



Master Thesis

im Rahmen des
Universitätslehrganges „Geographical Information Science & Systems“
(UNIGIS MSc) am Zentrum für GeoInformatik (Z_GIS)
der Paris Lodron-Universität Salzburg

zum Thema

**„GIS als Instrument zur Analyse und Bewertung potentieller
Nahrungshabitate für Sturmmöwen“**

Beitrag zur Erhaltung der Sturmmöwenkolonie Langenwerder in der Wismarer Bucht

vorgelegt von

Dipl.-Ing. (FH) Silke Nawrocki
U1262, UNIGIS MSc Jahrgang 2006

Zur Erlangung des Grades
„Master of Science (Geographical Information Science & Systems) – MSc(GIS)“

Gutachter:
Ao. Univ. Prof. Dr. Josef Strobl

Rostock, 29. Juli 2008

GIS ALS INSTRUMENT ZUR ANALYSE UND BEWERTUNG POTENTIELLER NAHRUNGSHABITATE FÜR STURMMÖWEN

BEITRAG ZUR ERHALTUNG DER STURMMÖWENKOLONIE LANGENWERDER IN DER WISMARER BUCHT

I. DANKSAGUNG

Ein spezieller Dank geht an dieser Stelle an den Initiator dieser Arbeit Björn Russow, insbesondere für seine Unterstützung in Natur und Umwelt spezifischen Fragestellungen und das ausführliche Lektorat. Für das Näherbringen der Nahrungsproblematik der Sturmmöwen, für wertvolle Hintergrundinformationen und für die Privatausleihe hilfreicher Publikationen bedanke ich mich herzlich bei Herrn Prof. Dr. U. Brenning.

Da eine Arbeit im geowissenschaftlichen Bereich selten ohne entsprechende Geodaten zu realisieren ist, möchte ich mich noch einmal bei Björn Russow und bei Karin Schmidt vom StAUN Rostock für die Bereitstellung der vielfältigen Datensätze danken.

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Feldarbeiten wären ohne die Unterstützung der NAJU Rostock in dieser Form nicht möglich gewesen, daher habe ich mich dafür herzlich zu bedanken. Vor allem bei meinem Kollegen und NAJU Mitglied Arvid Elsner bedanke ich mich für sein unermüdliches Engagement.

Der größte Dank geht an meine Familie und meinen Lebenspartner, ohne ihre Geduld und moralische Unterstützung wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

II. ERKLÄRUNG ÜBER DIE EIGENSTÄNDIGE ABFASSUNG DER ARBEIT

"Ich versichere, diese Master Thesis ohne fremde Hilfe und ohne Verwendung anderer als der angeführten Quellen angefertigt zu haben, und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat. Alle Ausführungen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, sind entsprechend gekennzeichnet."

Rostock, 29. Juli 2008

Die Verfasserin:

(Silke Nawrocki)

III. KURZFASSUNG

Die vorliegende Master-Thesis beschäftigt sich mit einer naturschutzfachlichen Problematik, zu der durch Anwendung von Werkzeugen und Methoden eines GIS ein Lösungsweg aufgezeigt werden soll. Hierbei steht die Sturmmöwenkolonie auf der Insel Langenwerder, in der Wismarer Bucht, im Mittelpunkt der Untersuchungen. Langjährige Beobachtungen der ansässigen Sturmmöwenkolonie haben in den letzten 20 Jahren einen besorgniserregenden Rückgang im Bestand aufgezeigt. Als Hauptgrund werden Veränderungen in der Landschaftsnutzung durch die Landwirtschaft und ein damit verbundener Rückgang an potentiellen Nahrungshabitaten gesehen. Die Nahrungssuche der Sturmmöwen an der Ostseeküste konzentriert sich fast ausschließlich auf den landseitigen Bereich.

Der Verein „Langenwerder“ sieht einen möglichen Weg für die Verbesserung der Nahrungssituation in einem ersten Schritt darin, potentielle Nahrungshabitate auf derzeit intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen zu identifizieren. Die Grundlage dafür soll eine GIS-gestützte Landschaftsanalyse und -bewertung unter Hinzunahme thematisch relevanter Indikatoren unter Berücksichtigung ökonomischer Nutzungskonkurrenzen bilden. In einem nächsten Schritt sollen diese Ergebnisse als Entscheidungsgrundlage für die Sicherung von Nahrungsflächen unter ökonomischen und naturschutzfachlichen Aspekten, beispielsweise im Rahmen von Extensivierungsprogrammen, herangezogen werden.

Bei der durchzuführenden Flächenanalyse und anschließenden Potentialbewertung sollen zielgerichtete Methoden angewandt werden und es soll beleuchtet werden, inwieweit die Werkzeuge und Methoden eines GIS in der Lage sind einen Beitrag zur Bestandssicherung der Sturmmöwenkolonie zu leisten. Es soll der Frage nachgegangen werden, wie geeignete raumbezogene Daten beschaffen sein müssten, um sich Naturschutz relevanten Problematiken dieser Art optimal zu widmen. Das aufzustellende Analyse- und Bewertungsmodell sollte die Möglichkeit der Wiederverwendbarkeit für weitere Fragestellungen dieser Art bieten.

IV. ABSTRACT

This master thesis deals with a nature conservation-technical problem. A solution should be indicated by the use of tools and methods of a GIS. In the centre of the investigations stands a common gull colony on the island Langenwerder, in the Wismarer bay, in the Baltic Sea. Long-standing observations of the resident common gull colony have indicated an alarming decline in the continuance during the last 20 years. A principal reason is seen in landscape and agricultural changes, which caused a decline in potential food habitats. The foraging of the common gulls on the Baltic coast concentrates almost exclusively upon the land-sided area.

To improve the food situation the conservation association "Langenwerder" considers a possible way in the identification of potential food habitats on currently intensely used agricultural lands in the first place. A GIS shall provide the basis for a landscape analysis and the subsequent landscape assessment. For this purpose thematically relevant indicators taking into account economic competitions of utilization shall be derived within this thesis. In the next step the results of the landscape assessment can be used as a decisive factor for the protection of food habitats under economic and nature conservation aspects, for example, within the scope of extensification programs.

Purposeful methods should be applied to perform the landscape analysis and the assessment. The thesis will examine, to what extent the tools and methods of a GIS are able to support a contribution to the protection of the common gull colony. Furthermore the thesis will define important aspects for an appropriate spatial data basis to carry out nature conservation relevant problems of this kind optimally. The established analysis and assessment model should account for the possibility of the reusability for similar questions.

V. INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	1
1.1. Ausgangslage und Problemstellung	2
1.2. Wissenschaftlicher Kenntnisstand	4
1.3. Strukturierung der Arbeit.....	8
2. Beschreibung des Untersuchungsgebietes	9
2.1. Geologischer Aufbau und Böden	10
2.2. Landnutzung im Analysegebiet	13
2.3. Klima.....	19
3. Die Sturmmöwe	20
3.1. Die Sturmmöwe auf Langenwerder	21
3.2. Störfaktoren für die Sturmmöwe.....	25
4. Datenbasis	28
4.1. Daten zur Landbedeckung.....	29
4.1.1. MMK.....	29
4.1.2. Biotop- und Nutzungstypenkartierung (BNTK)	30
4.1.3. ATKIS Basis-DLM	31
4.1.4. CORINE – Landcover	32
4.2. Statistische Daten	34
4.2.1. Wasserrahmenrichtlinien-Projekt (WRRL)	34
4.2.2. Daten des Statistischen Landesamtes	34
5. Multikriterielle Flächenanalyse und -bewertung	35
5.1. Zielsetzung	35
5.2. Methodischer Ablauf.....	35
5.3. Datenerhebung	36
5.3.1. Störfaktoren	37
5.3.2. Bewertungsindikatoren.....	39
5.4. Flächenanalyse.....	42
5.4.1. Erkundung der Landschaftsstruktur	43
5.4.2. Ermittlung von Störfächen	52
5.5. Wertberechnung.....	53
5.5.1. Erläuterung der Bewertungsmethodik.....	54
5.5.2. Gewichtung der Bewertungsindikatoren	62
5.6. Verknüpfung der Einzelkriterien	63
5.7. Auswertung der Gewichtungsvarianten	67
6. Ergebnisse	75
7. Zusammenfassung, Fazit und Ausblick	83
7.1. Zusammenfassung	83
7.2. Fazit und Ausblick.....	85
8. Anhang	86
9. Glossar	93
10. Literatur	94

VI. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet in der Übersicht	9
Abb. 2: Vergleich der vorhandenen Standorttypen	11
Abb. 3: Flächennutzung im Analysegebiet	13
Abb. 5: Aufteilung der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Analysegebiet	13
Abb. 4: Flächennutzung in Mecklenburg-Vorpommern und Deutschland [Stat. Bundesamt, 2004]	13
Abb. 6: Anbauflächen nach Fruchtarten für den Landkreis Bad Doberan (Daten: Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, 2007)	14
Abb. 7: Anbauflächen nach Fruchtarten für den Landkreis Nordwestmecklenburg (Daten: Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, 2007)	15
Abb. 8: Gästeankünfte an der mecklenburgischen Ostseeküste (Daten: Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, 2008)	16
Abb. 9: Übersicht der Schutzgebiete im Analysegebiet	16
Abb. 10: Flächenverteilung in den NSG	17
Abb. 11: Flächenverteilung in den LSG	17
Abb. 12: Windenergieanlagen in Mecklenburg-Vorpommern [Quelle: Ministerium f. Arbeit, Bau und Landesentwicklung, 2006]	18
Abb. 13: Windenergienutzung im Untersuchungsgebiet	18
Abb. 14: Mittlere jährliche Niederschlagshöhe für den Zeitraum 1971-2000 Datenbasis: ca. 4200 Stationen (Werte geprüft) Quelle: DWD, 2000	19
Abb. 16: Sturmmöwe (<i>Iarus canus</i>); Fotograf: T. Müller	20
Abb. 15: Sturmmöwenküken; Fotograf: T. Müller	20
Abb. 17: Langenwerder aus der Luft 2004 (Quelle: Verein Langenwerder, Jan Kube)	22
Abb. 18: Sturmmöwenpopulation auf Langenwerder	23
Abb. 19: Sommerbefahrung in der Wismarbucht (Quelle: http://www.naturschutz-wismarbucht.de/)	26
Abb. 20: Methodischer Ablauf der Landschaftsanalyse und -bewertung (in Anlehnung an HASE, 1996)	36
Abb. 21: Darstellung desselben Landschaftsausschnitts bei unterschiedlichem Klassenschlüssel (links: Klassifizierung nach Landschaftselementtypen, rechts: Klassifizierung nach Biotop- u. Nutzungstypen)	45
Abb. 22: Trendanalyse der Standorttypen	51
Abb. 23: Schematischer Ablauf für die Ermittlung von Störflächen	52
Abb. 24: Eignung der Ackerfläche nach Störflächenermittlung	53
Abb. 25: Schematische Übersicht der GIS-Analyse und Bewertung	54
Abb. 26: Werteinteilung für die Bewertung der Standorttypen	58
Abb. 27: Histogramm der Flächengrößen	60
Abb. 28: Beispielausschnitt des Analysegebietes	64
Abb. 29: Bewertungsergebnis Verknüpfungsvariante F für die Beispielflächen	66
Abb. 30: Bewertungsergebnis Verknüpfungsvariante B für die Beispielflächen	67
Abb. 31: Trendanalyse des Bewertungsergebnisses	75
Abb. 32: Vergleich von Bewertungsergebnis und Standorttyp	80

VII. TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Beschreibung der Standorttypen der MMK	12
Tab. 2: Landwirtschaftliche Flächennutzung in Mecklenburg-Vorpommern (Quelle: StatA MV).....	24
Tab. 3: Überblick der verwendeten Geo-Daten zur Landbedeckung	28
Tab. 4: Übersicht der Biotoptypengruppen	31
Tab. 5: Übersicht der Störfaktoren und Effektdistanzen	39
Tab. 6: Erfüllung der Anforderungen an die Bewertungsindikatoren nach Scholle (1997)	41
Tab. 7: Indikator Klassifizierung	42
Tab. 8: Übersicht der verwendeten Landschaftsmaße nach LANG et al., 2007	43
Tab. 9: Diversitäts-Analyse der Landschaft im Untersuchungsgebiet auf Basis der BNTK	46
Tab. 10: Gliederung der landwirtschaftlichen Nutzfläche	47
Tab. 11: Nearest Neighbor Analyse für die landwirtschaftliche Nutzfläche	47
Tab. 12: Diversitäts-Analyse der landwirtschaftlichen Nutzfläche	48
Tab. 13: Gliederung der Standorttypen im Untersuchungsgebiet	49
Tab. 14: Diversitäts-Analyse der Standorttypen im Untersuchungsgebiet	50
Tab. 15: Übersicht der Skalentypen	55
Tab. 16: Beispiel einer fiktiven Rangplatzvergabe	55
Tab. 17: Verknüpfung von Rangplätzen mit unterschiedlicher Gewichtung	57
Tab. 18: Punktwertskala für das Bewertungskriterium "Standorttyp"	58
Tab. 19: Punktwertskala für die Bewertung des Biotopverbund	59
Tab. 20: Punktwertskala für das Bewertungskriterium "Flächengröße"	60
Tab. 21: Punktwertskala für das Bewertungskriterium "Biotopvielfalt"	61
Tab. 22: Punktwertskala für das Bewertungskriterium "Entfernung"	62
Tab. 23: Angewandte Gewichtungsfaktoren	63
Tab. 24: Bewertungspunktevergabe für die Beispielflächen	65
Tab. 25: Ermittlung der Rangplätze für die Beispielflächen	65
Tab. 26: Verknüpfung der Einzelkriterien inklusive Gewichtung für die Beispielflächen	65
Tab. 27: Klassenbildung der Einzelwertverknüpfung - Variante A	68
Tab. 28: Klassenbildung der Einzelwertverknüpfung - Variante B	69
Tab. 29: Klassenbildung der Einzelwertverknüpfung - Variante C	69
Tab. 30: Klassenbildung der Einzelwertverknüpfung - Variante D	70
Tab. 31: Klassenbildung der Einzelwertverknüpfung - Variante E	70
Tab. 32: Klassenbildung der Einzelwertverknüpfung - Variante F	71
Tab. 33: Punktwertungen der Vergleichsflächen	71
Tab. 34: Gesamtbewertung der Vergleichsflächen in den Gewichtungsvarianten	72
Tab. 35: Gewichtungsvarianten Auswertung	73
Tab. 36: Verteilung der Bewertungen in den 5 km Umkreisen	76
Tab. 37: Verteilung in den Bewertungsklassen hinsichtlich Standorttyp (bis 5 km)	77
Tab. 38: Verteilung in den Bewertungsklassen hinsichtlich Standorttyp (5 bis 10 km)	77
Tab. 39: Verteilung in den Bewertungsklassen hinsichtlich Standorttyp (10 bis 15 km)	78
Tab. 40: Verteilung in den Bewertungsklassen hinsichtlich Standorttyp (15 bis 20 km)	78
Tab. 41: Verteilung in den Bewertungsklassen hinsichtlich Standorttyp (20 bis 25 km)	78
Tab. 42: Absolute Verteilung der Standorttypen in den Entfernungsradien unabhängig von Ackerflächen	79

VIII. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
CORINE	Coordinated Information on the Environment
FFH	Flora-Fauna-Habitat
MMK	Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung
NAJU	Naturschutzjugend
StAUN	Staatliches Amt für Umwelt und Natur
SQL	structured query language

1. Einleitung

Landschaften sind ständigen natürlichen und anthropogenen Veränderungen unterworfen und werden mit verschiedenen, sich teilweise konkurrierenden, Nutzungsansprüchen belegt. Der anthropogene Anspruch an die Multifunktionalität der Landschaft berührt ökonomische, ökologische und soziale Aspekte.

