©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen
Band 32, S. 243 – 259, 2006

Windkraft, Vögel, Lebensräume – Ergebnisse einer fünfjährigen BACI-Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel

Marc Reichenbach & Hanjo Steinborn

Zusammenfassung: Im südlichen Ostfriesland werden seit September 2000 Langzeituntersuchungen zum Konfliktthema „Windkraft und Vögel" durchgeführt, die auf einen Zeitraum von insgesamt sieben Jahren konzipiert sind. Es werden ausgewählte Ergebnisse aus den ersten fünf Untersuchungsjahren dargestellt. Durchgeführt wurden Bestandserfassungen von Brut- und Gastvögeln, Beobachtungen zu Verhalten und Raumnutzung, Bruterfolgskontrollen und Habitatanalysen. Die Analyse erfolgte u.a. nach dem BACI-Design (Before-After-Control-Impact, Vorher-Nachher-Untersuchung mit Referenzfläche).

Die Bestandsveränderungen der untersuchten Arten verliefen unterschiedlich. Bei keiner untersuchten Art fand eine Verlagerung aus den Windparks (500 m Umkreis) in das Referenzgebiet statt. Beim Kiebitz als Brutvogel fand in einem Windpark eine signifikante Bestandsabnahme statt. Beim Vergleich von Brutpaarzahlen und Erwartungswerten, die aus den Beständen des Referenzgebietes abgeleitet wurden, fand sich beim Kiebitz als einziger Art eine signifikante Meidung des Nahbereichs der Anlagen (bis 100 m Entfernung). Beim Kiebitz als Gastvogel fand sich eine hochsignifikante Meidung bis ca. 400 m, die auch durch den Vorher-Nachher-Vergleich bestätigt wird.

Raumnutzungsbeobachtungen auf Probeflächen in unterschiedlicher Entfernung zu den Anlagen ergaben hingegen keinen erkennbaren Einfluss. Verhaltensbeobachtungen beim Großen Brachvogel zeigten, dass die Anlagennähe bis ca. 50 m gemieden wurde und dass störungsanfälligere Verhaltensweisen wie Putzen oder Rasten erst ab einer Entfernung von ca. 200 m auftraten. Ein Einfluss der Windparks auf den Bruterfolg von Kiebitz und Uferschnepfe ist aus den bislang vorliegenden Daten nicht erkennbar.

Univariate Habitatmodelle ergaben, dass die Nähe zu den Windkraftanlagen nur einen sehr geringen Erklärungsgehalt zur Verteilung der Reviere beiträgt. Andere Parameter, die die Habitatqualität beeinflussen, sind von wesentlich größerer Bedeutung. Multiple Habitatmodelle zeigten, dass Bereiche mit hoher Habitatqualität auch innerhalb von Windparks besiedelt werden, ein Unterschied in der Brutdichte zu Flächen gleicher Qualität im Referenzgebiet bestand nicht. Kiebitze haben jedoch auch bei dieser Analyse den 100 m-Bereich um die Anlagen signifikant gemieden.

Bezüglich des Unterschiedes zwischen Brut- und Gastvögeln sowie bezüglich der Reichweite von Scheuchwirkungen besteht eine gute Übereinstimmung mit der Literatur (Übersichten in Hötker et al. 2006, Reichenbach et al. 2004). Die Untersuchungen werden noch bis Ende 2007 fortgesetzt. Schwerpunkte in den beiden letzten Untersuchungsjahren werden die Ausweitung der Bruterfolgskontrollen sowie eine Wiederholung der Habitatanalyse sein, um zeitliche Veränderungen in der Habitatqualität beurteilen und den Bestandsveränderungen der Vögel gegenüberstellen zu können.

Summary: In autumn 2000, a 7-year investigation on the effects of wind power plants on breeding and staging birds was started in southern Ostfriesland. The study area consists of three sites: win farm Hinrichsfehn, wind farm Fiebing and a reference site without windmills. The analysis follows the BACI design (Before-After-Control-Impact). This paper illustrates the results of the first five study years.

The changes in breeding bird densities differed between species for the period of 2001-2005, but in none species we observed a significant translocation of birds from the sites with windmills into the control site. However, in one wind farm we observed a significant decrease in Lapwing breeding numbers with time. The spatial distribution of breeding pairs in relation to the distance of windmills showed no significant differences between actual and expected values for almost all species except Lapwing. With regard to the latter scaring effects of the windmills were observed in both breeding birds (maximum distance: 100 m) and staging individuals (maximum distance: ca. 400 m).

Observations on spatial use showed no reduced site use at sampling points close to the windmills as compared to the reference site. Individual-based behavioural observations on two pairs of Curlew did not demonstrate any avoidance of the wind farm, although the close surroundings of the windmills (ca. 50 m) were used less frequently. Preening and roosting behaviour patterns known to be sensitive to disturbances were produced at distances more than 200 m to the windmills. Breeding success in Lapwing and Black-tailed Godwit showed no difference between the wind farms and the reference site.

Univariate habitat models indicated that habitat parameters such as vegetation height or openness of the area are more important in determining the distribution of territories than distance to the windmills. Multiple habitat models revealed the importance of habitat quality for bird densities in both, wind farms and reference site. Areas of high qual-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

ity showed a high breeding bird density in all study sites. However, again the Lapwing was found to avoid the close surroundings (100 m) of a windmill.

The results of the present study are in line with earlier investigations (compare Hötker et al. 2006, Reichenbach et al. 2004). In 2007 the study will be continued. In particular, main emphasis will be laid on the analysis of breeding success and the influence of changes in habitat quality on the habitat choice of meadow birds.

Autoren:
Dr. Marc Reichenbach, Hanjo Steinborn, ARSU GmbH, Escherweg 1, D-26121 Oldenburg. E-Mail: reichenbach@arsu.de

1 Einleitung

In einem Kommentar zum aktuellen Wissensstand über die Auswirkungen von Windenergieanlagen (Windkraftanlagen, WKA) auf Vögel kommen Horch & Keller (2005) zu dem Schluss, dass die Heterogenität der Projekte und die Vielfalt der Reaktionen der Vögel bislang keine abschließenden und allgemein gültigen Folgerungen zulassen. Es fehlen grundlegende Untersuchungen in verschiedenen Gebieten nach standardisierter Methode.

Im internationalen Schrifttum liegen bereits methodische Empfehlungen für die Untersuchung der Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel vor (Anderson et al. 1999; Langston & Pullan 2003). Hiernach wird als methodisches Optimum das BACI-Design (Before-After-Control-Impact, Vorher-Nachher-Studie mit Referenzfläche) mit Untersuchungszeiträumen von 2-3 Jahren vor und 5-10 Jahren nach dem Bau der Windenergieanlagen angesehen. Es können jedoch auch weniger anspruchsvolle Methoden aussagekräftige Ergebnisse liefern (Anderson et al. 1999).

Sämtliche Methoden erfordern jedoch in der Regel die Einbeziehung weiterer Faktoren, die neben den Windenergieanlagen ebenfalls einen Einfluss auf die untersuchten Vogelbestände haben. Das BACI-Design bietet demgegenüber den Vorteil, dass die Auswirkungen des Windparks (WP) gegenüber anderen Einflussfaktoren deutlicher erkennbar werden, sofern die sonstigen Umweltbedingungen vor und nach dem Bau sowie zwischen dem Windpark- und dem Referenzgebiet wenigstens annähernd gleichwertig sind. Da jedoch eine absolute Identität nie gegeben ist, müssen unterschiedliche Ergebnisse zwischen Kontroll- und Referenzgebiet nicht automatisch auf den Einfluss des untersuchten Windparks zurückgehen (de Lucas et al. 2005).

Im südlichen Ostfriesland werden seit September 2000 Langzeituntersuchungen zum Konfliktthema „Windkraft und Vögel" durchgeführt, die auf einen Zeitraum von insgesamt sieben Jahren konzipiert sind. Nachfolgend werden ausgewählte Ergebnisse aus den ersten fünf Untersuchungsjahren dargestellt.

Durch den Einsatz erweiterter Methoden und Untersuchungsansätze soll der Einfluss von Windenergieanlagen auf bestimmte Brut- und Gastvogelarten unter verschiedenen Gesichtspunkten analysiert werden. So wurden zusätzlich zu den reinen Bestandserfassungen Beobachtungen zum Verhalten und zur Raumnutzung sowie Bruterfolgskontrollen auf Probeflächen durchgeführt. Weiterhin wurde der Einfluss zahlreicher Habitatparameter im Verhältnis zur Wirkung der Windenergieanlagen analysiert.

Die vorgenommene Unterteilung des Untersuchungsgebietes ermöglicht erweiterte statistische Auswertungen und einen Vergleich zweier Windparkflächen mit einem Referenzgebiet (BACI-Design). Mit diesen umfassenden methodischen und analytischen Ansätzen soll ein Beitrag dazu geleistet werden, den Mangel an systematischen Studien zu Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Brut- und Gastvögel zu beheben.

Aufgrund der Vielzahl der Ergebnisse beschränkt sich die (graphische) Darstellung in den folgenden Kapiteln auf jeweils ein Beispiel. Weitere Ergebnisse werden in Kurzform genannt. Ausführlich sind alle Methoden und Ergebnisse in den Zwischenberichten zur Langzeituntersuchung zum Thema „Windkraft und Vögel" unter http://www.arsu.de/deutsch/Publikationen/gutfach.asp einzusehen.

Nachfolgend werden die jeweiligen Erhebungs- und Auswertungsmethoden in den entsprechenden Kapiteln vor Darstellung der Einzelergebnisse skizziert. Eine kurze Diskussion erfolgt im Anschluss an die jeweiligen Ergebnisse.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

2 Material und Methode

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Nordwesten Niedersachsens südlich von Wiesmoor im Landkreis Aurich. Die Gesamtgröße des Untersuchungsgebietes beträgt für Gastvögel 1.397 ha und für Brutvögel 1.093 ha. Um Vergleiche zwischen dem Einflussbereich der WKA und WKA-freien Bereichen zu ermöglichen, wurde das Untersuchungsgebiet in drei Teilbereiche aufgeteilt: dem Windpark Hinrichsfehn (271 ha, WKA seit Beginn der Studie vorhanden), dem Windpark Fiebing (169 ha, WKA im Winter 2003/2004 errichtet) sowie einem WKA-freien Referenzgebiet (für Brutvögel 629 h und für Gastvögel 933 ha). Als Grenze zwischen Windpark und Referenzgebiet wurde 500 m um die äußeren Anlagen gewählt. Lediglich dort, wo Baumreihen oder Feldgehölze die Sicht auf die WKA verhindern, wurde dieser Abstand unterschritten (vgl. Abb. 1).

