



# Schutzgebietssystem für Brachvögel in Schleswig-Holstein

## Untersuchungen 2015

Endbericht November 2015

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  
Michael-Otto-Institut@NABU.de

## **Schutzgebietssystem für Brachvögel in Schleswig-Holstein – Bericht 2015**

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

**Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen**

**November 2015**

Natalie Meyer<sup>1</sup>

Heike Jeromin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Micheal-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, 24861 Bergenhusen

Natalie.Meyer@NABU.de

## Inhaltsverzeichnis

<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>2. UNTERSUCHUNGSGEBIET .....</b>	<b>7</b>
<b>3. WITTERUNGSVERLAUF IM UNTERSUCHUNGSJAHR .....</b>	<b>9</b>
<b>4. MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>10</b>
4.1 BESTANDSERFASSUNG .....	10
4.2 GELEGESUCHE .....	11
4.3 SCHLUPF- UND BRUTERFOLG .....	11
4.4 EINZÄUNUNG DER GELEGE .....	13
4.5 FANG UND BERINGUNG .....	16
4.6 BEOBACHTUNGEN FARBBERINGTER VÖGEL .....	18
4.7 AUSWERTUNG .....	18
4.8 HABITATANALYSE-GELEGE .....	19
<b>5. ERGEBNISSE .....</b>	<b>22</b>
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 BEOBACHTUNGEN FARBBERINGTER VÖGEL .....	33
5.5 HABITATANALYSE-GELEGE .....	37
<b>6. DISKUSSION .....</b>	<b>40</b>
6.1 BESTANDSENTWICKLUNGEN UND SIEDLUNGSDICHTE .....	40
6.2 FANG, BERINGUNG UND BEOBACHTUNGEN FARBBERINGTER VÖGEL .....	41
6.3 SCHLUPF- UND BRUTERFOLG .....	42
6.4 PROBLEME BEIM SCHLUPF .....	44
6.5 HABITATANALYSE-GELEGE .....	44
<b>7. EMPFEHLUNGEN .....</b>	<b>46</b>
<b>8. DANKSAGUNG .....</b>	<b>47</b>
<b>9. LITERATUR .....</b>	<b>48</b>

## 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 zu erhalten bzw. zu fördern. Die Entwicklung von Modellen, welche Schlüsse auf die Bestandssituation zulassen, erfordert das Wissen über Parameter wie Bruterfolg, Zu- und Abwanderungsraten, sowie die Überlebensraten ausgewachsener und juveniler Großer Brachvögel. Entsprechende Daten über Große Brachvögel aus Schleswig-Holstein fehlen bisher 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 2015 wurden insgesamt 96 Brachvogelreviere innerhalb der Untersuchungsgebiete identifiziert, in denen 69 Gelege gefunden wurden. Alle Gelege wurden im Rahmen des Gemeinschaftlichen Wiesenvogelschutzes vor landwirtschaftlicher Zerstörung geschützt. Dieser Schutz war unerlässlich für den Erfolg der Schutzmaßnahme. Es gelang sieben Altvögel und 27 Jungvögel mit individuellen, aus größerer Entfernung erkennbaren, Farbringkombinationen zu markieren.

Weiterhin wurden in zwei Teilgebieten knapp 50 % der gefundenen Gelege mit einem Elektrozaun eingezäunt. Hierbei wurde ermittelt, ob dieser Schutz gegen Bodenprädatoren zu einem höheren Bruterfolg führt. Das Jahr 2015 zeichnete sich durch hohe Verlustraten der Erstgelege aus, die zu einem Großteil der Prädation zuzuschreiben waren. Durch das Einzäunen der Gelege zum Schutz vor Bodenprädatoren lag der Schlupferflog bei rund 50 %. Der Bruterfolg lag bei 0,42 flüggen Juvenilen/Revierpaar. Dieser gilt erstmalig, seit Beginn der Untersuchung (2013), als Populationserhaltend. Auch die Überlebensrate der Küken war mit rund 39 % recht gut. Ein Habitatmodell für Gelegestandorte des Große Brachvogels machte deutlich, dass die Eignung eines Standortes durch die Nähe zu Flüssen und das Vorhandensein von Grünland steigt. Störkulissen wie Gehölze, Wälder, Gebäude und Wege (in unterschiedlichen Abstandsklassen) wirkten negativ auf die Gelegeanlage. Das Modell konnte die Varianz der Daten jedoch nur zu 11 % erklären, weshalb es wahrscheinlich ist, dass die Wahl des Gelegestandortes auch noch von andern Faktoren als den untersuchten abhängt. 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 2015)). Weltweit erfahren die Bestände des Großen Brachvogels einen teilweise starken Rückgang (Busch & Jeromin 2013; IUCN 2015). In Deutschland wurde der Große Brachvogel aufgrund des anhaltenden Bestandsrückgangs in der neuen Roten Liste von 2007 (Südbeck et al. 2007) von Kategorie 2 (stark gefährdet) auf Kategorie 1 (vom Aussterben bedroht) hochgestuft. 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 hervorgerufen. 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 hervorgerufen (Brown et al. 2014). 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 hauptsächlich im Binnenland, außerhalb der Seemarschen (Berndt et al. 2003; Hötker et al. 2007; Hötker & Jeromin 2010). 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 diesem 15.014 ha großen Gebiet brüten ca. 78 - 96 Brutpaaren der Art (Busch & Jeromin 2013; Meyer et al. 2014), was rund 26 - 32 % des Schleswig-Holsteinischen (Koop & Berndt 2014) und 8 % des gesamtdeutschen (Südbeck et al. 2007) 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). In den vergangenen fünf Jahren zeigten sich Bestandsanstiege der Art in einigen Gebieten der ETS, wobei es sich häufig um Bereiche handelt, in denen der „Gemeinschaftliche Wiesenvogelschutz“ (GWS) durchgeführt wird (Jeromin 2010; Hötcker 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 2014). 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.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, für den Großen Brachvogel ein Schutzgebietskonzept zu entwickeln. Ziel dieses Konzeptes ist es, den Bestand der Art in Schleswig-Holstein zu erhalten. 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 Große Brachvögel erreicht werden können.

Zahl und Größe der für den Erhalt des Großen Brachvogels notwendigen Schutzgebiete sollen über Populationsmodelle abgeschätzt werden. Um diese Modelle zu konstruieren, müssen Daten über den Bruterfolg, Zu- und Abwanderungsraten, sowie die Überlebensraten ausgewachsener und juveniler Brachvögel vorliegen. Zusätzlich ist das Verbreitungsbild der Art in Schleswig- Holstein und die Siedlungsdichten verschiedener Gebiete zu beachten. Zum jetzigen Zeitpunkt liegen nur aus wenigen Gebieten und Ländern verlässliche Daten zur Brutbiologie vor (Busch & Jeromin 2013). Daten zur Zu- und Abwanderung bzw. Rückkehraten aus Schleswig-Holstein fehlen für den Großen Brachvogel vollkommen. Die vorliegende Untersuchung dient auch der Schließung dieser Wissenslücken.

Um wichtige populationsbiologische Berechnungen anstellen zu können, müssen nicht nur die Überlebensraten bekannt sein. Es muss auch ermittelt werden, welche Einflüsse

Umsiedlungen auf die Populationsdynamik der Art besitzen. Insbesondere muss die Frage beantwortet werden, über welchen Raum sich Jungvögel aus Quellpopulationen ausbreiten. Nur so kann ein Schutzgebietssystem entwickelt werden, welches den Bestand der Art in der Kulturlandschaft langfristig gewährleisten kann.

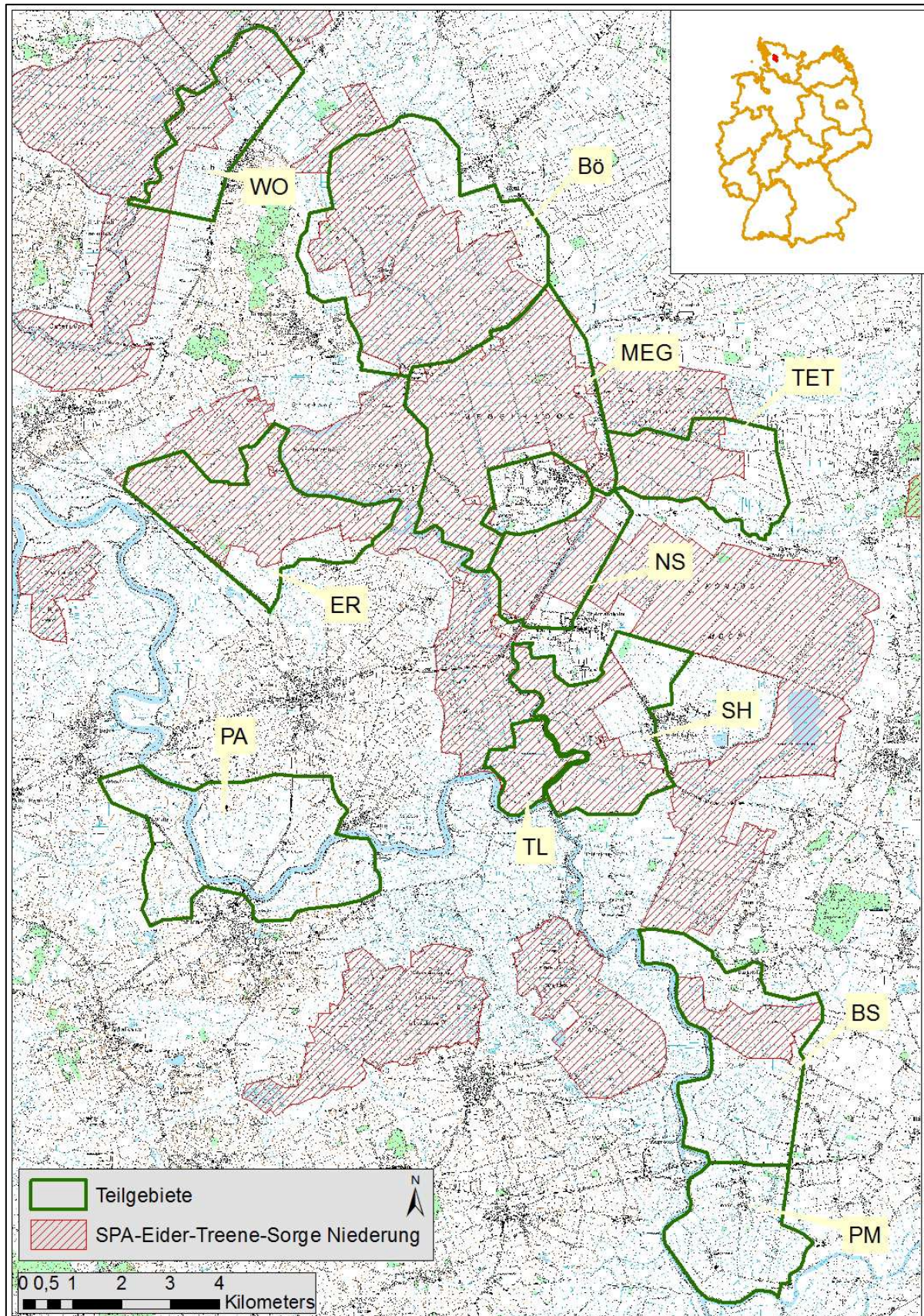
Für die Ermittlung demographischer Parameter wurden sowohl Altvögel, als auch Küken des Großen Brachvogels mit individuellen Farbringkombinationen beringt. Diese Farbringe dienen dazu, die markierten Vögel, in der gleichen Saison und vor allem auch in zukünftigen Jahren zu kontrollieren. Mit Hilfe eines Spektivs oder Fernglases können die Farbringe, ohne eine Störung der Vögel, abgelesen werden. Die daraus gewonnenen Daten dienen der Berechnung von Überlebens- und Abwanderungsraten.

Die im Jahr 2014 begonnene Untersuchung zum Schutz von Einzelgelegen durch Elektrozäune (Meyer & Jeromin 2014) wurde auch im Jahr 2015 an ca. 50 % der Gelege in ausgewählten Untersuchungsgebieten weitergeführt. Ziel dieser Maßnahme war die Steigerung des Bruterfolgs 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, welches die Ansprüche von Individuen der Art untersuchte (Meyer et al. 2014), für Gelegestandorte 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)), wurde die Erhebungen in der gesamten ETS durchgeführt. Für bestimmte Fragestellungen und im Sinne der Übersichtlichkeit wurden bereits 2013 Teilgebiete bestimmt. Die Gebietsgrenzen wurden aus dem Jahr 2013 übernommen. Somit wurden 11 Teilgebiete untersucht, von denen neun intensiver überwacht wurden (Abb. 1).



**Abb. 1:** Lage des SPA Eider-Treene-Sorge Niederung DE1622-493 (rot schraffiert) sowie der Teilgebiete (grün umrandet, WO: Wohldede; BÖ: Börme; 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 den 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 2015 des Deutschen Wetterdienstes, Station Schleswig, zusammengestellt (DWD 2015). Um eine Aussage darüber treffen zu können, wie sich das Jahr 2015 im Vergleich zu Vorjahren darstellte, wurden archivierte Daten (Temperatur-Mittelwerte bzw. summierter Niederschlag der jeweiligen Monate der Jahre 1981 - 2010) des Deutschen Wetterdienstes (DWD 2015) ausgewertet und die Daten der Jahre 2013 und 2014 hinzugezogen (Tab. 1). Temperaturangaben beziehen sich jeweils auf Mittelwerte der Messungen in 2 m Höhe.

