Raphael Rehm & Ulrich Mäck

Zur Raumnutzung des Großen Brachvogels *(Numenius arquata)* im Gundelfinger Moos

Zusammenfassung

Das Schwäbische Donaumoos gehört zu den großen weitgehend unzerschnittenen Wiesenbrüter-Lebensräumen in Süddeutschland. Bis vor wenigen Jahren brüteten hier noch mehrere Brutpaare des Großen Brachvogels. Seit 2013 wurden im Ostteil des Gebietes, im Gundelfinger Moos, keine Bruten oder Brutversuche mehr registriert. Um mögliche Ursachen erkennen zu können, wurden von 2016 – 2019 verschiedene Untersuchungen zur Eignung des Gebietes als Wiesenbrüterlebensraum, vor allem mit Blick auf den Großen Brachvogel *(Numenius arquata)*, durchgeführt. Zur Bewertung der Nahrungssituation wurden die Regenwurmpopulation und die Populationsgrößen epigäisch lebender Insekten untersucht, der Grünlandbestand analysiert und Direktbeobachtungen zur Raumnutzung anwesender Brachvögel sowie eine GIS-basierte Sichtbarkeitsanalyse durchgeführt. Ergänzend erfolgten Erhebungen zur Störfrequenz durch die Nutzung der Wege im Gebiet. Die Nahrungsversorgung erscheint grundsätzlich ausreichend, was auch die teilweise hohe Zahl mausernder Vögel in den Sommermonaten bestätigt. Die letztlich tatsächlich ausschlaggebenden Faktoren, warum die Brachvögel im Gebiet nicht mehr brüten, konnten nicht zweifelsfrei geklärt werden. Es wurden jedoch folgende Aspekte erkannt, die die Eignung des Gebietes zumindest einschränken: Die Wegedichte ist zu hoch, da die Brachvögel zur Brut Gebiete mit einem Abstand von mindestens 300 m zur potentiellen Störquelle bevorzugten. Die Wege im Kerngebiet, dem nässesten Teilbereich im Naturschutzgebiet, liegen bis zu 70 cm über Gelände, sodass dieser Teilbereich aufgrund dieser Kulissenwirkung als Brutplatz ausscheidet. Was ist zu tun? Störungsminimierung, Sichtschranken abbauen (Wege tiefer legen, weitere Entbuschungen) und niedermoortypische Wasserstände wiederherstellen, zusammen mit entsprechend extensiver Wiesennutzung zur Optimierung der Nahrungserreichbarkeit.

Summary

The Swabian Donaumoos is one of the large habitats for meadow breeders in southern Germany. Until a few years ago, several pairs of the Eurasian curlew (*Numenius arquata*) were breeding here. Since 2013, no broods or breeding attempts have been registered in the Gundelfinger Moos in the eastern part of this area. In order to identify possible causes, various studies were carried out between 2016 and 2019 on the suitability of the area as a meadow breeding habitat, especially focused on the curlew. To evaluate the food situation, the earthworm population and the population sizes of epigeic insects were examined, and the grassland populations were analysed. Field monitoring of the curlew was carried out over two breeding seasons. A GIS-based visibility analysis was performed on a DEM to identify visual barriers. In addition, the frequency of disturbances on the existing road network was evaluated. The food supply appears to be generally sufficient, which is confirmed by the high number of moulting curlews in the summer months. The reason why the curlews no longer breed in the area

could not be identified conclusively. But the following was recognized: The existing road network is too dense. The curlews breed preferably in areas at a distance of at least 300 m from the roads. The roads in the centre, the wettest part of the NSG, are up to 70 cm above ground level. This part of the area is ruled out as a breeding area due to these visual barriers. What must be done? Minimize disruption, dismantle visual barriers (deepen pathways, increase clearing of bushes), and restore water levels typical for natural peatland, while promoting extensive use of the meadows to optimize food accessibility.

1. Einleitung

Der Große Brachvogel *(Numenius arquata)* nutzt als Charaktervogel von Mooren vor allem offene und feuchte Flächen. Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung in den letzten Jahrzehnten zwang die Art aufgrund der Trockenlegung der Moore und Feuchtwiesen, auf artenarme Wirtschaftswiesen und sogar Äcker auszuweichen (Engl et al. 2004; Valkama et al. 1998). Heute nutzt er in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität auch Mähwiesen zur Brut und ist damit zur Leitart des Wiesenbrüterschutzes in Bayern geworden. Ackerbruten sind wegen der hohen Bearbeitungsfrequenz kaum erfolgreich. In Folge gehen in den wichtigsten europäischen Verbreitungsgebieten die Bestandszahlen des Großen Brachvogels seit Jahrzehnten stark zurück. In Deutschland brüten noch etwa 3.200 bis 4.000 Paare und in Bayern etwa 500, wo der Vogel in der Kategorie 1 der Roten Liste Bayerns als „vom Aussterben bedroht“ geführt wird (Liebel 2015; Rudolph et al. 2016). Auch in vielen geschützten Bereichen und Naturschutzgebieten sind die Bestandszahlen rückläufig. Der Reproduktionserfolg des Brachvogels liegt fast überall unterhalb des bestandserhaltenden Schwellenwertes, vor allem wegen folgender Faktoren: Zu geringer Grünlandanteil, zu hohe Schnittfolge, zu dichter Vegetationsbestand, mangelnde Bodenfeuchte, Prädation, Kammerung oder Fragmentierung der Landschaft wegen Sichtbarrieren und hoher Störungsdruck (Bauer et al. 2005; Lossow & Rudolph 2015).

Auch im gesamten Wiesenbrütergebiet des Schwäbischen Donaumooses, bestehend aus den Teilgebieten Brenzaue, Langenauer Moos, Leipheimer und Gundelfinger Moos, geht der Brachvogel-Bestand trotz großer Anstrengungen des Landschaftspflegeverbandes „Arbeitsgemeinschaft Schwäbisches Donaumoos e.V.“ (ARGE Donaumoos) im Wiesenbrüterschutz (Mäck 2012) weiter zurück. Zentrale Maßnahmen wie die Umwandlung von Intensiv- zu Extensivgrünland, Entbuschungen und Anlage feuchter Mulden waren wichtige Schritte. Die Bekassine reagiert mit massiv steigenden Brutbeständen auf die Entbuschungen und die partielle Wiedervernässung (Mäck & Schilhansl 2012). Der Große Brachvogel hingegen hat aus bisher ungeklärten Gründen seit 2013 nicht mehr im Gundelfinger Moos (GM) gebrütet (Abb. 1), ist aber nach wie vor in größerer Zahl im Gebiet anwesend. Nachdem über längere Jahre die Bestandsentwicklung des Großen Brachvogels im Langenauer Ried ähnlich verlief wie in den bayerischen Gebietsteilen des Schwäbischen Donaumooses, hat sich im Langenauer Ried der Abwärtstrend seit 2005 verlangsamt und scheint seit 2012/2013 gestoppt, wenngleich auf sehr niedrigem Niveau (Abb. 1). Auch dort sind aber seit Jahrzehnten keine erfolgreichen Bruten beobachtet worden. Im Teilgebiet „östliches Gundelfinger Moos und Brenzaue“ gibt es schon seit 2009 keine Bruten mehr (Abb. 1).

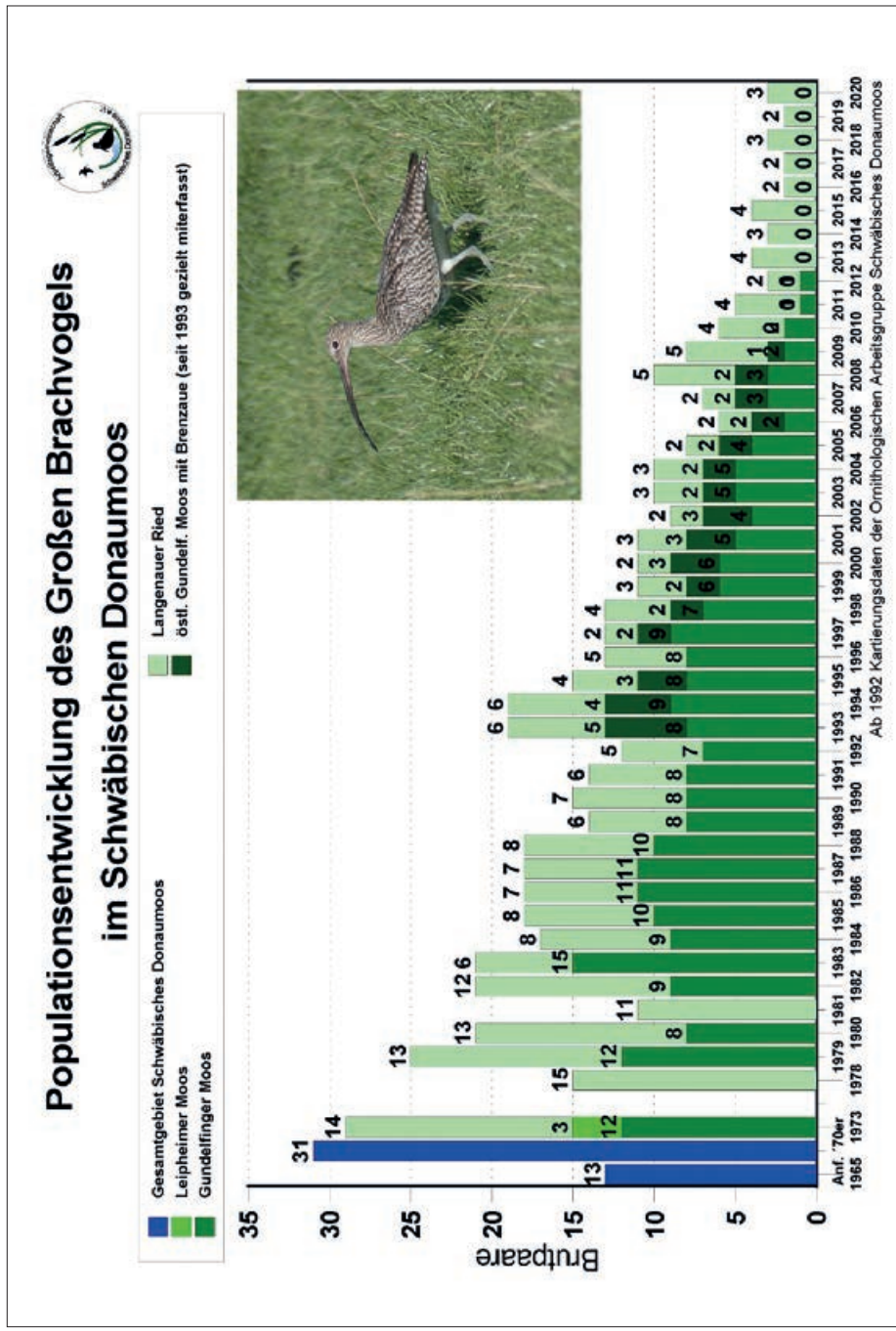


Abb. 1: Populationsentwicklung des Gr. Brachvogels im Gundelfinger Moos im Vergleich zu benachbarten Brutgebieten.