2.2 Erfassung von Brut- und Gastvögeln

Die Erfassung des Brutvogelbestandes in den Jahren 2001 bis 2005 erfolgte mit der Methode der Revierkartierung (vgl. Flade 1994, Bibby et al. 1995, Projektgruppe „Ornithologie und Landschaftsplanung" der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft 1995) durch jeweils 10 Begehungen zwischen Mitte März und Anfang Juli im Abstand von durchschnittlich 10 Tagen. Der Schwerpunkt der Erhebungen lag auf den Vögeln des Offenlandes, da diese Arten als besonders empfindlich gegenüber Windkraftanlagen gelten (AG Eingriffsregelung 1996, Breuer & Südbeck 1999, Sinning & Theilen 1999).

Zur Erfassung der Gastvögel wurden vom 24.09.2000 bis 16.12.2005 insgesamt 171 Begehungen – ebenfalls in ungefähren Abständen von je 10 Tagen – durchgeführt (inklusive der Begehungen während der Brutzeit). Der Schwerpunkt der Erfassung lag auf Arten, die sich in Trupps (z.B. Kiebitze, Stare, Drosseln) oder einzeln (z.B. Graureiher, Mäusebussarde) auf den offenen Flächen aufhielten.

2.3 Datenaufbereitung

Alle erfassten Brutvogeldaten wurden punktgenau im ArcView-GIS (Version 3.3) in eine georeferenzierte Kartengrundlage eingetragen. Für die Auswertung der Gastvogelbeobachtungen wurde eine Access-Datenbank (Version Windows 2000) angelegt. Zur räumlichen Orientierung im Untersuchungsgebiet dient ein Raster, welches im ArcView-GIS über die georeferenzierte Kartengrundlage gezogen wurde. Die Größe der durchnummerierten Rasterzellen beträgt 2 ha. Jede Gastvogelbeobachtung (Art, Anzahl, Datum, Witterung) wurde mit einer entsprechenden Rasterzellen-Nummer in die Datenbank aufgenommen. Für die Auswertung der Raumnutzung wurden die festgestellten Individuenzahlen für die Rasterzellen über den entsprechenden Auswertungszeitraum aufsummiert.

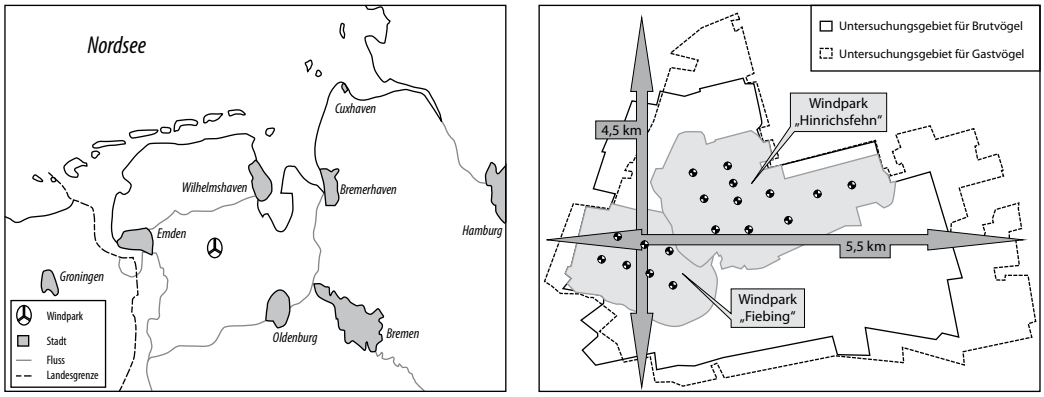


Abb. 1: Lage und Ausdehnung der Untersuchungsgebiete.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

3 Bestandsveränderungen

Um die mögliche Veränderung der Vogelbestände zu verdeutlichen, wurden die Brutpaar- bzw. Gastvogeldichten in den drei Teilgebieten über die fünf Untersuchungsjahre einander gegenübergestellt. Mögliche negative oder positive Bestandsveränderungen wurden durch lineare Regressionen veranschaulicht, die an die Daten der Brutbestände angepasst wurden. Neben der Steigung (m), die Aussagen über die Stärke der Bestandsveränderung zulässt, wird die Signifikanz (p) der Koeffizienten angegeben.

3.1 Brutvögel

In den Jahren 2001 bis 2005 wurden insgesamt 20 Vogelarten quantitativ erfasst. Die häufigsten Brutvögel waren Feldlerche (zwischen 65 und 124 Brutpaare, BP), Wiesenpieper (zwischen 53 und 97 BP), Kiebitz (zwischen 47 und 100 BP) und Fasan (zwischen 26 und 49 territoriale Hähne). Während Feldlerche und Wiesenpieper nach einem Bestandseinbruch im zweiten Untersuchungsjahr wieder leicht im Bestand zunahmen, ging der Bestand des Kiebitzes kontinuierlich zurück. Die Brutpaardichte dieser drei Arten lag in den beiden Windparkflächen in der Regel über der Dichte im Referenzgebiet. Allerdings verlief die Bestandsveränderung des Kiebitzes in den beiden Windparkflächen deutlich negativer als im Referenzgebiet (siehe Abb. 2). Die lineare Regression (im Windpark Hinrichsfehn mit signifikanten Koeffizienten) verdeutlicht die unterschiedliche Stärke der Abnahme.

Für Uferschnepfe, Schwarzkehlchen, Großen Brachvogel und Fasan lässt sich keine eindeutige Tendenz festlegen. Teilweise verliefen die Bestandsveränderungen in den beiden Windparks gegenläufig oder die Bestände nahmen in den Windparks zu, während die Veränderung im Referenzgebiet uneinheitlich verlief. Bei keiner untersuchten Art fand eine Verlagerung aus den Windparks (500 m Umkreis) in das Referenzgebiet statt.

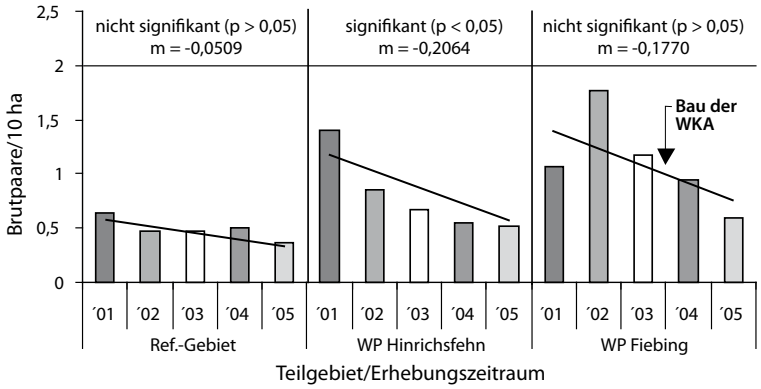


Abb. 2: Brutbestandsveränderung beim Kiebitz *(Vanellus vanellus)* zwischen 2001 und 2005 in den Windparks Hinrichsfehn und Fiebing sowie einem Referenzgebiet.

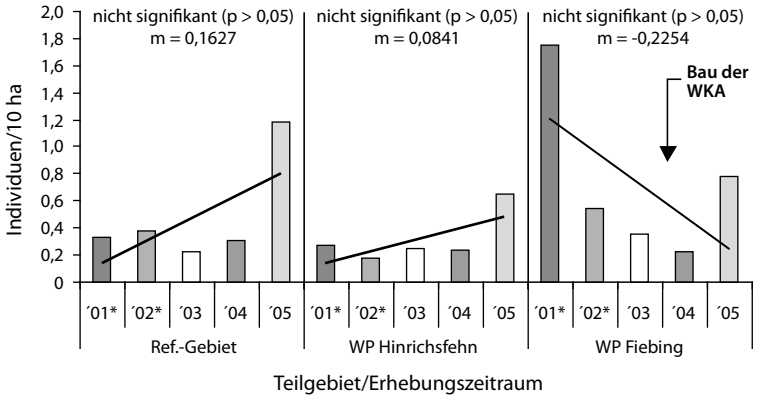


Abb. 3: Bestandsveränderung des Kiebitzes *(Vanellus vanellus)* als Gastvogel von September 2000 bis Dezember 2005 in den Windparks Hinrichsfehn und Fiebing sowie einem Referenzgebiet (* = Erfassungszeitraum ´01: Sept. 2000 bis Sept. 2001, Erfassungszeitraum ´02: Sept. 2001 bis Dez. 2002).

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

3.2 Gastvögel

Insgesamt wurden im untersuchten Zeitraum bislang 84 Gastvogelarten festgestellt. Die häufigsten Arten waren Buchfink, Dohle, Kiebitz, Mäusebussard, Rabenkrähe, Ringeltaube, Star und Wacholderdrossel.

Beim Kiebitz bewegten sich die Dichten innerhalb der drei Teilgebiete auf einem vergleichbaren Niveau (Abb. 3). Im Bereich des Windparks Fiebing, der 2001 eine sehr hohe Dichte aufwies, ist seitdem ein kontinuierlicher Rückgang festzustellen, der jedoch bereits ein Jahr vor dem Baubeginn der dortigen Anlagen einsetzte. Ein negativer Einfluss der Windparks lässt sich aus diesem Bild nicht unmittelbar ableiten.