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

	Temperaturen (°C)				Niederschlag (mm)					
	1981 - 2010	2013	2014	2015	1981 - 2010		2013	2014	2015	
	T	T	T	T	N	N	N	N	N	N
	mittel	mittel	mittel	mittel	max	min	Σ	Σ	Σ	Σ
<b>März</b>	3,7	-0,4	6,4	5,1	14,3	0	67	15,7	30,6	84,8
<b>April</b>	7,4	6,3	9,4	7,8	5,0	0	43	20,8	69,2	25,3
<b>Mai</b>	11,6	12,1	12,3	10,5	17,7	0	57	86,3	125,5	87,0
<b>Juni</b>	14,6	14,6	15,5	13,7	7,7	0	76	108,8	33,4	40,9
<b>Juli</b>	16,7	18,1	19,9	16,5	32,7	0	87	49,4	44,2	150,9

Die Temperaturen des Jahres 2015 lagen im Bereich der Durchschnittstemperaturen der vergangenen Jahre (1989 - 2010). Lediglich der März war durchschnittlich zwei Grad wärmer. Im Vergleich zum Jahr 2014 waren alle untersuchten Monate kälter (durchschnittlich um 1,6 - 3,4 °C) und auch zum Jahr 2013 waren die Monate Mai bis Juli kälter (durchschnittlich um 0,9 - 1,6 °C). Die Monate März und April waren hingegen wärmer als im Jahr 2013 (4,7 bzw. 1,5 °C).

Die Monate April und Juni des Jahres 2015 waren trockener als der Durchschnitt der Jahre 1981 - 2010. Die Monate März, Mai und Juli hingegen waren feuchter. Vor allem der Mai und

Juli zeichneten sich mit einer summierten Niederschlagsmenge von 87,3 mm (Mai) und 150,9 mm (Juli) durch häufige und lang anhaltende Regenfälle aus (Tab. 1).

Im Vergleich zum Jahr 2013 waren alle Monate bis auf den Juni feuchter, wobei sich dies besonders im März und Juli bemerkbar machte (im Vergleich zu 2013 durchschnittlich 69,1 bzw. 101,5 mm mehr Niederschlag). Der Juni hingegen war im Vergleich zu 2013 weitaus trockener (67,9 mm weniger Niederschlag). Im Vergleich zum Jahr 2014 waren es die Monate März, Juni und Juli, die mehr Niederschlag brachten. Auch hier hoben sich die Monate März und Juli besonders ab, da sie im Durchschnitt 54,2 bzw. 106,7 mm mehr Niederschlag brachten als im Jahr 2014. Die Monate April und Mai hingegen waren mit einer summierten Niederschlagsmenge von 25,3 mm (April) und 87,0 mm (Mai) deutlich trockener als im Jahr 2014 (durchschnittlich 43,9 bzw. 38,5 mm weniger Niederschlag).

## **4. Material und Methoden**

Die Untersuchungen wurden von März bis Juli 2015 durchgeführt.

### **4.1 Bestandserfassung**

Die Teilgebiete (Abb. 1) wurden systematisch nach Großen Brachvögeln abgesucht, wobei Kartierungen aus den vergangenen Jahren als Orientierung dienten (Meyer et al. 2014). 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 Teilgebieten 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 Teilgebiet 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; Pahlen: Hans Holzt; Tielen/Erfde: Johann-Jürgen Block) unterstützt wurde. 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: Harm Peters;

Süderholm: Peter Langholz) 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. Es 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. 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).

## 4.3 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.

Verluste durch landwirtschaftliche Aktivitäten waren durch offensichtliche Veränderungen der Flächenstruktur und der Beschädigung der Markierungsstöcke sowie der Gelegemulde deutlich zu erkennen. Prädation wurde nur bedingt anhand von Schnabel- oder Bissspuren festgestellt (Abb. 2). Sowohl Krähen und Möwen 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 feinste Schalensplitter oder Eischalen-Reste auf dem Gelegeboden (Abb. 2), 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 geöffnet, um herauszufinden warum sie nicht schlüpften. Der Grund hierfür wurde einer der folgenden Kategorien zugeordnet:

- Unbefruchtet: Keinerlei Entwicklung innerhalb des Eis zu erkennen.
- Absterben des Embryos: Eine Entwicklung ist erkennbar (Adern, Gewebe, etc.) aber der Embryo hat sich ab einem gewissen Zeitpunkt nicht weiter entwickelt.

- Tod während des Schlupfes: Der Embryo ist voll entwickelt, aber während oder nach dem Schlupf gestorben.

Ein Gelege wurde als Erstgelege klassifiziert, wenn es vor dem 29.04. gefunden wurde. Alle Gelege, die nach diesem Datum gefunden wurden, galten als Nachgelege, sofern der Beginn der Legephase sich ebenfalls nach diesem Zeitpunkt befand. Dieser wurde in den meisten Fällen durch die Eianzahl, den Schlupftermin oder die Wässerung der Eier (Van Paassen et al. 1984) bestimmt. Die Dokumentation des Bruterfolges (flügge Juvenile pro 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. Wurde vor Erreichen dieses Alters die Familien nicht mehr ausfindig gemacht, 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 Küken pro Anzahl geschlüpfter Küken) wurde berechnet. Hierzu wurde zunächst die durchschnittliche Anzahl geschlüpfter Küken pro Gelege ermittelt (Mittelwert der Jahre 2013 - 2015). Dieser Wert, multipliziert mit der Anzahl der Gelege mit Schlupferfolg, ergibt die theoretisch maximale Anzahl geschlüpfter Küken (100 %). Hieraus resultierend ließ sich die prozentuale Kükenüberlebensrate ableiten.



**Abb. 2:** Von links nach rechts: Frisch geschlüpftes Küken in der Gelegemulde; Schalenreste nach Schlupf; Schalenrest nach Prädation.

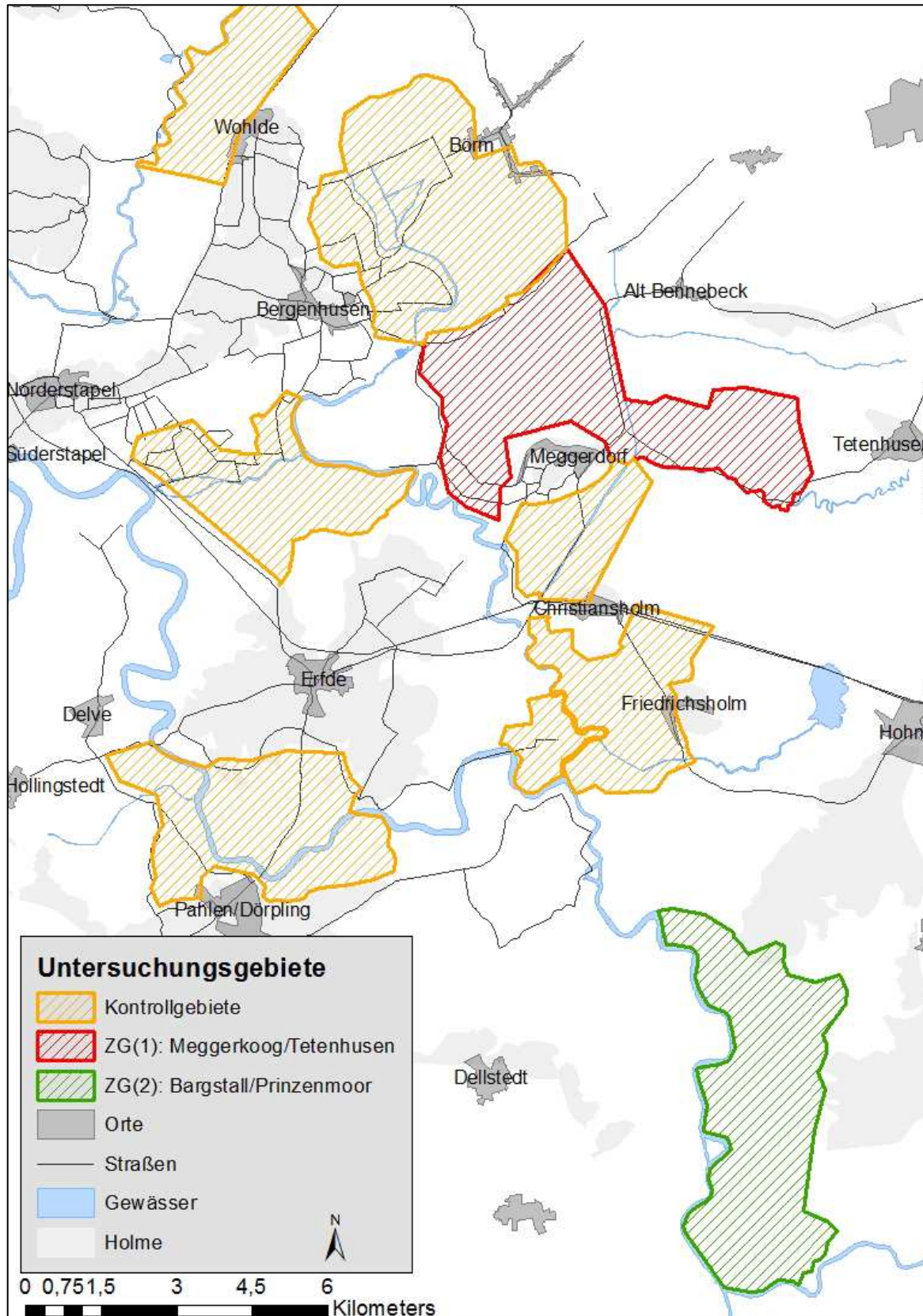
#### 4.4 Einzäunung der Gelege

Aus Studien an anderen Wiesenvögeln 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 Bruterfolgs 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, könnte das Einzäunen einzelner Gelege durchaus einen großen Beitrag zur Erhaltung der Art leisten. Die im Jahr 2014 begonnene Untersuchung zum Einzäunen von Einzelgelegen des Großen Brachvogels (Meyer & Jeromin 2014) wurde auch in diesem Jahr weitergeführt. Die im vorherigen Jahr ausgewählten Zaungebiete ((1) Meggerkoog/Tetenhusen; (2) Bargstall/Prinzenmoor) wurden aufgrund ihrer hohen Brachvogel-Revierdichte auch im Jahr 2015 beibehalten (Tab. 2). Jeweils zwei dieser Gebiete lagen so nah 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 2013	Reviere 2014	Anzahl 2015	Reviere
1	Meggerkoog	1.264	15	23	21	
	Tetenhusen	567	6	7	9	
	<b>Summe</b>	<b>1.831</b>	<b>21</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	
2	Bargstall	960	10	7	17	
	Prinzenmoor	594	3	8	5	
	<b>Summe</b>	<b>1.554</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	

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 sie 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 und 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 zu beobachten. 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 ab diesem Moment 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 dieses aus ausreichender Entfernung zu beobachten. Kam einer der Altvögel zum Brüten zurück, 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 Tage die Batterie gewechselt. Während des Austauschs wurde weiterhin das Gelegesgeschick 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 an maximal 50 % der Gelege eines Zaungebietes angewandt. Alle anderen Gelege wurden zwar markiert, um ihr Schicksal zu verfolgen und sie 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 Gelegebrütung auf dem Nest gefangen. Hierzu wurden verschiedene Fangmethoden angewandt.

- Fang mit Kescher: Hierbei 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.
- Fang mit Reusenfalle: Hier wurde die Falle wenige Tage vor dem Fang in Gelegenähe platziert, um den brütenden Vogel 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 brüteten. Taten sie dies länger als eine Stunde nicht, wurde die Falle entfernt und der Versuch ggf. am nächsten Tag wiederholt. Der Ein- bzw. Ausgang einer Reusenfalle wird nach innen schmaler, so dass darin befindliche Vögel den Ausgang nicht finden. Zur Aktivierung der Falle wurde diese so über dem Gelege platziert, dass der Falleneingang am gewohnten Gelegezugang positioniert war.
- Klappfalle: Die Methodik entspricht der der Reusenfalle. Jedoch ist die Funktionsweise eine selbstauslösende. Ein Stolperdraht wird hierbei über dem Gelege angebracht, so dass der Vogel, beim Zurückkehren auf das Gelege, diesen auslöst und damit eine Klapptür (40 x 40 cm) schließt.

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

Alle Fänge fanden bei trockenem, nicht zu warmem Wetter statt. Um keine Brutaufgabe zu riskieren, wurde nicht während der Abenddämmerung gefangen. 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. Die Kombination setzte sich aus jeweils drei Farbringen zusammen und wurde im Einverständnis 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 analog zu der der Altvögel (s. oben). Küken wurden jedoch direkt am Fangplatz vermessen, um zu vermeiden, dass sich die Elterntiere während der Bearbeitung mit den restlichen Küken entfernen. Beim Verbleiben auf der Fläche ducken sich die nicht gefundenen Küken zum Schutz ins Gras. Die Altvögel bleiben 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 in vorherigen Jahren beringten Tiere zu identifizieren, also ihre individuelle Farbringkombination abzulesen. Mit Hilfe dieser Beobachtungen können in folgenden Jahren, mit einer ausreichend großen Stichprobe Überlebensraten geschätzt werden (White & Burnham 1999).