Diese drei Aspekte führen zu den Motiven eine Landschaft zu bewerten. Wird ein Lebensraum, zumeist aus ökonomischen Gründen, zerstört oder verändert, sind vorwiegend ökologische und soziale Aspekte der Auslöser einen Ersatz oder Ausgleich zu schaffen. Häufig handelt es sich um einen bewertenden Vergleich von Landschaften, um beispielsweise im Rahmen von Planungen verschiedene Varianten zu bewerten oder im Zuge der Bewilligung von Fördergeld Anträgen entsprechende Flächen zu ermitteln.

Eine Bewertung von Landschaften kann aus den oben genannten Aspekten auch nie objektiv sein und unterliegt gesellschaftlichen Leitbildern. Eine landschaftliche Bewertung setzt eine genaue Zielvorstellung voraus, bei der je nach Ziel eine Kombination unterschiedlicher Indikatoren/Kriterien herangezogen wird [KUNZ, 1998].

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es durch Landschaftsanalyse und -bewertung unter Anwendung der Werkzeuge eines Geographischen Informationssystems (GIS), zukünftige potentielle Nahrungshabitate für die Sturmmöwenkolonie (lat. *larus canus*) der Insel Langenwerder auf derzeit intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen innerhalb eines während der Arbeit zu definierenden Gebietes rund um die Insel zu identifizieren und zu bewerten. Dabei werden auf Grundlage von Flächennutzungsdaten, Daten der Bodenkunde sowie Expertenbefragungen geeignete Bewertungsindikatoren als auch Störflächen abgeleitet. Die Arbeit verfolgt die Fragestellung, inwieweit der Einsatz von GIS einen Beitrag zur Bestandssicherung der Sturmmöwenkolonie auf Langenwerder leisten kann. Dahingehend soll die Frage nach geeigneten Datengrundlagen für Naturschutz relevante Problematiken beantwortet werden → wie müssten geeignete Daten beschaffen sein? Von hohem Interesse ist dabei auch die Frage, ob das zu erstellende Analysemodell für weitere Fragestellungen

dieser Art anwendbar wäre. Die Ergebnisse der Landschaftsanalyse und Potentialabschätzung werden zum Abschluss kartographisch aufbereitet.

1.1. Ausgangslage und Problemstellung

Bereits seit Mitte des 19. Jahrhunderts liegen Beobachtungen zum Brut- und Rastvorkommen von See- und Küstenvögeln auf der Insel Langenwerder in der Wismarer Bucht (südwestliche Ostsee) vor [Verein Langenwerder, 2008]. Die Insel Langwerder gehört zum Bundesland Mecklenburg-Vorpommern, hat derzeit eine Länge von etwa 1000 Meter und eine Breite von 200 bis 400 Meter. Seit 1937 ist die Insel als Naturschutzgebiet ausgezeichnet und seit 2004 ist sie Teil des FFH-Gebietes „Wismarbucht“ gemäß der Richtlinie der EG (Flora-Fauna-Habitat) zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume, sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.

Für eine intensive landwirtschaftliche Nutzung kam die Insel aufgrund ihrer geringen Größe und ungenügender Bodenqualität nicht in Frage, dadurch konnten sich verschiedene See- und Küstenvogelarten ansiedeln. Zum Schutz der Vögel gründete sich bereits Anfang des 20. Jahrhunderts der Vogelschutzverein „Jordsand“, der im Jahr 1910 ein Betretungsverbot von Langenwerder während der Brutzeit bewirkte und die Insel damit zu dem ältesten Seevogelschutzgebiet in Mecklenburg machte. Gegenwärtig wird die Vogelschutzinsel vom Verein Langenwerder zum Schutz der Wat- und Wasservögel e.V. betreut.

Jedes Jahr wird die Insel von zahlreichen Vögeln als Brut- und Rastplatz genutzt, wie z.B. von Sturmmöwen, Lachmöwen, Küstenseeschwalben, Mittelsägern, Ringelgänsen oder Austernfischern. Durch die weit zurückreichende Geschichte des Vogelschutzes auf Langenwerder existieren umfangreiche Dokumentationsreihen, insbesondere für die Brutkolonien der Möwen und Seeschwalben. Langjährige Beobachtungen der ansässigen Sturmmöwenkolonie haben in den letzten 20 Jahren einen besorgniserregenden Rückgang im Bestand erkennen lassen. Als Hauptgrund werden Veränderungen in der Landschaftsnutzung durch Landwirtschaft, Küstenschutz und Tourismus gesehen und der damit verbundene Rückgang an potentiellen Brut- und Nahrungshabitaten [KUBE et al, 2005], [RUSSOW, 2007], [BRENNING, 2007].

Die Nahrungssuche der Sturmmöwen an der Ostseeküste konzentriert sich fast ausschließlich auf den landseitigen Bereich, daher wird in verschiedenen ornithologischen Fachquellen vermutet, dass im Laufe der letzten 20 Jahre vor allem die Veränderungen in der Landwirtschaft das Nahrungsangebot für die Sturmmöwen während der Brutzeit und insbesondere der Aufzuchtphase der Jungen stark reduziert haben [KUBETZKI, 2002], [KUBE et al, 2005].

Wie auch in der ehemaligen DDR sind heutzutage nach wie vor große Schlägeinheiten in der intensiven Landwirtschaft im Umfeld der Wismarbucht vorherrschend. Wesentliche Veränderungen sind besonders beim Anbau der Fruchtarten erfolgt. Waren zu DDR-Zeiten acker- und pflanzenbauliche Gesichtspunkte ausschlaggebend, spielen heute fast ausschließlich ökonomische Interessen eine Rolle [JANZEN, 2002]. Diese Änderungen wirken sich direkt auf das Nahrungsangebot aus. Als Beispiel kann die Zunahme beim Anbau von Wintergetreide und Raps herangezogen werden. Diese Fruchtarten haben zur Brutzeit bereits eine hohe und dichte Pflanzendecke erreicht [KUBETZKI, 2002], [RUSSOW, 2007]. Da die Sturmmöwe ihre Nahrung überwiegend auf dem Boden durch Schreiten und Picken sucht, entfallen diese Ackerflächen für die Nahrungssuche. Auch die weitere Technisierung und der Einsatz von Bioziden in der Landwirtschaft haben direkte Auswirkungen auf das Nahrungsangebot [KUBETZKI, 2002].

Der Verein „Langenwerder“ sieht einen möglichen Lösungsweg zu der Verbesserung der Nahrungssituation in einem ersten Schritt darin, potentielle Nahrungshabitate auf derzeit intensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen mit Hilfe GIS-gestützter Landschaftsanalyse und -bewertung auf Grundlage thematisch relevanter Indikatoren zu identifizieren. In einem nächsten Schritt sollen diese Ergebnisse als Entscheidungsgrundlage für die Sicherung von Nahrungsflächen unter ökonomischen und naturschutzfachlichen Aspekten, beispielsweise im Rahmen von Extensivierungsprogrammen, herangezogen werden.

Dem zugrundeliegenden Ansatz dieser Arbeit spielen Aspekte ökologischer und ökonomischer Nutzungskonkurrenz eine Rolle und müssen bei der Flächenbewertung dementsprechend berücksichtigt werden.

Die oben beschriebenen Annahmen und Hintergründe des Populationsrückgangs der Sturmmöwenkolonie auf Langenwerder werden innerhalb der Arbeit keinen weiteren wissenschaftlichen Nachforschungen unterzogen und liefern die wesentliche Basis der Motivation dieser Arbeit.

1.2. Wissenschaftlicher Kenntnisstand

Der Kernteil der vorliegenden Arbeit beschäftigt sich mit der Analyse und Bewertung bzw. Potentialabschätzung von Landschaftsteilen eines konkreten Untersuchungsgebietes. Dabei sind Analyse und Bewertung insoweit miteinander verknüpft, als dass die Landschaftsanalyse der anschließenden Landschaftsbewertung grundlegende Ergebnisse zur Weiterverarbeitung liefert. Die Qualität einer Landschaftsbewertung hängt dabei von zwei Faktoren ab, zum Einen von der Qualität der verwendeten Basisdaten und zum Anderen von der gewählten Methode.

Die vorausgehende Landschaftsanalyse erfolgt meist getrennt nach einzelnen Elementen, wie zum Beispiel Boden, Klima, Wasserhaushalt, oder Flächennutzung, jedoch unter Berücksichtigung der jeweiligen Abhängigkeiten und Beziehungen. Dabei spricht man im ersten Fall von „horizontaler“ Analyse und bei zusätzlicher Berücksichtigung von Abhängigkeiten und Beziehungen von „vertikaler“ Analyse [LANG, 2007]. Diese Herangehensweise setzt ein objektorientiertes Datenmodell voraus, bestehend aus mehreren Datenschichten, aus denen durch Kombination und Verschneidung neue Informationen generiert werden, die der nachfolgenden Bewertung als Grundlage dienen können. Die jeweils vorliegende Zielstellung beeinflusst die zur Anwendung kommenden Analyseverfahren, den Maßstabsbereich sowie die Auflösung, Genauigkeit und Aggregation der als Grundlage dienenden raumbezogenen Daten [BASTIAN u. SCHREIBER, 1999].

Im Sinne von GIS können Analyseverfahren in „geometrisch-topologische“ und „attributive“ Verfahren unterteilt werden. Bei den geometrisch-topologischen Verfahren werden Zusammenhänge von geometrischen Objekten auf räumlicher Ebene untersucht. Dazu gehören Untersuchungen zu räumlichen Lageeigenschaften, wie zum Beispiel „Aneinandergrenzen“, „Überlappen“, „Berühren“ oder „Distanz“.

Attributive Verfahren arbeiten auf Basis der Sachattribute der geometrischen Objekte, meist unter Anwendung der Abfragesprache SQL [LANG, 2007]. Bei der Durchführung von Landschaftsanalysen werden beide Verfahren oftmals in Verknüpfung miteinander ausgeführt. Die aus einer zielgerichteten Landschaftsanalyse ermittelten Daten gehen nun in das anschließende Landschaftsbewertungsverfahren ein.

Die Literatur unterteilt vier grundlegende Landschaftsbewertungsverfahren z.B. BASTIAN u. SCHREIBER 1999 oder HASE 1996:

- Eignungsanalyse und -bewertung ausgerichtet nach derzeitigen und zukünftigen Nutzungsansprüchen
- Belastungsanalyse und -bewertung der derzeitigen Nutzungsansprüche
- Wertanalyse durch Bestimmung der Eigenschaften bestimmter Geofaktoren
- Risikoanalyse und -bewertung derzeitiger und zukünftiger Nutzungsansprüche

Nach BASTIAN und SCHREIBER liegt die Kunst der Bewertung darin, Sachinformationen und Wertmaßstäbe zu einem „sinnvollen“ Urteil zu verbinden [BASTIAN u. SCHREIBER, 1999]. Um zu einem „sinnvollen“ Urteil durch Flächenanalyse und -bewertung zu gelangen, werden überwiegend indikatorische Bewertungsverfahren angewandt. Bei Anwendung dieser Verfahren werden Indikatoren/Kriterien erfasst und bestimmten Wertmaßstäben zugeordnet, die den zu untersuchenden Standortfaktor direkt oder indirekt beeinflussen [SCHOLLE, 1997]. Nach den Darstellungen von BASTIAN und SCHREIBER 1999 können folgende Indikatoren unterschieden werden:

- **Klassifikationsindikatoren:** ermöglichen eine Einordnung in wertneutrale Klassifikationssysteme
- **Zustandsindikatoren:** geben bestimmte Zustände oder Entwicklungen an
- **Bewertungsindikatoren:** geben bewertende Eigenschaften an

WAGNER nutzt eine sinngleiche Differenzierung, jedoch unter Verwendung unterschiedlicher Bezeichnungen führt er Eigenwert-, Empfindlichkeitswert- und Schutzwürdigkeitskriterien auf [WAGNER, 1999].

Bei Festlegung der zur Anwendung kommenden Indikatoren sollten nach SCHOLLE (1997) folgende Anforderungen beachtet werden:

- Indikator muss im Untersuchungsgebiet ausreichend oft aufzufinden sein.
- Indikator muss leicht erfassbar sein und standardisiert erfasst werden.
- Indikator muss in ein zweckmäßiges System einzugliedern sein.
- Die hauptsächlichen Kennzeichen und Funktionen des Indikators müssen bekannt sein.

Bei Auswahl der Indikatoren ist zu beachten, dass diese die Qualität und Aussagekraft der Ergebnisse erheblich beeinflussen und daher einer kritischen Vorbetrachtung unterliegen müssen [BASTIAN u. SCHREIBER, 1999]. Die Auswahl der Indikatoren basiert vorrangig auf der zuvor definierten Zielstellung der Flächenanalyse und Flächenbewertung. Bei der Ermittlung bzw. Bestimmung von Indikatoren unterscheidet HASE 1996 zwischen „empirisch-soziologischen Verfahren“ und „systemanalytischen Verfahren“. Zu den ersteren Verfahren werden Schätzungen, Befragungen sowie Literatur- oder Kartenauswertungen gezählt. Das zweite objektivere Verfahren beruht auf Messungen oder Aufzählungen. Anhand der Indikatoren wird bei einer Bewertung im eigentlichen Sinne der Erfüllungsgrad, meist unter Verwendung einer Wertstufung, gegenüber dem Ist- und Sollzustand geprüft. Bei den empirisch-soziologischen Verfahren werden die Kriterien anhand einer vorgegebenen Skala eingeschätzt. Für systemanalytische Verfahren wird das Gebiet in messbare oder zählbare Elemente aufgebrochen und im Anschluss das Gesamtmaß bzw. die Gesamtzahl ermittelt. Häufig erfolgt außerdem eine anschließende Klassifizierung entsprechend einem bestimmten Skalenniveau [WAGNER, 1999]. Hier sind nominale, ordinale und metrische Skalen zu unterscheiden, wobei sich die Wahl der zu verwendenden Skala nach Verwendungszweck und Ausgangsdaten richtet. Die Literatur gibt als Richtwert für die Klassifizierung eine Stufung von drei bis fünf, maximal aber sieben Wertstufen an [BASTIAN u. SCHREIBER, 1999].

Im Ergebnis werden die einzelnen Kriterien miteinander verknüpft (Aggregation) und in einem Gesamtbewertungsmaßstab zusammengeführt. Am häufigsten sind dabei Verknüpfungen durch Addition, Multiplikation, logische Kombinationen oder durch Verknüpfungsmatrizen. Verknüpfungen durch Grundrechenarten sind ausschließlich unter Verwendung von metrischen Skalen erlaubt. Bei Verwendung von ordinalen oder nominalen Skalen werden logische Kombinationen oder Verknüpfungsmatrizen

gewählt. Bei der Aggregation der Einzelkriterien kommt es zwangsläufig zum Informationsverlust, gleichzeitig muss berücksichtigt werden, dass es durch direkte oder indirekte Gewichtungen zu subjektiven Beeinflussungen kommen kann [HASE, 1996]. Der festgelegte Gesamtbewertungsmaßstab liefert eine abschließende Beurteilung des Untersuchungsfaktors für die eingangs definierte Zielstellung.