Ebenso uneinheitliche d.h. gegenläufige Entwicklungen in den Windparks sowie oftmals höhere Individuenzahlen in den Windparks sind bei Rabenkrähe, Dohle, Ringeltaube, Mäusebussard, Wiesenpieper und Fasan festzustellen. In allen drei Teilgebieten abnehmende Tendenz zeigt lediglich der Star, wobei auch hier in der Regel die Bestandszahlen in den Windparks höher waren als im Referenzgebiet. Während die Raumnutzung des Graureihers sich über die Jahre hinweg kaum verändert hat, zeigten Buchfink, Wacholderdrossel und Turmfalke stark schwankende (und damit bezüglich des Einflusses der beiden Windparks nur schwer interpretierbare) Individuenzahlen.

4 Entfernung zu den Anlagen

Für eine entfernungsbezogene Auswertung (Impact-Gradient-Design**,** Anderson et al. 1999) wurden rund um die jeweiligen Anlagen Entfernungszonen mit einem Abstand von jeweils 100 m gezogen. So entspricht beispielsweise die 100 m-Entfernungszone dem Bereich zwischen 0 und 100 m rund um die WKA. Nach Verschneidung der Entfernungszonen mit den Revierzentren bzw. mit den Mittelpunkten der Rasterzellen der Gastvogelerfassung konnten Brutpaar- und Gastvogeldichten zwischen den Entfernungszonen verglichen werden. Für einen Vergleich mit der zu erwartenden Verteilung von Brut- und Gastvögeln ohne WKA wurden Erwartungswerte aus dem Referenzgebiet ermittelt. Für die Brutvögel ist es derjenige Wert, der sich bezogen auf die Fläche der jeweiligen Entfernungszone aus der Siedlungsdichte der Art im Referenzgebiet ergibt. Für die Gastvögel errechnet sich der Wert aus der Anzahl der Rasterzellen der jeweiligen Entfernungszone und der Anzahl der Zellen im Referenzgebiet.

Die Verwendung von Erwartungswerten stellt zwar eine Vereinfachung dar, da eine gleichmäßige Verteilung von Vögeln im Raum praktisch nie gegeben ist. Dazu kommt, dass einige der hier betrachteten Arten auf bestimmte Strukturen wie z.B. Gräben, lineare Gehölze oder Singwarten angewiesen sind, die nicht flächig vorhanden sind. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass im Untersuchungsgebiet solche relevanten Strukturen, die sich in der Regel an den Flurstücksgrenzen befinden, tatsächlich weitgehend gleichmäßig verteilt sind. Dies stellt eine Hilfs-Annahme zur Identifikation möglicher Einflüsse der Windkraftanlagen dar, die allerdings für dieses Gebiet annähernd realistisch ist.

4.1 Brutvögel

Der Kiebitz wurde in den fünf Untersuchungsjahren in beiden Windparks brütend angetroffen, wobei die Art im Windpark Hinrichsfehn auch zwischen den Anlagen, im Windpark Fiebing dagegen eher im Randbereich vorkam (Abb. 4). Die 100 m Zone wurde 2005 vollständig gemieden (Abb. 5). In den weiteren Entfernungszonen wurden die Erwartungswerte aber stets übertroffen, so dass eine mögliche Vertreibungswirkung nur kleinräumig stattgefunden hat. Signifikant waren die Ergebnisse wie auch in den Vorjahren nicht (Kolmogoroff-Smirnoff-Test (K-S-Test) nach Siegel 1956), so dass die Abweichungen der realen Werte von den Erwartungswerten auch zufälliger Natur sein können. Allerdings zeigte sich diese Tendenz der kleinräumigen Meidung in allen Untersuchungsjahren.

Das gleiche Bild einer möglichen Vertreibung im Nahbereich der Anlagen (bis 100 m) zeigte sich in einigen Untersuchungsjahren auch bei Uferschnepfe, Großem Brachvogel, Feldlerche und Wiesenpieper. In allen Fällen waren die Ergebnisse allerdings nicht signifikant, eine zufällige Abweichung von den Erwartungswerten kann also nicht ausgeschlossen werden. Keinerlei Einflüsse durch die WKA auf die Verteilung der Revierzentren waren hingegen bei den Arten Schwarzkehlchen und Fasan festzustellen.

Zusätzlich wurden die realen Werte (getrennt für jede Entfernungszone) aller Untersuchungs-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

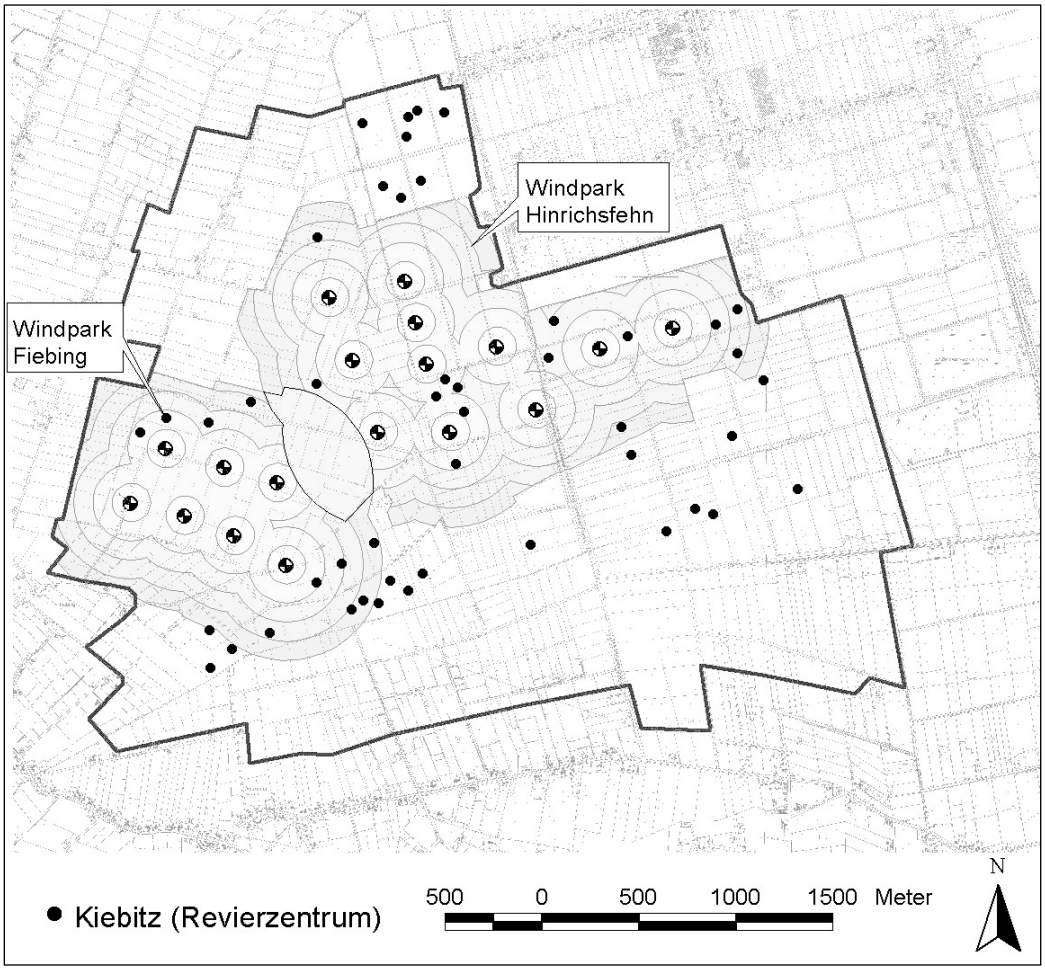


Abb. 4: Brutbestand des Kiebitzes *(Vanellus vanellus)* im Jahr 2005 in Relation zu den Windkraftanlagen (Entfernungszonen mit 100 m-Abstand).

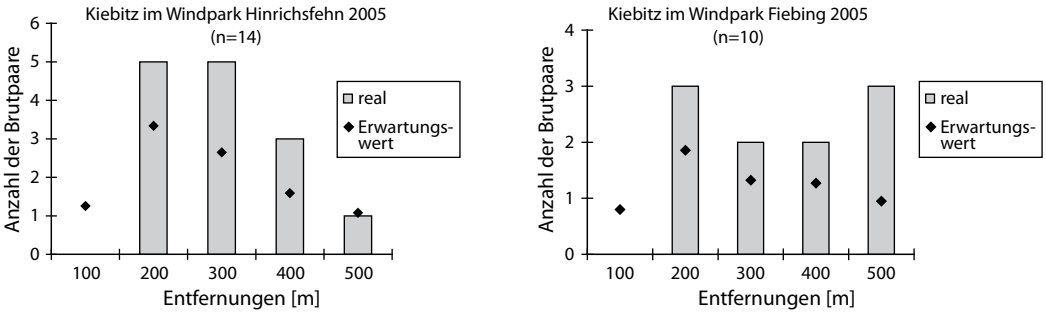


Abb. 5: Brutpaarzahlen und Erwartungswerte für den Kiebitz *(Vanellus vanellus)* in den beiden Windparks im Jahr 2005.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

jahre zu einer Stichprobe zusammengefasst und den Erwartungswerten gegenübergestellt und mit Hilfe des U-Tests nach Mann und Whitney (Lozán & Kausch 2004, Sachs 2004) auf signifikante Unterschiede getestet. Dieser zusammengefasste Vergleich über alle Untersuchungsjahre erbrachte für Uferschnepfe, Großen Brachvogel, Feldlerche, Schwarzkehlchen und Fasan keine signifikanten Einflüsse durch die WKA. Dagegen konnte für Kiebitz und Wiesenpieper der Vertreibungseffekt bis 100 m, der sich in der Betrachtung der einzelnen Untersuchungsjahre bereits angedeutet hatte, als signifikant bestätigt werden.

4.2 Gastvögel

Als Beispiel für die Gastvogelverteilung im Untersuchungsgebiet zeigt Abb. 6 die Individuensummen je Rasterzelle aller gesichteten Kiebitze im bisherigen Untersuchungszeitraum. Die Art trat zwar auch zwischen den WKA auf, der Schwerpunkt der Vorkommen lag aber im Referenzgebiet. Die aus dem Referenzgebiet ermittelten Erwartungswerte der Individuenzahlen werden im Windpark bis in 400 m Entfernung nicht erreicht (Abb. 7). Die beobachteten Werte sind hochsignifikant niedriger als die Erwartungswerte (K-S-Test, $p<0{,}001$).