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  $\Phi$  der markierten Gelege wurde mit dem Programm MARK (White & Burnham 1999) geschätzt. Das Programm berücksichtigt, dass einzelne Gelege bereits frühzeitig, bevor sie gefunden werden, verlorengehen können. Eine alleinige Betrachtung der gefundenen Gelege würde den Schlupferfolg überschätzen (Mayfield 1975; Dinsmore et al. 2002). Der Schlupferfolg (P) ergibt sich dabei aus der täglichen Überlebenswahrscheinlichkeit  $\Phi$  der Gelege und der Brutdauer von 30 Tagen (Jensen & Lutz 2007; Boschert & Rupp 1993) zuzüglich drei Tagen Legedauer:

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

Auch die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gelege prädiert wird kann so ermittelt werden ( $P_{\text{Prädation}} = 1 - P_{\text{Schlupferfolg}}$ ). Hierbei werden ausschließlich Gelege berücksichtigt, bei denen die Verlustursache die Prädation war. Entscheidende Vorteile von MARK im Vergleich zu der in der Vergangenheit angewandten Methode von (Mayfield 1975) sind, dass nicht von einer konstanten täglichen Überlebens- bzw. Verlustrate ausgegangen wird. Weiterhin können Modelle auch ohne den genauen Schlupf- bzw. Verlustzeitpunkt berechnet werden und es ist möglich Einflüsse von Kovariaten, die für das Überleben eines Geleges von Bedeutung sein können (z.B. das Vorhandensein eines Zauns, unterschiedliche Gebiete, Jahre oder Umwelteinflüsse wie Temperatur, Niederschlag, etc.), mit zu berücksichtigen (Dinsmore et al. 2002).

## 4.8 Habitatanalyse-Gelege

Um die Ansprüche der Großen 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).

Im Zuge der vorliegenden Untersuchung wurde die feine geografische Skala (2) für Brutvögel der ETS präzisiert (Meyer et al. 2014). Das folgende Kapitel dient der Weiterentwicklung dieser Skalenebene (2) für Gelegestandorte in der ETS.

Während der Feldarbeiten der Jahre 2013 bis 2015 wurden (unabhängig von Tageszeit, Wetter oder Gebiet) für Gelege des Untersuchungsgebietes die gleichen Variablen wie in Hötker & Thomsen (2012), sowie Meyer et al. (2014) erfasst (Tab. 3). Weiterhin wurden mit "Abstände zu Flüssen" sowie "Abstände zu Gräben" zwei weitere, potenziell wichtige Variablen ins Modell aufgenommen.

**Tab. 3:** Habitatvariablen, die um einen Punkt (Gelegestandort oder Zufallspunkt) aufgenommen wurden.

Variable	Gemessene Einheit	Beschreibung
<b>Vegetationsart</b>		Grünland, Acker, Moor, Weide.
<b>Vegetationshöhe</b>	Höhe in cm	Gemessen in direkter Gelegenähe mittels Lineal
<b>Flutterbinsen</b>	Vorhanden / nicht vorhanden	Mögliche Störkulisse bzw. mögliche Deckung im Umkreis von 10m
<b>Gruppen</b>	Vorhanden / nicht vorhanden	Dienen der Entwässerung einer Fläche und können zur Nahrungssuche (feuchter Untergrund) oder als Deckung genutzt werden
<b>Flächennutzung</b>		Nutzung der Fläche zum Zeitpunkt der Datenaufnahme
<b>Gehölze &gt;5m</b>	Abstand gemessen in m	Mögliche Störkulisse
<b>Waldrand</b>		
<b>Gebäude</b>		
<b>Weg</b>		
<b>Fluss</b>		
<b>Graben</b>		

Die Habitataufnahmen zu jedem Gelegestandort wurden für jedes Gelege einmal durchgeführt. Weiterhin wurde auf einer topografischen Karte (Maßstab 1:25.0000) ein Zufallspunkt innerhalb eines Quadrates von 4 km<sup>2</sup> 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 Individuen erfasst wurden, wurden für Gelege die oben erwähnten zwei Variablen aufgenommen. Der Abstand zu Flüssen und Gräben wurde analog zu den Abstandsklassen für Gehölze, Waldränder, Gebäude und Wege gemessen. Weiterhin wurde die Vegetationshöhe nicht, wie in Meyer et al. (2014) beschrieben, geschätzt, sondern direkt im Feld mit Hilfe eines Lineals gemessen. Die Vegetationshöhe wurde an der Stelle gemessen, an der die meiste Vegetation endete. Einzelne Grashalme, die eine andere Länge hatten, wurden nicht berücksichtigt. Die

Datenaufnahme erfolgte vom 24.04. bis 13.06.2013, 16.04. bis 31.05.2014, sowie 14.04. bis 21.05.2015 (Tab. 4).

**Tab. 4:** In diesen Bericht eingeflossene Daten der Jahre 2013 - 2015.

Habitatpunkte	2013		2014		2015		Gesamt
	N	Zeitraum	N	Zeitraum	N	Zeitraum	
<b>Gelege</b>	19	24.4.-13.6.	33	16.04. - 31.05.	58	14.04 - 21.05.	110
<b>Zufall</b>	19	24.4.-13.6.	33	16.04. - 31.05.	58	14.04 - 21.05.	110

Um den Wirkungsradius der untersuchten Variablen (Tab. 3) auf das Vorkommen der Gelege 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 ergänzten:

(1) Ablesen des 50 prozentigen Erwartungswertes (Abstand, bei dem die Wahrscheinlichkeit ein Brachvogelgelege 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.

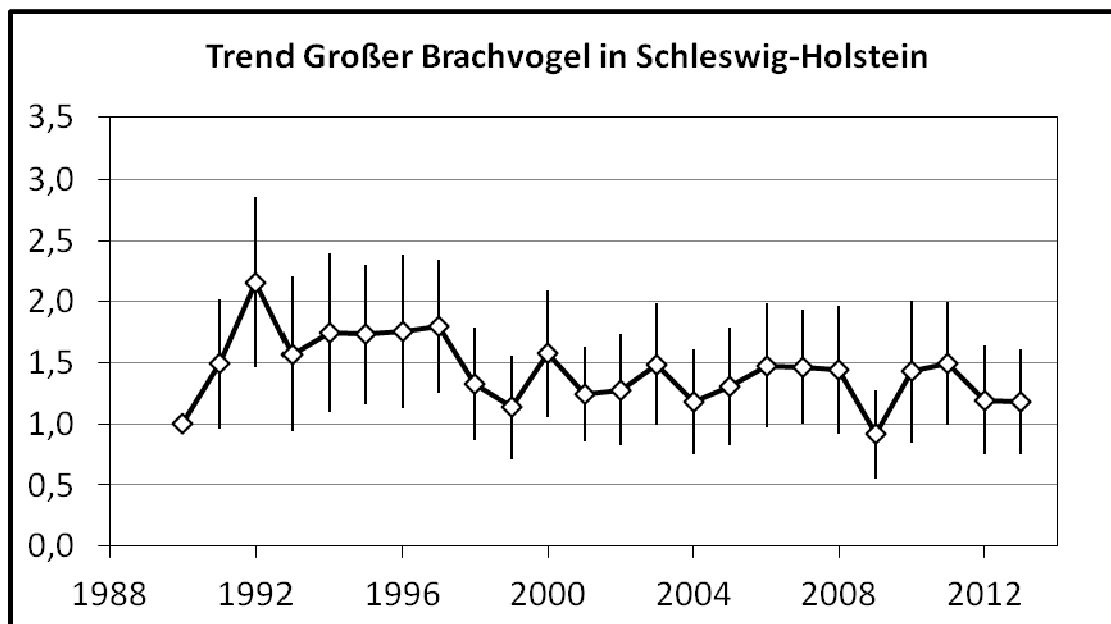
Die Ergebnisse der Methode (1) und (2) wurden genutzt, um Empfehlungen der Mindestabstände genannter Strukturen für Brachvogel Schutzmaßnahmen zu geben: "Empfohlener Mindestabstand".

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 (Gelege 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 "empfohlenen Mindestabstands" (s. oben) von mindestens einer der Strukturen lag. Bei positivem Einfluss verlief das Verfahren genau umgekehrt. Die Auswahl des Modells, welches das Vorkommen der Brachvogel Gelege 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 in Schleswig-Holstein (Jeromin & Hötker 2014) als mehr oder weniger stabil zu werten (Abb. 4).



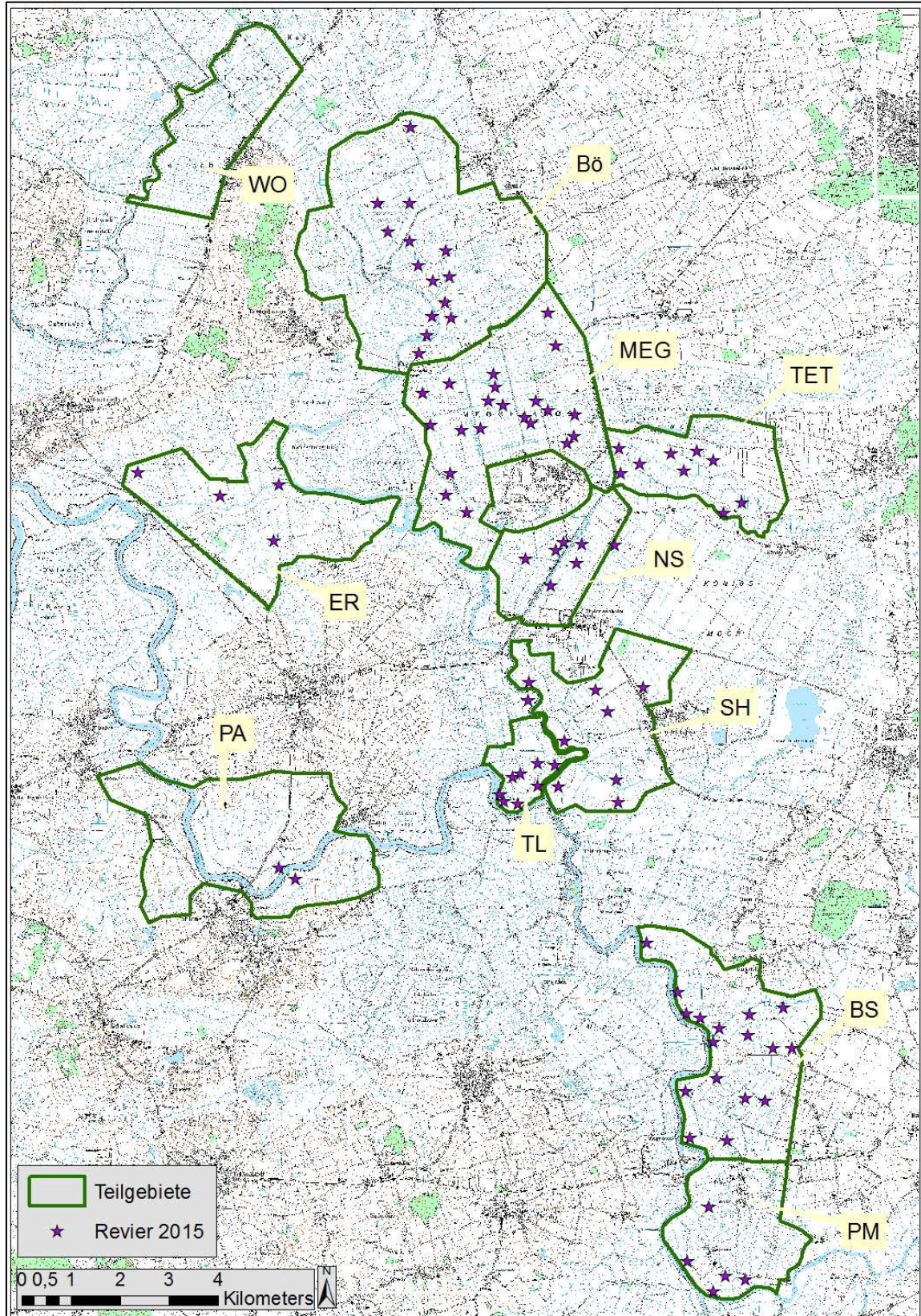
**Abb. 4:** Trendberechnung des Bestandes des Großen Brachvogels in Schleswig-Holstein seit 1990 mittels TRIM (Trend & Indices for monitoring Data, (van Strien et al. 2004)). Vertikale Linien markieren den Standardfehler (Quelle: Jeromin & Hötker 2014).

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 genutzt, die Entwicklung des Brachvogelbestandes zu zeigen (Tab. 5). Hiernach kann der Bestand des Großen Brachvogels im SPA Eider-Treene-Sorge-Niederung zum jetzigen Zeitpunkt als stabil bis ansteigend betrachtet werden.