Bei der Aufstellung von Bewertungsmodellen sollten prinzipiell folgende Forderungen beachtet werden [WILMS et al, 1997]:

- Sie sollten unkompliziert sein, um eine hohe Transparenz sicherzustellen.
- Auswahl, Gewichtung und Aggregation der Indikatoren sollte logisch und methodisch korrekt sein.
- Das Bewertungsergebnis sollte nachvollziehbar und gut visualisierbar sein.
- Das Bewertungsmodell sollte für verschiedene Anwendungsbereiche geeignet sein.

Eine Bewertung durchläuft nach BASTIAN und SCHREIBER 1999 im Allgemeinen folgende Arbeitsschritte:

- Festlegen des Bewertungszieles
- Wahl des zweckmäßigen Verfahrens
- Bestimmen der Bewertungsindikatoren, Messvorschriften und Skalierungen
- Informationsbeschaffung zu Merkmalen und Zusammenhängen
- Gewichtung und Aggregation der Kriterien
- Interpretation der Ergebnisse und Ableiten von Handlungsmaßnahmen

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit liefern die hier zusammengetragenen wissenschaftlichen Kenntnisstände das Rahmenkonzept für die durchzuführende Landschaftsanalyse und anschließende Bewertung. Im Ergebnis soll ein möglichst nachvollziehbares und logisches Bewertungsverfahren angewandt werden.

1.3. Strukturierung der Arbeit

Die vorliegende Arbeit führt den Leser in dem nun folgenden Kapitel 2 in das Untersuchungsgebiet ein. Dabei werden Aspekte zur Geologie, Landnutzung sowie zum Klima angesprochen.

Im Kapitel 3 finden sich Beschreibungen zur Sturmmöwe, als der ursprünglich auslösende Faktor dieser Arbeit. Hier werden Details zu Lebensweise, Lebensraum, Nahrung und Gefährdungsfaktoren erläutert.

Das Kapitel 4 gibt eine Übersicht der innerhalb dieser Arbeit zu Grunde liegenden Daten für die Landschaftsanalyse und -bewertung.

Der praktische Teil der multikriteriellen Flächenanalyse und -bewertung dieser Arbeit wird im Kapitel 5 beschrieben. An dieser Stelle wird unter Anderem die konkrete Zielstellung formuliert sowie die verwendete Methodik erläutert.

Im abschließenden Kapitel 6 werden die erhaltenen Ergebnisse sowie die gewonnenen Erkenntnisse zusammengetragen und diskutiert. Hier werden die in der Einleitung gestellten Fragen erneut aufgefasst und dahingehende Feststellungen erörtert.

Die Arbeit endet mit Kapitel 7 in einer Zusammenfassung, einem Fazit und einem Ausblick.

Die kartographisch aufbereiteten Ergebnisse der Landschaftsbewertung finden sich im Anhang dieser Arbeit.

2. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit befindet sich im Norden Deutschlands im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern. Es liegt zwischen $53^{\circ}48,05'$ und $54^{\circ}09,40'$ nördlicher Breite sowie $11^{\circ}06,41'$ und $11^{\circ}52,84'$ östlicher Länge und umfasst eine Landfläche von über $1\,000\text{ km}^2$ ($1\,078,78\text{ km}^2$). Die „Vogelinsel“ Langenwerder bildet das Zentrum des Untersuchungsgebietes (Abbildung 1).



Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet in der Übersicht

Die Insel Langenwerder liegt zwischen der Insel Poel im Süden und der Halbinsel Wustrow im Norden. Die umgebenden Gewässer werden der Wismarer Bucht und dem bei Niedrigwasserlagen teilweise trockenfallenden Flachgewässer dem Salzhafter zugeordnet.

Die geographische Ausdehnung des Untersuchungsraumes wurde aufgrund Literaturangaben [GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER, 1999] bezüglich der Größe des Einzugsgebietes bei der Nahrungssuche von Sturmmöwen auf einen Radius von 25 km, kreisförmig um die „Vogelinsel“ Langenwerder festgelegt. Mündliche Aussagen von Mitgliedern des Vereins Langenwerder konnten diese Literaturangaben durch eigene Beobachtungen bekräftigen. Um diese Angaben zusätzlich zu unterstützen, wurden im

Rahmen der Vorbereitung zu dieser Arbeit innerhalb des 25 Kilometer Radius um die Insel in den Monaten Juni und Juli 2007 Sturmmöwen Beobachtungen, Kartierungen und Zählungen durchgeführt (siehe Anhang 7). Dabei konnte durch eigene Vogelbeobachtungen die gewählte Größe des Untersuchungsgebietes als geeignet bewertet werden. Darüber hinaus lieferten verschiedene Sturmmöwen Beobachtungen nützliche Erkenntnisse in Bezug auf das Verhalten und die Vorlieben bei der Nahrungssuche.

Das festgelegte Gebiet umfasst Teile der Landkreise Bad Doberan (34%), Nordwestmecklenburg (61%) und Güstrow (1%), sowie der kreisfreien Stadt Wismar (4%). Die Flächen außerhalb der Hansestadt Wismar wurden vom Bundesamt für Naturschutz zu „Schutzwürdigen Landschaften mit Defiziten“ zugeordnet, d.h. es handelt sich um Landschaften mit unterdurchschnittlichen Schutzgebietsanteil und einem unterdurchschnittlichen Anteil unzerschnittener Räume [BfN, 2007]. Weiterhin kann dieses Gebiet dem Landschaftstyp „Ausgleichsküstenlandschaft der Ostsee“ zugeordnet werden [BfN, 2004], die als küstennahe Landflächen der Ostsee und inneren Küstengewässer (Bodden, Haffs) definiert werden.

2.1. Geologischer Aufbau und Böden

Der vorliegende Landschaftsraum wird dem Norddeutschen Tiefland zugeordnet, welches vor allem während der Weichseleiszeit (Pleistozän) geprägt wurde. Das untersuchende Gebiet umfasst sowohl Ausgleichsküsten- als auch Boddenlandschaften der Ostsee und stellt mit seinen kuppigen Formen eine typische Jungmoränenlandschaft, aufgebaut aus Sedimenten der letzten Eiszeit mit zahlreichen Senken und Bächen, dar [BfN, 2008].

Der Untersuchungsraum liegt innerhalb der Bodenlandschaften Neubukower Becken mit der Halbinsel Wustrow sowie dem Wismarer Land und der Insel Poel, die geprägt sind durch Grundmoränenplatten sowie lehmige Endmoränen [LUNG MV, 2005]. Die Böden in diesem Landschaftsgebiet gehören zu den fruchtbarsten in Mecklenburg-Vorpommern [WEISS, 1996]. Aus den Daten der in der DDR in den 70er und 80er Jahren erarbeiteten Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung

(MMK) → *Kapitel 4.1.2* lässt sich feststellen, dass im Untersuchungsgebiet vor allem Staunässe- und/oder grundwasserbestimmte Lehme und Tieflehme sowie Staunässe- und/oder grundwasserbestimmte Lehme und Tone dominieren (Abbildung 2). Beiden Bodenformen (-typen) wird aufgrund hoher Sorptionsfähigkeit ein gutes Pflanzenwachstum zugesprochen. Sie sind daher hinsichtlich landwirtschaftlicher Nutzung sehr wertvoll und für fast alle Kulturen geeignet. Aus Sicht der Land- und Forstwirtschaft hängt die Tauglichkeit eines Bodens vor allem von seiner natürlichen Ertragsfähigkeit ab. Die Ertragsfähigkeit eines Bodens wird unter anderem durch Klima, Bodenart, Bodengefüge, Durchwurzelbarkeit oder Wasserhaushalt beeinflusst [LAUN, 2002]. Die Bodenfruchtbarkeit kann vor allem durch eine angepasste Bewirtschaftung erhalten werden, dabei sind Bodenerosion und -verdichtung ertragsmindernde Faktoren, die es zu dämpfen gilt.

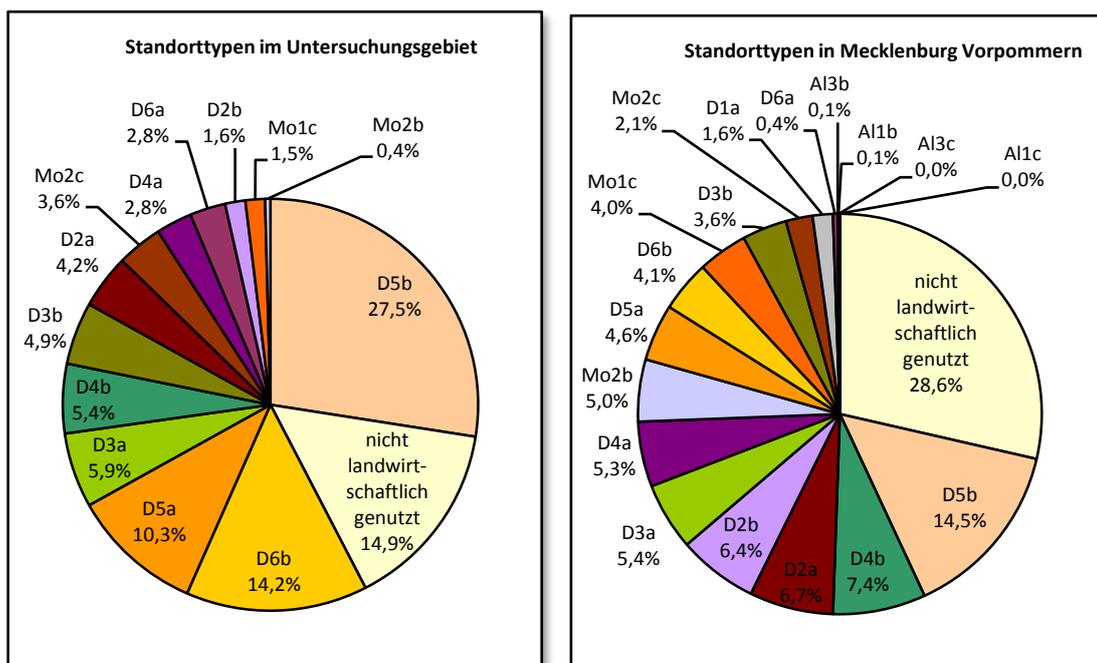


Abb. 2: Vergleich der vorhandenen Standorttypen

Die aus den Daten der MMK abgeleiteten Diagramme der Abbildung 2 zeigen einen Vergleich zwischen den im Untersuchungsgebiet vorzufindenden charakteristischen Bodentypen (Standorttypen) und denen im gesamten Bundesland. Dabei wird erkenntlich, dass im Untersuchungsgebiet vor allem landwirtschaftlich höher wertige Standorttypen (D5b, D6b, D5a) häufiger vorkommen als durchschnittlich in Mecklenburg-Vorpommern. Aus der nachfolgenden Tabelle können Beschreibungen, Eigenschaften und der landwirtschaftliche Wert der in der MMK festgelegten

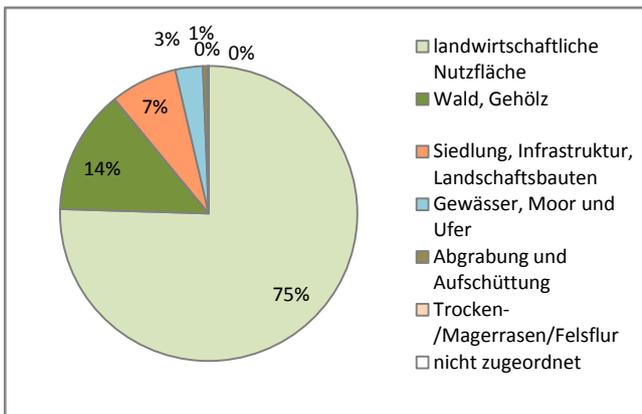
Standorttypen entnommen werden. Für die numerische Angabe des Wertes gilt, je niedriger die Zahl, desto höher der Wert des Bodens.

Tab. 1: Beschreibung der Standorttypen der MMK

Standort- typ	Beschreibung	Landwirt- schaftlicher Wert
D1a	Sickerwasserbestimmte Sande (vernässungsfrei; >80% Sand)	11
D2a	Sickerwasserbestimmte Sande und Sande mit Tieflehm (vernässungsfrei; >60% Anlehmsand oder Sand; bis 40% Tieflehm)	9
D3a	Sickerwasserbestimmte Tieflehme und Sande (vernässungsfrei; 40-60% Tieflehm, 40-60% Sand oder Anlehmsand)	7
D4a	Sickerwasserbestimmte Tieflehme (vernässungsfrei; >60% Tieflehm)	5
D5a	Sickerwasserbestimmte Lehme und Tieflehme (vernässungsfrei; z.T. vernässte Hohlformen; 40-60% Lehm, 40-60% Tieflehm)	3
D6a	Sickerwasserbestimmte Lehme (vernässungsfrei; z.T. vernässte Hohlformen; >60% Lehm, z.T. Lehm und Ton)	1
D2b	Grundwasserbestimmte Sande (>40% grundwasserbestimmt, >60% Sand)	10
D3b	Grundwasser- und staunässebestimmte Sande und Tieflehme (>40% grundwasserbestimmt, z.T. stauernässt; 40-60% Tieflehm, Lehmsand o. Decklehm)	8
D4b	Stauernässe- und/oder grundwasserbestimmte Tieflehme (>40% stauernässt oder grundwasserbestimmt; >60% Tieflehm oder Tiefton, z.T. Decklehm)	6
D5b	Stauernässe- und/oder grundwasserbestimmte Lehme und Tieflehme (>40% stauernässt oder grundwasserbestimmt, >60% Lehm und Tieflehm (Salmtieflehm), z.T. Decklehm oder Ton)	4
D6b	Stauernässe- und/oder grundwasserbestimmte Lehme und Tone (>40% stauernässt oder grundwasserbestimmt, >60% Lehm und Tieflehm (Salmtieflehm), z.T. Decklehm oder Ton)	2
Mo2b	Tiefgründige Torfmoore (>60% mächtiger Torf)	
Mo1c	Sandunterlagerte Moore (>60% Torf über Sand, z.T. Sand über Torf oder <40% hydromorphe Sandböden)	
Mo2c	Mudde- und/oder lehmunterlagerte oder -überlagerte Moore (>60% Torf über Mudde, Lehm, Ton, Schluff oder Schutt, z.T. Lehm über Torf, <40% hydromorphe Lehm- bis Tonböden)	
Al3b	Halb- u. vollhydromorphe Auenlehme u. -decklehme, einschließlich Auenschluffe (mäßig und stark vernässt; >60% halb- und vollhydromorphe Böden; > 60% Auenlehm, -decklehm oder -schluff)	

2.2. Landnutzung im Analysegebiet

Der dominierende Landschaftstyp innerhalb des festgelegten Untersuchungsgebietes ist die landwirtschaftliche Nutzfläche (75%), gefolgt von Wald (14%) und Siedlungsflächen (7%). Die landwirtschaftliche Nutzfläche liegt damit im Vergleich zum gesamten Bundesland sowie Deutschland deutlich höher (Abbildung 3 und 4). Im Gegensatz dazu nimmt jedoch die Waldfläche einen geringeren Anteil ein. Dadurch wird noch einmal offensichtlich, welche hohe



Bedeutung die Agrarwirtschaft im vorliegenden Untersuchungsgebiet einnimmt.

