werden (Hötker & Thomsen 2012). Flächen sollten weiter als 120 m von Gebüsch/Gehölzen, 600 - 800 m von Wäldern, 300 m von Gebäuden sowie 100 m von Wirtschaftswegen entfernt sein. Die Fläche sollte eine Mähwiese mit geringer Wüchsigkeit/Vegetationsdichte aber nicht zu geringer Vegetationshöhe sein.

7. 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.

Zur Ermittlung von Überlebensraten sollte die Beringung der Alt- und Jungvögel in jedem Fall fortgesetzt werden.

Es wird auch empfohlen, die Kükensterblichkeit und/oder die Anzahl an unbefruchteten oder faulen Eiern zu kontrollieren, um so ggf. herauszufinden, wodurch geringe Schlupfraten verursacht werden.

8. Danksagung

Wir danken dem Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein für die Finanzierung der Untersuchung. Weiterhin gilt unser Dank in diesem Jahr den Helfern, die uns beim Aufbau und Batteriewechsel der Zäune geholfen haben. Vor allem Helmut Schriever war bei den körperlich anstrengenden Arbeiten unersetzlich. Aber auch Dr. Knut Jeromin sowie Dr. Martina Bode von Kuno e.V. standen uns, vor allem durch fachlichen Rat, immer zu Seite und waren eine große Hilfe in allen Bereichen.

Wir danken Dr. Hermann Hötker für die Entwicklung des Konzeptes und für seine Präsenz wann immer sie nötig war. Ein großer Dank geht an Dominic Cimiotti für die Beringung der Großen Brachvögel. 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.

9. Literatur

- Alkemeier F. (2008): *Wiesenbrüterkartierung 2008 im Bereich Wiesmet (Altmühltal zwischen Muhr am See und Ornbau)*. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz.
- Ausden M., Hiron G., Kennerley R. (2011): *Using anti-predator fences to increase wader productivity*. *Conservation Land Management* 2011: 5-8.
- Behrens M., Artmeyer C., Stelzig V. (2007): *Das Nahrungsangebot für Wiesenvögel im Feuchtgrünland*. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 39: 346-352.
- Beintema A. J. (1995): *Fledging success of wader chicks, estimated from ringing data*. *Ringling & Migration* 16: 129-139.
- Beintema A. J., Visser G. H. (1989a): *The effect of weather on time budgets and development of chicks of meadow birds*. *Ardea* 77: 181-192.
- Beintema A. J., Visser G. H. (1989b): *Growth parameters in chicks of charadriiform birds*. *Ardea* 77: 169-180.
- Berg A. (1992a): *Factors affecting nest-site choice and reproductive success of Curlews (Numenius arquata) on farmland*. *Ibis* 134: 44-51.
- Berg A. (1992b): *Habitat selection by breeding Curlews Numenius arquata on mosaic farmland*. *Ibis* 134: 355-360.
- Boschert M. (2004): *Der Große Brachvogel (Numenius arquata (Linnaeus 1758)) am badischen Oberrhein - Wissenschaftliche Grundlagen für einen umfassenden und nachhaltigen Schutz*. Ph D, Univesität Tübingen.
- Boschert M. (2006): *Wieseneinerlei oder Heuschreckenbeinchen: Zur Nahrungsökologie von Küken und Jungvögeln des Großen Brachvogels (Numenius arquata)*. *Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen* 32: 227-238.
- Boschert M., Rupp J. (1993): *Brutbiologie des Großen Brachvogels Numenius arquata in einem Brutgebiet am südlichen Oberrhein*. *Vogelwelt* 114: 199-221.
- Brown D., Crockford N., Sheldon R. (2014): *Drivers of population change and conservation priorities for the Numeniini populations of the world*. *BirdLife International, International Wader Study Group*.
- 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*.
- De Jong A. (2012): *Matching a Changing World - the Importance of Habitat Characteristics for Farmland Breeding Eurasian Curlew*. *Doctoral Thesis. Faculty of Forest Sciences Department of Wildlife, Fish, and Environmental Studies Umeå*.
- Dinsmore S. J., White G. C., Knopf F. L. (2002): *Advanced techniques for modeling avian nest survival*. *Ecology* 12: 3476-3488.
- DWD (2014): *Deutscher Wetter Dienst*, http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_windoLabel=T16602574671148363932656&_urlType=action&_pageLabel=_dwdwww_kma_umwelt_datenzentren_nkdz (04.08. 2014).
- DWD (2015): *Deutscher Wetterdients*, http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_windoLabel=T16602574671148363932656&_urlType=action&_pageLabel=_dwdwww_kma_umwelt_datenzentren_nkdz (04.08. 2015).
- DWD (2016): *Deutscher Wetterdients*, https://kunden.dwd.de/weste/xl_3.jsp (17.08. 2015).
- 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 Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (kodifizierte Fassung).
- 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.
- Helmecke A., Hötter H., Bellebaum J., Cimiotti D., Jeromin H., Thomsen K. M. (2011): *Populationsmodell Uferschnepfe Schleswig-Holstein Brutbiologie, Farbberingung 2011. Projektbericht für das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen*
- Henderson I. G., Wilson A. M., Steele D., Vickery J. A. (2002): *Population estimates, trends and habitat associations of breeding Lapwing, *Vanellus vanellus*, Curlew *Numenius arquata* and Snipe *Gallinago gallinago* in Northern Ireland in 1999*. *Bird Study* 49: 17-25.
- Hötter H., Jeromin H., Thomsen K. M. (2011): *Bestandentwicklung der Wiesen-Limikolen in Schleswig-Holstein*. *Corax* 22: 51- 70.
- Hötter 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.
- Hötter H., Leuschner C. (2014): *Naturschutz in der Agrarlandschaft am Scheideweg. Misserfolge, Erfolge, neue Wege. Michael-Otto Stiftung*.
- Hötter H., Teunissen W. (2006): *Bestandsentwicklung von Wiesenvögeln in Deutschland und in den Niederlanden*. *Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen* 32: 93-98.
- Hötter H., Thomsen K.-M. (2012): *Schutzsituation des Brachvogels *Numenius arquata* in Schleswig-Holstein: Habitatnutzung, Analyse der Schutzmaßnahmen, zukünftige Schutzkonzepte. Bericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen*.
- 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).
- Jedrzejewski W., Jedrzejewski B., Szymura L. (1995): *Weasel Population Response, Home Range, and Predation on Rodents in a Deciduous Forest in Poland*. *Ecology* 76: 179-195.
- Jensen F. P., Lutz M. (2007): *Management Plan for Curlew (*Numenius arquata*) 2007-2009. Natura2000 Technical report-003-2007*
- 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. (2010): *Gemeinschaftlicher Wiesenvogelschutz 2010- Erprobung und Weiterentwicklung eines Artenschutzprogramms-. Projektbericht für Kuno e.V., Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen*.