Die letzten bekannten, flügge gewordenen Brachvögel aus dem GM stammen aus dem Jahr 2011. Die Gründe für diese in der jüngeren Vergangenheit unterschiedlich verlaufenden Teil-Populationsentwicklungen sind bisher nicht hinreichend erklärbar. Vor diesem Hintergrund wurde die Nahrungsverfügbarkeit für Wiesenbrüter in Grünlandgebieten im GM vergleichend mit dem Nachbargebiet Langenauer Ried untersucht. Es ist zu vermuten, dass die Nahrungsverfügbarkeit maßgeblich durch die standörtlichen Gegebenheiten sowie die landwirtschaftliche Bodennutzung, und hier insbesondere durch Art und Intensität der Düngung, bestimmt werden. Ein Unterschied zwischen beiden Gebieten ist erkennbar: Im GM, einschließlich des Naturschutzgebiets, werden jährlich größere Mengen an Gülle und auch Biogasgärresten auf den Wiesen ausgebracht. Die untersuchten Flächen in Baden-Württemberg liegen in der Wasserschutzgebietszone II, dort innerhalb der sogenannten Hygienezone mit folgenden Auflagen: keine organische Düngung, keine Beweidung, eingeschränkte Stickstoff-Düngung, Gärrestedüngung nur von rein pflanzlichem Ausgangsmaterial. Zusätzlich wurde über Direktbeobachtungen das Raumnutzungs-Verhalten anwesender Brachvögel im GM über 2 Brutsaisonen hinweg beobachtet, um potenzielle Ursachen des starken Rückgangs ermitteln und mögliche Konzepte zur Verbesserung der Situation erarbeiten zu können. Das Wiesenbrütergebiet im GM besitzt in den letzten Jahren eine steigende Attraktivität für die Naherholung. Besonders an Wochenenden und Feiertagen sind viele Naturfreunde vorrangig auf den durchgängigen, meist geschotterten Feldwegen unterwegs. Die befestigten Schotterwege wurden vermutlich wegen ehemals hoher Wasserstände streckenweise weit über der Geländeoberfläche angelegt. Diese Höhenunterschiede wurden wegen zwischenzeitlicher Sackung des trockengelegten Moorkörpers noch verstärkt und betragen heute bis zu 70 cm zwischen Weg- und Geländeoberfläche, die neben Gehölzstrukturen eine potenzielle Sichtbarriere für die Brachvögel im Kerngebiet darstellen könnten.

2. Untersuchungsgebiet Gundelfinger Moos

Das Untersuchungsgebiet Gundelfinger Moos (GM) befindet sich im östlichen Teil des Schwäbischen Donaumooses (Bayern), zwischen Günzburg und Niederstotzingen-Sontheim. Eingebettet liegt das gleichnamige Naturschutzgebiet (NSG) mit einer Fläche von 224 ha (Abb. 2). Die Flächen im NSG und im Umfeld werden landwirtschaftlich, hauptsächlich als mittelintensives bis extensives Grünland genutzt. Auf diese Bereiche konzentrieren sich auch die dortigen Brachvogelvorkommen sowie die zuletzt erfassten Brutpaare vor dem Jahr 2013. Im Zentralbereich des NSG befinden sich naturnahe und wieder relativ offene Moorflächen mit ehemaligen Torfstichen und offenen Feuchtwiesen (Mäck 2003). Diese werden seit ca. 20 Jahren teilweise mit Exmoor-Ponies und seit ca. 5 Jahren auch mit Schottischen Hochlandrindern extensiv beweidet. Das GM ist Teil des Wiesenbrütergebietes „Donaumoos bei Gundelfingen“ gemäß Art. 23 BayNatSchG und das NSG nach der Europäischen Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (Nr. 7427-371) gelistet. Der umgebende Niedermoorkörper ist zudem als Europäisches Vogelschutzgebiet (Nr. 7427-41 SPA-Gebiet Schwäbisches Donaumoos) gemeldet. Das GM ist ein landesweit bedeutsamer Wiesenbrüter-Lebensraum mit einer, trotz aller Defizite, noch eindrucksvollen Artenvielfalt (Mäck & Erhardt 2012): u.a. mit bis zu 15 Brutpaaren der Bekassine (2020), 6 Brutpaaren der Grauammer

(2020) und 26 Brutpaaren des Kiebitzes sowie einer Vielzahl durchziehender Limikolen-Arten an den Flachwasserbereichen der nahegelegenen Kiesseen (Mäck & Schilhansl 2012).

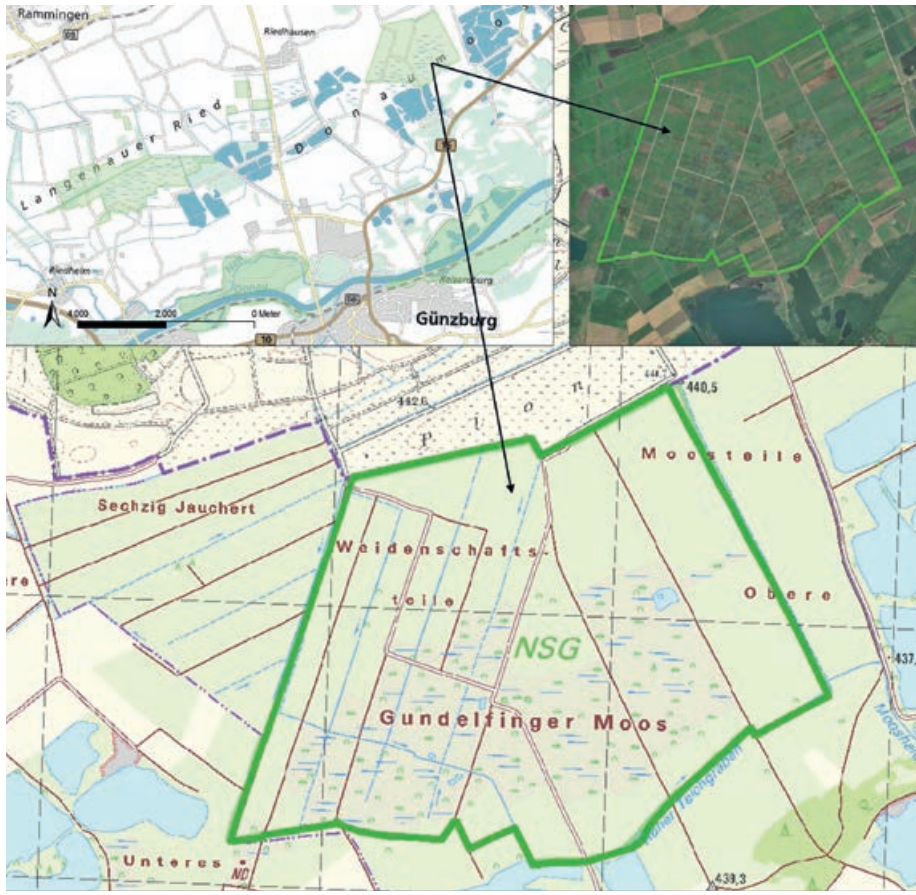


Abb. 2: Untersuchungsgebiet mit dem NSG „Gundelfinger Moos“ im Schwäbischen Donaumoos. c/o: BayerischeVermessungsverwaltung

3. Methoden

3.1. Bestandserfassung und Raumnutzung

Die Beobachtungen erfolgten nach gängigen Methodenstandards (Schoppenhorst 1996; Südbeck et al. 2005), begannen am 20. April 2018 und endeten am 22. Juli 2019. In diesem Zeitrahmen fanden insgesamt 35 Beobachtungstermine statt. Beobachtet wurde 2018 zwischen den Tageszeiten 05:30 und 21:30 Uhr (Tab. 1). Die kürzeste Beobachtungsdauer am Stück war eine halbe Stunde, die längste 6 Stunden bei insgesamt 100 Beobachtungsstunden. 2019 wurde an 41 Terminen frühestens ab 6:45 und bis spätestens 19:30 Uhr beobachtet. Die kürzeste Beobachtungsdauer am Stück war 1 Stunde, die längste 4 Stunden bei insgesamt 110,25 Stunden (Tab. 1).

Über die gesamte Projektlaufzeit wurde 210,25 Stunden im Gelände beobachtet. Daten von weiteren Gebietsornithologen und Landwirten wurden zusätzlich abgefragt und die in der Datenbank „ornitho.de“ eingetragenen Beobachtungen Dritter für die Jahre 2018 und 2019 ausgewertet. Bei den Beobachtungen im Rahmen dieser Arbeit wurden neben den Aufenthaltszeiten und Verhaltensweisen des Großen Brachvogels, ebenso Zeitpunkt, Anzahl und Bewegungsrichtung bei Abflug dokumentiert. Die Flächen, auf denen Brachvögel gesichtet wurden, wurden registriert, um gegebenenfalls Zusammenhänge mit der Flächenbewirtschaftung erkennen zu können.

Jahr	Anzahl BT	Frühester BZP	Spätester BZP	Kürzeste BD	Längste BD	BS gesamt
2018	35	5:45 Uhr	21:30 Uhr	0,5 Stunden	6,5 Stunden	100 Stunden
2019	41	6:45 Uhr	19:30 Uhr	1 Stunde	4 Stunden	110,25 Stunden

Tab. 1: Beobachtungszeiten im Gelände von 2018 und 2019 (BT = Beobachtungstage, BZP = Beobachtungszeitpunkt, BD = Beobachtungsdauer m Stück, BS = Beobachtungstunden)

3.2. Untersuchungen zum Nahrungsangebot

3.2.1 Regenwürmer

Für die Siedlungs- bzw. Individuendichte pro m^2 von Regenwürmern, Biodiversität bzw. Artenzusammensetzung, Biomasse, im Boden und auf dem Boden wurden an 12 unterschiedlich gedüngten Grünlandflächen insgesamt 60 Stichproben entnommen (Oktober 2016 und Mai 2017). Dazu wurden auf Moorstandorten im Gundelfinger Moos drei mit Gärrest, drei mit Festmist gedüngte sowie drei Grünlandflächen ohne eine organische Düngergabe beprobt. Als Vergleich dienten drei Grünlandflächen im Langenauer Ried, die im Wasserschutzgebiet liegen und nicht organisch gedüngt werden dürfen. Pro Feldstück wurden jeweils fünf Stichproben mit einer Austreibungsmethode (2x 10l verdünnte 0,2 % Formaldehydlösung) in Kombination mit der anschließenden Handauslese erhoben. Entlang einer repräsentativen Strecke von 40 Metern wurde alle 10 Meter (bei 0, 10, 20, 30, 40 m) ein Versuchsring mit einer Flächengröße von 0,5 m² ausgelegt. Dabei sollte auf mehrmals pro Jahr geschnittenen Grünlandflächen der Einfluss praxisüblicher Düngung mit Gärresten im Vergleich zu einer Düngung mit Festmist, sowie keiner organischen Düngung ermittelt werden.