Abb. 3: Flächennutzung im Analysegebiet

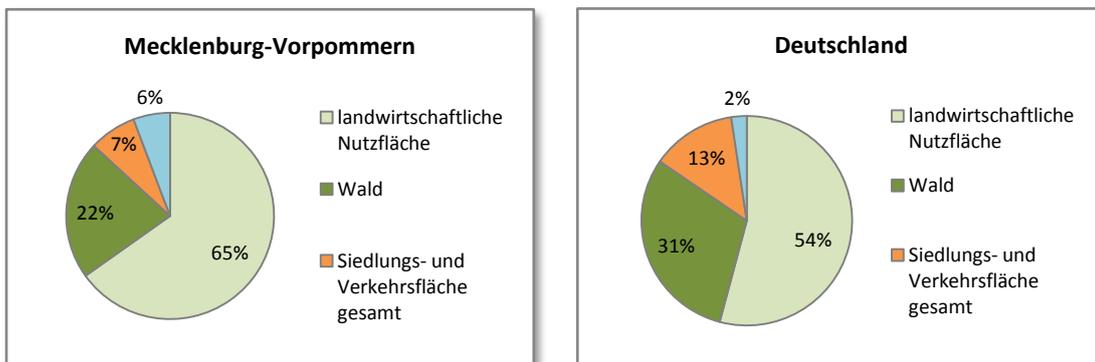


Abb. 5: Flächennutzung in Mecklenburg-Vorpommern und Deutschland [Stat. Bundesamt, 2004]

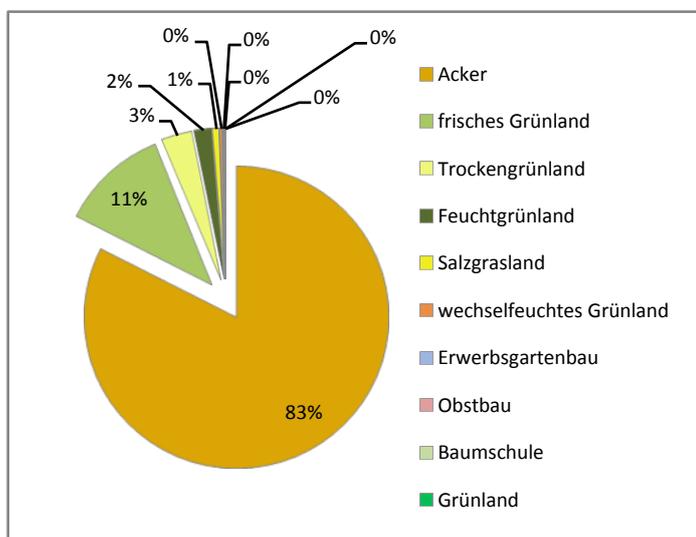


Abb. 4: Aufteilung der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Analysegebiet

Im Untersuchungsgebiet wird die landwirtschaftliche Nutzfläche zu 83% von Ackerbau dominiert, gefolgt von frischem Grünland mit 11% und Trockengrünland mit 3%. Die Äcker weisen eine Durchschnittsgröße von etwa

24 ha auf. Der hohe Anteil von Ackerflächen im Analysegebiet verdeutlicht an dieser Stelle noch einmal die überwiegend sehr gute Eignung der Böden für Agrarwirtschaft. Wie einleitend erwähnt, orientiert sich die Agrarwirtschaft zunehmend an ökonomischen Gesichtspunkten der EU-Agrarpreispolitik, zugleich existieren jedoch Zwänge zur Flächenstilllegung. Dies bewirkt zunehmend, dass weniger ertragreiche Böden nicht mehr genutzt werden und auf den mittleren und guten Böden eine Umorientierung auf einen höheren Umsatz erzielende Fruchtarten erfolgt. Fruchtarten wie Wintergetreide und Raps zählen im Sinne der Betriebswirtschaft zu den Gewinnern. Fruchtarten wie Hackfrüchte und Feldfutter nehmen einen immer geringer werdenden Anteil ein und so wird auf vielen Flächen eine Winterraps-Winterweizen-Wintergerste Fruchtfolge umgesetzt [WEISS, 1996].

Um diese Aussagen innerhalb des Untersuchungsgebietes zu beleuchten, wurden veröffentlichte statistische Daten aus den Jahren 1995, 1999 und 2003 für die Landkreise Bad Doberan und Nordwestmecklenburg herangezogen. Außerdem wurden statistische Berichte durchgesehen. Aus den landwirtschaftlichen Daten des Statistischen Amtes Mecklenburg-Vorpommern können die oben genannten Entwicklungen in Bezug auf die Zunahme von Winterweizen und Winterraps unterlegt

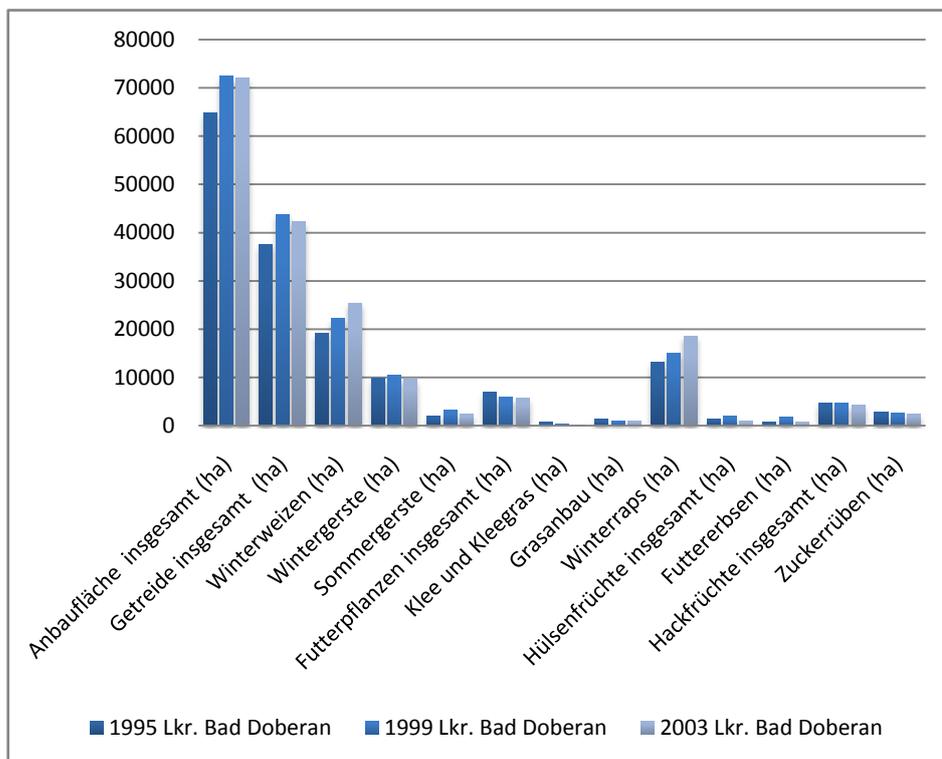


Abb. 6: Anbauflächen nach Fruchtarten für den Landkreis Bad Doberan (Daten: Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, 2007)

werden (Abbildung 6 und 7). Für Winterweizen betrug die Zunahme im Vergleich zum jeweiligen Vorjahr für den Landkreis Bad Doberan für das Jahr 1999 16% und 2003 14% und für den Landkreis Nordwestmecklenburg für 1999 6% und 2003 27%. Bei Winterraps lag die Veränderung zum Vorjahr in Bad Doberan 1999 bei 14% und 2003 bei 25% und in Nordwestmecklenburg 1999 bei 11% und 2003 bei 17%. In dem statistischen Bericht zur Bodennutzung der Betriebe in Mecklenburg Vorpommern aus dem Jahr 2007 ist zu lesen, dass die Anbaufläche von Winterraps seit Jahren kontinuierlich zunimmt und im Jahr 2007 im Landesdurchschnitt knapp ein Viertel der vorhandenen Ackerfläche eingenommen hat [StatA MV, 2007]. Eine generelle Zunahme für Wintergerste kann in den betreffenden Landkreisen in diesen Zeiträumen

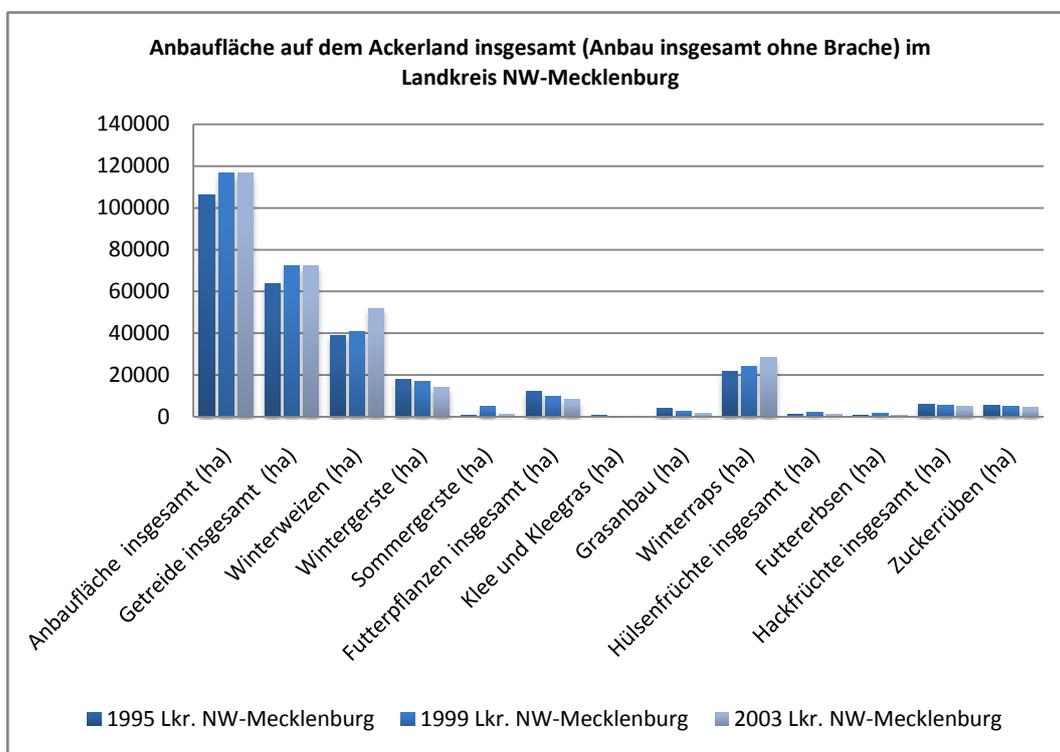


Abb. 7: Anbauflächen nach Fruchtarten für den Landkreis Nordwestmecklenburg (Daten: Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, 2007)

nicht nachgewiesen werden, hier verringerte sich die Anbaufläche. BACKHAUS 2001 gibt hierfür marktwirtschaftliche Gründe an. Eine Verringerung am Anbau von Futterpflanzen und Hackfrüchten kann für beide Landkreise bestätigt werden.

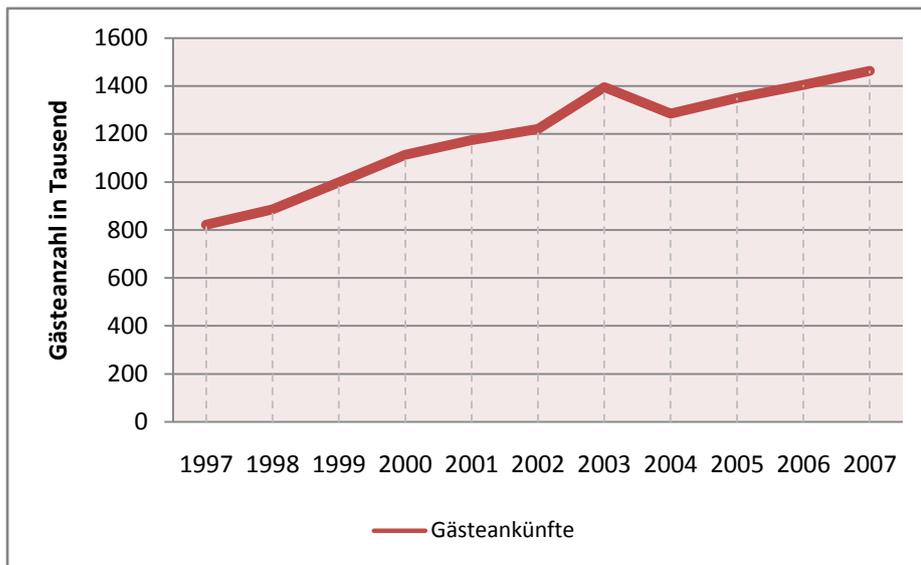


Abb. 8: Gästeankünfte an der mecklenburgischen Ostseeküste (Daten: Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, 2008)

Neben der landwirtschaftlichen Nutzung spielt vor allem im direkten Küstenraum die touristische Nutzung eine prägende Rolle. Hier sind insbesondere Badetourismus und in zunehmendem Maß maritimer Tourismus zu nennen. Die Zahl der Gästeankünfte an der mecklenburgischen Ostseeküste (Rostock, Wismar, Landkreis Bad Doberan, Landkreis Nordwestmecklenburg) hat von 1997 zu 2007 um 78% zugenommen (Abbildung 8) und spiegelt damit auch die immer höher werdende wirtschaftliche

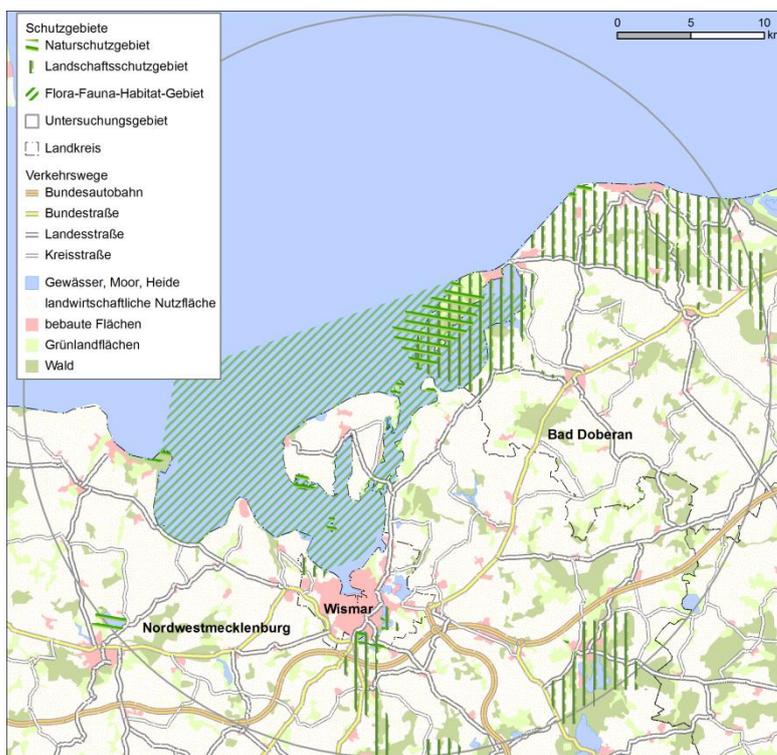


Abb. 9: Übersicht der Schutzgebiete im Analysegebiet

Bedeutung des Tourismus für die Region wieder.