Auch die Verteilung der Wacholderdrossel lässt auf einen Einfluss der WKA bis in 400 m Entfernung schließen, die Individuensummen sind bis in diese Entfernungszone hochsignifikant niedriger als die Erwartungswerte. Bei Mäusebussard, Star und Ringeltaube reicht ein möglicher (allerdings nicht signifikanter) Ein-

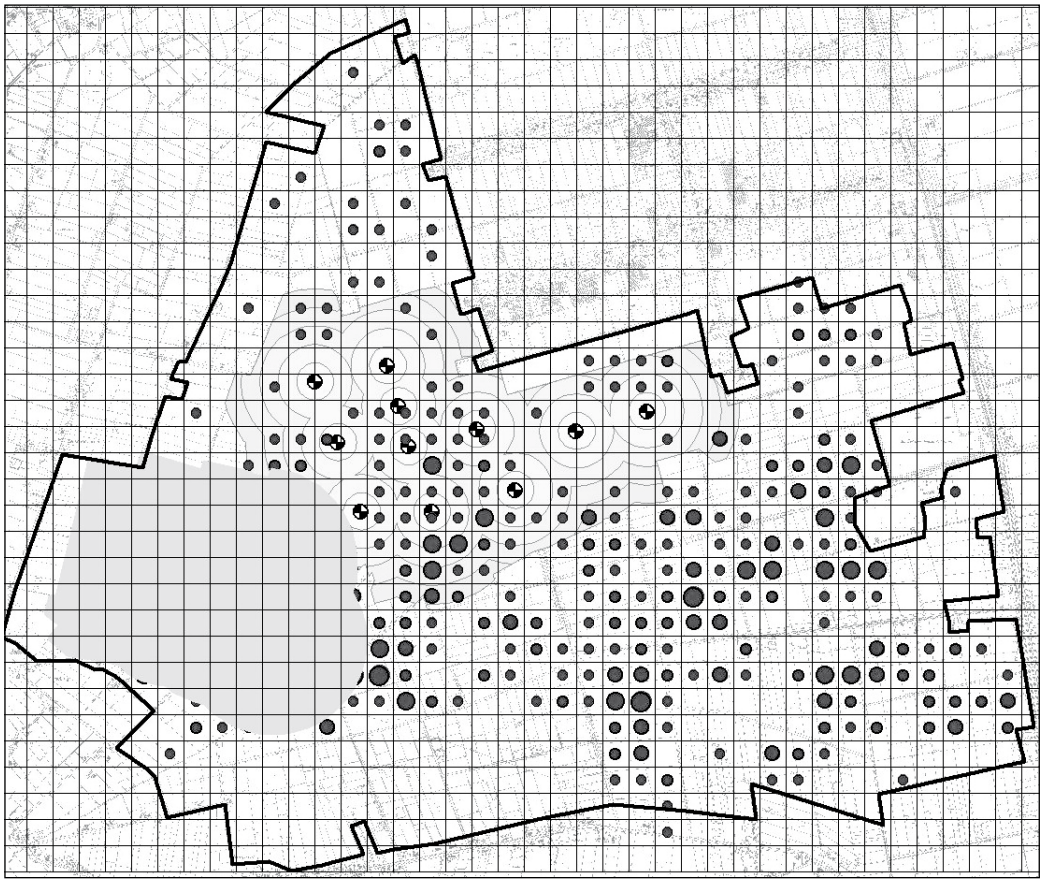


Abb. 6: Raumnutzung des Kiebitzes (*Vanellus vanellus*) als Gastvogel im WP Hinrichsfehn und im Referenzgebiet. Dargestellt sind die Individuensummen je Rasterzelle über den Untersuchungszeitraum (Sept. 2000 bis Dez. 2005).

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

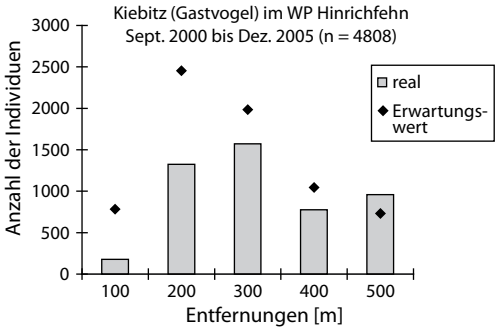


Abb. 7: Beobachtete und zu erwartende Individuenzahlen des Kiebitz *(Vanellus vanellus)* als Gastvogel in Relation zu den Windkraftanlagen im Windpark Hinrichsfehn von September 2000 bis Dezember 2005.

fluss bis max. 100 m. Kein Einfluss ist dagegen bei Dohle, Rabenkrähe und Wiesenpieper feststellbar.

Werden die realen und die Erwartungswerte der einzelnen Untersuchungsjahre zu zwei Stichproben je Entfernungszone zusammengefasst, wird der Einfluss der WKA auf die Verteilung des Kiebitz bis 400 m als signifikant bestätigt (U-Test, $p<0,05$). Für die Wacholderdrossel reicht der signifikante Einfluss bei dieser Auswertungsmethode lediglich bis 100 m. Ebenso wurden Mäusebussard, Star, Ringeltaube und Buchfink bis 100 m signifikant in geringerer Dichte angetroffen als im Referenzgebiet. Dagegen wurde für Dohle, Rabenkrähe, Wiesenpieper und Graureiher kein Einfluss festgestellt.

5 Frequentierung der anlagenahen Bereiche

In einem weiteren Auswertungsschritt wurde 2005 speziell der Nahbereich um die WKA untersucht. Dazu wurden um die 18 WKA Kreisflächen mit einem 150 m Radius erzeugt und im GIS mit den Brutvogeldaten bzw. Individuensummen der Gastvögel verschnitten. Der Radius 150 m ergab sich durch den durchschnittlichen Abstand zwischen den WKA, so dass Überschneidungen und damit Abhängigkeiten zwischen den Daten weitgehend vermieden wurden. Entsprechend der Dichte der WKA in den beiden Windparks wurden im Referenzgebiet Zufallsflächen verteilt und ebenfalls mit den Brut- und Gastvogeldaten verschnitten. Die beiden Stichproben wurden mit Hilfe des U-Tests auf signifikante Unterschiede überprüft.

5.1 Brutvögel

Abb. 8 zeigt beispielhaft die Verteilung des Kiebitzes als Brutvogel (Revierzentren und Individuensichtungen) im Untersuchungsgebiet, die WKA mit den 150 m-Radien und die Zufallspunkte im Referenzgebiet für die Erhebung von Vergleichsdaten. Der Nahbereich um die WKA wurde vom Kiebitz weniger genutzt als der Nahbereich der Zufallspunkte im Referenzgebiet (Anzahl der Kiebitzbrutpaare pro WKA: 0,11, Anzahl pro Zufallspunkt: 0,38). Doch ist dieser Unterschied nicht signifikant (U-Test, $p>0,05$). Es ist daher anzunehmen, dass sich die in den vorherigen Kapiteln festgestellte Meidung der 100 m Zone bereits bei der Betrachtung von weiteren 50 m relativiert. Zu beachten bleibt dabei aber die unterschiedliche Datengrundlage beider Tests, so dass direkte Vergleiche nicht möglich sind.

Auch Uferschnepfe, Großer Brachvogel, Wiesenpieper und Feldlerche traten im Vergleich zu den Referenzdaten im Nahbereich der WKA in geringerer Häufigkeit auf. Auch hier waren aber die Unterschiede nicht signifikant. Der Fasan kommt im Nahbereich der WKA etwa gleichhäufig vor wie im Nahbereich der Zufallspunkte und das Schwarzkehlchen tritt sogar häufiger im Windpark auf. Mit dieser Auswertung kann daher für die genannten Arten keine Meidung des Bereichs bis 150 m zur nächsten WKA nachgewiesen werden.

5.2 Gastvögel

Der betrachtete Zeitraum für die Gastvögel beläuft sich auf die Jahre 2004 und 2005, da in diesem Zeitraum alle 18 Anlagen in Betrieb waren. Das Ergebnis des U-Tests ist nur für den Kiebitz signifikant, d.h. dass auch hier eine Meidung des Nahbereichs um die Anlagen durch den Kiebitz nachweisbar ist (U-Test, $p<0,01$). Für alle anderen untersuchten Arten ist mit Hilfe dieses Tests keine Meidung feststellbar. Allerdings wird deutlich, dass sich Ringeltaube, Star, Mäusebussard, Fasan und Wacholderdrossel im Bereich bis 150 m um die Anlagen in geringerer Individuenzahl aufhielten, als im Bereich der Zufallspunkte im Referenzgebiet.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