- Jeromin H. (2011): *Gemeinschaftlicher Wiesenvogelschutz 2011- Erprobung und Weiterentwicklung eines Artenschutzprogramms-. 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., Hötker H. (2014): *Wiesenvögel in Schleswig-Holstein. Jagd und Artenschutz-Jahresbericht 2014: 64-68.*
- 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 H., Meyer N., Evers A. (2016, in Bearb.): *Gemeinschaftlicher Wiesenvogelschutz 2016- Erprobung und Weiterentwicklung eines Artenschutzprogramms-. Projektbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, 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., Kieckbusch 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.*
- Kruk M., Noordervliet M. A. W., Ter Keurs W. J. (1996): *Hatching dates of waders and mowing dates in intensively exploited grassland areas in different years. Biol. Conserv. 77: 213-218.*
- 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. (2015a): *Gelegeschutzmaßnahmen beim Großen Brachvogel – Bericht 2015. Projektbericht für Kuno e.V., Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.*
- Meyer N., Jeromin H. (2015b): *Schutzgebietssystem für Brachvögel in Schleswig-Holstein – Bericht 2015. 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. (2016): *Gelegeschutzmaßnahmen beim Großen Brachvogel – Bericht 2016. 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.*
- Oppermann R., Reichholt J., Pladenhauer J. (1987): *Beziehung zwischen Vegetation und Fauna in Feuchtwiesen - untersucht am Beispiel von Schmetterlingen und Heuschrecken in zwei Feuchtgebieten Oberschwabens. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 62: 347-379.*
- Pearce-Higgins J. W., Grant M. C. (2006): *Relationships between bird abundance and the composition and structure of moorland vegetation. Bird Study 53: 112-125.*
- R Development Core Team. (2008): *R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.*
- Romahn K., Jeromin K., Kiebusch J., Koop B., Struwe-Juhl B. (2008): *Europäischer Vogelschutz in Schleswig Holstein-Arten und Schutzgebiete. LANU SH-Natur.*
- Roodbergen M., van der Werf B., Hötter 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.*
- Samigullin G. M. (1998): *Migration, breeding and population size of Curlew Numenius arquata in Orenburg Region, Russia. International Wader Studies 10: 325-328.*
- Schekkerman H., Beintema A. J. (2007): *Abundance of invertebrates and foraging success of Black-tailed Godwit Limosa limosa chicks in relation to agricultural grassland management. Ardea 95: 39-54.*
- 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.*
- Sidorovich V., Sidorovich A., Izozova I. (2005): *Variations in the diet and population density of the red fox Vulpes vulpes in the mixed woodlands of norther Belarus. Mammalian Biology 71: 74-89.*
- Stillman R., MacDonald M., Bolton M., le V. dit Durell S., Caldow R., West A. (2006): *Management of wet grassland habitat to reduce the impact of predation on breeding waders: Phase 1. Final Report. Center for Ecology & Hydrology: 1-107.*
- 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 biometrics to sex adult Eurasian Curlews Numenius a. arquata. Wader Study Group Bulletin 120: 71-74.*
- 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.*

- Valkama J., Robertson P., Currie D. (1998): *Habitat selection by breeding curlews (Numenius arquata) on farmland: the importance of grassland.* Ann. Zool. Fennici 35: 141-148.
- 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.
- Weiss J., Michels C., Jöbges M., Kettrup M. (1999): *Zum Erfolg im Feuchtwiesenschutzprogramm NRW-das Beispiel Wiesenvögel.* LÖBF-Mitteilungen 3/99: 14-26.
- White G. C., Burnham K. P. (1999): *Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals.* Bird Study 46: 120-139.
- Zuur A. F., Ieno E. N., Walker N. J., Saveliev A. A., Smith G. M. (2009): *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R.* Springer.