3.2.2. Insekten

Zur Erfassung der Nahrungsgrundlage über epigäische Insekten wurden in 9 Flächen – acht im Gundelfinger Moos, eine im Langenauer Ried – je eine Reihe mit sechs Bodenfallen (Marmeladegläser mit 7 Zentimetern Durchmesser) eingegraben. Dabei wurden einerseits die Regenwurm-Probeflächen abgedeckt, andererseits einige Flächen mit den letzten Brutvorkommen bzw. Sichtungen von Brachvögeln ausgewählt. Die Fallen hatten einen Abstand von 10 m zueinander, die Fallenreihen waren folglich je 50 m lang. Da es sich beim Untersuchungsgebiet um ein Naturschutzgebiet handelt, wurde auf den gängigen Einsatz von Stoffen wie Glykol oder Pikrinsäure in der Fang-

flüssigkeit verzichtet und die Gläser mit je 40 ml gesättigter Kochsalzlösung (400 g NaCl in einem Liter Wasser) und einigen Tropfen Entspannungsmittel (Spülmittel) befüllt. Die Fallen wurden vom 05.05. – 30.06.2018 exponiert und innerhalb dieses Zeitraumes einmal geleert und nach folgenden Ordnungen ausgezählt: Mollusken, Spinnentiere, Heuschrecken (Orthoptera), Schnabelkerfe (Hemiptera), Käfer (Coleoptera), Hautflügler (Hymenoptera), Zweiflügler (Diptera), sonstige Arthropoden, Kleinsäuger (Mäuse). Ergänzend zu den Bodenfallen fand am 29.05.2017 (26 – 29 °C, windstill bis leicht windig, sonnig) eine Untersuchung von Transekten auf Höhe der Bodenfallen mit runden Netzkeschern (60 cm, je Fläche 3 x 20 Kescherschläge) statt. Die gefangenen Heuschrecken (-Larven) und übrigen Fänge wurden ausgezählt. Am 13.07.2017 (21 – 23 °C, leicht windig, sonnig) wurden die Fläche nochmals begangen und anhand der adulten Tiere das Artenspektrum bestimmt.

3.3. Auswertung raumwirksamer Faktoren

3.3.1. Störungspotential und Fluchtdistanz

Um die Besucherfrequenz und mögliche Auswirkungen auf den Großen Brachvogel erfassen zu können, wurde mit Hilfe von Wildkameras neben der Anzahl auch die Art der Störung festgestellt (Walz 2019). Die Kameras sind mit einem Bewegungssensor und einem Infrarotblitz ausgestattet, sodass die Dokumentation auch bei Nacht nicht unterbrochen wurde. Die Wildkameras wurden über einen Zeitraum von 108 Tagen (30.04.2018 bis 16.08.2018) an den wichtigsten Hauptwegen des NSG aufgebaut und in regelmäßigen Abständen auf Batteriestatus und Funktionalität überprüft.
Die Auswertung wurde in ArcMap (GIS) mit den Brutdaten seit 2000 verschnitten. Ältere Kartierungen wurden nicht in Betracht gezogen, da nur die aktuelleren Brutplätze mit dem aktuellen Störungsbild verglichen werden können. Zur Erkennung eines möglichen Meideverhaltens der Brachvögel gegenüber stark frequentierten Feldwegen, wurde um die betroffenen Feldwege jeweils eine Pufferzone von 150 und 300 m gelegt. Die Breiten der Pufferzonen orientieren sich an der während des durchgeführten Brachvogelmonitorings 2018 und 2019 beobachteten Fluchtdistanz von ca. 150 m im GM und der Abstandsangaben aus LfU (2017) von 300 m für Straßen und stark frequentierte Feldwege.

3.3.2. Toleranz gegenüber Gehölzen

Gehölze schränken den vom Brachvogel bevorzugten offenen Lebensraum ein. Um den möglichen Einfluss der Gehölzdichte im GM auf die Raumnutzung des großen Brachvogels zu ermitteln, wurden die verbuschten Flächen anhand von Luftbildern aus den Jahren 1989, 2015 und 2018 erfasst. Dabei wurden alle Flurstücke mit flächigen oder linearen Gehölzstrukturen als Ganzes markiert; kleine Einzelgebüsche wurden nicht erfasst. Das Polygon-Layer der Flurstücke mit Gehölzstrukturen wurde mit den Brachvogel-Brutstandorten (Daten seit 1993) in ArcGIS verschnitten. Über eine grafische Auswertung wurde versucht, ein Meideverhalten der Brachvögel gegenüber Gehölzsukzessionen erkennen zu können.

3.3.3. Wegenetz als Sichtbarriere

Um die Verteilung des Großen Brachvogels im Untersuchungsgebiet in Bezug auf das Wegenetz beurteilen zu können, wurde mit ArcGIS eine Sichtbarkeitsanalyse basierend

auf einem Geländemodell (horizontale Auflösung 1 m²) durchgeführt. Dafür wurde jeweils ein Punkt in die Ballungsräume ehemaliger Brutflächen im nördlichen Randbereich des Naturschutzgebietes sowie in verschiedenen Bereichen innerhalb des Wegenetzes gesetzt (vgl. Abb. 8). Jedem dieser Punkte wurde eine Sichthöhe von 30 cm zugeschrieben, um das Sichtfeld eines dort befindlichen Brachvogels zu imitieren. Mit der Sichtbarkeitsanalyse wurde für jeden dieser Punkte, die vom Bezugspunkt sichtbare Fläche ermittelt. Vegetationsstrukturen konnten dabei nicht berücksichtigt werden, so dass allein das Relief der Geländeoberfläche die Größe des Sichtfeldes bestimmt.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Bestandserfassung und Raumnutzung

4.1.1. Bestandserfassung und Raumnutzung 2018 (Mäck et al. 2019)

Bei den durchgeführten Beobachtungen wurden im Jahr 2018 an 23 Tagen (20.4. – 22.7.) 226 Brachvogel-Sichtungen registriert. Am 20. April 2018 zeigte ein Paar Balzverhalten mit Futtergeschenk-Übergabe. Bei nachfolgenden Beobachtungen wurde kein paarbildendes Verhalten mehr erkannt. Während der Haupt-Brutzeit von Mitte April bis Mitte Juni wurden nur noch vereinzelte Tiere oder kleine Gruppen (<10) gesichtet. Erst ab dem 12. Juni 2018 (32 Tiere) wurden wieder größere Brachvogelgruppen bei der Nahrungssuche erfasst (Abb. 3). Diese Angaben decken sich mit den Beobachtungen Dritter (vgl. Abb. 4). Brutnachweise konnten keine verzeichnet werden. Die meisten Brachvögel hielten sich im August im Gebiet auf, mit bis zu über

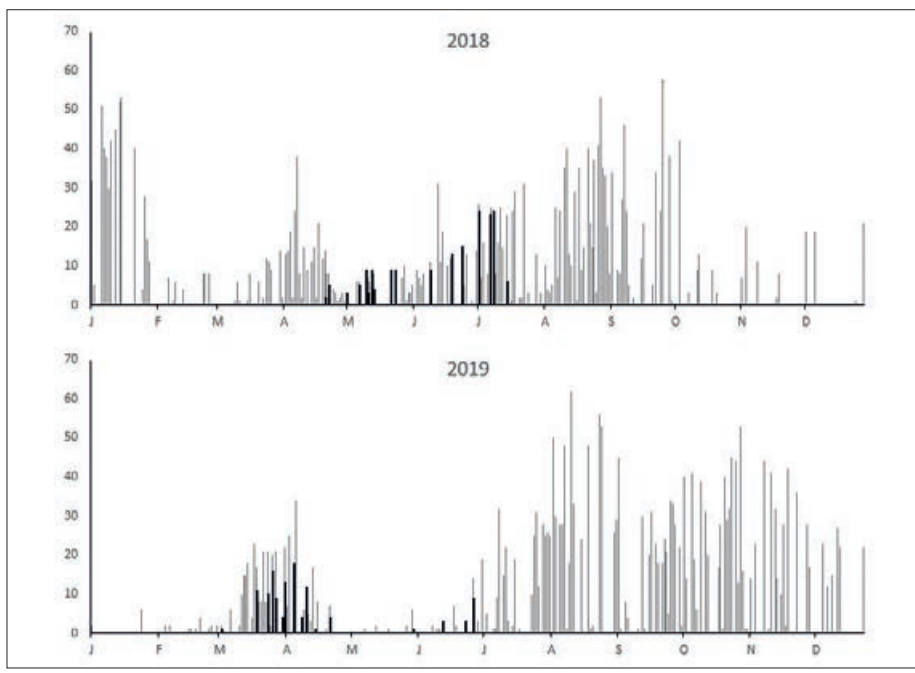


Abb. 3: Anzahl beobachteter Brachvogel-Individuen im GM 2018 und 2019 (dunkel = Bobachtung, hell = ornitho.de).

40 Exemplaren am Tag (Abb. 3). Bis in den Dezember wurden Brachvogelsichtungen in ornitho.de gemeldet (Abb. 3).
Auffällig war, dass die Tiere vor allem die Wiesenbereiche im Norden und Osten des Naturschutzgebietes weiträumig durchstreiften und diesen Bereich zudem als Sammelplatz für gemeinsame Abflüge aus dem Gebiet nutzten. Zur Futtersuche wurden stets Wiesen mit niedriger Vegetation, auch Frühmahdbereiche, oder Maisäcker, solange der Mais noch niedrig stand, aufgesucht. Da nach dem ersten Haupt-Schnittzeitpunkt (1. Juni) größere Bereiche gemäht waren, hielten sich die Brachvögel immer auf diesen gemähten Wiesenabschnitten auf. Die Nahrungsaufnahme erfolgte dabei bevorzugt entlang von Bewirtschaftungsgrenzen (Mahdgrenze, Feldgrenze etc.), also am Wechsel zur höheren Vegetation. Die Hauptaktivität der Vögel spielte sich vormittags bis ca. 11 Uhr und nachmittags ab ca. 15 Uhr bis zur Dämmerung ab.