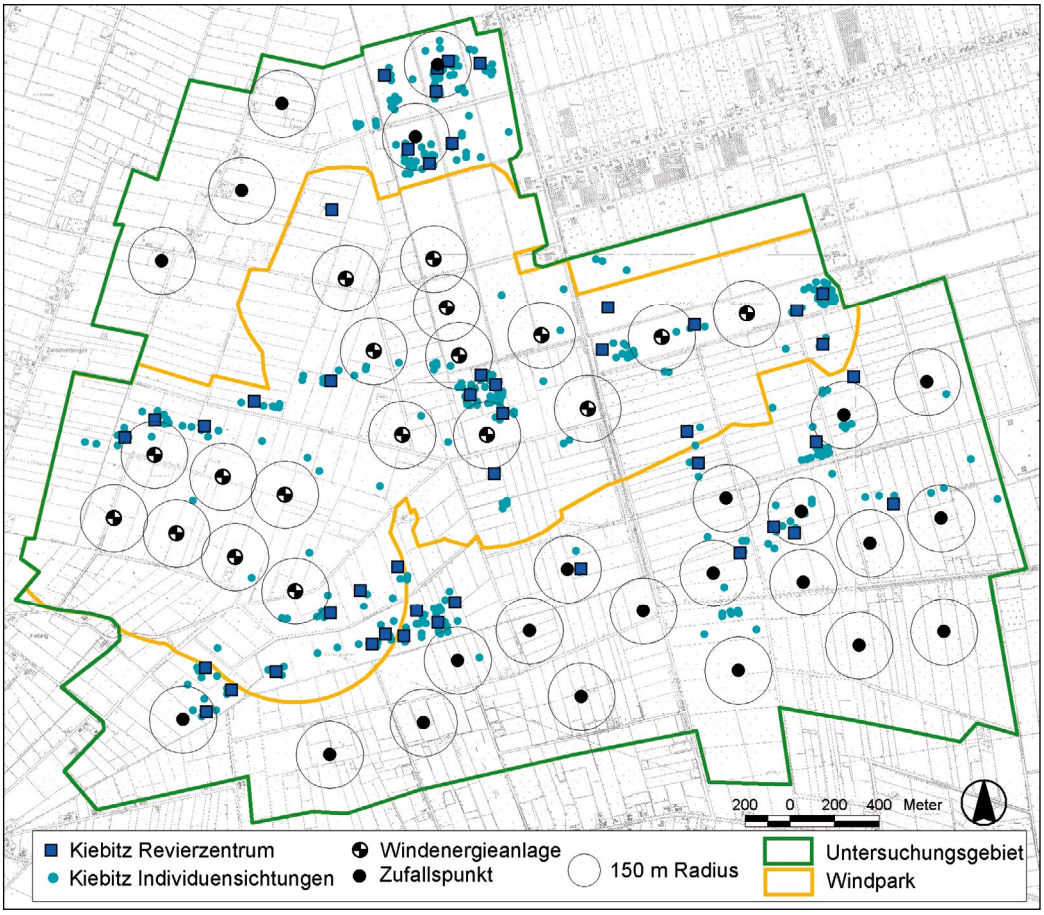


Abb. 8: Brutbestand und Individuensichtungen des Kiebitzes *(Vanellus vanellus)* im Jahr 2005 in Relation einerseits zu den 150 m-Radien um die WKA und andererseits um die Zufallspunkte im Referenzgebiet.

6 Vorher-Nachher-Vergleich

Der Windpark Fiebing (siehe Abb. 1) wurde im Jahr 2003 – also zwei Jahre nach Beginn der Untersuchungen – gebaut. Daher stehen für dieses Teiluntersuchungsgebiet Daten aus der Zeit vor dem Bau der WKA, während des Baus und aus den ersten beiden Betriebsjahren zur Verfügung. Diese Phasen wurden beispielhaft für die Gastvögel entsprechend des BACI-Designs getrennt ausgewertet. Dazu wurden jeweils für die drei Zeiträume die Daten in jeder Rasterzelle aufsummiert und dem Erwartungswert gegenübergestellt.

In Abb. 9 ist die entfernungsbezogene Auswertung der drei Phasen (vor, während und nach dem Bau der WKA) für den Kiebitz als Gastvogel dargestellt. Vor dem Bau der Anlagen wurden die Erwartungswerte aus dem Referenzgebiet in allen Entfernungszonen übertroffen, d.h. der Bereich wurde sogar stärker frequentiert als das Referenzgebiet. Auch während der Bauphase wurde der Windpark weiter genutzt. Erst mit Bestehen der Anlagen ist eine Meidung bis 400 m zu erkennen (K-S-Test, $p<0,05$).

Ein sehr ähnliches Bild zeigt die Verteilung der Rabenkrähe als Gastvogel. Auch hier stellt die Bauphase keine erkennbare Störung dar, doch wird der Windpark während der ersten beiden

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

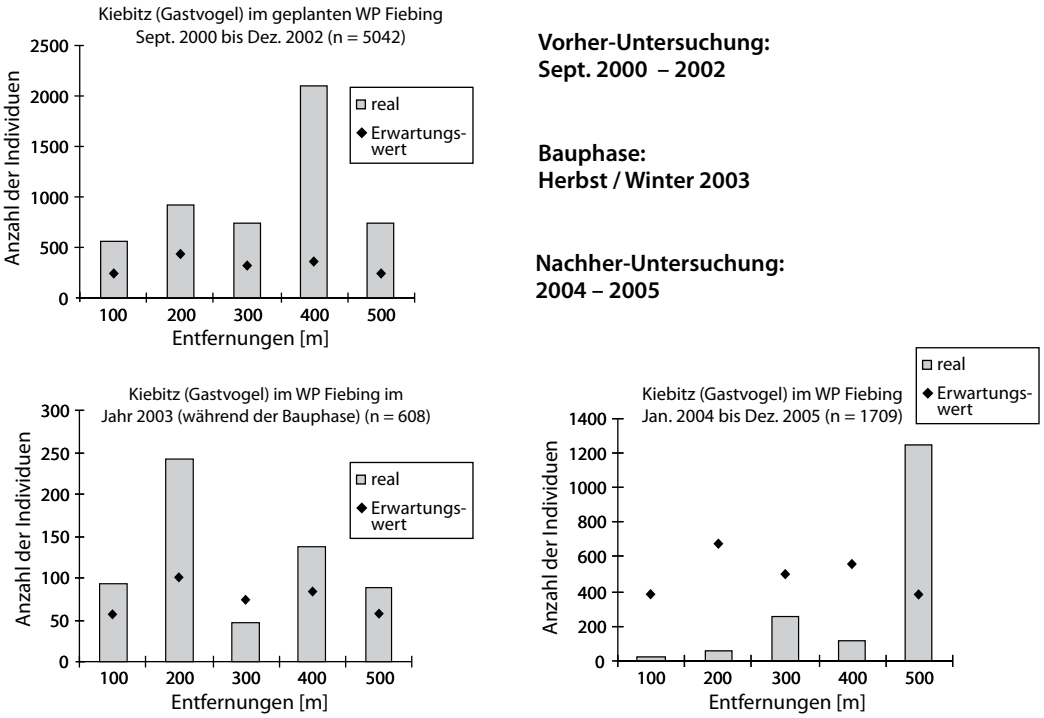


Abb. 9: Beobachtete und zu erwartende Individuenzahlen des Kiebitzes *(Vanellus vanellus)* als Gastvogel in Relation zu den Windkraftanlagen im Windpark Fiebing. Dargestellt sind die Ergebnisse für die Perioden vor, während und nach dem Bau der Anlagen.

Betriebsjahre bis 400 m signifikant gemieden. Für den Mäusebussard reicht eine mögliche Störung nach dem Bau der Anlagen bis 500 m. Allerdings sind die Unterschreitungen der Erwartungswerte nicht signifikant.

Die Verteilung der Wacholderdrossel in den drei Phasen zeigt dagegen eine signifikante Scheuchwirkung bis 400 m während des Baus der Anlagen. Seit Inbetriebnahme der WKA wurden die Erwartungswerte bis 200 m signifikant unterschritten. Ebenso kleinräumig wirken die WKA bei Dohle, Ringeltaube und Star. Von allen Arten wurde der Windparkbereich vor dem Bau der Anlagen uneingeschränkt genutzt. Kein Einfluss der WKA ist für die Arten Turmfalke, Wiesenpieper und Fasan feststellbar.

7 Raumnutzungsbeobachtungen

Um möglichst detaillierte Informationen über die Reaktion von Wiesenvögeln auf Windkraftanlagen zu erhalten, wurden zusätzlich zu den Brutbestandserfassungen in den Jahren 2001 bis 2003 zwischen Mitte April und Mitte Juni Beobachtungen zu Raumnutzung und Verhalten ausgewählter Vogelarten durchgeführt. Hierzu wurden den Probeflächen mit je einem Beobachtungspunkt eingerichtet (vgl. Abb. 10). Je nach Sichtbedingungen wurden die betreffenden Flurstücke rund um den Beobachtungspunkt in mehrere gut unterscheidbare Flächeneinheiten aufgeteilt und nummeriert, um so ein möglichst feines Raster der Raumnutzung der beobachteten Vögel zu erhalten.

Die Beobachtungen wurden mittels der Methode des „instantaneous animal sampling" (Zeittakt-Protokoll) durchgeführt (Martin & Bateson 1986), d.h. alle 15 Minuten wurden sämtliche von dem jeweiligen Beobachtungspunkt einsehbaren Flächeneinheiten nach Vögeln abgesucht ("gescannt") und deren Artzugehörigkeit, Anzahl und aktuelles Verhalten unter der jeweiligen Flächennummer notiert. Folgende Verhaltensweisen wurden unterschieden: Brüten, Junge führen,

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

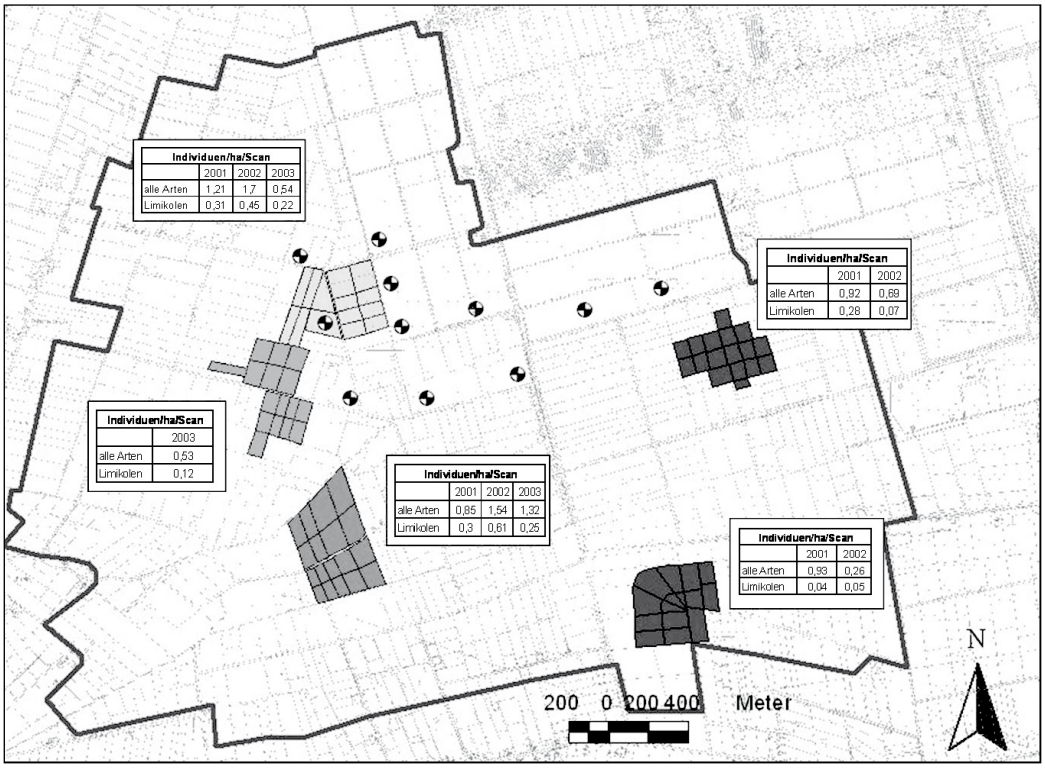


Abb. 10: Mittlere Frequentierung von Probeflächen innerhalb und außerhalb von Windparks durch Limikolen bzw. sämtliche Vögel während der Raumnutzungsbeobachtungen in den Jahren 2001 bis 2003.