In dem vorliegenden Landschaftsgebiet unterliegen die Boddengewässer, sowie Teile der Wismarer Bucht und der Halbinsel Wustrow einem Schutz als FFH-Gebiet gemäß der FFH-Richtlinie. Diese Flächen sind zugleich zum Teil als

Europäisches Vogelschutzgebiet ausgewiesen. Als Naturschutzgebiete sind 11 Areale ausgewiesen, darunter Teile der Halbinsel Wustrow und der Insel Poel, die Insel Langenwerder sowie die Insel Walfisch südlich von Poel. Zusätzlich gibt es zehn

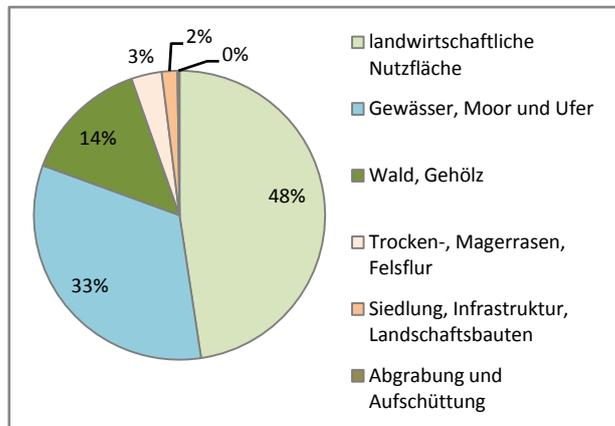


Abb. 10: Flächenverteilung in den NSG

(Abbildung 11). In den Naturschutzgebieten geht die landwirtschaftliche Nutzfläche mit 48% ein, der Gewässeranteil liegt bei 33% und der Waldanteil bei 14% (Abbildung 10). In den großflächigen Landschaftsschutzgebieten gibt es nur geringe

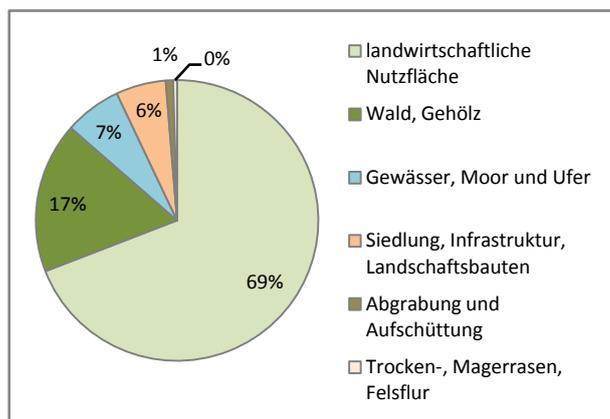


Abb. 11: Flächenverteilung in den LSG

Landschaftsschutzgebiete unter denen das LSG Kühlung südlich von Kühlungsborn die größte Fläche aufweist. Innerhalb der Landschaftsschutzgebiete nimmt die landwirtschaftliche Nutzfläche 69% der Fläche ein, gefolgt von

Wald mit 17% und Gewässer mit 7%

Einschränkungen für weitere Nutzungsarten. Es wird jedoch das Ziel verfolgt die intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen in den Landschaftsschutzgebieten, in extensive Bewirtschaftungsformen zu überführen [MVweb, 2008].

Einer in den letzten Jahren zunehmenden Bedeutung fällt der Flächennutzung für Windenergieanlagen zu (Abbildung 12). Derzeit spielt in Mecklenburg-Vorpommern die Nutzung von Windkraft für die Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen die größte Rolle. Die Nutzung von Windenergie leistet auf der einen Seite einen Beitrag zum Klimaschutz, zugleich existieren jedoch verschiedene umstrittene Begleiterscheinungen, die in unterschiedlichen Ausmaßen auftreten können, wie zum Beispiel Vertreibung von Tieren, Barrierewirkung für einige Tierarten, Verunstaltung der Landschaft, Geräusch- und Lichtimmissionen oder Probleme bei der Stromeinspeisung. In Mecklenburg-Vorpommern wurde in den 90er Jahren begonnen

durch regionale Planungsverbände Eignungsgebiete auszuweisen, in denen die Errichtung von Windenergieanlagen zulässig ist. Die Weiterführung dieser Programme

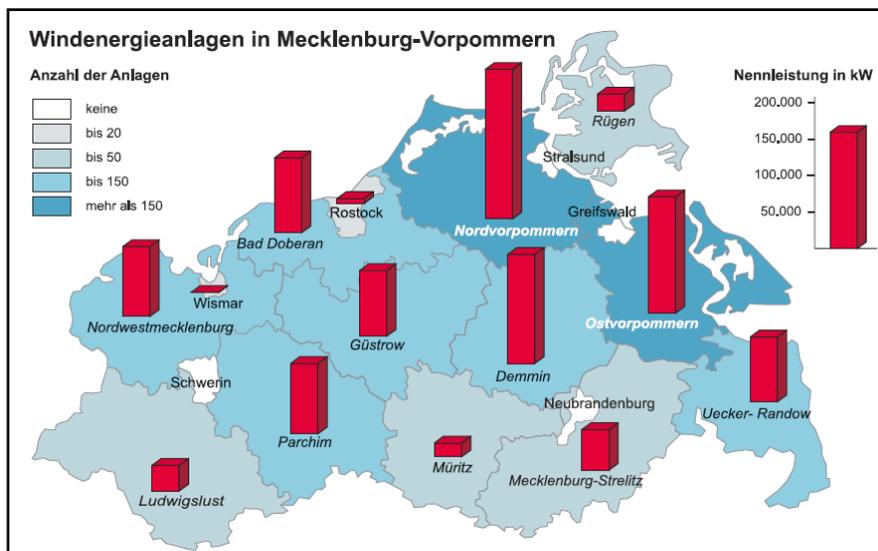


Abb. 12: Windenergieanlagen in Mecklenburg-Vorpommern [Quelle: Ministerium f. Arbeit, Bau und Landesentwicklung, 2006]

gewährleistet die notwendige Reglementierung [Ministerium f. Arbeit, Bau und Landesentwicklung, 2006]. Im Untersuchungsgebiet befinden sich derzeit 10 Windenergie Eignungsgebiete mit einer durchschnittlichen Größe von 91 Hektar. Aus den zur Verfügung stehenden ATKIS Daten ergibt sich eine Anzahl von 81 Windrädern im Untersuchungsgebiet.

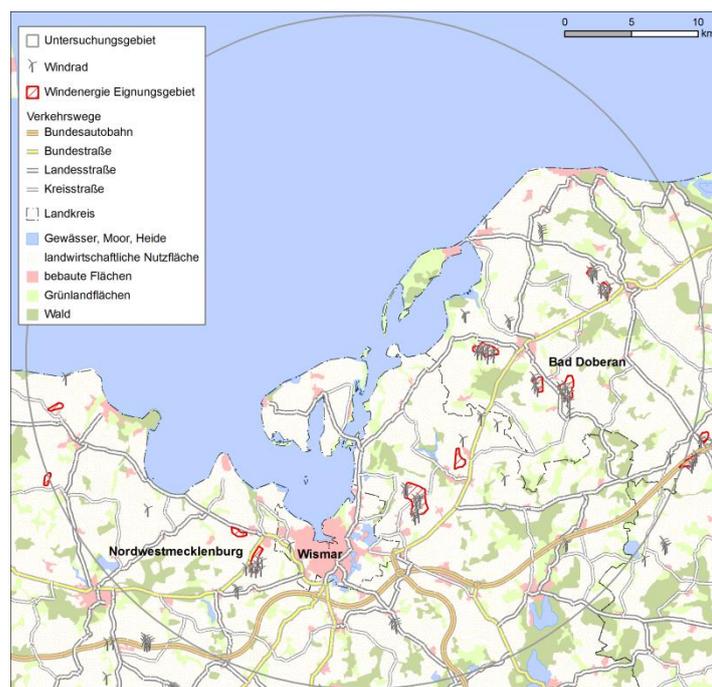


Abb. 13: Windenergienutzung im Untersuchungsgebiet

2.3. Klima

Der Küstenbereich Mecklenburg-Vorpommerns wird geprägt durch den maritimen Einfluss der Ostsee. Dieser Einfluss bewirkt in einem etwa 20 km breiten Küstenstreifen ein Küstenklima mit abgeschwächten Temperaturextremen zwischen den Jahreszeiten, geringeren Niederschlägen (< 600 mm/Jahr) und einer stärkeren Westwindwirkung [ALBRECHT & KÜHN, 2003]. Die geringeren Niederschläge haben meist jedoch keine nachteilige Wirkung auf die Pflanzen, da sich durch die Nähe zur Ostsee eine höhere Luftfeuchtigkeit ergibt. Ein weiteres Merkmal der Küstenzone ist ein meist später einsetzender Frühjahrsbeginn, bewirkt durch den Einfluss der sich nur langsam erwärmenden Ostsee.

Die dahinterliegenden Landesteile werden schon vom kontinentalen Klima beeinflusst und liegen in einer Übergangszone mit höheren Temperaturunterschieden zwischen den Jahreszeiten und höheren Jahresniederschlägen (Abbildung 14).

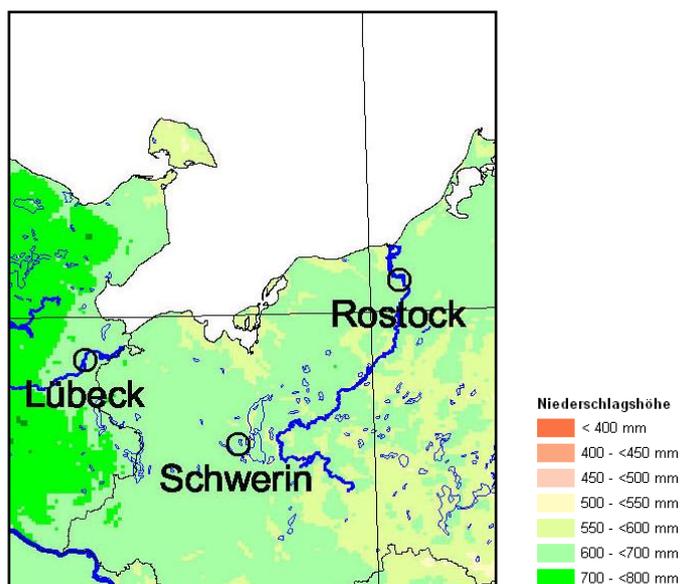


Abb. 14: Mittlere jährliche Niederschlagshöhe für den Zeitraum 1971-2000
Datenbasis: ca. 4200 Stationen (Werte geprüft) Quelle: DWD, 2000

3. Die Sturmmöwe

Der Verbreitungsraum der Sturmmöwe (*Larus canus*) erstreckt sich weit über die nördliche Hemisphäre. Die Sturmmöwe ist in Europa, Asien, Nord Afrika und Nord Amerika vor allem im Küstenbereich, an Flussmündungen, Binnengewässern oder in sumpfigem Grünland anzufinden. Sturmmöwen haben durchschnittlich eine Länge von 40 cm mit schlanken gelb-grünen Beinen, grauen Flügeloberseiten mit schwarzen



Abb. 15: Sturmmöwe (*Larus canus*); Fotograf: T. Müller



Abb. 16: Sturmmöwenküken; Fotograf: T. Müller

Flügelenden und weißen Spitzen, einen weiß gefärbten Kopf, Hals, Schwanz und Körperunterseite. Die Sturmmöwe hat einen schwachen grün-gelben Schnabel ohne roten Fleck, sowie eine dunkelbraune Iris die ihr einen sanften Gesichtsausdruck verleihen. Sturmmöwenküken besitzen ungefähr bis zum 27. Lebensmonat ein braun-weiß gepunktetes Gefieder und einen dunklen Schnabel. Im Alter von 2-4 Jahren beginnt die Sturmmöwe erstmals zu brüten. Die Brutzeit der in Kolonien brütenden Sturmmöwen ist regional sehr unterschiedlich. An den deutschen Gewässern erstreckt sie sich von Anfang Mai bis Mitte Juli [BfN, 2007]. Als Neststandort bevorzugen die Sturmmöwen mehrheitlich einen trockenen und erhöhten Bereich auf eher vegetationsarmen Arealen. Charakteristisch sind drei Eier, die 23 bis 28 Tage lang von beiden Elternvögeln wechselnd bebrütet werden. Die Legetätigkeit ist sehr witterungsabhängig, so wurde auf Lagenwerder eine gute Legetätigkeit im Mai bei feucht warmer Witterung festgestellt. Eine extreme Trockenheit im April und Mai dagegen wirkt sich negativ auf das Legeverhalten aus und so kann die Brut vollkommen ausfallen. Die Jungtiere werden nach vier bis fünf Wochen flügge. Die

Kolonien der Sturmmöwe liegen aufgrund einer potentiell höheren Nahrungsfülle meist in der Nähe von Grün- und Ackerland. Futterbeschaffungsflüge gehen an der SW Ostseeküste mehrmals täglich 10-25 Kilometer ins Landesinnere hinein. Für die Sturmmöwen auf Langenwerder gibt HERBST 1956 Flugradien von 12-25 Kilometer an. Bei der Nahrungssuche während der wärmeren Jahreszeiten werden vorwiegend kurzgrasiges Grünland, Stoppelfelder, Weideland, frisch umgebrochene Äcker oder Überschwemmungsflächen bevorzugt. Dabei fällt eine Vorliebe für trockene Böden auf. Nahrungsflüge folgen bestimmten Routen, dabei entfernen sich die Möwen zuerst durch einen Wechsel von Feld zu Feld immer mehr von der Kolonie, um dann wieder in gleicher Manier den Rückweg anzutreten. Für die Nahrungssuche verwendet sie generell sehr viel Zeit, wobei sie durch Schreiten und Picken den Boden absucht. [GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER, 1999]. Charakteristisch für die Kolonien an der Ostsee ist, dass der Speiseplan hauptsächlich aus terrestrischer Nahrung wie zum Beispiel, Würmer, Käfer, Schnecken, Mäuse und andere Kleinsäuger, Kirschen, Johannisbeeren, Birnen, Vögel oder Vogeleier besteht. Nahrung aus dem Meer spielt meist nur eine untergeordnete Rolle, jedoch profitieren sie im Allgemeinen von einem relativ breiten und flexiblen Nahrungsspektrum [KUBETZKI, 2002]. Die Ernährung der Sturmmöwe ist dabei jahreszeitlich als auch geographisch verschieden, ihr Darmtrakt ist jedoch für tierische Nahrung ausgelegt, kann aber auch Körner verdauen [HERBST, 1956].