4.1.2. Bestandserfassung und Raumnutzung 2019 (Mäck et al. 2019)
In 2019 zeigte sich ein grundsätzlich anderes Bild, nämlich ein weitgehendes Fehlen von Brachvögeln, insbesondere von größeren Anzahlen nach Mitte April. Im Beobachtungszeitraum 27.2. – 1.7.2019 wurden an 16 Tagen insgesamt 119 Brachvögel beobachtet. Vor allem im April waren oft größere Gruppen (> 20) zusammen. Im Vergleich zum Vorjahr konnte 2019 jedoch kein Balzverhalten erkannt werden. Nach dem 27. April 2019 wurden im Rahmen des Monitorings bis zum 5. Juni keine Brachvögel erfasst. Auch die Beobachtungen Dritter wiesen nur einzelne Große Brachvögel in die-

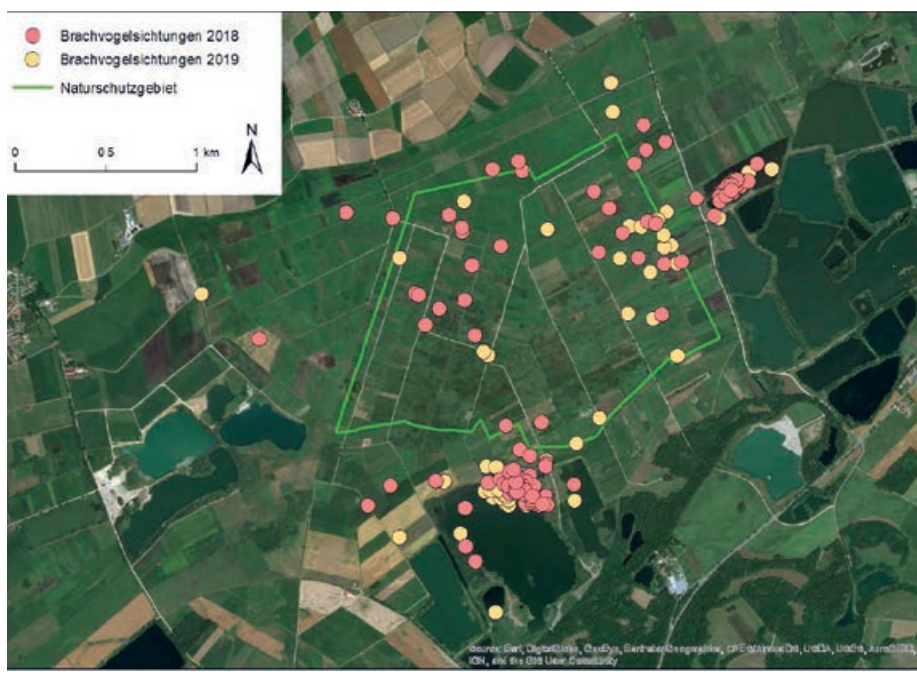


Abb. 4: Verortete Brachvogelsichtungen aus ornitho.de im NSG Gundelfinger Moos in 2018/2019.

sem Zeitraum auf (Abb. 3). Die Brachvögel schienen das Gebiet verlassen zu haben. Erst im Juli stieg die Anzahl an Beobachtungen wieder auf das Niveau vom Frühjahr (Abb. 4) und die Daten aus ornitho.de zeigen im späteren Jahreslauf ein ähnliches Bild wie in 2018. Durch einen kalten und nassen Mai 2019 entwickelte sich die Vegetation eher spät. Dementsprechend verzögert waren wohl auch die Entwicklung der Insektenpopulation und damit das Nahrungsangebot. Dies wäre eine mögliche Erklärung für die Meidung des Gebietes im Frühsommer 2019 und würde darauf hindeuten, dass die Brachvögel das GM tatsächlich vorwiegend zur Rast und zur Nahrungssuche nutzen. Wie im Vorjahr bereits beobachtet, fand die Nahrungsaufnahme dabei bevorzugt auf gemähten Flächen statt. Der nördliche Bereich des Gebietes diente als Sammelplatz.

Während der gesamten Beobachtungszeit waren die Brachvögel vorwiegend außerhalb des Kernbereiches des NSG anzutreffen, der zentrale Bereich des Naturschutzgebietes wurde gemieden. Während der Nahrungssuche näherten sich die Vögel zwar dem Kerngebiet oder hielten sich auch kurzzeitig darin auf. Aber sie konnten dort nie längere Zeit (>1 Stunde) beobachtet werden. Auch rastende Vögel gab es dort nicht. Die eigenen Beobachtungen werden durch die detailliert verorteten ornitho-Daten gestützt, die sich alle außerhalb des Kernbereichs befanden (Abb. 4).

4.2. Untersuchungen zum Nahrungsangebot (Mäck et al. 2018)

4.2.1. Regenwürmer

Bei den Probenahmen 2016 und 2017 konnten insgesamt 2513 Regenwürmer gefangen und 12 Regenwurmarten zugeordnet werden (Mäck et al. 2018). Im GM konnten in der Summe 11 Arten nachgewiesen werden. Damit ist die Artenvielfalt im GM etwas höher als im Langenauer Ried mit 7 Regenwurmarten. Zu berücksichtigen ist dabei jedoch die deutlich höhere Anzahl an Untersuchungsflächen im GM. Die Regenwurmarten mit dem dominantesten und stetigsten Auftreten in allen Untersuchungsflächen waren, (GM und Langenauer Ried) *Lumbricus rubellus*, eine epigäische, streubewohnende Art und *Octolasion lacteum*, eine endogäische, flachgrabende Art. Auch in der Boden-Dauerbeobachtungsfläche im Donaumoos bei Karlshuld waren diese beiden Arten die dominanten Charakterarten des Moorstandortes (Mäck et al. 2018).

Im Langenauer Ried war die Regenwurmbiomasse mit durchschnittlich 65.9 $g\,m^{-2}$ im Vergleich zu mineralischen Standorten niedrig. Erhebungen aus anderen Bundesländern zeigen ebenfalls, dass feuchte Niedermoor-Grünlandflächen durch hohe Regenwurmabundanzen, bei gleichzeitig geringer Regenwurmbiomasse gekennzeichnet sind (Beylich & Graefe 1992-2012, Luthardt et al. 2008). Somit ist die Regenwurmbiomasse das entscheidende Maß der potenziell vorhandenen Nahrungsmenge für Wiesenbrüter. Im Langenauer Ried ist sie mit ca. 66 $g\,m^{-2}$ kaum höher als im GM. Im GM liegt sie in den Varianten mit Gärrestdüngung und ohne organische Düngung bei durchschnittlich 61 – 62 $g\,m^{-2}$. Auffallend ist, dass im Langenauer Ried nur eine epigäische Regenwurmart nachgewiesen wurde. Demgegenüber wurden im GM über beide Untersuchungsjahre fünf streubewohnende Arten erfasst. Bis auf *Lumbricus rubellus* traten diese allerdings nur in geringer Siedlungsdichte auf.

Von Oktober 2016 bis Mai 2017 nahm die Regenwurmbiomasse in den mit Gärrest und mit Festmist gedüngten Varianten im Mittel um ca. 40 bis 50 % zu, während sich

in der Variante ohne organische Düngung eine rückläufige Tendenz der Regenwurmbiomasse im Untersuchungsgebiet 2 zeigte. Dies deutet darauf hin, dass durch eine organische Düngung durchaus die Siedlungsdichte und Biomasse der Regenwürmer gesteigert werden kann, wie auch andere Studien von Feuchtgrünland zeigen (Behrens et al. 2007). Zur Brutzeit der Wiesenlimikolen können somit gedüngte Grünlandflächen ein potenziell höheres Nahrungsangebot für Große Brachvögel bereitstellen. Das gesteigerte Nahrungsangebot kann hierbei auf gedüngten Flächen limitiert sein, da durch eine, im Zuge der höheren Nährstoffverfügbarkeit dichteren Vegetationsschicht eine verringerte Nahrungserreichbarkeit vorliegt.
Zahlreiche Studien von landwirtschaftlich genutzten Flächen auf mineralischen Böden belegen einen positiven Effekt einer organischen Düngung auf die Abundanz und Biomasse der Regenwürmer (Bauchhenss 1989, Edwards & Lofty 1982, Estevez et al. 1996, Whalen et al. 1998, Leroy et al. 2008, Burmeister et al. 2015). Der Schwerpunkt dieser Untersuchungen liegt aber auf Ackerflächen. Doch auch Untersuchungen von Feuchtgrünland in Norddeutschland belegen einen höheren Regenwurmbestand in mit Gülle und Festmist gedüngten Flächen im Vergleich mit einer fehlenden organischen Düngung (Behrens et al. 2007). Im Gegensatz dazu wurde in den Niederlanden auf einer ungedüngten Feuchtgrünlandfläche eine um knapp 30 % höhere Abundanz und eine um knapp 20 % höhere Biomasse der Regenwürmer als in mit Gülle gedüngtem Grünland festgestellt (Timmerman et al. 2006). Studien von grünlandgenutzten Moorstandorten, die auch die Wirkung einer Düngung mit Biogasgärresten im Vergleich zu anderen organischen Wirtschaftsdünger auf den Regenwurmbestand untersuchten, sind bisher nicht bekannt.
Weitere Details zu und über diese Untersuchungen finden sich in Mäck et al. (2018).

4.2.2. Insekten

Bei den Insekten wurden durch die Bodenfallen rein quantitativ auf den extensiv genutzten Flächen mehr Individuen (v.a. Laufkäfer und Spinnen) gefangen als auf den intensiv, gedüngten Flächen. Vereinzelt waren überproportional viele Aaskäfer (Silphidae) enthalten, ohne dass (diese potenziell attachierende) ertrunkene Mäuse vorhanden waren. Die Auszählungsergebnisse der Kescherfänge deckt sich mit den Bodenfallen. Mit Ausnahme von einigen wenigen bereits adulten Gemeinen Grashüpfern (*Chorthippus parallelus*) und diversen Feldgrillen (lediglich akustisch nachgewiesen) konnte die Mehrheit der gekescherten Heuschrecken Ende Mai in Form des Larvalstadiums nachgewiesen werden. Die Menge an Heuschrecken-Larven war auf den extensiv bis weniger intensiv genutzten Flächen deutlich höher als auf den Intensivwiesen. Mit Bodenfallen wird nicht die reale Zusammensetzung der epigäischen Bodenfauna ermittelt, sondern nur deren Aktivitätsdichte. Die Ergebnisse spiegeln deshalb in erster Linie die Struktur der Fläche wider: Auf dichten, gedüngten „Grasäckern“ können sich selbst kleinere Arthropoden am Boden nur schwer fortbewegen; die lückigen, ungedüngten Wiesen bieten hier mehr Aktionsraum. Andererseits bieten Letztere – über die höhere Anzahl an Pflanzenarten und offener Bodenstellen – eine höhere Bandbreite ökologischer Nischen. Insofern waren die nachgewiesenen Individuenzahlen auf den ungedüngten Wiesen am höchsten, gefolgt von den mit Festmist gedüngten Flächen. Die Nahrungssuche Großer Brachvögel dürfte folglich auf lichteren, schütteren Flächen

am effizientesten verlaufen, da auf diesen Standorten nicht nur die höchste Nahrungsverfügbarkeit vorherrscht, sondern auch eine leichtere Nahrungserreichbarkeit gegeben ist (Boschert & Rupp 1993; Boschert 2004).