Hudern (Junge wärmen), Nahrungssuche, Rast (Stehen ohne weitere Aktivität, ggf. mit Gefiederpflege), Territorialverhalten (Abwehren von fremden Artgenossen), Feindabwehr und sonstiges Verhalten.

Als vergleichbares Maß zur Abbildung der Frequentierung der verschieden großen Flächen durch Vögel wurde die durchschnittliche Anzahl an Individuen pro ha und Scan auf der jeweiligen beobachteten Fläche gewählt. Die Beobachtungen wurden an 5 Tagen im April/Mai auf allen Flächen für jeweils vier Stunden durchgeführt.

Der Vergleich der Individuenzahlen pro ha und Scan (Abb. 10) zeigt, dass die Flächen innerhalb des Windparks sowohl bei der Betrachtung aller Arten als auch bei der selektiven Betrachtung der Limikolen in den meisten Fällen stärker frequentiert wurden als die Flächen in weiterer Entfernung. Ein Einfluss der Anlagen ist damit nicht nachweisbar.

8 Verhaltensbeobachtungen am Großen Brachvogel

In den ersten drei Untersuchungsjahren wurden zwei Brutpaare des Großen Brachvogels, die in der näheren Umgebung des Windparks Hinrichsfehn brüteten, über einen Zeitraum von zunächst 8 Stunden in 2001 (Methodentest) bis 31 Stunden in 2003 beobachtet. Dabei wurden kontinuierlich (d.h. ohne Zeittakt) die jeweiligen Aufenthaltsorte, die Verweildauer und das Verhalten notiert. Beispielhaft ist in Abb. 11 die prozentuale Verteilung der beobachteten Aufenthaltsdauer der beiden Paare auf die Entfernungszonen im Jahr 2003 dargestellt.

Entsprechend ihrer Revierausdehnungen hielten sich die beiden Paare in unterschiedlichen Entfernungen zu den WKA auf. Das Brachvogelpaar, das dichter am Windpark brütete (Paar 1 in Abb. 11), mied den unmittelbaren Nahbereich

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

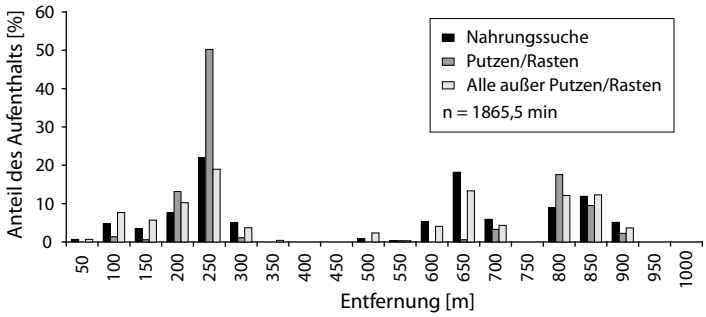


Abb. 11: Prozentuale Verteilung des Aufenthalts von zwei Paaren des Großen Brachvogels *(Numenius arquata)* auf unterschiedliche Entfernungszonen zum Windpark im Jahr 2003, aufgeschlüsselt für verschiedene Verhaltensweisen.

bis 50 m fast vollständig. Auch in den weiteren 100 m war die Raumnutzung gering, wobei auffällt, dass die Brachvögel in diesem Bereich kaum gerastet haben. Annäherungen an die Anlagen fanden somit zwar z.B. zur Nahrungssuche statt, störungsanfälligere Aktivitäten wie Putzen oder Ruhen wurden dagegen erst ab einer Entfernung von 200 m beobachtet.

9 Bruterfolg

In den Jahren 2002 bis 2005 wurden Bruterfolgskontrollen für Kiebitz und Uferschnepfe durchgeführt. Dazu wurden Probeflächen mit vergleichbarer Vegetation und unterschiedlicher Lage zu den WKA ausgesucht und an vier bis sechs Terminen – zusätzlich zu den Tagen der Bestandserfassungen – beobachtet. Um mögliche Unterschiede im Bruterfolg im Zusammenhang mit den Windkraftanlagen aufzudecken, wurden die Reviere in den Probeflächen je nach Lage zu den WKA in zwei Klassen unterteilt: „potenziell beeinflusst" (bis 200 m) und „nicht beeinflusst" (über 200 m) unterteilt. Aus den Auswertungen bezüglich der Revierzentren geht ein maximaler Einflussbereich für den Kiebitz von 100 m Abstand zur nächsten WKA hervor (s. Kap. 4.1). Weil es nicht sicher ist, ob darüber hinaus ein potenzieller Einfluss auf den Bruterfolg vorliegt, wurde der Einflussbereich auf 200 m erweitert sowie auf Reviere, die zwischen den WKA lagen.

Abb. 12 veranschaulicht den Bruterfolg der Jahre 2002 bis 2005: Die Uferschnepfe hatte im betrachteten Zeitraum lediglich innerhalb des potenziellen Einflussbereichs der WKA in den Jahren 2003 und 2004 Bruterfolg. Die Zahl der Jungvögel pro Revier blieb jedoch in beiden Jahren unter dem zum Bestandserhalt notwendigen Wert von ca. 0,5 bis 0,8 iuv./BP (Schekkerman & Müskens 2000). Dagegen konnten bei einer insgesamt etwa gleich großen Anzahl an Revieren außerhalb des potenziellen Einflussbereichs kein Bruterfolg festgestellt werden. Ein negativer Einfluss der Windkraftanlagen ist daher nicht zu erkennen.

Mit 0,86 Jungvögeln pro Revier lag der Bruterfolg beim Kiebitz lediglich im Jahr 2002 in einem für den Bestandserhalt notwendigen Bereich (ca. 0,8 bis 1,0 juv./BP nach Peach et al. 1994, Den Boer 1995). Dieser Wert wurde außerhalb des Einflusses durch die WKA erreicht. In den weiteren Untersuchungsjahren wurde dieser Wert sowohl innerhalb als auch außerhalb des Einflussbereichs der WKA unterschritten. 2003 konnte bei insgesamt 13 untersuchten Brutpaaren überhaupt kein Bruterfolg festgestellt werden, 2004 hatte lediglich ein Brutpaar Bruterfolg, dessen Revier innerhalb des Einflussbereichs lag. Im Jahr 2005 schritten jeweils drei von fünf untersuchten Paaren zur Brut, wobei der Bruterfolg im Einflussbereich höher lag als außerhalb.

Ein Einfluss der Windkraftanlagen, wie er bei der alleinigen Betrachtung des Jahres 2002 nahe liegt, kann also in den weiteren Untersuchungsjahren nicht bestätigt werden. Die Ursachen für die Unterschiede zwischen den Jahren und den beiden untersuchten Bereichen sind also vorwiegend in anderen Faktoren zu suchen. Allerdings ist die Zahl der untersuchten Brutpaare noch gering. In den beiden nächsten Untersuchungsjahren sollen daher die betrachteten Flächen wesentlich erweitert werden.

10 Habitatmodellierung

Im Jahr 2003 wurde für Kiebitz, Uferschnepfe, Feldlerche, Wiesenpieper, Schwarzkehlchen und Fasan

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

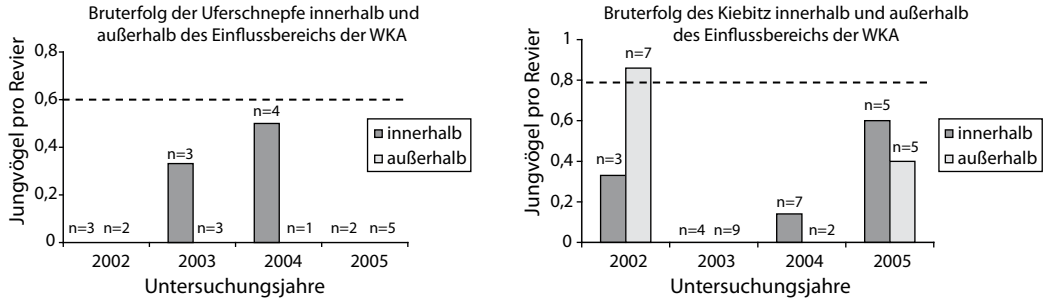


Abb. 12: Bruterfolg von Uferschnepfe *(Limosa limosa)* und Kiebitz *(Vanellus vanellus)* in den Jahren 2002 bis 2005. Die gestrichelte Linie zeigt den zum Bestandserhalt notwendigen Reproduktionswert. Die jeweils linke Säule stellt die Reviere im potenziellen Einflussbereich der WKA (bis 200 m Abstand) dar, die rechte Säule die Reviere außerhalb des Einflussbereichs der WKA (über 200 m Abstand).

die Habitatqualität im Untersuchungsgebiet untersucht, um Vergleiche zwischen Referenzgebiet und Windpark gezielt für Bereiche mit entsprechender Habitatqualität vornehmen zu können. Entsprach die Dichte im Windpark der Dichte im Referenzgebiet oder war sogar höher, wurde durch einen statistischen Test überprüft, ob eine kleinräumige Meidung vorliegt. Außerdem konnte der Einfluss der Windkraftanlagen mit dem Einfluss anderer Habitatparameter verglichen werden. Die genaue Methodik sowie die Bewertung und Eignung der Habitatmodelle ist dem 4. Zwischenbericht unter http://www.arsu.de/deutsch/Publikationen/gutfach.asp zu entnehmen.