**Tab. 5:** Brachvogel Brutbestände der Eider-Treene-Sorge-Niederung 1997 - 2015, sowie Größenangaben zum untersuchten Gebiet.\* Brutvögel der Moore wurden hier nicht berücksichtigt. \*\*unabhängig von SPA Grenzen

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

Die ersten Brachvögel wurden am 10.03.2015 im Gebiet Börm beobachtet. Während der Saison 2015 wurden 96 Reviere des Großen Brachvogels erfasst. Die höchste Anzahl an Revieren wurde in den Teilgebieten Meggerkoog, Bargstall und Börm registriert. Hier wurden 21, 17 bzw. 14 Reviere der Art identifiziert. Auch in den Bereichen Süderholm und Tetenhusen (jeweils neun Reviere) sowie Tielen (acht Reviere) wurden noch verhältnismäßig viele Reviere kartiert. In den Gebieten Neue Sorge, Prinzenmoor, Erfde und Pahlen wurden jeweils noch zwei bis sieben Reviere kartiert, wohingegen in Wohlde kein Revier gefunden wurde (Abb. 5).



**Abb. 5:** Revierverbreitung des Großen Brachvogels innerhalb der Untersuchungsgebiete der ETS im Jahr 2015. Gebietskürzel s. Abb. 1.



Die höchste Siedlungsdichte wurde in den Gebieten Tielen (4,18 Reviere/km<sup>2</sup>) und Bargstall (1,77 Reviere/km<sup>2</sup>) bzw. Meggerkoog (1,66 Reviere/km<sup>2</sup>) erreicht. In allen 11 Teilgebieten zusammengenommen lag die Siedlungsdichte bei 1,04 Revieren/km<sup>2</sup> (Tab. 6). Ohne Berücksichtigung des Teilgebietes Wohlde, wo auch in diesem Jahr kein Revier kartiert wurde, betrug die Siedlungsdichte 1,11 Reviere/km<sup>2</sup>.

Die letzten Reviervögel wurden am 26.07.2015 in der ETS beobachtet. Die Brachvogelsaison betrug somit 144 Tage (vom 10.03. bis 26.07.2015).

**Tab. 6:** Gebietsgrößen sowie Revieranzahl und die daraus resultierende Siedlungsdichte (Reviere/km<sup>2</sup>) der Großen Brachvögel innerhalb der ETS. Gebietskürzel s. Abb. 1

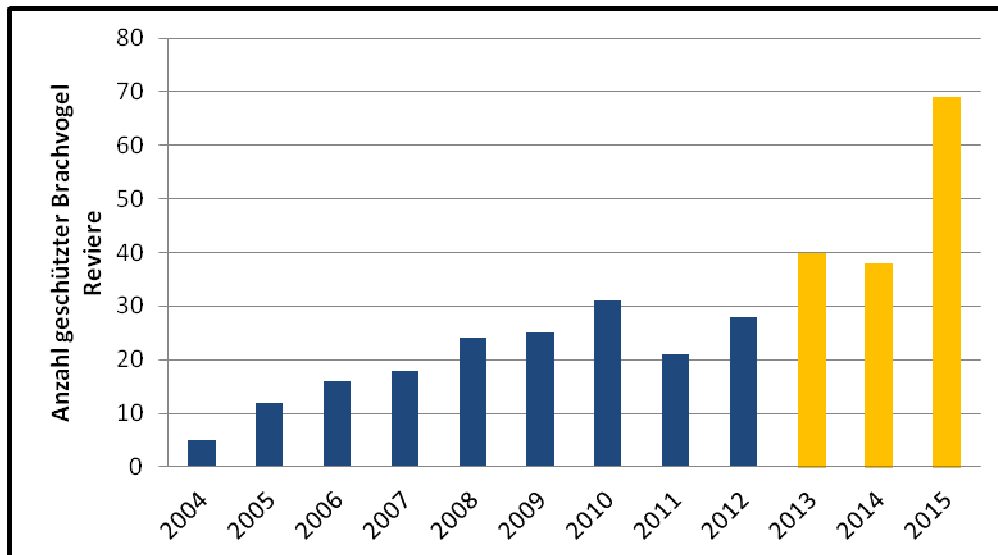
	BÖ	MEG	ER	TET	NS	SH	TL	BS	PM	WO	PA	Gesamt
Gebietsgröße (km <sup>2</sup> )	17,5	12,6	8,7	5,7	4,6	7,8	1,9	9,6	5,9	6,0	11,9	<b>92,4</b>
Anzahl Reviere	14	21	4	9	7	9	8	17	5	0	2	<b>96</b>
<b>Reviere/km<sup>2</sup></b>	<b>0,80</b>	<b>1,66</b>	<b>0,46</b>	<b>1,59</b>	<b>1,51</b>	<b>1,15</b>	<b>4,18</b>	<b>1,77</b>	<b>0,84</b>	<b>0</b>	<b>0,17</b>	<b>1,04</b>

## 5.2 Brutbiologie

Während der Saison 2015 wurden 69 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.

Alle Gelege wurden im Rahmen des GWS vor landwirtschaftlichen Einflüssen geschützt. Von den 69 Gelegen wurden 31 (45 %) als Erst- und 22 (32 %) als Nachgelege klassifiziert. 16 Gelege konnten nicht klassifiziert werden. 17 Gelege wurden zusätzlich durch Zäune vor Bodenprädatoren geschützt (Tab. 8, folgendes Kapitel). Aus 23 der 69 Gelege schlüpften Küken. Weiterhin wurden 14 Familien (zuvor kein Gelegefund) gefunden. Von diesen insgesamt 37 Familien erreichten 40 Küken die Flugfähigkeit (Tab. 8, folgendes Kapitel). Der Zeitraum vom Fund des ersten, bis zum Fund des letzten Geleges betrug 70 Tage (13.04. - 22.06.2015).

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 geschützter Gelege gesteigert und erreichte im Jahr 2015 ihr vorläufiges Maximum (Abb. 6).

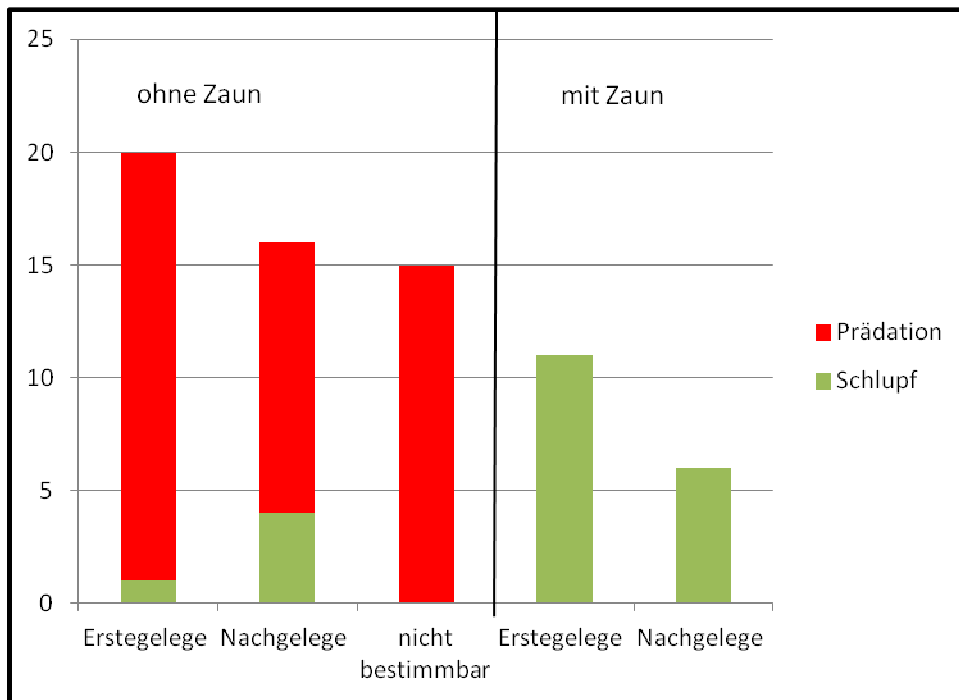


**Abb. 6:** Anzahl der im Rahmen des GWS betreuten Brachvogel Reviere (blaue Balken) seit 1999 (Jeromin 2009, 2011, 2013), sowie der im Zuge der vorliegenden Untersuchung gefundenen und durch den GWS geschützten Gelege 2013 - 2015 (gelbe Balken).

### 5.2.1 Schlupf- und Bruterfolg

Aus 23 der 69 gefundenen Gelege schlüpften Küken, hiervon wurde 44 % (10 von 23) als Nachgelege klassifiziert. Somit schlüpften 38 % der Erstgelege und 45 % der Nachgelege. Auffällig hierbei war, dass aus Erstgelegen ohne Zaun lediglich ein Gelege erfolgreich war, wohingegen es bei Nachgelegen ohne Zaun vier Gelege waren (Abb. 7).

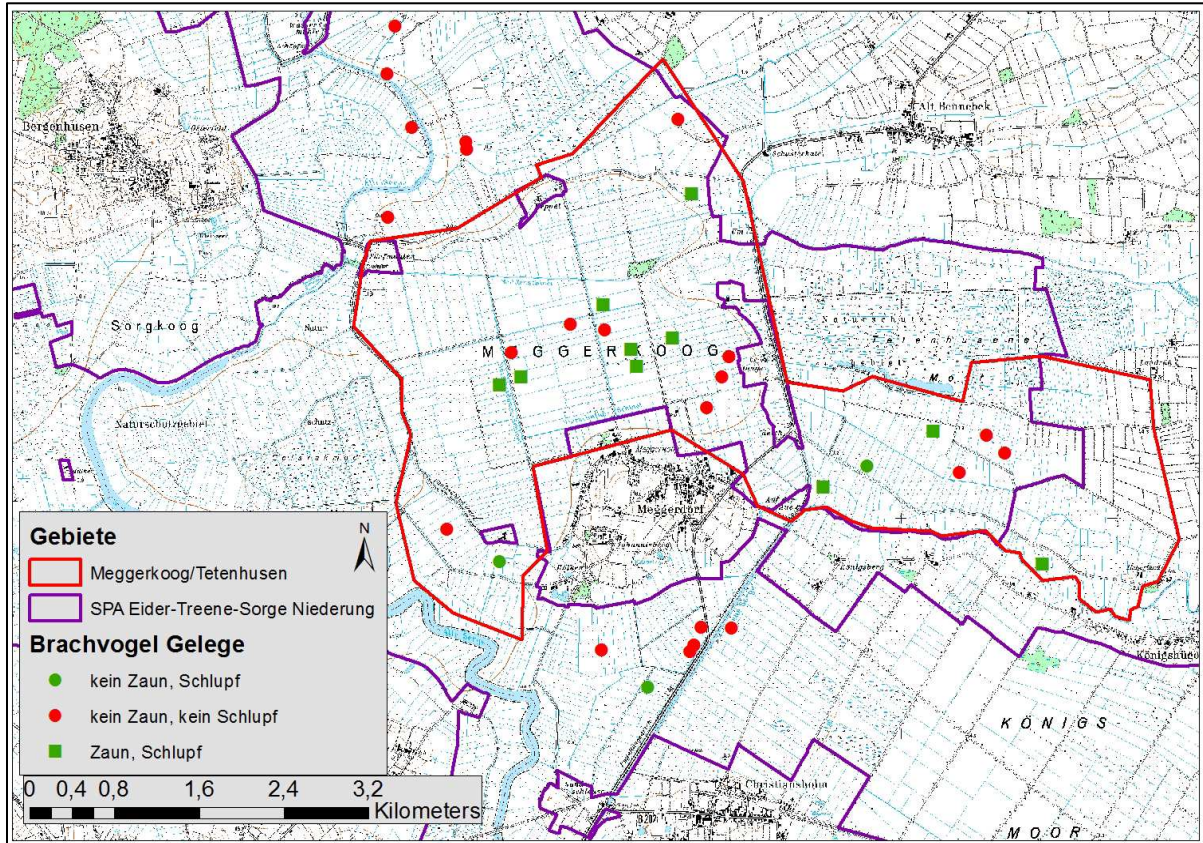
Prädation war der häufigste Grund für Gelegeverluste. Weit über die Hälfte aller Gelege gingen hierdurch verloren. Die berechnete Prädationsrate ( $P_{\text{Prädation}}$ ) lag bei 77,6 % und überstieg die Schlupfrate bei weitem (Tab. 7). Weitere Verlustursachen traten in diesem Jahr nicht auf. Nur ein Gelege im Teilgebiet Bargstall wurde von den Altvögeln aufgegeben (vermutlich aufgrund zu hoher/dichter Vegetation).