Einen ungünstigen Einfluss einer Gärrestdüngung auf die Abundanz und Biomasse der Regenwürmer oder Insekten im Vergleich zu den anderen Düngungsformen lassen die Ergebnisse dieser Untersuchung nicht erkennen. Insbesondere der Verdacht, dass das Aufbringen von Gärsubstrat sich negativ auf die Regenwurmfauna auswirkt, ließ sich nicht bestätigen.
Weitere Details zu und über diese Untersuchungen finden sich in Mäck et al. (2018).

4.3. Auswertung raumwirksamer Faktoren

4.3.1. Störungspotential und Fluchtdistanz (Mäck et al. 2019, Walz 2019)

Bei der Auswertung der Wildkameras wurden in 108 Tagen insgesamt 2.573 potenzielle Störungen erfasst (Walz 2019). Davon stellten Traktoren mit 36 % (n = 926) den größten Teil der verschiedenen Störungskategorien dar. Auf Traktoren folgen Zweiräder (i.d.R. Fahrräder) mit 26 % (n = 669), dann Personenkraftwagen mit 21 % (n = 540) und Fußgänger mit lediglich 14 % (n = 361). An letzter Stelle liegt die Kategorie „Sonstige“ mit 3 % (77) Anteil (Abb. 5). Im Tagesverlauf betrachtet, fielen die meisten Störungen auf die Nachmittagsstunden von 15:00 Uhr bis 17:00 Uhr. Lediglich bei der Kategorie Fußgänger liegt das Maximum am Vormittag (9:00 Uhr bis 10:00 Uhr).

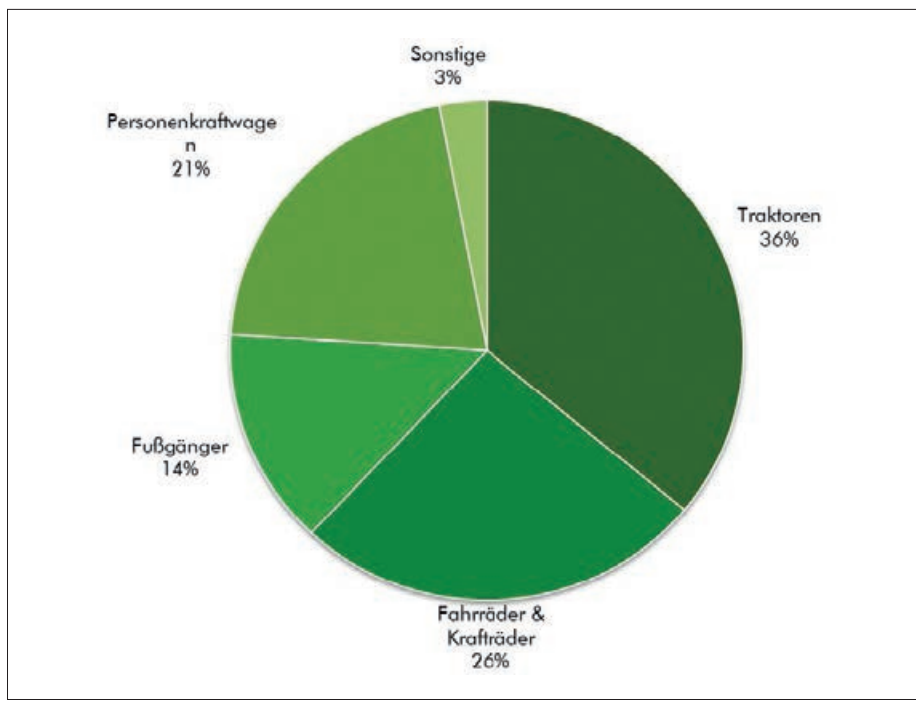


Abb. 5: Verteilung der Störungskategorien in Prozent (Stichprobe: n = 2.573)

Nach 22:00 Uhr wurden nur vereinzelt Besucher dokumentiert (unter 2 %). Morgens waren die ersten Fußgänger zwischen 5:00 Uhr und 6:00 Uhr zu verzeichnen, wobei es sich dabei nahezu ausschließlich um Ornithologen handelt, da auf den meisten Aufnahmen das Mitführen eines Spektivs zu erkennen war (Walz 2019).
Abb. 6 zeigt das Untersuchungsgebiet mit den Brachvogelbrutplätzen der Jahre 2000 – 2016 und die stark frequentierten Feldwege mit einem markierten Puffer-Abstand von 150 bzw. 300 m. In der Auswertung fällt bei der räumlichen Verteilung der Brutplätze auf, dass sich diese in den Bereichen mit größtmöglichen Abständen zu den Wegen befinden. Nur zwei der 37 im Untersuchungsgebiet registrierten Brutplätze der Jahre 2000 – 2016 befinden sich in einem Abstand von weniger als 150 Meter zu einem Weg (Abb. 6). Der eingehaltene Abstand bei Brutplätzen zu Wegen deckt sich mit der durch die Direktbeobachtungen bestimmten durchschnittlichen Fluchtdistanzen von ca. 150 Metern. Die Art der Störung war dabei nicht entscheidend.
Im Vergleich dazu lassen die verorteten Beobachtungsdaten der Brachvögel im Untersuchungsgebiet erkennen, dass die Brachvögel zur Rast und Nahrungsaufnahme keine konsequenten Mindestabstände zu den frequentierten Wegen einhalten. Die Brachvögel scheinen demnach bei der Brutplatzsuche empfindlicher auf Störungen zu reagieren als bei der Nahrungssuche (Bregnballe et al. 2009; Laursen et al. 2005). Interessant zu beobachten war, dass die Vögel bei der Störung während der Nahrungsaufnahme zwar aufflogen, das Gebiet aber nicht verlassen haben. Nur zwei Mal wurde das Verlassen des Gebietes nach der Störung durch einen Hund (angeleint) registriert.

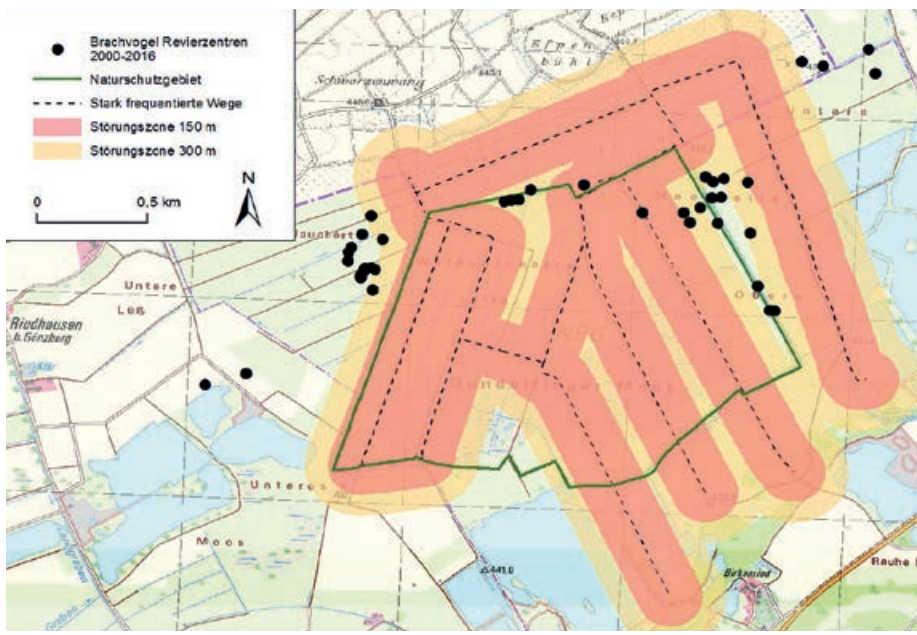


Abb. 6: Die Verteilung der Brachvogelrevierzentren zwischen 2000 und 2016 zusammen mit den stark frequentierten Feldwegen (Quelle: Verändert nach Walz 2019) c/o: BayerischeVermessungsverwaltung

Ein Zusammenhang zwischen Störungshäufigkeit und dem Abstand von Brutstandorten zu Wegen ist dagegen nicht zu erkennen. So wird beispielsweise bei Feldwegen mit einer geringen Besucherfrequenz (durchschnittlich weniger als vier Besucher/Störungen pro Tag) ein ebenso großer Abstand wie bei Feldwegen mit hoher Besucherfrequenz (durchschnittlich mehr als 16 Besucher/Störungen pro Tag) eingehalten.
Möglicherweise sind diese Tagesmittelwerte aber nur wenig aussagekräftig und andere Faktoren, wie die Regelmäßigkeit bzw. Konzentration auf wenige, bestimmte Stunden am Tag oder die Art der Störung sowie das Verhalten der Besucher, haben vielleicht einen größeren Einfluss. Ob steigende Besucherzahlen (mit-)verantwortlich für den Rückgang der Brutpaare im GM sind, kann nicht nachvollzogen werden, da keine Daten zu den Besucherzahlen der vergangenen Jahre vorliegen.
Trotz Ausweisung als Fauna-Flora-Habitat- bzw. europäischem Vogelschutzgebiet (EU-VschG) kommt es über bzw. nahe am NSG GM immer wieder zu gravierenden Störungen durch Flugverkehr. Während hochfliegende Passagierflugzeuge keine Störung darstellen, reagieren die Vögel sensibel auf Flugmanöver von Militärhubschraubern und Sportflugzeugen, die das Gebiet tiefer über- oder nahe umfliegen. Dass die Brachvögel bei derartigen Störungen plötzlich und weit wegfliegen, haben auch Ornithologen aus früheren Jahren immer wieder beobachtet. Doch dass diese Störungen so gravierend sein können, dass danach mehrere Tage kein Brachvogel im Gebiet gesichtet wurde, wurde erst anhand der regelmäßigen Beobachtungen dieser Arbeit erkannt. Dies ist besonders wichtig, da zwischenzeitlich erfahren wurde, dass z. B. die EU-VSchGe in den militärischen Flugkarten gar nicht eingezeichnet sind.
Weitere Details zu und über diese Untersuchungen finden sich in Mäck et al. (2019) und Walz (2019).