Die Habitatqualität wurde mit Habitatmodellen bestimmt, die mit der logistischen Regression erstellt wurden (Hosmer & Lemeshow 2000). Bei der logistischen Regression wird – vereinfacht dargestellt – die Beziehung einer Art zu einem oder mehreren Parametern (z.B. Vegetationshöhe) mit Hilfe einer mathematischen Funktion ausgedrückt. Dazu werden die Parameter sowohl dort erfasst, wo die Art vorkommt, als auch dort, wo die Art nicht vorkommt. Wird ein Parameter in einem Diagramm auf der x-Achse aufgetragen und auf der y-Achse die entsprechenden Vorkommen bzw. Nichtvorkommen, dann erzeugt die logistische Regression eine Näherungskurve, mit deren Hilfe Aussagen zur Habitatqualität über die gesamte Bandbreite des Habitatparameters getroffen werden können. Ist beispielsweise die Vegetationshöhe als Habitatparameter auf der x-Achse aufgetragen und viele Vorkommen liegen in den niedrigen Vegetationshöhen, so ist hier die Habitatqualität besser (die y-Werte des Habitatmodells liegen nahe 1) als in höherer Vegetation, wo die Art nicht vorkommt und entsprechend viele Nichtvorkommen liegen (die y-Werte des Modells liegen nahe 0).

Da die Brutvogelkartierung flächendeckend durchgeführt wurde und den Anspruch erhebt, alle Brutvögel des Untersuchungsgebiets erfasst zu haben, wurden die für die logistische Regression notwendigen Nichtvorkommen im GIS zufällig verteilt, wobei ein Mindestabstand von 200 m zu den Vorkommen (Revierzentren) eingehalten wurde.

Alle Habitatparameter (vgl. Tab. 1) wurden flächendeckend erfasst. Bei einigen Parametern wie den Entfernungsangaben wurden die Informationen direkt an dem entsprechenden Revierzentrum gemessen, bei anderen wie den Biotoptypen wurden Flächenanteile innerhalb des Reviers ermittelt. Die Reviere wurden im GIS als Puffer um die Vorkommen bzw. Nichtvorkommen mit artspezifischen Radien erzeugt.

Die beiden erhobenen Vegetationsschichten (1. und 2. Krautschicht) spiegeln die horizontale Schichtung des Vegetationsbestandes wider. Es wurden maximal zwei Krautschichten unterschieden, wobei die 1. Krautschicht die niedrigere darstellt. Bei der 2. Krautschicht handelte es sich überwiegend um eingestreute oder kompakt stehende Binsenbestände.

Anhand der Erklärungsgehalte (R^2_N) der univariaten Habitatmodelle konnte eine Rangfolge unter den Parametern festgelegt werden. Habitatmodelle mit hohen Erklärungsgehalten sind für die Brutplatzwahl entscheidender als Modelle mit geringen Erklärungsgehalten. Zum Beispiel

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Tab. 1: Die erfassten Habitatparameter sowie die in die Habitatmodellierung eingegangenen zugehörigen Variablen mit Einheiten.

Habitatparameter	Variablen	Skalenniveau	Einheit
Biotoptyp	Flächenanteile der Biotoptypen (30 Variablen)	metrisch	%
	Flächenanteile der zusammengefassten Biotoptypen (8 Variablen)	metrisch	%
Landwirtschaftliche Nutzung	Flächenanteile der Nutzungstypen (19 Variablen)	metrisch	%
	Flächenanteile der zusammengefassten Nutzungstypen (4 Variablen)	metrisch	%
Zaunlänge	Zaunlänge gesamt	metrisch	Meter
	Zaunlänge frei stehend	metrisch	Meter
Vegetationshöhe	Flächenanteile der klassifizierten Vegetationshöhe der 1. Krautschicht (3 Variablen)	metrisch	%
	Flächenanteile der klassifizierten Vegetationshöhe der 2. Krautschicht (3 Variablen)	metrisch	%
	Flächenanteile der klassifizierten Flächenanteile der 1. Krautschicht (4 Variablen)	metrisch	%
Flächenanteile der Vegetationsschichten	Flächenanteile der klassifizierten Flächenanteile der 2. Krautschicht (4 Variablen)	metrisch	%
	Flächenanteile der klassifizierten gewichteten mittleren Vegetationshöhe (4 Variablen)	metrisch	%
	Flächenanteile der Verzahnung der 1. Krautschicht (3 Variablen)	metrisch	%
	Flächenanteile der Verzahnung der 2. Krautschicht (3 Variablen)	metrisch	%
	Flächenanteile der Verzahnung der Vegetationsschichten (3 Variablen)	metrisch	%
Offenbodenanteil	Flächenanteile des klassifizierten Offenbodenanteils (3 Variablen)	metrisch	%
	Flächenanteile des klassifizierten Offenbodenvorkommens (2 Variablen)	metrisch	%
Stocherfähigkeit des Bodens	Flächenanteile der klassifizierten Druckfestigkeit des Bodens (5 Variablen)	metrisch	%
Farbe (Vegetation und Boden)	Flächenanteile der Farbe von Vegetation und Boden (7 Variablen)	metrisch	%
Offenheit	Einsehbare Fläche eines Kreises mit 300m Radius („Offenheit“)	metrisch	%
Konkurrenz	Entfernung zum nächsten Vorkommen der eigenen Art	metrisch	Meter
	Entfernung zum nächsten Vorkommen anderer Wiesenvögel	metrisch	Meter
Siedlungsnähe	Entfernung zum nächsten Haus	metrisch	Meter
	Anzahl von Häusern im Umkreis von 500m	metrisch	Anzahl
Entfernung zur nächsten WKA	Entfernung zur nächsten WKA	metrisch	Meter
	Anzahl von WKA im Umkreis von 500m	metrisch	Anzahl

liegt beim Wiesenpieper in der Rangfolge der Parameter die Anzahl der WKA im Umkreis von 500 m erst an 18. Stelle (Tab. 2), andere Parameter wie der Anteil von mesophilem Grünland sind wesentlich entscheidender.

Für alle sechs untersuchten Wiesenvogelarten waren andere Habitatparameter für die Brutplatzwahl wichtiger als die Entfernung zur nächsten WKA bzw. die Anzahl der WKA in einem Umkreis von 500 m.

Aus den Daten des Referenzgebietes wurden multiple Habitatmodelle erstellt, mit deren Hilfe die Habitatqualität im Windpark Hinrichsfehn unabhängig von den WKA ermittelt werden konnte. Anschließend wurde auf Grundlage des geeigneten Habitats die Dichte innerhalb und außerhalb des Windparks ermittelt. Für die Uferschnepfe zeigt Abb. 13, dass im Windpark Hinrichsfehn nur wenig geeignete Habitate (dunkelgrün dargestellt) vorhanden waren. Fast der gesamte Bereich mit hoher Habitatqualität war besiedelt. Eine gute Habitatqualität für die Uferschnepfe war dann vorhanden, wenn eine große Offenheit des Geländes sowie mittlere Anteile einer zweiten Krautschicht im Revier vorherrschten. Die Art besiedelte den Windpark in

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

einer höheren Dichte als das Referenzgebiet und mied den Nahbereich der WKA nicht.

Für den Kiebitz konnte anhand der Habitatmodelle festgestellt werden, dass Einzelbäume, Feldgehölze und -hecken gemieden wurden. Außerdem wirkten sich Intensivgrünland und Dominanzbestände der Flatterbinse negativ auf die Habitatqualität aus. Der Vergleich der Dichten zwischen Referenzgebiet und Windpark zeigte, dass der Windpark sogar geringfügig dichter besiedelt war. Die 100 m-Bereiche um die WKA wurden jedoch signifikant gemieden.

Auf die Habitatqualität für die Feldlerche wirkten sich Feldgehölze, -hecken und Einzelbäume sowie eine hohe Anzahl von Häusern in 500 m Umkreis negativ aus. Dagegen wurden der Biotoptyp „sonstiges mesophiles Grünland" und eine niedrige bis mittlere Vegetationshöhe bevorzugt. Die Dichte der Revierzentren, bezogen auf geeignete Habitate, war im Windpark etwa doppelt so hoch wie im Referenzgebiet. Auch der Nahbereich wurde nicht gemieden.

Der Wiesenpieper zeigte eine Vorliebe für mittlere Flächenanteile des Biotoptyps „seggen-, binsen- oder hochstaudenreiche Nasswiese". Schwarze Flächen und Feldhecken wurden gemieden und auch eine hohe Anzahl von Häusern wirkte sich negativ auf die Habitatqualität aus. Obwohl der Nahbereich der WKA nicht signifikant gemieden wurde, scheint eine Verdrängung in den Randbereich des Windparks in ungeeignetes Habitat möglich zu sein. Die Dichte bezogen auf das geeignete Habitat ist aber in Windpark und Referenzgebiet gleich hoch.

Das Schwarzkehlchen kam überwiegend in Bereichen mit mosaikartigen Strukturen vor. So führten geringe Revieranteile von Baum- und Strauchstrukturen und Wegen sowie mittlere Flächenanteile von Mähwiesen und einer lückigen 2. Krautschicht zu einer hohen Habitatqualität. Der Windpark wurde dichter besiedelt als das Referenzgebiet, eine Meidung der WKA war nicht zu erkennen.

Für den Fasan zeigte sich, dass vorzugsweise eine halboffene Landschaft am Siedlungsrand genutzt wurde. Die Bereiche zeichneten sich durch Brachenutzung und mittlere Flächenanteile der Vegetationsfarbe „frischgrün" aus. Das Habitatmodell prognostiziert für den Fasan im Windpark viel mehr geeignete Habitatfläche, als besiedelt wurde, wodurch sich eine Meidung des Windparks ergibt. Da jedoch in allen anderen Auswertungen im gleichen Untersuchungsgebiet (siehe oben) kein Einfluss der WKA auf den Fasan festgestellt wurde, scheinen hier andere Ursachen für eine Meidung des Windparks Hinrichsfehn im Jahr 2003 vorzuliegen.