**Abb. 7:** Anzahl der geschlüpften (grün) sowie prädierten (rot) Gelege 2015. Unterteilt in Erst- und Nachgelege sowie gezäunte- und ungezäunte Gelege. n = 69 Gelege

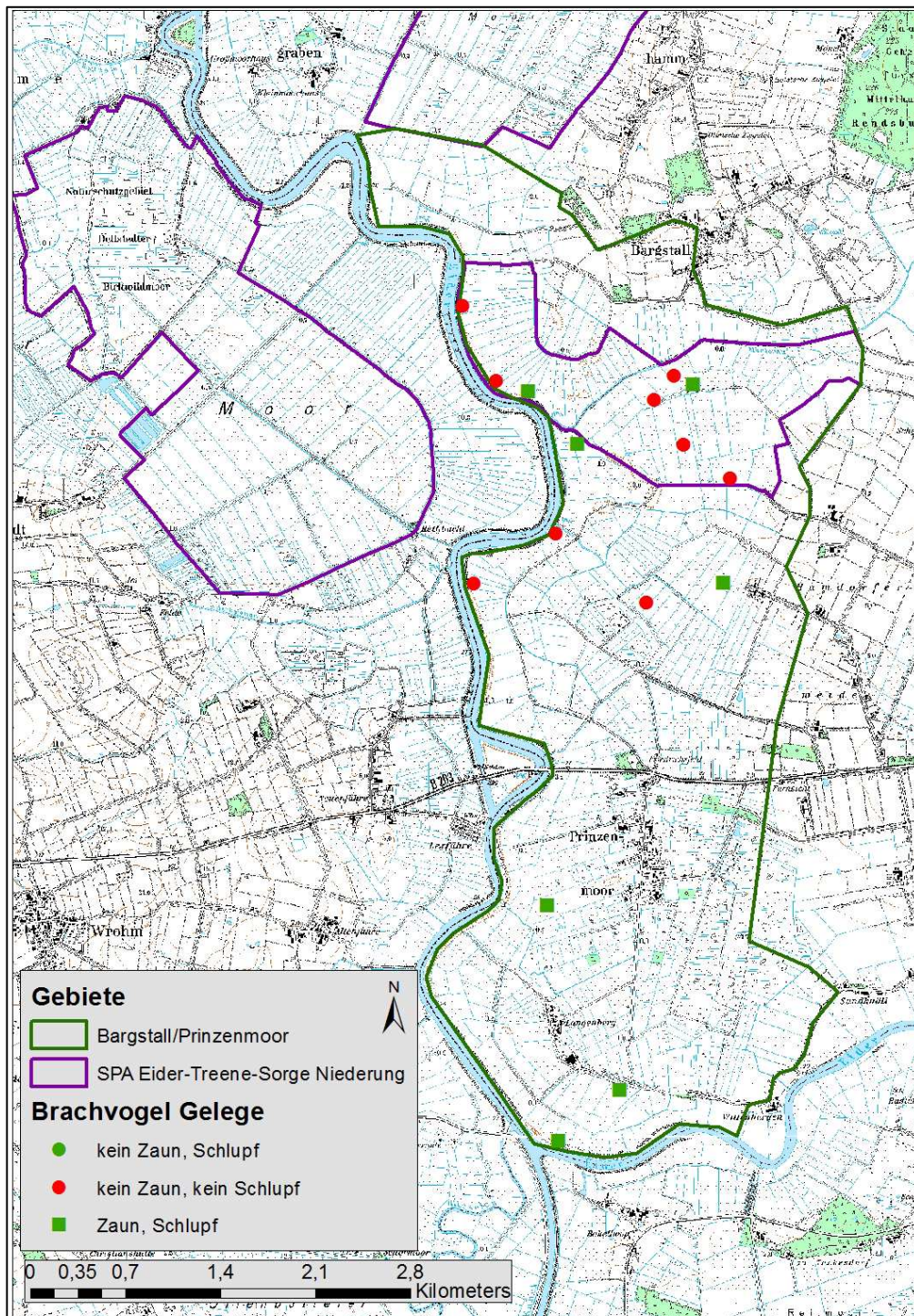
Innerhalb der zwei Zaungebiete wurden von 52 Gelegen 17 eingezäunt (Abb. 8 und 9). Aus allen 17 gezäunten Gelege schlüpften Küken, unabhängig davon ob es Erst- oder Nachgelege waren. Von 22 ungezäunten Gelege wurden zwei erfolgreich bebrütet. In den Kontrollgebieten schlüpften aus fünf von 30 Gelegen Küken.

Im **Zaungebiet (1)** (Meggerkoog/Tetenhusen) wurden 23 Gelege gefunden, wovon 10 Gelege eingezäunt wurden (Abb. 8). 13 Gelege innerhalb dieses Gebietes wurden nicht eingezäunt. Aus zwei von ihnen schlüpften ebenfalls Küken. 11 waren nicht erfolgreich, sie wurden prädiert.



**Abb. 8:** Brachvogel Gelege des ersten Zaungebietes (rote Umrandung), bestehend aus den zwei Teilgebieten 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 16 Gelege gefunden, sieben Mal wurde hier ein Zaun aufgestellt. Aus allen gezäunten Gelegen schlüpften Küken (Abb. 9). Neun Gelege innerhalb dieses Gebietes wurden nicht eingezäunt. Aus keinem von ihnen schlüpften Küken, sie wurden prädiert.



**Abb. 9:** Brachvogel Gelege des zweiten Zaungebietes (grüne Umrandung), bestehend aus den zwei Teilgebieten 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 im Jahr 2015 lag bei 0,96. Die sich hieraus ergebende Schlupfwahrscheinlichkeit ( $P_{\text{Schlupferfolg}}=0,96^{33}$ ) betrug 22 %. Innerhalb eines Zauns lag sie bei 1,0, so dass die Schlupfwahrscheinlichkeit innerhalb eines Zaunes 100 % betrug. Die Überlebensrate der Gelege außerhalb eines Zauns betrug 0,92, ihre Schlupfwahrscheinlichkeit lag somit bei 5,9 % (Tab. 7)

**Tab. 7:** Tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit und die daraus resultierende Schlupfwahrscheinlichkeit (Schlupferfolg) der Brachvogel Gelege mit bzw. ohne Zaun im Jahr 2015, geschätzt mit dem Programm MARK. KI = Konfidenzintervall.

	Gelege- Anzahl	Schätzwert $\Phi$	Standardfehler (SE)	Unteres KI	Oberes KI	Schlupferfolg ( $\Phi^{33}$ )
<b>Ohne Zaun</b>	59	0,9178	0,0117	0,8917	0,9380	5,90 %
<b>Mit Zaun</b>	10	1,0000	0,0000	1,0000	1,0000	100 %
<b>Gesamt</b>	69	0,9551	0,0065	0,9405	0,9662	21,95 %

Für die Berechnungen des Bruterfolges in der ETS wurden auch diejenigen flüggen Küken mit einbezogen, deren Gelege im Vorfelde nicht gefunden wurde. Innerhalb der Zaungebiete wurden 33 Küken flügge, von denen 79 % aus vormals gezäunten Gelegen geschlüpft waren. In den Kontrollgebieten wurden 7 Küken flügge. Innerhalb der Zaungebiete lag der Bruterfolg mit 0,63 Juvenilen/Revierpaar knapp viermal so hoch wie in den Kontrollgebieten (0,16 Juvenile/Revierpaar, Tab. 8). Für detailliertere Ergebnisse zur Untersuchung des Prädatorenschutzes durch Elektrozäune siehe Meyer & Jeromin (2015). Der Bruterfolg für alle Untersuchungsgebiete lag bei 0,42 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 2015. Zahlen in Klammern beziehen sich auf Familien, die erst nach dem Schlupf gefunden wurden. Sie addieren sich zu den genannten Gelegen.

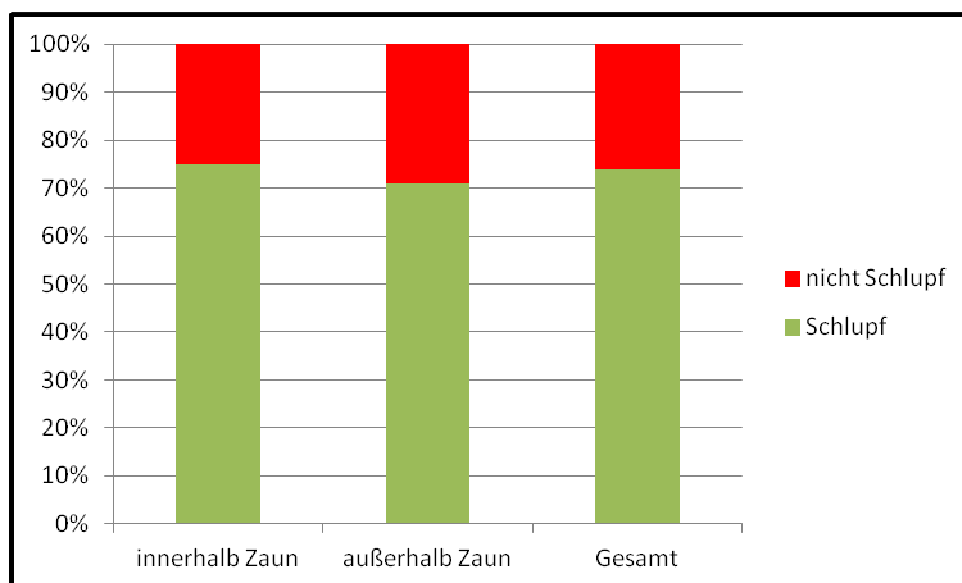
	Zaungebiet (1)	Zaungebiet (2)	Kontrollgebiete	Gesamt
<b>Anzahl Reviere</b>	30	22	44	<b>96</b>
<b>Anzahl Gelege</b>	23	16	30	<b>69</b>
<b>Anzahl Gelege mit Zaun</b>	10	7	0	<b>17</b>
<b>Anzahl Gelege mit Schlupferfolg</b>	12 (4)	6 (3)	5 (7)	<b>23 (14)</b>
<b>Anzahl flügger Juveniler</b>	21	12	7	<b>40</b>
<b>Bruterfolg</b>	0,70	0,55	0,16	<b>0,42</b>

Aus erfolgreichen Gelegen schlüpften durchschnittlich  $3,0 \pm 1,1$  Küken (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung,  $n = 50$  Gelege der Jahre 2013 - 2015). Die Kükenüberlebensrate lag in diesem Jahr bei 36,3 % (40 von möglichen 110 Küken wurden flügge).

## 5.2.2 Probleme beim Schlupf

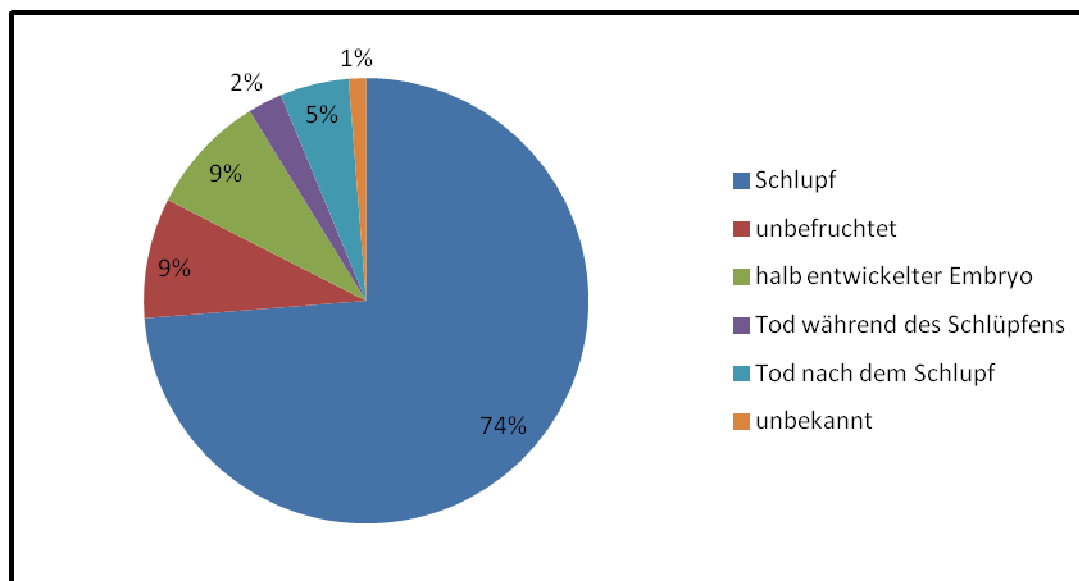
Im Verlauf der Brutsaison 2014 und 2015 wurden bei der Kontrolle der Gelege vermehrt nicht geschlüpfte Eier bzw. tote Küken in den Gelegemulden gefunden. Dieses Phänomen wurde im Jahr 2015 bei meist ein bis zwei Eiern bzw. Küken bei 55 % aller Gelege mit Schlupferfolg (11 von 20 Gelegen) beobachtet.

Insgesamt waren 26,3 % aller Eier (21 von 80 Eiern) betroffen (Abb. 10, 11). Innerhalb der Zäune betraf es 25 %, außerhalb 29,2 % (Abb. 10).



**Abb. 10:** Prozentuale Anzahl nicht geschlüpfter Eier aller Gelege mit Schlupferfolg ( $n = 20$  Gelege bzw. 80 Eier).

Die Ursachen des nicht-Schlüpfens waren unterschiedlich. Knapp 9 % der Eier waren unbefruchtet oder entwickelten sich ab einem gewissen Grad nicht weiter. Sie wurden als halb entwickelte Embryonen beim Öffnen der Eier vorgefunden. 5 % wurden als tote Küken gefunden, 2 % starben während des Schlupfvorganges und ein Ei (1 %) verblieb in der Gelegemulde und wurde nicht geöffnet. Sein Schicksal blieb unbekannt (Abb. 11).



**Abb. 11:** Prozentualer Anteil der unterschiedlichen Ursachen für ein Verbleiben von Eiern in der Nestmulde (n = 80 Eier).

### 5.3 Fang und Beringung

Im Jahr 2015 wurden während der Monate Mai bis Juli insgesamt 38 Große Brachvögel beringt (Tab. 9). Sieben adulte Tiere wurden auf dem Gelege gefangen und mit individuellen Farbringkombinationen beringt. 31 Küken erhielten einen Stahlring der Vogelwarte Helgoland, von denen wiederum 27 Küken (älter als 12 - 14 Tage) mit einer individuellen Farbringkombination beringt wurden.