3.1. Die Sturmmöwe auf Langenwerder

Die Insel Langenwerder wird seit jeher von zahlreichen Vogelarten als Rast- und Brutgebiet genutzt. Die Insel selbst hat in den Jahren seine Gestalt verändert. Die Einwirkung von Wetter und Wasser hat die aus Strandwallbildungen, Windwatt und Gerölldünen aufgebaute Insel in Größe und Form immer wieder verändert. So hat sich die Insel im Laufe der Jahre der Insel Poel im Süden immer mehr angenähert, so dass es häufiger zu Überquerungen des schmalen Meeresarmes von unterschiedlichen Säugetieren auf die Insel Langenwerder kommt. Verschiedene Säugetiere wie Fuchs oder Marder treten hier als Prädatoren hinsichtlich der ansässigen Vogelwelt auf. Im Jahr 2000 wurde aus diesem Grund ein sehr wirksames großräumiges

Elektrozaunsystem errichtet. Ein Hauptproblem für die Sturmmöwenkolonie stellt momentan allerdings das Nachstellen der Sturmmöwen auf die eigene Art und andere ansässige Arten dar, als auch Eierraub. Durch Beobachtungen konnte festgestellt werden, dass Kannibalismus vor allem bei längeren Trockenphasen und damit einhergehenden Nahrungsengpässen, vermehrt auftritt. Dadurch kommt es besonders in Jahren mit sehr niedrigen Niederschlägen zu hohen Brutaussfällen [KUBE et al., 2005].



Abb. 17: Langenwerder aus der Luft 2004 (Quelle: Verein Langenwerder, Jan Kube)

Aufzeichnungen aus dem 18. Jahrhundert belegen, dass es stets Eingriffe durch Menschen, sei es durch Jagd oder durch das Absammeln von Eiern bei unterschiedlichen Vogelarten, auf der Insel Langenwerder gegeben hat [KANTAK, 1954]. Dies hatte einen direkten Einfluss auf die Anwesenheit einzelner Vogelarten und so prägten in manchen Jahren fast ausschließlich Sturmmöwen das avifaunistische Bild der Insel. Gab es im Jahr 1900 etwa 40 bis 50 Sturmmöwenpaare, so stieg die Zahl zum Beispiel auf etwa 8 000 Paare im Jahr 1938 [KANTAK, 1954]. Trotz Bejagung und Absammeln von Eiern stieg die Zahl der Sturmmöwen Anfang der 70er Jahre sogar auf teilweise über 10 000 Paare. In diesen Jahren beheimatete Langenwerder die größte Sturmmöwenbrutkolonie Mitteleuropas [GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER, 1999]. Bei einer der letzten Zählungen von Sturmmöwen auf Langenwerder aus dem Jahr 2005 wurden 2 400 Paare ermittelt.

Diese Zahlen spiegeln zwar andauernde Diskontinuität im Bestand wieder, in den letzten 20 Jahren allerdings gab es immer wieder Brutphasen, in denen es zu sehr

hohen und auch kompletten Brutauffällen gekommen ist. Die Gefahr dieser Entwicklung besteht darin, dass die Kolonie zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr in der Lage ist, die notwendige Reproduktionsrate zu erreichen, um den eigenen Erhalt zu gewährleisten.

Vom Verein Langenwerder wurden für die vorliegende Arbeit Bestandsdaten der Brutpaare seit 1976 zur Verfügung gestellt. Diese Daten sind in Abbildung 18 visualisiert. Die Anzahl der Brutpaare der orange markierten Säulen ist aus Zählungen hervorgegangen, blau markierte Säulen sind geschätzte Bestandsdaten und daher einer gewissen Schwankung unterlegen. Jahre in denen die Nachwuchsrate unter 0,5 lag, sind mit einem roten S für „Störungsjahr“ gekennzeichnet. Jahre die sehr niedrige Nachwuchsraten aufweisen, werden durch einen hohen Einfluss von Prädatoren geprägt wie zum Beispiel Fuchs, Rohrweihe, Mäusebussard, Silbermöwe und die Sturmmöwe selbst [BRENNING, 2007]. Man kann erkennen, dass es insbesondere Anfang der 90er viele aufeinander folgende Jahre zu Brutauffällen gekommen ist. Man muss bedenken, dass die Nachkommen erst nach drei bis vier Jahren den Bestand der Kolonie erhöhen können. Daher sehen die Betreuer der Insel die Gefahr, dass die derzeitigen jährlichen Reproduktionsraten nicht in der Lage sind den Erhalt der Kolonie sicherzustellen.

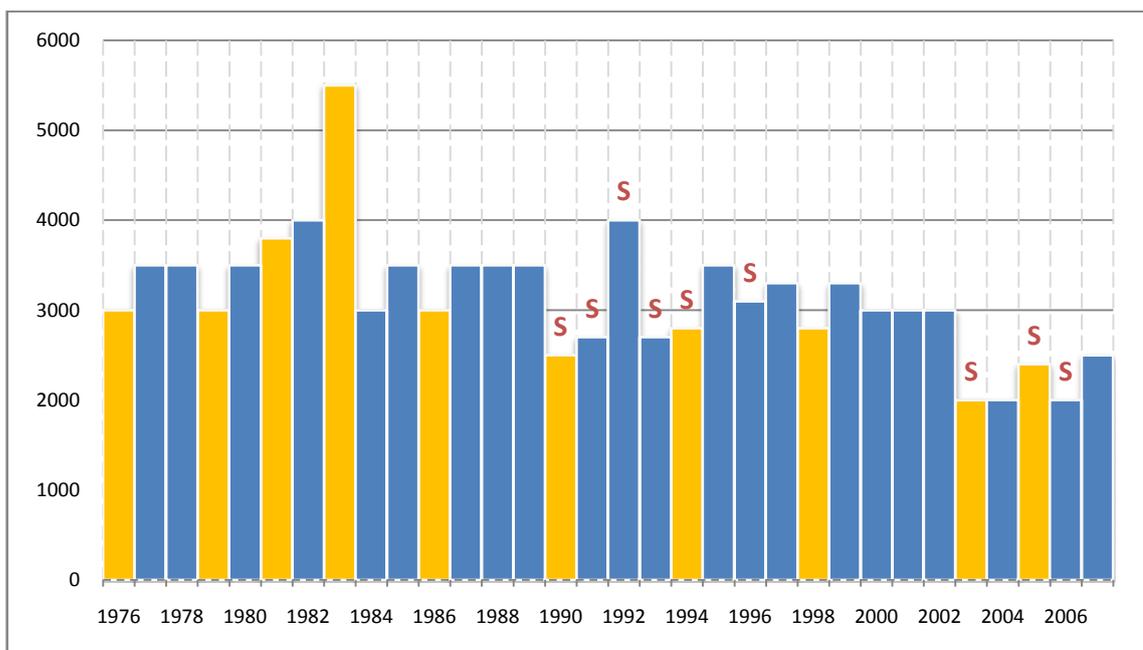


Abb. 18: Sturmmöwenpopulation auf Langenwerder

Langjährige Beobachtungen und Untersuchungen der betreuenden Vereinsmitglieder haben zu einem sehr genauen Kenntnisstand in Bezug auf Nahrung und Verhalten der Sturmmöwen geführt. Die Sturmmöwen von Langenwerder nutzen die Insel ausschließlich während der Brutzeit. Aus ihren westwärts liegenden Winterquartieren an der Nordsee treten sie Anfang März die Reise in Richtung Ostsee an. Die Brutzeit auf Langenwerder erstreckt sich von Ende April bis teilweise Anfang August. In Jahren mit hohen Brutaussfällen verlassen die Möwen meist schon Anfang Juli die Insel. In erfolgreichen Jahren dagegen treten, insbesondere die Jungtiere, oft erst Anfang August den Wegzug an [BRENNING, 2007].

Beobachtungen auf Langenwerder während der Aufzuchtphase haben ergeben, dass die Fütterung der Küken fast ausnahmslos (> 95%) mit Regenwürmern erfolgt. In trockenen Perioden wird Obst z.B. Kirschen, Meeresringelwürmer, Insekten, Bioabfälle, Fischreste, Mäuse, erbeutete Kleinvögel als Alternative verfüttert. In Phasen mit allgemeiner Nahrungsknappheit kommt es vermehrt zu Eierraub, Erbeutung von Singvögeln als auch zu Kannibalismus [KUBE et al., 2005]. Neben Witterungseinflüssen spielt aber hauptsächlich eine Veränderung der landwirtschaftlichen Flächennutzung in den letzten 20 Jahren eine Rolle. Diese Veränderungen haben einen Verlust von potentiellen Nahrungsflächen für die Sturmmöwen zur Folge. Aufgrund der boomenden Agrarkonjunktur nimmt die Fläche der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung von Jahr zu Jahr mehr zu (Tabelle 2) und der Anteil von Dauergrünland nimmt kontinuierlich ab. Diese Entwicklung geht ganz deutlich aus den Daten des Statistischen Amtes Mecklenburg-Vorpommerns hervor. Der prozentuale Anteil von Dauergrünland an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche hat von 1960 bis 2007 um 5,1% abgenommen (Tabelle 2). Diese Zahlen scheinen nicht allzu signifikant, schaut man sich aber den absoluten Flächenverlust von Dauergrünland von 1997 zu 2003 an sind dies für gesamt Mecklenburg-Vorpommern -3,7% und für den Landkreis Nordwestmecklenburg sogar -12,6%. Im Landkreis Bad Doberan hat in diesem Zeitraum eine leichte Zunahme von 2,3% stattgefunden.

Tab. 2: Landwirtschaftliche Flächennutzung in Mecklenburg-Vorpommern (Quelle: StatA MV)

Nutzung	1960	1975	1989	1991	1995	1999	2005	2006	2007
Landwirtschaftlich	1 551	1 539	1 509	1 297	1 342	1 362	1 349	1 369	1 356

genutzte Fläche [1000 ha]									
darunter: Ackerland [%]	73,5	73,5	74,9	78,0	78,9	79,0	80,1	79,8	80,0
darunter: Dauergrünland [%]	24,8	24,5	22,8	21,6	20,8	20,7	19,7	20,0	19,7

Einen zusätzlichen Wegfall von potentiellen Nahrungsflächen auf intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen ergibt sich unter anderem durch veränderten Fruchtanbau. Wie weiter oben erwähnt hat zum Beispiel der Anbau von Wintergetreide und Winterraps erheblich zugenommen. Die hierdurch ausgelöste Problematik für die Sturmmöwen, stellt das weit vorangeschrittene Wuchsstadium bereits zu den Anfängen der Kükenaufzuchtphase dar. Beobachtungen haben gezeigt, dass Felder mit Fruchtarten ab einer Wuchshöhe von mehr als 5 cm für die Sturmmöwen nicht mehr attraktiv sind [BREITENFELD u.a., 1996].

3.2. Störfaktoren für die Sturmmöwe

Andere Störfaktoren sollen hier der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Sie unterliegen keiner weiteren Aus- und Bewertung, da nur Einzelne ansatzweise bei der Flächenanalyse berücksichtigt werden. Die Erwähnung soll an dieser Stelle verdeutlichen wie vielfältig die beeinflussenden Faktoren sind und die Komplexität der vorliegenden Problematik zusätzlich verdeutlichen.

Faktoren die gewisse negative Einflüsse auf die gesamte ansässige Vogelpopulation in der Wismarbucht haben, sind zum Beispiel der zunehmende Schiffsverkehr, Küstenschutzbaumaßnahmen, die steigende Anzahl von Windenergieanlagen sowie der boomende Ostsee Tourismus und die damit einhergehende Zunahme an Wassersportlern. Die negativen Beeinflussungen wirken sich oft darin aus, dass die natürlichen Fluchtdistanzen der Vögel unterschritten werden und die Vögel aus Schutzflüchten. Dies kann sich während der Brutzeit besonders fatal auswirken, da die Nester dann schutzlos Räubern ausgesetzt sind. Bei andauernden Störungen kann es zur Aufgabe der Brutplätze bzw. einer gesamten Kolonie kommen.

Vom Schiffsverkehr geht insbesondere eine Störung aus, wenn er zu dicht an den Brutrevieren der Seevögel entlangführt und diese dadurch aufscheucht und unter Stress setzt. Für den Schiffsverkehr in der Wismarbucht gibt es aufgrund der ökologischen Bedeutung dieses Gebietes saisonale Befahrensregeln. Diese geben für als empfindlich eingestufte Gebiete Empfehlungen vor. Ausschließlich für die Naturschutzgebiete gibt es durchgehend ein Befahrungs- und Betretungsverbot. Es kommt aber dennoch immer wieder zu Anlandungen von Sportbootfahrern in besonders sensiblen Gebieten, von denen ein hohes Störpotential ausgeht.

Wassersportlern sind entsprechende saisonal unterschiedliche Areale zugewiesen, die jedoch sehr nahe an Naturschutzgebieten liegen, zum Teil aneinandergrenzen und zu Konflikten führen können.

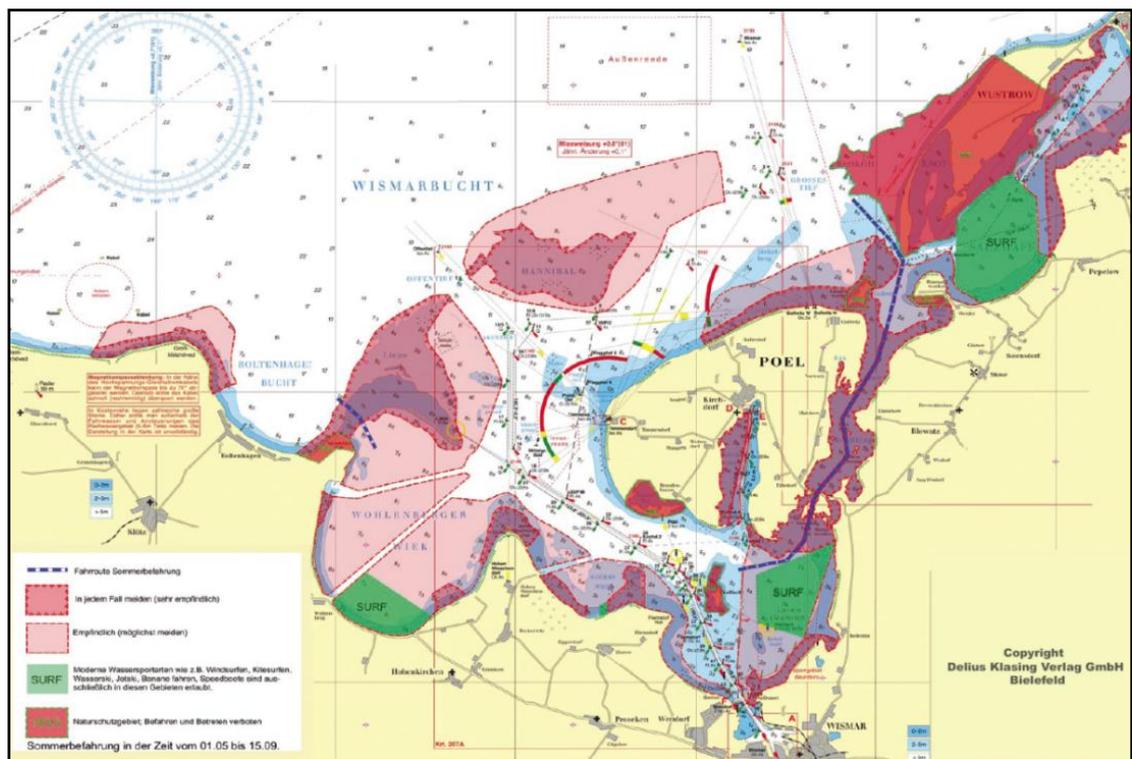


Abb. 19: Sommerbefahrung in der Wismarbucht (Quelle: <http://www.naturschutz-wismarbucht.de/>)

Von Küstenschutzbaumaßnahmen sind insbesondere auf Strandflächen brütende Vogelarten wie zum Beispiel die Küstenseeschwalbe bedroht, aber auch Seevögel die den nahen Küstenbereich als ihr Nahrungshabitat beanspruchen. Auf der anderen Seite können Küstenschutzbaumaßnahmen aber auch den Sedimenttransport durch

Wind und Wasser einschränken und dadurch dem Erhalt von Naturschutzflächen dienen.