4.3.2. Toleranz gegenüber Gehölzen

Das bevorzugte Habitat des Großen Brachvogels im GM sind die großflächig offenen Wiesen ohne Gehölzkulissen. Annährungen an höhere Vegetationsstrukturen erfolgen nur, wenn Offenheit des Geländes in alle anderen Himmelsrichtungen gewährleistet ist (vgl. Abb. 7 Kulisse 2018). Während Einzelgebüsche bei der Nahrungsaufnahme in geringer Dichte offenbar noch toleriert wurden, scheint die Toleranz bei Brutrevieren deutlich geringer zu sein. Werden die verbuschten Flurstücks-Kulissen (Flächen mit Gehölzstrukturen) aus 1989 und 2015 mit den damaligen Brutvogelrevieren verschnitten, ist ein deutliches Meideverhalten des (verbuschten) Kerngebietes zu erkennen, in dem die Gehölzsukzession am weitesten fortgeschritten war (Abb. 7, Kulisse 1989 und 2015). Diese Ergebnisse decken sich mit Beobachtungen aus den Wiesenbrütergebieten im oberbayerischen Alpenvorland: Ampermoos, Bergener Moos, Murnauer Moos sowie die Loisach-Kochelsee-Moore (LfU 2017). Die darin ausgewerteten Datensätze werden als repräsentativ für die Wiesenbrüterpopulationen in Streuwiesenlebensräumen in Niedermooren (das GM wird explizit erwähnt) dargestellt und bieten sich daher als Grundlage für vertiefende Auswertungen zu Lebensraumansprüchen und zur Habitatnutzung ausgewählter Wiesenbrüterarten an. Gehölzsukzession in Wiesenbrütergebieten bedeutet daher eine Einschränkung potenzieller Bruthabitate, die zu den Verlusten durch Intensivierung der Grünlandnutzung, Entwässerungen, Erschließung und Störungen hinzukommt. Die Großen Brachvögel im GM brüteten ausschließlich in den gehölzarmen Grünland-Arealen im Umfeld des Kerngebietes.

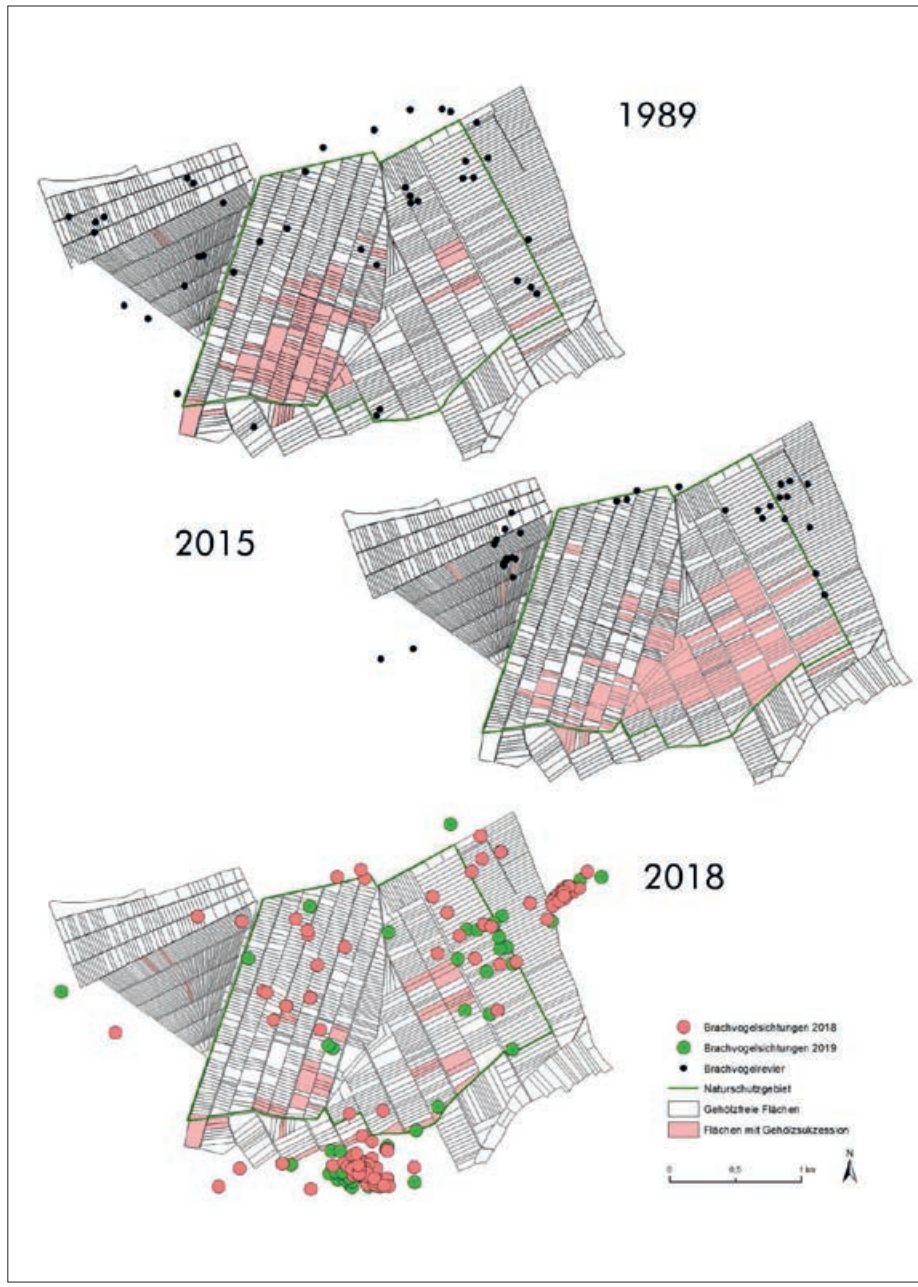


Abb. 7: NSG Gundelfinger Moos mit Umfeld, dargestellt als Flurkarte. Flurstücke mit Gehölzstrukturen sind rot markiert und zeigen den Zustand von 1989, 2015 und 2018. Die schwarzen Punkte zeigen jeweils Brachvogelreviere zwischen 1993-1995 für 1989 und 2000 – 2013 für 2015. Rote und grüne Punkte zeigen Brachvogelbeobachtungen in den Jahren 2018 und 2019.

Die mangelnde Toleranz gegenüber Gehölzen könnte die ausbleibenden Brachvogelbruten im südlichen Kernbereich des NSG seit den 80er Jahren erklären. Jedoch wurden in diesem Bereich auch in den 60er Jahren, als dieser Kernbereich noch weitgehend gehölzfrei war, bereits keine Brutpaare kartiert (Beissmann pers. Mitt.). Die mangelnde Toleranz gegenüber Verbuschung erklärt auch nicht das Ausbleiben von Brutversuchen in den heutigen gehölzfreien Randbereichen. Trotzdem bestätigt die Auswertung die hohe Bedeutung der regelmäßigen Entbuschungsarbeiten der ARGE Donaumoos seit 1994 für den Wiesenbrüterschutz im GM, da zumindest seither zunehmend immer wieder Brachvögel bei der Nahrungssuche im Kerngebiet gesehen werden. Außerdem erweitern Entbuschungen auch den Lebensraum anderer Wiesenbrüter, erkennbar an den Brutpaarzahlen und der räumlichen Verteilung von Kiebitz und besonders ausgeprägt der Bekassine.

4.3.3. Wegenetz als Sichtbarriere

Die Sichtbarkeitsanalyse zur Überprüfung möglicher Einflüsse der befestigten Feldwege auf das Sichtfeld der Brachvögel im Kerngebiet des GM brachte ein klares Ergebnis (Abb. 8). Während die Vögel im nördlichen Randbereich des Naturschutzgebietes teilweise ein Sichtfeld von über 1 km Strecke besitzen, beschränkt sich das Sichtfeld im Kerngebiet innerhalb der erhöhten Wegstrukturen auf < 100 m. Ein Vergleich der Wirkung stark erhöhter bzw. kaum erhöhter Wege auf das Sichtfeld eines Brachvogels sollen die Fotos in Abb. 9 verdeutlichen. Durch das Wegenetz entsteht daher eine deutliche Fragmentierung des Kern-Gebietes, was nach den Ergebnissen der Sichtanalyse als eine Ursache der Meidung des Kerngebietes als Bruthabitat angesehen werden



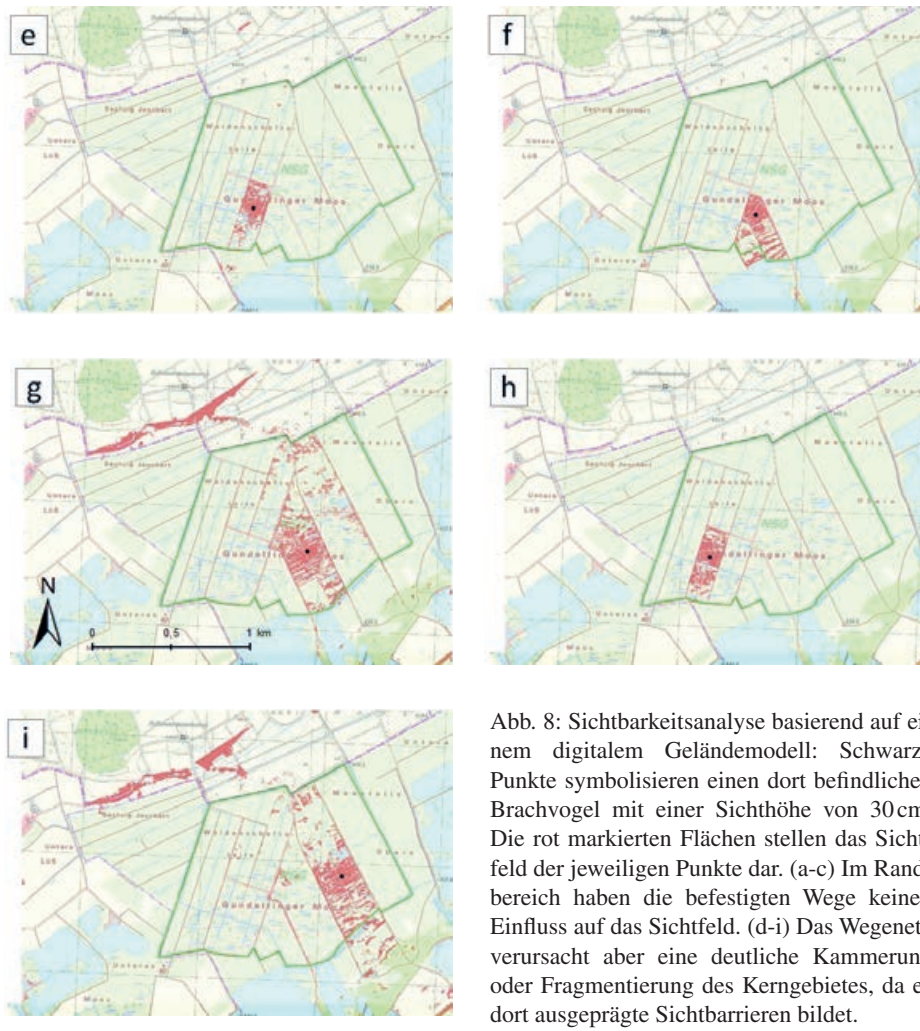


Abb. 8: Sichtbarkeitsanalyse basierend auf einem digitalem Geländemodell: Schwarze Punkte symbolisieren einen dort befindlichen Brachvogel mit einer Sichthöhe von 30 cm. Die rot markierten Flächen stellen das Sichtfeld der jeweiligen Punkte dar. (a-c) Im Randbereich haben die befestigten Wege keinen Einfluss auf das Sichtfeld. (d-i) Das Wegenetz verursacht aber eine deutliche Kammerung oder Fragmentierung des Kerngebietes, da es dort ausgeprägte Sichtbarrieren bildet.