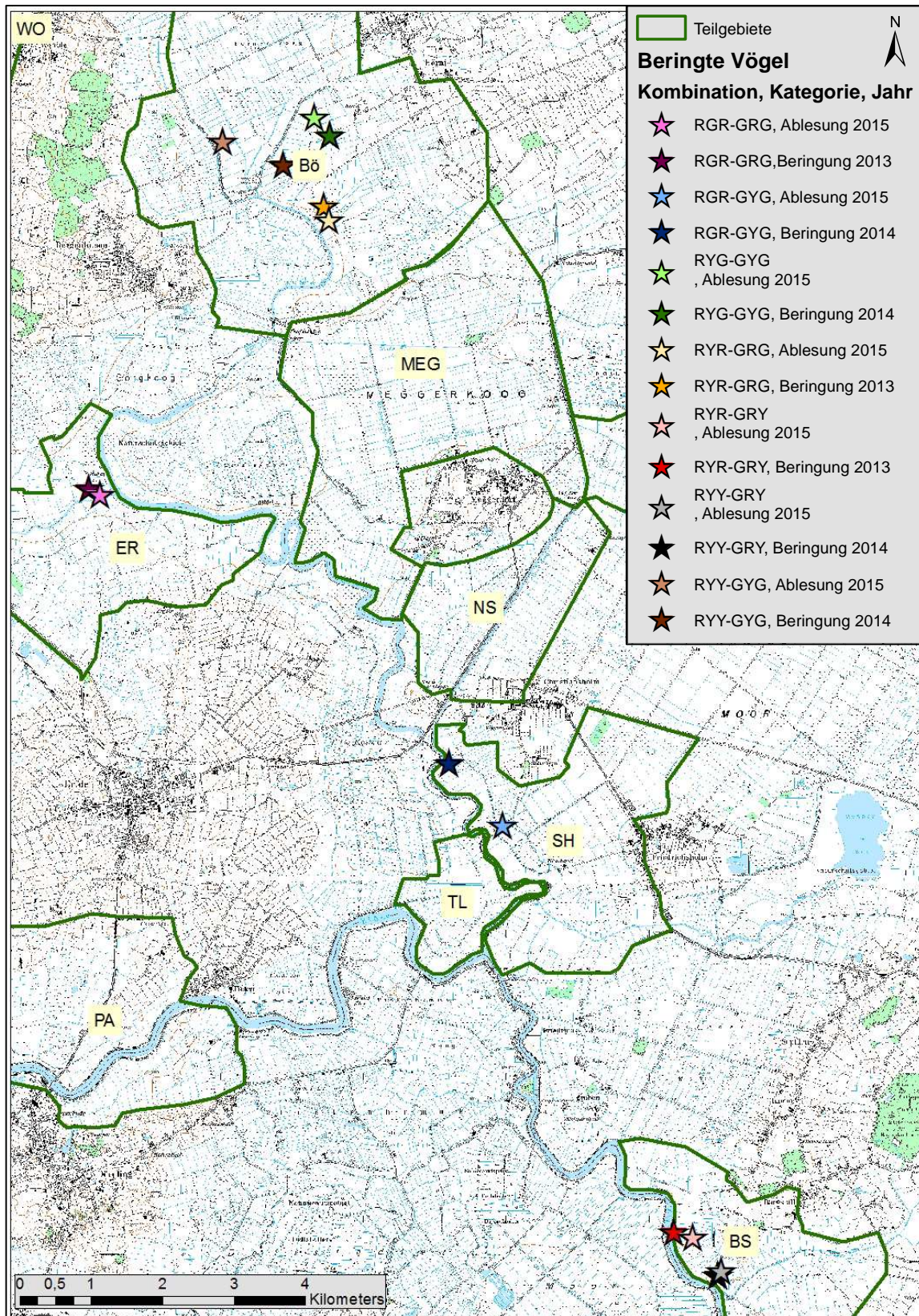
**Tab. 9:** Anzahl der 2015 beringten Großen Brachvögel (adult und juvenil) je Teilgebiet.

Gebiet	Farbberingung			Metallberingung	Gesamt
	Männchen	Weibchen	juvenil	juvenil	
<b>Bargstall</b>	1	0	0	0	<b>1</b>
<b>Börm</b>	1	0	4	0	<b>5</b>
<b>Erfde</b>	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Meggerkoog</b>	1	0	7	0	<b>8</b>
<b>Süderholm</b>	1	0	2	0	<b>3</b>
<b>Neue Sorge</b>	0	1	1	0	<b>2</b>
<b>Tetenhusen</b>	0	1	6	0	<b>7</b>
<b>Tielen</b>	0	0	0	4	<b>4</b>
<b>Prinzenmoor</b>	1	0	5	0	<b>6</b>
<b>Pahlen</b>	0	0	2	0	<b>2</b>
<b>Gesamt</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>38</b>



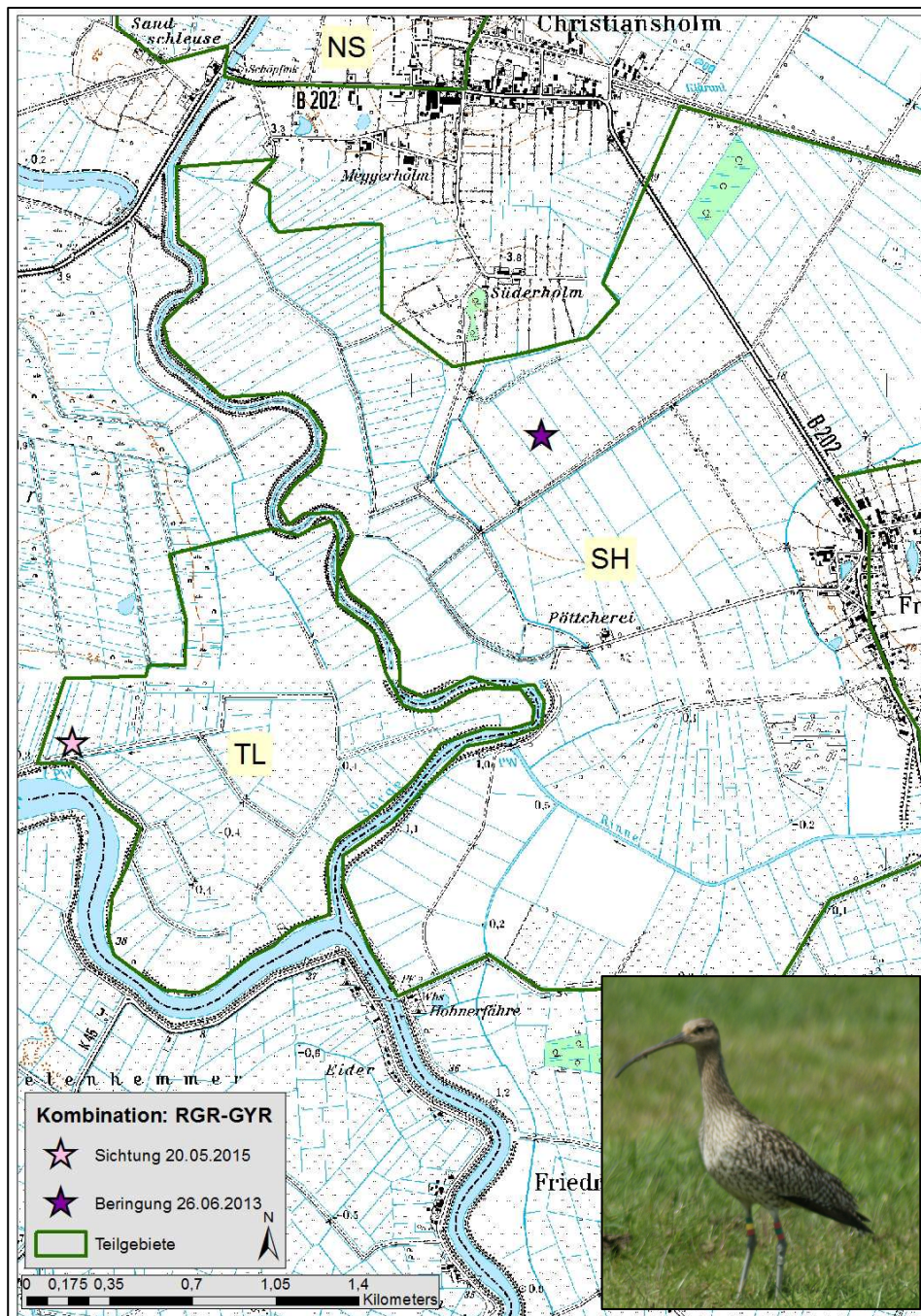
## **5.4 Beobachtungen farbberingter Vögel**

Durch Beobachtungen schon vor Beginn der Brutperiode wurden sieben der 11 adulten, farbberingten Großen Brachvögel aus den Jahren 2013 und 2014 auch im Jahr 2015 wieder gesichtet. Drei der sieben Vögel wurden 2013 beringt, vier 2014. Je zwei Vögel aus 2013 und 2014 wurden im Jahr 2015 nicht wiedergesehen. Die ersten Ablesungen wurde am 10.03.2014 im Teilgebiet Börm durchgeführt. Alle Vögel wurden in unmittelbarer Nähe zu dem Ort wiedergesehen, an dem sie beringt wurden (Abb. 12).



**Abb. 12:** Beringungs- und Wiedersichtungsorte von sieben Großen Brachvögeln. Dunkle Symbole: Beringungsort 2013 bzw. 2014; helle Symbole: Wiedersichtungsort 2015. Buchstabenkürzel stehen für die Farbringkombinationen: R = rot; G = grün; Y = gelb. Gebietskürzel s. Abb. 1.

Weiterhin wurde während der Saison 2015 erstmalig ein im Jahr 2013 beringter Jungvogel im Bereich Tielen wiedergesichtet. Die Beringung 2013 wurde im Bereich Süderholm, nur 2,36 Km vom Sichtungsort entfernt durchgeführt (Abb. 13). Der Vogel zeigte in dieser Saison noch kein Brutverhalten.



**Abb. 13:** Beringungs- (SH) und Wiedersichtungsort (TL) eines als Küken beringten Großen Brachvogels mit der Ringkombination RGR-GYR (rot/grün/rot-grün/gelb/rot.). Gebietskürzel s. Abb. 1.

Zwischen der Saison 2014 und 2015 wurden fünf farbberingte Große Brachvögel, die im Zuge dieser Untersuchung beringt wurden, außerhalb Deutschlands gemeldet (Tab. 10). Drei Meldungen stammten hierbei aus England, jeweils eine aus Frankreich sowie den Niederlande. Drei der Meldungen betrafen Vögel, die als Küken beringt wurden, die noch nicht wieder in der ETS gesichtet wurden. Die beiden adulten gemeldeten Vögel (beide 2013 beringt) wurden sowohl 2014 als auch 2015 in ihren Brutgebieten in der ETS gesichtet. Der Vogel mit der Kombination RYR-GRY (Abb. 14) wurde 2014 bereits das zweite Mal aus dem Elmley Reservat im Südosten von England gemeldet (erste Meldung 15.12.2013).

**Tab. 10:** 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	Beringungsdatum	Alter (Tage)	Sichtungsort	Sichtungsdatum
RGY-GRY	Börm	19.06.2013	28	Ile de Rè, West Frankreich	07.11.2014
RRR-GYG	Bargstall	06.06.2015	24	Burrows, West England	07.09.2014
RYG-GRG	Börm	16.05.2013	adult	Burrows, West England	06.10.2014
RYR-GRY	Bargstall	05.06.2013	adult	Elmley Reserve, Kent, Süd-Ost England	01.11.2014 & 15.02.2015
RYY-GGY	Tetenhusen	03.06.2014	14	Striep, Terschelling, Niederlande	12.09.2014 & 02.10.2014



**Abb. 14:** Foto eines in der ETS farbberingten Großen Brachvogels mit der Farbringkombination RYR-GRY (oberer linker Ring nicht zu erkennen). Aufgenommen von Colin Mount am 01.11.2014 im Elmley Nature Reserve in Süd-Ost England.