Die Auswirkungen von Windenergieanlagen auf Vögel wurden inzwischen in verschiedenen wissenschaftlichen Langzeitstudien untersucht, abschließende und allgemeingültige Folgerungen lassen sich bisher jedoch nicht herleiten. Eine der grundlegenden Erkenntnisse dieser Untersuchungen ist aber, dass die Scheuchwirkung die von den Anlagen ausgeht, auf Gastvögel wesentlich höher ist als auf Brutvögel, dabei aber artenabhängig unterschiedlich ist [REICHENBACH et al., 2006]. Bei der durchzuführenden Landschaftsanalyse wird diese Scheuchwirkung berücksichtigt.

4. Datenbasis

Als Grundlage für die Flächenanalyse und Bewertung dienen Daten der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK), Daten der Biotop- und Nutzungstypenkartierung (BNTK) aus dem Landschaftsinformationssystem Mecklenburg-Vorpommern (LINFOS M-V) sowie Daten des Basis-DLM aus dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS). Zusätzlich wurden Landnutzungs- und Bodenbedeckungsdaten aus dem Programm CORINE Land Cover zu Vergleichszwecken herangezogen. Außerdem wurden Daten aus dem Wasserrahmenrichtlinien-Projekt (WRRL) Mecklenburg-Vorpommern genutzt. Für statistische Betrachtungen wurden Daten des Statistischen Landesamtes Mecklenburg Vorpommern sowie Bestandsdaten der Sturmmöwen auf dem Langenwerder ausgewertet.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen generellen Überblick der verwendeten Daten für die Flächenanalyse. In den kommenden Abschnitten wird auf die einzelnen Basisdaten sowie die statistischen Grundlagendaten näher eingegangen.

Tab. 3: Überblick der verwendeten Geo-Daten zur Landbedeckung

Bezeichnung	Maßstab/ Auflösung	Temporale Auflösung	Klassenanzahl
MMK (Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung)	1:100 000	Erscheinungsjahr: 1981	15 Standortgruppen 53 Standorttypen 278 Standortregionaltypen
Biotop- und Nutzungstypenkartierung durch CIR-Luftbildauswertung	1: 10 000 Kleinste Erfassungseinheit 10x10 m	CIR-Luftbilder von 1991/1992	6 Landschaftselementtypen (Biotoptypen) aufgegliedert in 23 Strukturtypen (Obereinheiten)
ATKIS Basis-DLM	1:25 000	Grundaktualität: Poel, Wismar 2006 Nördlicher Bereich 2002 Übrige Flächen 2005	157 Objektarten
CORINE Landcover 2000	1:100 000 Kleinste Erfassungseinheit: 25 ha	Landsat-7 ETM+ Region Rostock Szene 194/022 vom 03.08.1999 [M. Keil et al, 2005]	36 für Deutschland

CORINE Landcover 1990	1:100 000 Kleinste Erfassungseinheit: 25 ha	Landsat-5 TM Region Rostock Szene 194/022 vom 20.06.1992 [M. Keil et al, 2005]	37 für Deutschland
-----------------------	--	--	--------------------

4.1. Daten zur Landbedeckung

4.1.1. MMK

Die Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK) wurde im Zeitraum von 1974 bis 1981 kreisbezogen auf den gesamten landwirtschaftlich genutzten Flächen auf dem Gebiet der ehemaligen DDR erarbeitet. Dabei wurden hauptsächlich bereits verfügbare Dokumentationen verwendet und nur in Einzelfällen durch Untersuchungen im Gelände ergänzt. Vorrangiges Ziel war es, eine Grundlage für die Planung der Bodennutzung und damit eine Steigerung der landwirtschaftlichen Erträge zu erreichen, als auch eine Berücksichtigung des Bodenschutzes. Auf dieser Grundlage sollten Entscheidungen zur Anbaueignung und einer optimalen Fruchtfolge erleichtert werden [PREETZ, 2003].

Im Rahmen der MMK-Kartierung wurden verschiedene Unterlagen erarbeitet, unter anderem eine Übersichtskarte im Maßstab 1:100 000 sowie verschiedene Arbeitskarten im Maßstab 1:25 000. Die Genauigkeit der Arbeitskarten entspricht dem Maßstab 1:100 000 und stellt daher einen bodenkundlichen Überblick für die erfassten Flächen dar. Eine Digitalisierung dieser Karten erfolgte in den Jahren 1992 bis 1994. Ausgegrenzt von der Kartierung wurden nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen wie zum Beispiel Wald sowie Siedlungen. Der digitale Datensatz wurde entsprechend der vom Stand 1994 festgelegten Grenzen der neuen Bundesländer angepasst [ADLER et.al, 1997].

Die MMK ist hierarchisch in drei Kartiereinheiten gegliedert, Standortgruppe, Standorttyp und Standortregionaltyp. Die „Standortgruppe“ fasst Böden nach Substrat- und Wasserverhältnis der Bodendecke zusammen. In der Kartiereinheit „Standorttyp“ werden die Böden anschließend nach charakteristischen Substrat-,

Wasserverhältnissen und Bodenform untergliedert. Die zusammenfassende Bodengüte wird mittels der aus Substrat, Bodenwasserhaushalt, Relief sowie Bodenform zusammengesetzten Grundkartiereinheit „Standortregionaltyp“ ausgedrückt [KUEHN, 1997].

Innerhalb der vorliegenden Arbeit wurden die digitalen Daten der MMK für die Landschaftsanalyse verwendet. Hierzu ging die Kartiereinheit „Standorttyp“ mit der Aussage über die Bodengüte als Bewertungskriterium in die Analyse ein.

4.1.2. Biotop- und Nutzungstypenkartierung (BNTK)

Die Erstellung der im Vektorformat vorliegenden Daten der Biotop- und Nutzungstypenkartierung erfolgte auf Grundlage von Color-Infrarot-Luftbildern (CIR-Luftbilder) der flächendeckenden Befliegung Mecklenburg-Vorpommerns in den Jahren 1991 und 1992. Die Luftbilder wurden entsprechend der Topographischen Grundlagenkarte (TK10) in einem Maßstab von 1:10 000 aufgenommen.

Die Staatlichen Ämter für Umwelt und Natur (StÄUN) begannen 1992 mit der Auswertung der Luftbilder unter Verwendung eines Interpretationsschlüssels und der zunächst analog durchgeführten Biotoptypenkartierung unter Verwendung eines einheitlichen Biotop- und Nutzungstypenschlüssels. Dieser Schlüssel setzt sich aus Buchstaben und Ziffern zusammen und ist untergliedert in sechs Landschaftselementtypen (Biotoptypengruppen) → siehe Tabelle 4, diese sind erneut aufgegliedert in 23 Strukturtypen (Obereinheiten) und diese wiederum in mehrere Biotoptypen (Untereinheiten). In den Jahren 1993-1996 wurde die Digitalisierung der bis dahin vorliegenden analogen Kartierung durchgeführt und in den Jahren 1997-1999 wurden die Daten plausibilisiert und in einen blattschnittfreien Datenbestand innerhalb des Landschaftsinformationssystem Mecklenburg-Vorpommern (LINFOS M-V) überführt [LAUN, 1995]. Die Daten werden im SHAPE-Format ausgeliefert und weisen eine Genauigkeit von ± 10 m auf.

Die zur Verfügung gestellten BNTK-Daten des Staatlichen Amtes für Umwelt und Natur in Rostock (StAUN Rostock) sind dem Landschaftsinformationssystem Mecklenburg-Vorpommern entnommen und genau auf die Fläche des Untersuchungsgebietes

beschnitten. Aufgrund der hohen thematischen und räumlichen Auflösung bildeten die Daten der Biotop- und Nutzungstypenkartierung trotz der geringen zeitlichen Aktualität das Grundgerüst für die Flächenanalyse und Bewertung der vorliegenden Arbeit. Die durchgeführte Flächenanalyse bezog sich in der Hauptsache auf Biotoptypen aus der Biotoptypengruppe „Landwirtschaftliche Nutzfläche“. Dabei stellte der Biototyp „Acker“ den eigentlichen Untersuchungs- und Bewertungsbiototyp dar. Weitere vier Biotoptypen aus dieser Gruppe wurden als Bewertungskriterien herangezogen. Auf Basis der Biotoptypengruppe „Siedlung, Infrastruktur, Landschaftsbauten“ wurden Störfächen ermittelt, die von der Analyse ausgeschlossen wurden. Die übrigen Biotoptypengruppen waren für die Analyse nicht von Interesse.

Tab. 4: Übersicht der Biotoptypengruppen

Biotoptypengruppe	Biototypenschlüssel
Wald, Gehölz	B
Landwirtschaftliche Nutzfläche	L
Abgrabung und Aufschüttung	R
Siedlung, Infrastruktur, Landschaftsbauten	S
Trocken-/Magerrasen/Felsflur	T
Gewässer, Moor und Ufer (exkl. bewaldeter Moorstandorte)	W

4.1.3. ATKIS Basis-DLM

Die Vektor-bezogenen Daten des Basis-DLM (Digitales Landschaftsmodell) aus dem Amtlich topographisch-kartographischen Informationssystem (ATKIS) beschreiben die Landschaft mit Hilfe geometrisch erfasster Einheiten (Objekte) aus topographischen Gesichtspunkten. Die landschaftsbeschreibenden Objekte werden entsprechend einem Objektartenkatalog gegliedert und erfasst. Der Objektartenkatalog ist hierarchisch angeordnet nach Objektbereich, Objektgruppe und der kleinsten Einheit Objektart. Diese wiederum werden durch Punkte, Linien oder Flächen dargestellt. Zusätzlich sind die Daten mit beschreibenden Informationen angereichert.

Das Basis-DLM weist folgende Objektbereiche auf:

- Siedlung (unterteilt in 3 Objektgruppen)
- Verkehr (unterteilt in 5 Objektgruppen)
- Vegetation (unterteilt in 2 Objektgruppen)
- Gewässer (unterteilt in 3 Objektgruppen)
- Relief (unterteilt in 2 Objektgruppen)
- Gebiete (unterteilt in 4 Objektgruppen)

Der Inhalt des Basis-DLM orientiert sich an der Topographischen Karte 1:25 000, liegt aber blattschnittfrei vor. Die Lagegenauigkeit wird mit ± 3 m angegeben, da für die Herstellung und Laufendhaltung die Deutsche Grundkarte 1:5 000 sowie digitale Orthophotos mit einer Auflösung von 40 cm oder 20 cm genutzt werden. Die Laufendhaltung wird in regelmäßigen Abständen und bei einigen Objektarten jährlich vorgenommen.

Aufgrund der hohen zeitlichen Aktualität der Daten, insbesondere im Hinblick auf infrastrukturelle Objekte wie unter anderem Verkehrswege oder Siedlungen, werden bestimmte Objektarten für die Flächenanalyse herangezogen. Diese verwendeten Objekte sollen die Biotop- und Nutzungsflächenkartierungsdaten in erster Linie zeitlich gesehen aufwerten. Eine ökologische Flächenanalyse allein auf den Daten des Basis-DLM bietet sich aufgrund der nicht sehr detaillierten thematischen Gliederung nicht an [LANG, 2007].

4.1.4. CORINE – Landcover

Das bereits 1985 europaweit initiierte Programm „Coordination of Information on the Environment“ kurz CORINE, hatte zum Ziel auf Grundlage eines einheitlichen Kartierschlüssels, Daten zur Bodenbedeckung und Landnutzung zu erheben. Ein zusätzliches Ansinnen sollte die Kartierung von Änderungen der Landnutzung innerhalb eines 10-Jahres Zeitraumes sein. Als Basis für die Erstkartierung im Jahr 1990 (CLC90) dienten Satellitenbilder der Landsat-4 und 5 Satelliten aus dem Zeitraum 1984-1986. Die zweite Kartierung erfolgte entsprechend der Vorgabe im Jahr 2000 (CLC2000) auf Grundlage von Landsat-7 ETM+ Aufnahmen überwiegend aus der Vegetationsperiode

das Jahres 2000. Hierbei sollten vorrangig Veränderungen erfasst werden und die CLC90-Datensätze aktualisiert werden.

Der Kartiermaßstab wurde auf 1:100 000 festgelegt und dementsprechend eine Erfassungsuntergrenze für flächenhafte Elemente von 25 ha sowie für linienhafte Elemente ab einer Breite von 100 m. Für die Erneuerungskartierung im Jahr 2000 wurde eine Mindestgröße von 5 ha für zu erfassende Änderungen festgelegt. Die einheitliche Nomenklatur für die Kartierung sieht insgesamt 44 Bodenbedeckungs- und Nutzungskategorien vor, von denen für Deutschland 36 Kategorien relevant sind.

Hauptkategorien dieser Klassifizierung sind:

- Bebaute Flächen
- Landwirtschaftliche Flächen
- Wälder und Naturnahe Flächen
- Feuchtflächen
- Wasserflächen

Die Änderungskartierung zeigte insbesondere für die neuen Bundesländer, dass innerhalb des 10-Jahres Zeitraumes erhebliche Veränderungen in der Landnutzung stattgefunden haben. Dabei handelte es sich vorrangig um Ausdehnungen der bebauten Flächen, aber auch Änderungen der landwirtschaftlichen Nutzflächen und Grünlandflächen [KEIL et al., 2002].

Die Daten des CORINE Land Cover 2000 wurden im Rahmen der Arbeit zu Vergleichszwecken der Aktualität des BNTK- und ATKIS-Datensatzes herangezogen. Als Grundlage für die sehr regional angesiedelte Flächenanalyse weisen die CORINE Daten eine zu starke räumliche Generalisierung auf. Das führt als Beispiel dazu, dass es durch das Fehlen von Grenzlinien zwischen Flächen gleicher Klassifizierung nicht möglich ist, einzelne Ackerflächen zu identifizieren. Im vorliegenden Untersuchungsgebiet weisen die Ackerflächen eine mittlere Flächengröße von 24,12 ha auf. Durch die festgelegte Mindestgröße von 25 ha für die Erfassung von Gebieten, fallen zahlreiche Flächen der Generalisierung zum Opfer die eventuell, als Nahrungsfläche in Frage kommen könnten.

4.2. Statistische Daten

4.2.1. Wasserrahmenrichtlinien-Projekt (WRRL)

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie ist Ende 2000 in Kraft getreten und soll eine EU-weit abgestimmte, stärker ökologische Bewirtschaftung der Gewässer innerhalb der Flusseinzugsgebiete bewirken. Für die Umsetzung der festgelegten Ziele ist jedes Mitgliedsland eigenständig verantwortlich [BMU, 2007]. Einer der Schwerpunkte des WRRL-Projekts als Kernaufgabe der Wasserwirtschaft ist die Erstellung von Gewässerbewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen. In einem ersten Schritt erfolgt in den jeweiligen Zuständigkeitsbereichen eine Bestandsaufnahme der Wasserkörper und anthropogen Belastungen. In Mecklenburg-Vorpommern erfolgte die Bestandsaufnahme bis 2004 durch die Staatlichen Ämter für Umwelt und Natur [LUNG, 2008]. In diesem Rahmen wurden unter Anderem Eindeichungen, Bühnenfelder sowie Nutzungen der Schifffahrt und des Tourismus räumlich und statistisch aufgenommen.