kann. Denn auch in früheren Jahrzehnten, als der Kernbereich noch frei von Gehölzstrukturen war (s. o.) und die Brachvögel noch regelmäßig im Untersuchungsgebiet gebrütet haben, wurde der Kernbereich als Brutplatz gemieden (W. Beissmann und OAG SD 2019 mündl. Mitt.).

Das erhöhte Wegenetz im Kerngebiet des NSG Gundelfinger Moos stellt also mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht tolerierbare Sichtbarrieren für den Großen Brachvogel dar, weshalb er diesen Bereich als Bruthabitat meidet und auch zur Futtersuche nur selten nutzt. Die dortige Gehölzsukzession verstärkte zwar jahrelang den Effekt der eingeschränkten Sicht und damit das Meideverhalten des Großen Brachvogels, doch wird bei gleichbleibendem Wegenetz die Entbuschung allein dieses Raumnutzungs-Verhalten daher nicht ändern können.

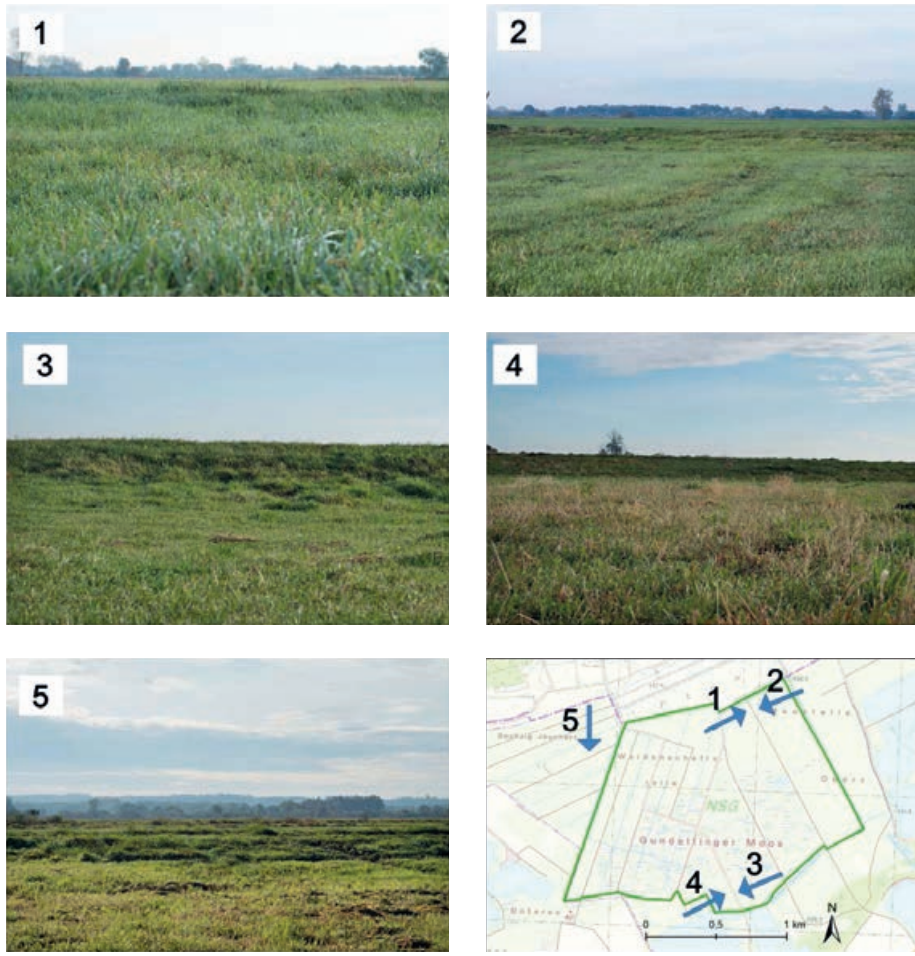


Abb. 9: Sichtweite in ca. 30 cm Höhe auf einen Feldweg im nördlichen Bereich des NSG GM (1, 2 und 5), sowie im südlichen Bereich des NSG GM (3 und 4). Während die Feldwege im nördlichen Bereich ein weites Sichtfeld erlauben, stellen die erhöhten Wegstrukturen im südlichen Bereich eine deutliche Sichtbarriere für die Brachvögel dar.

5. Schlussfolgerungen

Das GM war bis 2012 noch Brutgebiet des Großen Brachvogels. Bisherige Erklärungsversuche für die ausbleibenden Bruten seit 2013 ließen Fragen offen, zumal in den Sommermonaten und während der Zugzeit regelmäßig kleinere und größere Trupps das Gundelfinger Moos aufsuchen. Ein zu geringes Nahrungsangebot, z. B. verursacht durch Düngung, konnte im Rahmen der Untersuchung in Grünlandgebieten des GM unter besonderer Berücksichtigung des Düngeaspektes ausgeschlossen werden (Mäck et al. 2018). Vielmehr scheint es, als würde der Brachvogel das GM vor und nach der Brutzeit gezielt als Rast- und Nahrungshabitat aufsuchen. Es muss also neben Habitat,

Nahrungsangebot und Vegetation weitere Faktoren geben, anhand derer sich die Raumnutzung und damit möglicherweise auch das ausbleibende Brutverhalten im Projektgebiet erklären lassen.
Die Ergebnisse des Brachvogelmonitorings 2018 und 2019 lassen mögliche, gebietsspezifische Ursachen für die Raumnutzung der Tiere erkennen (Mäck et al. 2019). Die eingeschränkte Fernsicht, verursacht durch erhöht angelegte Feldwege sowie flächenhafte Gehölzstrukturen, kann zumindest das Meideverhalten des Kerngebietes des NSG GM erklären – auch die schon immer dort ausbleibenden Bruten. Auf jeden Fall scheidet es dadurch als Bruthabitat aus: Während die höher liegenden Wege im Kerngebiet und Gehölzstrukturen außerhalb des Kerngebietes bei der Nahrungsaufnahme teilweise noch toleriert werden, wurden für die Brutreviere in der Regel Abstände von über 300 Meter von derartigen Strukturen eingehalten. Eine hohe Frequentierung der Feldwege durch Landwirtschaft und Freizeitbesucher, hindert den Großen Brachvogel nicht daran, die Randbereiche des Naturschutzgebietes als Rast- und Nahrungsgebiete aufzusuchen. Jedoch zeigen die Brachvögel eine Fluchtdistanz von mindestens ca. 150 Metern. Das Störungspotential der im Kerngebiet enger beieinanderliegenden Wege schränkt daher die Bereiche möglicher Bruthabitate im NSG auf ein Minimum ein und stellt einen weiteren sehr wahrscheinlichen Grund für ausbleibende Bruten des Großen Brachvogels im Kerngebiet dar. Über die Altersstruktur der Brachvogelpopulation im GM ist wenig bekannt. Ein hohes Alter der Brachvögel und damit ein geringes oder sogar fehlende Balzverhalten und das Ausbleiben von Brutversuchen, sowie ausbleibender Nachzug aus Nachbargebieten (zu geringe Reproduktionsrate), könnte den starken Rückgang verstärkt haben. Es ist allerdings auffällig, dass sich in den Sommermonaten regelmäßig eine große Zahl an Brachvögeln im Gebiet aufhält, und doch offenbar bisher keines dieser Tiere zur Brut schreitet oder einen Brutversuch wagt. Vielleicht bestimmt das Zusammenspiel von mehreren oder auch nur lokal wirkende Faktoren das Brutgeschehen im Wesentlichen. Die Sichtbarrieren, ein enges Wegenetz sowie eine hohe Besucherfrequenz stechen jedoch als potenziell entscheidender Ursachenkomplex hervor. Ein genaueres Bild dazu können nur Langzeitstudien vermitteln. Soll der Große Brachvogel langfristig im Untersuchungsgebiet als Brutvogel wieder etabliert und erhalten werden, sind zunächst die Sanierung des Niedermoorstandortes (Wiedervernässung) und eine Änderung des Wegenetzes mit Schaffung von Ruhezonen vorrangig anzugehen.
Die Attraktivität des GM für den Brachvogel lag schon immer besonders in den Randbereichen, wo nun gezielte Schutzmaßnahmen für den Brachvogel unternommen werden können. Konkret heißt das: kurzfristig Schaffung und Vernässung von Flachmulden und Wiesen in den Randbereichen z. B. über Pumpensysteme, langfristig Anhebung des Grundwasserstandes und Rückbau von Entwässerungsgräben möglichst im Gesamtgebiet, Umwandlung von Äckern in Extensivgrünland sowie zeitlich und räumlich möglichst vielfältig differenzierte Mahd von Wiesen inklusive Etablierung weiterer großflächiger extensiver Weidesysteme. Im Kerngebiet müssen neben weiterer Entbuschung unbedingt die Absenkung der Wege erfolgen. Nur so lassen sich die dortigen Sichtbarrieren entfernen. Nur eine erhöhte Attraktivität des Brutgebietes steigert die Chancen von Neuansiedlungen von Brutpaaren und kann so einem möglicherweise überalternden Bestand entgegenwirken (Schekkerman 2002; Melter 2002; Melter

2004; Brown et al. 2015). Die Fortführung des gemeinschaftlichen Wiesenbrüterschutzes in allen Gebieten sowie der Erhalt und die Neuschaffung von Lebensräumen für den Brachvogel sind unerlässlich für den Schutz dieser Art. Die hohen Zahlen in den Sommermonaten dauerhaft anwesender Individuen geben jedoch Hoffnung auf erneute Bruten, bestätigen sie doch die grundsätzlich noch hohe Eignung des GM als Brachvogel-Lebensraum.