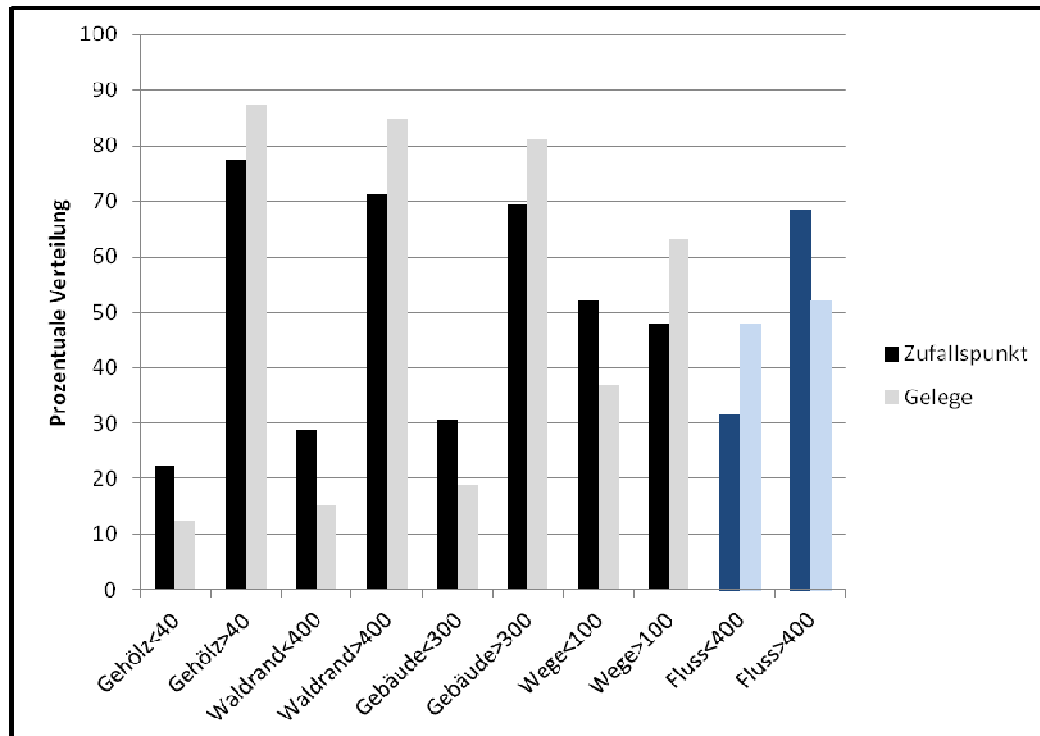
## 5.5 Habitatanalyse-Gelege

Die Auswertung von 110 Gelegepunkten und den dazugehörigen 110 Zufallspunkten zeigte, dass Störkulissen wie Gehölze, Wälder, Wirtschaftswege und bewohnte Gebäude in einer Entfernung von bis zu 500 m potenziell Brachvogelhabitate entwerten können. Die Nähe zu Flüssen schien jedoch den gegenteiligen Effekt zu haben. Ihr Einfluss schien in einer Entfernung von bis zu 400 m die Habitate positiv aufzuwerten (Tab. 11; Abb. 15).

**Tab. 11:** Ergebnisse der Störkulissen-Auswertung 2013 - 2015.

*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, *n.s.:* nicht signifikant.

Variable	n	Methode (1)	Methode (2)			Erforderlicher Mindestabstand
			Signifikanzbereich (m)	p (exakter Test nach Fisher)	95 % Konfidenzintervall	
	110	50 % Erwartungswert (m)				
<b>Gehölz</b>		40		n.s.		>40
<b>Wald</b>		400	0-500	0,014	1,17 4,50	>400
<b>Alle Gebäude</b>		350		n.s.		>350
Gebäude bewohnt		300	0-300	0,010	1,28 8,65	>300
Gebäude unbewohnt		500		n.s.		>500
<b>Weg</b>		150	0-100	0,031	1,06 3,31	>100
<b>Fluss</b>		400	0-400	0,013	0,27 0,88	<400
<b>Graben</b>		n.s.		n.s.		



**Abb. 15:** Prozentuale Verteilung der Gelege Großer Brachvögel (helle Balken) bzw. der Zufallspunkte (dunkle Balken) zu ausgewählten Habitatvariablen. Die Darstellungen der Abstandsklassen wurden für jede Variable individuell den in Tab. 11 empfohlenen Mindestabständen angepasst.  $n = 110$  für Gelege- sowie für Zufallspunkt. Schwarze Balken: negative Wirkung, blaue Balken: Positive Wirkung.

Es wurde deutlich, dass einzelne Gehölze und Wirtschaftswege eine geringere Störwirkung hatten als Waldränder oder Gebäude. Eine Signifikanzgrenze bei Gehölzen und unbewohnten Gebäuden war durch Methode (2) nicht nachweisbar (Tab. 11), da die Verteilung der Zufallspunkte zu ähnlich der Gelegepunkte war. Gleiches gilt für Gräben. Sie waren so regelmäßig im Gebiet verteilt, dass durch keine der beschriebenen Methoden Unterschiede zwischen Gelege- und Zufallspunkten feststellbar waren. Die aus Methode (1) und (2) ermittelten Mindestabstände (Tab. 11) sind als Radius zu verstehen, in dem ein möglichst störungsfreier Raum herrschen sollte, um ein Habitat möglichst attraktiv für Brachvögel machen. Die Abstände von Brachvogelgelegen zu möglichen Störkulissen waren in etwa dieselben, die Individuen der Art einhielten (Tab. 12, Meyer et al. 2014).

**Tab. 12:** Vergleichende Darstellung eingehaltener Abstände zu Stör- bzw. positiv wirkender Kulissen von Brachvogel Individuen bzw. Brachvogel Gelegen. n.s. nicht signifikant

Variable	Mindestabstand (m)	
	Brachvogel Individuum <sup>1</sup>	Brachvogel Gelege <sup>2</sup>
<b>Gehölz</b>	120	40 (n.s.)
<b>Wald</b>	500	400
<b>Gebäude</b>	600 (n.s.)	300
<b>Weg</b>	100	100
<b>Fluss</b>	nicht gemessen	< 400

<sup>1</sup>nach Meyer et al. 2014

<sup>2</sup>aus Tab. 11

Da für den Einfluss von Gräben auf Brachvogelgelege durch keine der beiden Methoden eine Signifikanz nachweisbar war (Tab. 11), wurde diese Variable nicht weiter berücksichtigt. Keine der weiteren Variablen korrelierten miteinander, weshalb sie alle ins Globale Modell einfließen. Das Globale Modell (1) hieß demnach:

*An/Abwesenheit Brachvogelgelege ~ Vegetationshöhe + Habitat-Typ + An/Abwesenheit Binsen + An/Abwesenheit Gruppen + An/Abwesenheit Störkulisse + An/Abwesenheit positiver Einfluss*

Ausschließlich die Variable "positiver Einfluss" (setzte sich ausschließlich aus der Variable "Nähe zu Flüssen" zusammen) hatte einen signifikanten Einfluss auf den Gelegestandort der Großen Brachvögel. Die Variablen "Binsen" und "Nähe zu Störkulissen" schienen das Vorkommen negativ, die Variablen "Gruppen" sowie "Vegetationshöhe" es positiv zu beeinflussen. Diese Variablen waren im Modell nicht signifikant, weshalb sie entfernt wurde (Modell (2), Tab. 13). Das Entfernen dieser Variablen verbesserte den AIC-Wert des Modells (2) und erklärte somit das Vorkommen der Gelege besser (Tab. 13).

**Tab. 13:** Modellselektion des GAM mit Binomialverteilung. Modell (1) enthielt alle Variablen (s. Text). Im Modell (2) wurden die Variablen An/Abwesenheit von Binsen, Gruppen und Störkulissen, sowie die Vegetationshöhe gestrichen.

Modell	AIC	AIC <sub>w</sub>	ΔAIC	Devianz	R <sup>2</sup>
<b>(1) An/Abwesenheit Brachvogelgelege ~ Vegetationshöhe + Habitat-Typ + An/Abwesenheit Binsen + An/Abwesenheit Gruppen + An/Abwesenheit Störkulisse + An/Abwesenheit positiver Einfluss</b>	282,76	0,05	0	264,76	0,11
<b>(2) An/Abwesenheit Brachvogelgelege ~ Habitat-Typ + An/Abwesenheit positiver Einfluss</b>	278,06	0,16	2,14	264,05	0,11

Ausschließlich die Variablen "Habitat-Typ" und "Positiver Einfluss" verblieben im Modell mit dem niedrigsten AIC (Tab. 14). Das Vorhandensein von Flüssen (Variable "positiver Einfluss") sowie Grünland (n.s.) hatte einen positiven Einfluss auf die Standortwahl der Gelegen. Die Habitat-Typen Acker, Moor und Weide hatten einen negativen Einfluss (alle n.s.). Im Allgemeinen erklärten die erhobenen Variablen die Standortwahl zu 11 % (Tab. 14).

**Tab. 14:** Variablen-Schätzwerte des besten Modells (Modell (2) s. Tab. 13). GAM mit Binomialverteilung. Devianz = 268,39; R<sup>2</sup> = 0,11 ; n=220.

Variable	Regressionskoeffizient	Standardfehler	z-Wert	P	
<b>Habitat-Typ</b>	Acker	-1,78	1,14	-1,56	0,12
	Grünland	1,78	1,14	1,56	0,12
	Moor	-100,8	6,7e+07	0	1
	Weide	-0,32	1,23	-0,26	0,80
<b>Positiver Einfluss</b>	0,61	0,30	2,05	0,04	

## 6. Diskussion

### 6.1 Bestandsentwicklungen und Siedlungsdichte

Der von (Hötker et al. 2005) befürchtete Bestandsrückgang aufgrund der Verlagerung des Bruthabitats konnte in der ETS auch im Jahr 2015 nicht bestätigt werden. Die Bestände innerhalb der ETS können, im Gegensatz zu den Vorkommen vieler anderer europäischer Staaten (Berg 1992a; Samigullin 1998; Henderson et al. 2002; IUCN 2015), mit mindestens 96 Revierpaaren weiterhin als stabil betrachtet werden. Diese 96 Revierpaare beziehen sich



ausschließlich auf die beschriebenen Teilgebiete 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 Teilgebiete der vorliegenden Untersuchung. Es kann demnach davon ausgegangen werden, dass der Bestand der Großen Brachvögel im gesamten Schutzgebiet noch größer ist als 96 Brutpaare.

Hierin unterscheidet sich das Gebiet von anderen Gebieten Deutschlands oder Europas, in denen die Bestände des Großen Brachvogels teilweise dramatisch abnehmen (Busch & Jeromin 2013). Hauptsächlich in Gebieten, in denen Wiesenvogelschutz und/oder direkter Gelegeschutz durch Einzäunen betrieben wurde, sind die Bestände ähnlich stabil bzw. ansteigend (Kipp et al. 2008, 2009; Kipp et al. 2010; Schwaiger & Herrmann 2012; Boschert 2013). Im Vergleich zum Jahr 2014 wurden 12 Reviere mehr kartiert und 31 Gelege mehr gefunden. Die Siedlungsdichte variierte zwischen den Teilgebieten teilweise erheblich, unabhängig von ihrer Größe. Eine mögliche Erklärung hierfür mag sein, dass Brachvögel Gebiete mit hohem Anteil an Grünland präferieren (Boschert 2004; Hötker & Thomsen 2012). Auch in verschiedenen Gebieten Bayerns variierte die Dichte zwischen 0,4 - 7,6 bzw. 3,5 - 3,8 Reviere/km<sup>2</sup> (Engl et al. 2004; Schwaiger & Herrmann 2012). Hier wurden die hohen Dichten ebenfalls einer guten Habitatqualität (Schwaiger & Herrmann 2012) bzw. der Konzentration vorhandener Populationen auf (noch) vorhandene, geeignete Gebiete zugeschrieben (Engl et al. 2004).

## **6.2 Fang, Beringung und Beobachtungen farbberingter Vögel**

Im Jahr 2015 wurden sieben Alt- und 27 Jungvögel beringt. Der hohe Anteil beringter Küken war auf den hohen Schlupferfolg zurückzuführen. Im Jahr 2015 betrug die Rückkehrtrate der Altvögel 64 %. Ebenfalls wurde deutlich, dass farbberingte Vögel aus dem Vorjahr nahe ihres Beringungsortes wiedergesehen wurden, was sich mit Literaturdaten zu sehr hoher Ortstreue deckt (Kipp 1982; Kube 1988).

Die zweimalige Sichtung des farbberingten Vogels in England untermauerte die Vermutung, dass er dort überwinterte, denn auch die Ortstreue am Überwinterungsort wird für diese Vogelart als sehr hoch beschrieben (Hötker & Teunissen 2006). Durch weitere Meldungen aus England, Frankreich und den Niederlande wurden andere mögliche Überwinterungsstandorte bzw. Rastgebiete der Individuen dieser Brachvogel Population ermittelt. Die Entfernungen vom Brutort zu den Sichtungsorten betrug 290 km (Niederlande);

670 und 970 km (England) sowie 1.185 km (Frankreich). 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.

### **6.3 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, erwies sich als der zeitaufwändigste Part der Untersuchung. Entscheidend hierbei scheint die Erfahrung der beteiligten Vogelschützer. So wurden in diesem Jahr beispielsweise 71 % 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 2015 in der ETS mit 0,42 flüggen Jungvögeln/Revierpaar höher als in den Vorjahren 2013 und 2014 (0,28 bzw. 0,36 Jungvögeln/Revierpaar). Da aus der eigenen Untersuchung noch keine Überlebensrate der Brachvögel berechnet wurden, wurden zum Vergleich Literaturdaten über den zum Erhalt der Population nötigen Mindestbruterfolg herangezogen (Busch & Jeromin 2013; Meyer et al. 2014). Hiernach war der Bruterfolg in der gesamten ETS nach (Kipp 1999) erstmalig auf einem bestandserhaltenden Niveau (0,41 Jungvögel/Revierpaar). Nach (Grant et al. 1999; Klok et al. 2009; Roodbergen et al. 2012) wäre er jedoch weiterhin zu niedrig, da die Autoren von bestandserhaltend Bruterfolgen zwischen 0,48 - 1,6 Jungvögel/Revierpaar ausgingen. In einigen Teilgebieten jedoch war der Bruterfolg nach allen vorliegenden Quellen bestandserhaltend. Dies war in diesem Jahr fast ausschließlich der Fall innerhalb von Gebieten, in denen Gelege gezäunt wurden. In fast allen anderen Gebieten lag der Bruterfolg mit 0 - 0,14 sehr weit unter dem als bestandserhaltend geltenden Wert. Der Bruterfolg einzelner Jahre kann stark schwanken und somit auf lange Sicht trotzdem ausreichen um eine Population stabil zu erhalten. Es scheint entscheidend mit welchem Aufwand der Schutz einer Art durchgeführt wird (Hötker & Leuschner 2014), was der hohe Bruterfolg in Gebieten mit Zäunungen zu untermauern schien.