11 Fazit

Zusammenfassend ergeben die Untersuchungen bislang folgende Ergebnisse:

- Gastvögel reagieren wesentlich empfindlicher auf WKA als Brutvögel.
- Eine Scheuchwirkung wurde unter den Brutvögeln beim Kiebitz mit einer Reichweite von

Tab. 2: Relevanz verschiedener Faktoren für die Habitatwahl des Wiesenpiepers *(Anthus pratensis)* ermittelt anhand ihrer Ränge in univariaten Habitatmodellen.

Rang	Variablen	p	R^2_N	Wirkrichtung
1	Revierflächenanteil von mesophilem Grünland	< 0,001	0,13	+
2	Entfernung zum nächsten Wiesenpiepervorkommen	< 0,001	0,11	-
3	Zaunlänge frei stehender Zäune im Revier	< 0,001	0,10	+
4	Offenheit (Einsehbarkeit der Fläche eines 300 m Kreises)	< 0,001	0,10	+
5	Entfernung zum nächsten Wiesenvogelvorkommen	< 0,001	0,10	± unimodal
6	Flächenanteil der Druckfestigkeitsklasse 2	< 0,001	0,09	+
7	Anzahl der Häuser im Umkreis von 500 m	< 0,001	0,09	-
8	Flächenanteil der Druckfestigkeitsklasse 5	< 0,001	0,08	-
9	Flächenanteil des Biotoptyps Gewässer	< 0,001	0,08	-
⋮				
18	**Anzahl der WKA im Umkreis von 500 m**	**0,005**	**0,05**	**-**

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

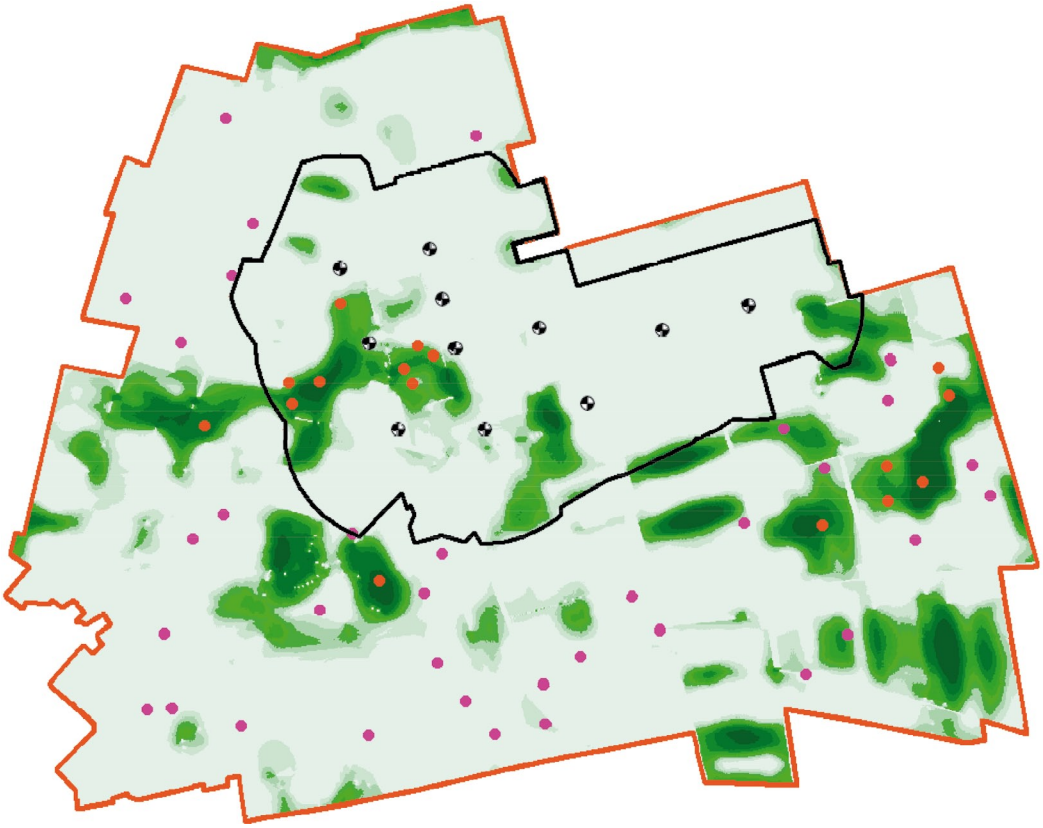


Abb. 13: Habitatqualität im Untersuchungsgebiet für die Uferschnepfe (*Limosa limosa*). Je dunkler die grüne Farbe, desto höher ist die Habitatqualität. Die roten Punkte sind die Revierzentren, die violetten Punkte die zufällig erstellten Nichtvorkommen.

ca. 100 m und beim Großen Brachvogel mit einer Reichweite von ca. 50 m nachgewiesen.
- Langzeiteffekte bei Uferschnepfe und Brachvogel sind nach 5 Jahren noch nicht feststellbar, wohl aber eine Verhaltensbeeinflussung beim Brachvogel bis ca. 150 m.
- Bei Brutvögeln üben andere Habitatfaktoren einen wesentlich größeren Einfluss auf die räumliche Verteilung der Reviere aus als die WKA.
- Ein Einfluss der WKA auf den Bruterfolg wurde bislang nicht nachgewiesen.
- Unter den Gastvögeln reicht die Scheuchwirkung beim Kiebitz bis ca. 400 m.
- Auch Gastvogelarten wie Mäusebussard, Star, Wacholderdrossel und Ringeltaube sind betroffen (bis ca. 100 m, max. 200 m).

Bezüglich des Unterschiedes zwischen Brut- und Gastvögeln sowie der Reichweite von Scheuchwirkungen besteht eine gute Übereinstimmung mit der Literatur (Übersichten in Hötker et al. 2006, Reichenbach et al. 2004). In Einzelfällen liegen jedoch aus anderen Studien auch anders lautende Ergebnisse vor, wobei jedoch nicht beurteilt werden kann, ob diese möglicherweise auf weitere Einflussfaktoren zurückgehen, die nicht untersucht worden sind.

Die hier nach internationalen methodischen Standards durchgeführten verschiedenen Analysen zeigen in den Ergebnissen einen hohen Grad der Übereinstimmung, so dass diese entsprechend gut abgesichert sind. Die Untersuchungen werden noch bis Ende 2007 fortgesetzt. Schwerpunkte in den beiden letzten Untersuchungsjahren werden

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

die Ausweitung der Bruterfolgskontrollen sowie eine Wiederholung der Habitatanalyse sein, um zeitliche Veränderungen in der Habitatqualität beurteilen und den Bestandsveränderungen der Vögeln gegenüberstellen zu können.

Literatur

AG Eingriffsregelung (1996): Empfehlungen zur Berücksichtigung der Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege beim Ausbau der Windenergienutzung. - Natur und Landschaft 71: 381-385.

Anderson, R., Morrison, M., Sinclair, K. & Strickland, D. (1999): Studying Wind Energy/Bird Interactions: A Guidance Document. - Prepared for the Avian Subcomittee and NWCC. Washington. www.nationalwind.org

Bibby, C. J.; N. D. Burgess & Hill, D. A. (1995): Methoden der Feldornithologie - Bestandeserfassung in der Praxis. - Neumann Verlag, Radebeul.

Breuer, W. & Südbeck, P. (1999): Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Vögel - Mindestabstände von Windkraftanlagen zum Schutz bedeutender Vogellebensräume. - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz Band 4: 171-175.

Den Boer, T. E. (1995): Weidevogels: Feiten voor bescherming, Techn. Rapp. Vogelbescherming Nederland. Zeist.

Flade, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. - IHW-Verlag, Eching.

Hötker, H., Jeromin, H. & Thomsen, K.-M. (2006): Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse – eine Literaturstudie. - Inform. d. Naturschutz Niedersachs. 26: 38-46.

Hosmer, D. W. & Lemeshow, S. (2000): Applied Logistic Regression. - John Wiley & Sons. New York.

Lozán, J. L. & Kausch, H. (2004): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler, Hamburg.

Martin, P. & Bateson, P. (1986): Measuring behaviour, an introductory guide. - Cambridge University Press, Cambridge.

Peach, W. J., P. S. Thompson & Coulson, J. C. (1994): Annual long-term variation in the survival rates of British lapwings *Vanellus vanellus*. - J. Anim. Ecol. 63: 60-70.

Projektgruppe „Ornithologie und Landschaftsplanung" der Deutschen Ornithologen-Gesellschaft (1995): Qualitätsstandards für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in raumbedeutsamen Planungen. Selbstverlag.

Reichenbach, M., Handke, K. & Sinning, F. (2004): Der Stand des Wissens zur Empfindlichkeit von Vogelarten gegenüber Störungswirkungen von Windenergieanlagen. - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 7: 229-243.

Sachs, L. (2004): Angewandte Statistik. - Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York.

Schekkerman, H. & Müskens, G. (2000): Produceren Grutto's *Limosa limosa* in agrarisch grasland voldoende jongen een duurzame populatie? - Limosa 73: 121-134.

Siegel, S. (1956): Nonparametric statistics for the behavioral sciences. - McGraw-Hill, New York.

Sinning, F. & Theilen, A. (1999): Empfehlungen zur Erfassungsmethodik und zur Darstellung von Ergebnissen ornithologischer Fachbeiträge im Rahmen der Eingriffsregelung. - Bremer Beitr. Naturkde. Naturschutz 4: 143-154.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: 32

Autor(en)/Author(s): Reichenbach Marc, Steinborn Hanjo

Artikel/Article: Windkraft, Vögel, Lebensräume – Ergebnisse einer fünfjährigen BACI-Studie zum Einfluss von Windkraftanlagen und Habitatparametern auf Wiesenvögel 243-259