Danksagung

Die Daten zu dieser Veröffentlichung wurden überwiegend im Rahmen zweier Werkverträge des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU), Augsburg, an die ARGE Donaumoos erhoben (Mäck et al. 2018 und 2019). Wir danken dem LfU für die Beauftragung und für die Möglichkeit der Präsentation von einigen dieser Daten in dieser Veröffentlichung.

Die Bearbeitung der Werkverträge war eine Gemeinschaftsleistung von Anja Schumann, Raphael Rehm und Dr. Ulrich Mäck, alle Mitarbeiter der ARGE Donaumoos, sowie von Margarete Siering von der Regierung von Schwaben, Augsburg, Roswitha Walter von der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising, Dr. Sven Grashey-Jansen und Dr. Philipp Stojakowits, Robin Walz, Institut der Geographie (Universität Augsburg), Anton Burnhauser, Augsburg, Michael Sandner, Offingen, Ralf Schreiber, Neu-Ulm und Sigrun Nagel, Gerstetten. Ihnen allen gebührt unser Dank.

Literatur

Bauer, H.G., Bezzel, E. & Fiedler, W. (2005): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. 2. Auflage. – 3 Bände, Aula-Verlag, Wiebelsheim.

Bauchhenss, J. (1989): Düngung und Bodenleben. PdN-Ch 2/38, Jg. 1989, 36-40.

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) (2017): Ermittlung der Toleranz von Wiesenbrütern gegenüber Gehölzdichten, Schilfbeständen und Wegen in ausgewählten Wiesenbrütergebieten des Voralpenlandes. Augsburg.

Behrens, M., Artmeyer, C., Stelzig, V. (2007): Das Nahrungsangebot für Wiesenvögel im Feuchtgrünland – Einfluss der Bewirtschaftung und Konsequenzen für den Vogelschutz. Naturschutz und Landschaftsplanung 39(11): 346-352.

Beylich, A. & Graefe, U. (1992-2012): Gesamtgutachten zu den bodenzoologischen Untersuchungen an Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Schleswig-Holstein für den Zeitraum 1992 bis 2012.

Boschert, M., Rupp, J. (1993): Brutbiologie des Großen Brachvogels *Numenius arquata* in einem Brutgebiet am südlichen Oberrhein. Vogelwelt 114: 199-221.

Boschert, M (2004): Der Große Brachvogel (*Numenius arquata* [Linnaeus 1758]) am badischen Oberrhein – Wissenschaftliche Grundlagen für einen umfassenden und nachhaltigen Schutz. Diss. Eberhard Karls Universität Tübingen, Selbstverlag, Buhl.

Bregnballe, T., Aaen, K. I.M., Fox, A. D. (2009): Escape distances from human pedestrians by staging waterbirds in a Danish wetland. Wildfowl; 2009: Wildfowl Special Issue No. 2.

Brown, D., Wilson, J., Douglas, D., Thompson, P., Foster, S., Mcculloch, N., Phillips, J., Stroud, D., Whitehead, S., Crockford, N., Sheldon, R. (2015): The Eurasian Curlew–the most pressing bird conservation priority in the UK. Brit. Birds, 108, 660-668.

Burmeister, J., Walter, R., Fritz, M. (2015): Düngung mit Biogasgärresten – Auswirkungen auf Bodentiere. In Biogas Forum Bayern Nr. I-27/2015. ALB Bayern e.V. (Hrsg.)

Edwards, C. A., J. R. Lofty, 1982: Nitrogenous fertilizers and earthworm populations in agricultural soils, Soil Biol. Biochem. Vol 14: 515-521.

Engl, M., Leibl, F., Mooser, K. (2004): Bestandsentwicklung, Brutbiologie und Reproduktionserfolg des Großen Brachvogels *Numenius arquata* im Mettenbacher und Grießenbacher Moos, Landkreis Landshut. Ornithol. Anz. 43: 217-235.
Estevez, B., A. N'Dayegamiye, D. Coderre (1996): The effect on earthworm abundance and selected soil properties after 14 years of solid cattle manure and NPKMg fertilizer application. Canadian Journal of Soil Science 76 (3). S. 351-355.
Glutz von Blotzheim, U., Bauer, K. (1988): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Band 11/I, Turdidae. Aula, Wiesbaden.
Kipp, M. (1982): Ergebnisse individueller Farbberingung beim Großen Brachvogel und ihre Bedeutung fur den Biotopschutz. Beih. Veroff. Naturschutz, Landschaftspfl. Bad.-Württ. 25: 87-96.
Laursen, K., Kahlert, J., Frikke, J. (2005): Factors affecting escape distances of staging waterbirds. Wildlife Biology 11: 13–19.
Leroy, B., O. Schmidt, A. Van den Bossche, D. Reheul, M. Moens (2008): Earthworm population dynamics as influenced by the quality of exogenous organic matter. Pedobiologia 52, S.139-150.
Liebel, H. (2015): 6. Landesweite Wiesenbrütererfassung in Bayern 2014/15. Ergebnisse des Untersuchungsjahres 2014. Bayerisches Landesamt für Umwelt.
Lossow G. v., Rudolph B. (2015): 35 Jahre Wiesenbrüterschutz in Bayern- Situation, Analyse, Bewertung, Perspektiven. Augsburg
Luthardt, V., Brauner, O., Hoffmann, C., Haggenmüller, K. (2008): Lebensräume im Wandel. Jahresbericht der ökosystemaren Umweltbeobachtung (ÖUB) zum Offenland des Biosphärenreservates Flusslandschaft Elbe und des Biosphärenreservates Schorfheide-Chorin: Zeitreihenuntersuchungen des Mineralischen Graslandes und des entwässerten, landwirtschaftlich genutzten und aufgelassenen Moorgrasslandes (zzgl. 3-jährige Parameter der naturnahen Moore im BR SV). http://lanuweb.fh-eberswalde.de/oeub/pdf/OeUB_Bericht_2008.pdf
Mäck, U., 2003: Aus den Naturschutzgebieten Bayerns Naturschutzgebiete im Schwäbischen Donauried: NSG Gundelfinger Moos. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg: 61 – 91.
Mäck, U., 2012: 20 Jahre ARGE Donaumoos. In: Mäck, U. & H. Ehrhardt (Hrsg.): Das Schwäbische Donaumoos – Niedermoore, Hang- und Auwälder. Schuber, Ulm: 184-223.
Mäck, U., Ehrhardt, H. (2012): Das Schwäbische Donaumoos: Niedermoore, Hang- und Auwälder. Schuber, Ulm. 240 S.
Mäck, U., Schilhansl, K. (2012): Vögel. In: Mäck, U. & H. Ehrhardt (Hrsg.): Das Schwäbische Donaumoos – Niedermoore, Hang- und Auwälder. Schuber, Ulm: 130-147.
Mäck, M., Schumann, A., Walter, R., Grashey-Jansen, S., Stojakowits, P., Siering, M., Burnhauser, A., Sandner, M. & R. Schreiber (2018): Untersuchungen zum Nahrungsangebot für Wiesenbrüter in Grünlandgebieten des Schwäbischen Donaumooses unter besonderer Berücksichtigung des Düngeaspektes. Hrsg. Bayerisches Landesamt für Umwelt. Augsburg. (unveröffentlicht)
Mäck, M., Schumann, A., Rehm, R., Sandner, M. & S. Nagel (2019): Untersuchungen zur Raumnutzung des Großen Brachvogels (*Numenius arquata*) im Gundelfinger Moos. Hrsg. Bayerisches Landesamt für Umwelt. Augsburg. (unveröffentlicht)
Melter, J. (2004): Bestandssituation der Wiesenlimikolen in Niedersachsen. In: Kruger T & Südbeck P: Wiesenvogelschutz in Niedersachsen. Naturschutz Landschaftspfl. Nieders., H. 41: 10-23.
Melter, J. (2002): Vierjährige Bruterfolgsuntersuchungen an ausgewählten Wiesenvogelarten in zwei unterschiedlich genutzten Gebieten bei Osnabrück (Niedersachsen). Tagungsband der Biologischen Station Kreis Steinfurt e.V. „Zur Situation feuchtgrünlandabhängiger Vogelarten in Deutschland«:19-20.
Rudolph, B.-U., J. Schwander, H.-J. Fünfstück (2016): Rote Liste und Liste der Brutvögel Bayerns. Bayerisches Landesamt für Umwelt.
Schekkerman, H. (2002): Zur Ökologie der Wiesenvögel: Ohne Kenntnis kein effektiver Schutz. Tagungsband der Hochschule Vechta „Wiesenvogelschutz in Norddeutschland und den Niederlanden«: 6-9.
Schoppenhorst, A. (1996): Methodik zur Erfassung der Bruterfolge ausgewählter Wiesenbrüter im Bremer Raum im Rahmen eines integrierten Populationsmonitoring. Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 1: 19-25. (2002): Bruterfolge und Brutverluste von Wiesenvögeln in Feuchtwiesengebieten des Bremer Beckens – erste Ergebnisse aus der Brutsaison 2002. Tagungsband der Hochschule Vechta „Wiesenvogelschutz in Norddeutschland und den Niederlanden «: 44-45.

Südbeck, P., H. Andretzke, S. Fischer, K. Gedeon, T. Schikore, K. Schröder & C. Sudfeldt (2005): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands, Radolfzell.
Timmerman, A., Bos, D., Ouwehand, J., de Goede, R.G.M. (2006): Long-term effects of ferilisation regime on earthworm abundance in a semi-natural grassland area. Pedobiologia 50: 427-432.
Van der Vliert R.E., Van Dijk J. & Wassen M.J. (2010): How different landscape elements limit the breeding habitat of meadow bird species. Ardea 98:203–209.
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.
Whalen, J.K., R. Parmelee, C. Edwards (1998): Population dynamics of earthworm communities in corn agroecosystems receiving organic or inorganic fertilizer amendments. Biology and Fertility of Soils 27, S. 400-407.
Walz, R. (2019): Die Besucherfrequenz im Gundelfinger Moos (Schwäbisches Donaumoos) und mögliche Auswirkungen von Personenverkehr und Freizeitaktivitäten auf den Großen Brachvogel. Unveröffentl. Bachelorarbeit. Universität Augsburg.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwiss. Vereins für Schwaben, Augsburg

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: 124

Autor(en)/Author(s): Rehm Raphael, Mäck Ulrich

Artikel/Article: Zur Raumnutzung des Großen Brachvogels (Numenius arquata) im Gundelfinger Moos 30-51