Die Schlupfrate lag mit 22 % unter der des Jahres 2014 und etwa gleich hoch wie 2013. Prädation war, ähnlich wie in den Vorjahren, der Hauptgrund für Gelegeverluste. Vor allem ungezäunte Erstgelege gingen zu einem Großteil (96 %) hierdurch verloren. In qualitativ hochwertigen Habitaten können diese durch Nachgelege kompensiert werden (Schwaiger & Herrmann 2010). So wurden in diesem Jahr 22 Gelege als Nachgelege definiert. Von den ungezäunten Nachgelegen schlüpften 25 % (vier von 12 Gelegen), wohingegen von ungezäunten Erstgelegen nur 5 % (eins von 20 Gelegen) schlüpften. Küken aus Nachgelegen können allerdings benachteiligt sein, wenn ihre Nahrung spät in der Saison nicht mehr in ausreichender Dichte vorkommt (Beintema et al. 1991; Schekkerman & Beintema 2007). Auch kann die hohe/dichte Vegetation zu diesem Zeitpunkt sie schlicht daran hindert die Nahrung zu erreichen (Kleijn et al. 2010). Qualitativ hochwertige Habitats sind demnach von entscheidender Bedeutung.

Im Jahr 2015 war die Kükenüberlebensrate mit 36,3 % verhältnismäßig gut (Beintema 1995; Schekkerman et al. 2009; Jeromin et al. 2012; Roodbergen et al. 2012). Kükenverluste traten zwar auf, wurden aber nicht gehäuft, wie beispielsweise 2013, auf eine feucht-kalte Periode datiert.

Die großen Unterschiede der Schlupfrate sowie des Bruterfolges von gezäunten zu ungezäunten Gelegen machten deutlich, dass durch das Einzäunen von Einzelgelegen sowohl der Schlupf-, als auch der Bruterfolg im Untersuchungsgebiet erhöht werden kann. Dass 100 % aller gezäunten Gelege bis zum Schlupf überlebten, bestärkte die Annahme, dass die Prädation an Gelegen innerhalb dieser Gebiete nicht durch Vögel, sondern durch Raubsäuger verursacht wurde. Untersuchungen in einem der Teilgebiete (Meggerkoog) der Jahre 2009 - 2013 zeigten, dass vornehmlich Füchse die Eier von Wiesenvögeln raubten (Jeromin et al. 2012). 2015 gab es jedoch erste Hinweise darauf, dass Elektrozäune Luftprädatoren nicht komplett ausschließen. Bei einigen Gelegen gingen einzelne Eier verloren (s. hierzu Meyer & Jeromin 2015). Für den Schutz der Gelege scheint das Einzäunen mit Geflügelektrozäunen demnach ein adäquates, jedoch zeitaufwändiges und temporäres Mittel (Meyer & Jeromin 2014). Die Küken zu schützen könnte hingegen schwieriger werden. Für Familien der Uferschnepfe ist beispielsweise bekannt, dass sie zum Teil mehrere Kilometer weit wandern (Schekkerman & Boele 2009). Hierfür könnte eine größere Umzäunung hilfreich sein, wie sie z.B. für Kiebitzfamilien bereits erfolgreich getestet wurde (Rickenbach et al. 2011). Diese Methode würde jedoch keine Luftprädatoren wie Krähen, Möwen oder Greife, die als Prädatoren von Küken durchaus eine Rolle spielen können (Boschert 2004), ausschließen. Weiterhin wäre eine solche Maßnahme teuer (Ausden et al. 2011).

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). 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. Die vorliegenden Ergebnisse deuten an, dass durch den Einsatz des GWS und die Beeinflussung der Gelegeprädation (Zaunstellung) der Bruterfolg in der ETS auf ein bestandserhaltendes Niveau gesteigert werden kann.

#### **6.4 Probleme beim Schlupf**

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 demnach leicht darüber. Auch die Schlupfrate (Anzahl der erfolgreich geschlüpften Küken aus Gelegen mit Schlupferfolg) war mit 74 % niedriger als aus Literaturquellen berichtete (Glutz von Blotzheim et al. 1977; Boschert 2008). Welche Faktoren hier eine Rolle spielten kann zum jetzigen Zeitpunkt nicht gesagt werden.

#### **6.5 Habitatanalyse-Gelege**

Die tatsächlichen Meidungsentfernungen zu möglichen Störkulissen (Tab. 11) 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 des Großen Brachvogels (Tab. 12). Sie mieden die beschriebenen Strukturen in ähnlichen Abständen, wobei die Ergebnisse signifikanter waren als für Gelege. Vor allem die Nähe zu Gehölzen schien für die Anlage von Gelegen eine untergeordnete Rolle zu spielen. Im Gegensatz dazu hatte die Nähe der Gelege zu Flüssen eine signifikant positiven Auswirkung. Diese Variable wurde für Individuen nicht aufgenommen (Meyer et al. 2014). Im Zusammenspiel aller Faktoren (multivariate Analyse) zeigte sich, dass weder das Vorhandensein von Binsen und Störkulissen, noch das von Gruppen oder die Vegetationshöhe

einen Einfluss auf den Neststandort hatten. Von den Variablen, die das Vorkommen eines Geleges am wahrscheinlichsten erklärten (Tab. 14), hatte ausschließlich die Nähe zu Flüssen einen signifikanten Einfluss. Die bloße Nähe zu einem Fluss dürfte hierbei nicht der entscheidende Faktor gewesen sein. Da Flüsse große Auswirkungen auf die sie umgebende Flora und Fauna haben, verschleierte die Variable "Nähe zu Flüssen" höchstwahrscheinlich zugrundeliegende Faktoren wie Boden-Feuchtigkeit, Nahrungsverfügbarkeit oder Vegetationszusammensetzung. Die Anwesenheit von Grünland hatte, im Gegensatz zu den Habitat-Typen Acker, Moor und Weide, positive Auswirkungen auf die Standortwahl der Gelege (n.s.). Auch für das Vorkommen der Individuen auf lokaler-, sowie grober geografischer Skala, war dieser Habitat-Typ entscheidend (Meyer et al. 2014). Kein Gelegepunkt und lediglich ein Zufallspunkt befand sich im Habitat-Typ Moor, weshalb die Aussagekraft für diese Variable zu vernachlässigen ist. Da selbst das beste Modell die Varianz der Daten nur zu 11 % erklärte, wird die Wahl des Gelegestandortes der Großen Brachvögel in der ETS 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 Brut 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 primären Beutetiere wie Kleinsäuger (Jedrzejewski et al. 1995; Sidorovich et al. 2005) oder Abständen zu Randstrukturen (Stillman et al. 2006). Auch sie wurden mit den gemessenen Variablen vermutlich nicht adäquat wiedergegeben. Modelle auf kleiner geografischer Ebene gibt es für den Großen Brachvogel bisher keine, weshalb ein Vergleich anderen Gebieten nicht möglich war.

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 Gelege-Modells auf kleiner geografischer Skala, unter Einbezug des Individuen-Modells auf kleiner- und grober geografischer Skala (Hötker & Thomsen 2012; Meyer et al. 2014), legen nahe, dass die Eignung eines Gelegestandortes für Große Brachvögel durch folgende Faktoren definiert wird:

Das Gebiet sollte möglichst nah an Flüssen bzw. Süßwasserquellen gelegen sein. Es sollte aus großflächigen 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, 500 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.

Im dritten Jahr der Studie wurden bereits erste Einblicke in Rückkehraten der adulten Vögel, Habitatwahl und Nistplatztreue gewonnen. Um hieraus die nötigen Modelle zu berechnen, sollte die Beringung auch in folgenden Jahren fortgesetzt werden. Auch können erste Ergebnisse zur Rückkehrate der beringten Jungvögel aus 2013 im nächsten Jahr gewonnen werden, da davon ausgegangen wird, dass diese nach zwei bis drei Jahren wieder zur Brut schreiten (Boschert 2004). 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. Auch sollten die Eier vermessen werden, um ggf. Rückschlüsse auf die Kondition der Altvögel zu gewinnen. Um die Anforderungen der Art an ihr Habitat noch besser verstehen zu können, sollte das Habitatmodell in kommenden Jahren für Familienstandorte weiterentwickelt werden.

## 8. Danksagung

Wir danken dem Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein für die Finanzierung des Projektes. Weiterhin gilt unser Dank in diesem Jahr vor allem den unermüdlichen Helfern, die uns beim Aufbau und Batteriewechsel der Zäune zur Seite standen. 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 zur Seite und waren eine große Hilfe in allen Bereichen.

Wir danken Dr. Hermann Hötter für die Entwicklung des Konzeptes, für die Beringung der Vögel und für seine Präsenz, wann immer sie nötig war. Für wertvolle Anmerkungen zum Bericht danken wir Dr. Volker Salevski. 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 ein solches Projekt niemals möglich wäre, und 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., Thissen J. B., Tensen D., Visser G. H. (1991): *Feeding ecology of charadriiform chicks in agricultural grassland*. *Ardea* 79: 31-44.
- 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.
- Berndt R. K., Koop B., Struwe-Juhl B. (2003): *Vogelwelt Schleswig-Holsteins, Band 5, Brutvogelatlas*. Wachholtz, Neumünster.
- 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.
- 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. (2008): *Gelegeschutz beim Großen Brachvogel. Erfahrungen beim Einsatz von Elektrozäunen am badischen Oberrhein*. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 40: 346-352.
- Boschert M. (2013): *Umfangreiche Schutzmaßnahmen am badischen Oberrhein: Letzte Chance für den Großen Brachvogel*. *Der Falke* 60: 464-466.
- 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 (2015): *Deutscher Wetterdienst*, [http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_windoLabel=T16602574671148363932656&\\_urlType=action&\\_pageLabel=\\_dwdwww\\_kma\\_umwelt\\_datenzentren\\_nkdz](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_windoLabel=T16602574671148363932656&_urlType=action&_pageLabel=_dwdwww_kma_umwelt_datenzentren_nkdz) (04.08. 2015).
- Engl M., Leibl F., Mooser K. (2004): *Bestandsentwicklung, Brutbiologie und Reproduktionserfolg des Großen Brachvogels Numenius arquata im Mettenbacher und Griefenbacher 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).*
- 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.*
- 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. (2010): *Arten des Grünlandes - Wiesenbrüterschutz am Beispiel Schleswig-Holsteins. Biologische Vielfalt 95: 91-106.*
- Hötter H., Jeromin H., Melter J. (2007): *Entwicklung der Brutbestände der Wiesen-Limikolen in Deutschland - Ergebnisse eines neuen Ansatzes im Monitoring mittelhäufiger Brutvogelarten. Vogelwelt 128: 49-65.*
- 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.*
- IUCN (2015): *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015, www.iucnredlist.org (13.09. 2015).*
- 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. (2014): *Gemeinschaftlicher Wiesenvogelschutz 2014. Projektbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Micheal-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.*
- Jeromin H., Hötter 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 K., Scharenberg W. (2012): *SPA "Eider-Treene-Sorge-Niederung" (1622-493). Brutvogelmonitoring 2008-2012.*
- Kipp C., Schwartz D. P., Starkmann T., Storch H., Sturmman L., Tüllinghoff R., Wegener B., Wilhelm M. (2010): *Biologische Station Kreis Steinfurt e.V. Jahresbericht 2010.*
- Kipp C., Schwartz D. P., Storch H., Sturmman L., Tüllinghoff R., Wegener B., Wilhelm M. (2008): *Biologische Station Kreis Steinfurt e.V. Jahresbericht 2008.*
- Kipp C., Schwartz D. P., Storch H., Sturmman L., Tüllinghoff R., Wegener B., Wilhelm M. (2009): *Biologische Station Kreis Steinfurt e.V. Jahresbericht 2009.*
- 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.*
- Kleijn D., Schekkerman H., Dimmers W. J., Kats R. J. v., Melman D., Teunissen W. A. (2010): *Adverse effects of agricultural intensification and climate change on breeding habitat quality of Black-tailed Godwits Limosa l. limosa in the Netherlands. Ibis 152: 475-486.*
- Klok C., Roodbergen M., Hemerik L. (2009): *Diagnosing declining grassland wader populations using simple matrix models. Animal Biology 59: 127-144.*
- 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.*
- 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., Thomsen K.-M., Hötter 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.*
- Rickenbach O., Gruebler M. U., Schaub M., Koller A., Naef-Daenzer B., Schifferli L. (2011): *Exclusion of ground predators improves Northern Lapwing Vanellus vanellus chick survival. Ibis 153: 531-542.*
- 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., 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., Boele A. (2009): *Foraging in precocial chicks of the Black-tailed Godwit Limosa limosa: vulnerability to weather and prey size. Journal of Avian Biology 40: 369-379.*
- 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.*