Innerhalb der Arbeit wird der Datensatz mit den touristischen Nutzungen im Rahmen der Störflächen Ermittlung zur Anwendung kommen.

4.2.2. Daten des Statistischen Landesamtes

Zur thematischen Vorbereitung und zum Abprüfen verschiedener Aussagen zu landwirtschaftlichen Veränderungen in den letzten 20 Jahren wurden Daten des Statistischen Landesamtes zum Anbau von Feldfrüchten, Flächennutzung und Hektarerträge ausgewertet. Außerdem wurden Zahlen zur Entwicklung des Ostsee-Tourismus betrachtet. Diese Auswertungen fanden Eingang im einleitenden Teil dieser Arbeit.

5. Multikriterielle Flächenanalyse und -bewertung

5.1. Zielsetzung

Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es unter Anwendung der Werkzeuge eines Geographischen Informationssystems (GIS), eine Eignungsanalyse und -bewertung auf Basis unterschiedlicher Faktoren durchzuführen. Zusätzlich wird die Analyse um eine Distanzfunktion ergänzt. Im Ergebnis dieser Analyse sollen potentielle Nahrungshabitate auf derzeit intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen, für die Sturmmöwenkolonie der Insel Langenwerder innerhalb eines 25 km Gebietes rund um die Insel identifiziert und bewertet werden. Dabei soll die Eignung einzelner derzeit für intensiven landwirtschaftlichen Anbau genutzten Flächen durch eine geeignete Bewertungsskala ermittelt werden. Zu diesem Zweck werden auf Grundlage von Flächennutzungsdaten, Daten der Bodenkunde sowie Expertenbefragungen geeignete Faktoren bzw. Bewertungsindikatoren als auch Störflächen abgeleitet. Die dabei zum Einsatz kommende GIS-Software ist ArcGIS 9 der Firma ESRI.

5.2. Methodischer Ablauf

Der dieser Arbeit zugrundeliegende methodische Ablauf um die Zielsetzung zu erreichen, durchläuft mehrere Stufen (Abbildung 20). In der ersten Stufe werden relevante Störfaktoren und geeignete Bewertungsindikatoren mit Hilfe von Literatursauswertung und Expertenbefragung erhoben. Daraufhin erfolgt eine Flächenanalyse mittels der weiter oben beschriebenen Datenbasis, bei der die als relevant erachteten Störflächen ausgewiesen und zusätzlich für sinnvoll erachtete Landschaftsstrukturmaße errechnet werden. Bei der Flächenanalyse werden fast ausschließlich „attributive“ Verfahren angewandt. Anschließend erfolgt auf Grundlage der Bewertungsindikatoren eine Wertberechnung einschließlich einer implizierten Gewichtung, dazu werden sowohl „geometrisch-topologische“ als auch „attributive“ Verfahren angewandt. Danach werden die einzelnen Werte der Indikatoren einer Verknüpfung (Aggregation) unterzogen. In der abschließenden Stufe erfolgt eine

Ergebnisdarstellung mittels tabellarischer Auswertung sowie kartographischer Darstellungen.

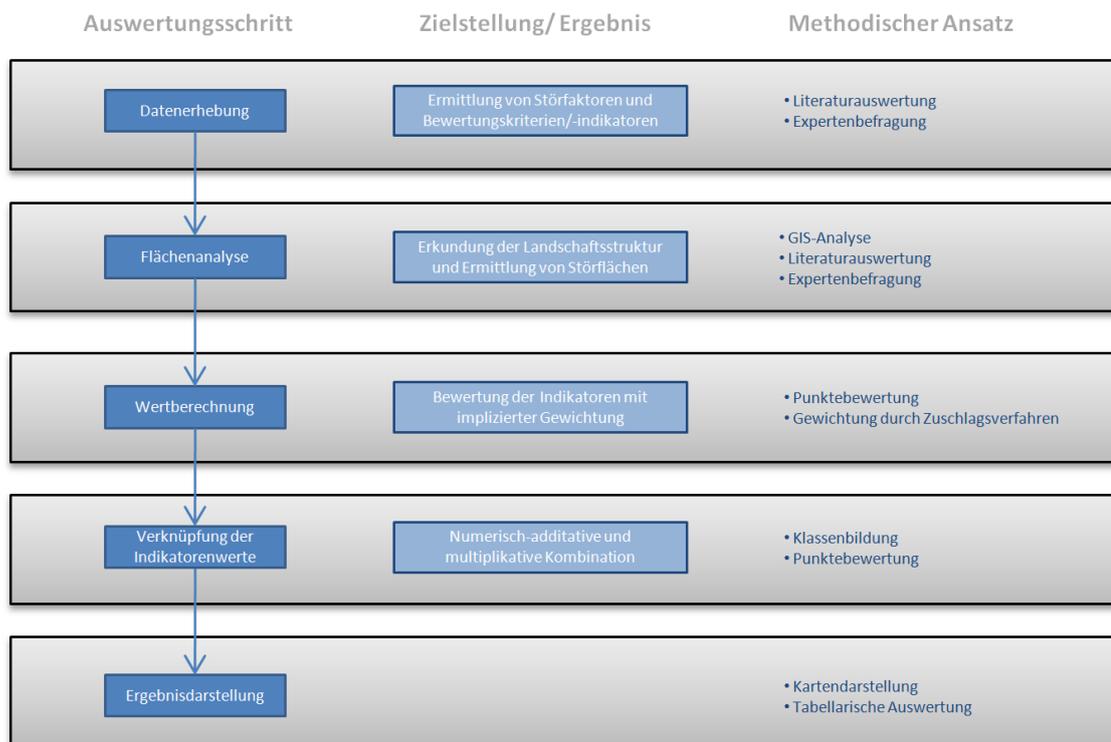


Abb. 20: Methodischer Ablauf der Landschaftsanalyse und -bewertung (in Anlehnung an HASE, 1996)

5.3. Datenerhebung

Die Datenerhebung, hat zum Einen das Ziel landschaftliche Faktoren zu ermitteln, die einen störenden Einfluss auf den Nahrungserwerb von Sturmmöwen haben. Dabei muss erwähnt werden, dass Nahrungseingpässe dazu führen können, dass Vögel Flächen für den Nahrungserwerb nutzen, die sie ohne Druck gemieden hätten. Es kann aber auch zu Gewöhnungseffekten hinsichtlich einiger Störreize kommen [GARNIEL, 2007]. Die vorliegende Arbeit soll jedoch Flächen ausweisen und bewerten, die zum jetzigen Zeitpunkt die noch zu ermittelnden Störfaktoren berücksichtigen. Das Störpotential auf diesen Flächen soll möglichst gering sein.

Zum Zweiten soll die Datenerhebung geeignete Indikatoren für die Eignungsbewertung der derzeitigen Ackerflächen als zukünftiges Nahrungshabitat hervorbringen. Dazu werden Ergebnisse der Auswertung entsprechender Fachliteratur herangezogen, als auch Expertenbefragungen.

5.3.1. Störfaktoren

Da die Empfindlichkeit gegenüber Störwirkungen artenspezifisch unterschiedlich ist, gelten die hier definierten Werte ausschließlich für die dieser Arbeit gegenständlichen Vogelart der Sturmmöwe.

Als Störfaktoren im Sinne dieser Arbeit werden anthropogen verursachte Einflüsse bestimmter landschaftlicher Elemente angesehen, die einen hemmenden Effekt auf den Nahrungserwerb der Sturmmöwe haben. Effekte können sich in einer Barrierewirkung, Kollisionsgefahr oder Scheuchwirkung auswirken. Die Distanzen in denen sich die genannten Effekte bemerkbar machen, sind je nach Landschaftselement verschieden und sollen an dieser Stelle ermittelt werden. Diese Einflussbereiche mit Störwirkung sollen von der Flächenbewertung ausgeschlossen werden.

Als Ergebnis der Auswertung von Fachliteratur und Expertenbefragung sind folgende primäre Störfaktoren für die Sturmmöwe hervorgegangen: Siedlungen, Flugplätze, Tourismus, Verkehrswege sowie Windkraftanlagen [RUSSOW, 2007]. Nachfolgend sollen nun für jeden Faktor die störenden Einflussdistanzen definiert werden.

Von **Siedlungen** gehen für Sturmmöwen überwiegend nur in geringem Maße Scheuchwirkungen aus. In Absprache mit Experten wurde ein negativer Einflussbereich um Siedlungen von 50 m festgelegt [RUSSOW, 2007]. Im Rahmen der Analyse wurde zwischen industriell genutzten Flächen und reinen Wohnflächen nicht unterschieden, da es im Untersuchungsgebiet keine industriell genutzten Flächen in der unmittelbaren Nähe von Ackerflächen gibt, von denen größere Störeinflüsse ausgehen würden.

Von **Flugplätzen** gehen sowohl Scheuchwirkungen als auch eine hohe Kollisionsgefahr aus. Im Untersuchungsgebiet gibt es elf Flugbetriebsgelände die von Segelfliegern als auch anderen Sportflugzeugen genutzt werden. Die Störwirkung hängt dabei nicht von Größe des Luftfahrzeuges ab und auch die Lärmwirkung spielt nur eine untergeordnete Rolle. Eine enorme Scheuchwirkung auf Vögel haben zum Beispiel auch Gleitschirme. Allgemein wird Motorflugzeugen und insbesondere Hubschraubern ein hohes Störpotential zugeschrieben. Direkte Konflikte mit Segelflugzeugen sind eher seltenen. Dabei werden vor allem direkte, niedrige und langsame Überflüge von vielen

Vogelarten als bedrohlich empfunden und lösen ein Fluchtverhalten aus [HUEPPOP, 2004]. In Absprache mit Experten und unter Berücksichtigung von Literaturangaben wird der Wirkungskreis um Flugplätze auf 150 m festgelegt.

Die für diese Arbeit relevanten vom **Tourismus** ausgehenden Störungen beschränken sich auf Scheuchwirkungen unter anderem durch Unterschreiten von Mindestabständen, aber auch über weitere Distanzen zum Beispiel durch Gleitschirme. In dem vorliegenden Untersuchungsgebiet sind touristische Aktivitäten vor allem auf das Gebiet der Strandabschnitte räumlich lokalisierbar und als relevant einstuftbar. Mit Berücksichtigung auf die Scheuchwirkung von Gleitschirmen und dem mit 150 m festgelegten Wirkungskreis für Flugplätze, wird diese Distanz auch für touristisch genutzte Strandabschnitte genutzt.

Wirkungen die von **Verkehrswegen** auf die Fauna ausgehen sind unter Anderem Schallimmissionen, Erschütterungen, Schadstoffimmissionen, Gerüche, optische Scheucheffekte und Barriereeffekte oder Zerschneidung von Lebensräumen. Die Störeffekte können sich je nach Vogelart unterschiedlich auswirken. Literaturangaben zu Effektdistanzen von stark befahrenen Straßen schwanken je nach Vogelart zwischen 100 und 600 Meter [GARNIEL et al., 2007]. Möwen werden jedoch zu den überwiegend schwach schallempfindlichen Vogelarten gezählt [KIFL, 2007]. Für Verkehrswege im Allgemeinen wurde daher in Absprache mit Experten im Rahmen dieser Arbeit eine Effektdistanz von 150 m festgelegt.

Windkraftanlagen können Nahrungshabitate durch eine Scheuchwirkung entwerten, sie können das Kollisionsrisiko vergrößern und auf Nahrungsflügen als Barrieren wirken. Auf die konkreten Auswirkungen von Windkraftanlagen auf die Vogelwelt wurde und wird in zahlreichen Untersuchungen eingegangen. Bei dem Verhalten von Sturmmöwen gegenüber Windkraftanlagen wurde festgestellt, dass sie meist relativ unempfindlich reagieren und die Minimaldistanz während der Nahrungssuche zu den Anlagen nur wenige Meter beträgt. Es wird angenommen, dass sich Störeffekte für Sturmmöwen nur 100 m und maximal bis 200 m auswirken [REICHENBACH et al., 2005]. In der Analyse wird mit einer Effektdistanz von 150 m gearbeitet.

Zusammenfassend eine tabellarische Übersicht der für die Analyse festgelegten Störfaktoren und Effektdistanzen. Auf Grundlage der Effektdistanzen wird um den

jeweiligen Störfaktor ein Puffer mit der entsprechenden Distanz gebildet. Diese Flächen werden von späteren der Bewertung ausgeschlossen.

Tab. 5: Übersicht der Störfaktoren und Effektdistanzen

Störfaktor	Effektdistanz
Siedlungen	50 m
Flugplätze	150 m
Tourismus	150 m
Verkehrswege (Straßen, Schienen)	150 m
Windkraftanlagen	150 m

5.3.2. Bewertungsindikatoren

Für die Herleitung der Bewertungsindikatoren wurden die artenspezifischen Vorlieben der Sturmmöwe für bestimmte Biotoptypen hinsichtlich des Nahrungserwerbs als Ausgangsbasis verwendet. Biotoptypen die eine besondere Attraktivität hinsichtlich des potentiell vorhandenen Nahrungsangebotes aufweisen sind **frisches Grünland, Feuchtgrünland, Trockengrünland, wechselfeuchtes Grünland** sowie **Salzgrasland**.

Nach der in den späten 60er Jahren von Ökologen und Zoologen hervorgebrachten Theorie der optimalen Nahrungssuche (engl. optimal foraging theory) streben nahrungssuchende Tiere neben einer möglichst energetisch günstigen Fortbewegung entweder danach in möglichst kürzester Zeit die zum Überleben notwendige Nahrung aufzufinden oder der Fokus liegt darauf die möglichst energiereichste Nahrung zu finden [PYKE, 1984]. Ein weiterer Aspekt der dabei eine Rolle spielt, ist die Entfernung von potentiellen Nahrungsflächen zueinander und die Energie die verbraucht werden muss, um zur nächsten wahrscheinlich günstigen Fläche zu gelangen [SINERVO, 1997]. Die räumliche Verteilung der vorhandenen Nahrungsressourcen innerhalb des Suchgebietes muss allerdings erst erlernt werden. Der Aufwand des Erlernens ist umso geringer und kann anschließend effizienter angewandt werden, je beständiger die Nahrungshabitate sind. Die meisten Tiere bevorzugen dabei systematische Suchstrategien [THIELE, 2006]. Auch von den Sturmmöwen ist bekannt, dass ihre

Nahrungsbeschaffungsflüge bestimmten Routen folgen, die je nach Nahrungsangebot wechseln können.

Vor diesen Hintergründen wird die Annahme getroffen, dass Ackerflächen die direkt an oben genannte Grünlandbiotop grenzen aus energetischen Gründen von Natur aus eine höhere Attraktivität aufweisen. Der Wechsel auf die nächste potentielle Nahrungsfläche sollte möglichst energiearm erfolgen. Für die vorliegende Aufgabe heißt das, eine Ackerfläche die an Grünflächen angrenzt wird höher bewertet. Dabei wird die Ackerfläche je nach Anzahl der angrenzenden Grünlandflächen höher gewertet (**Biotoptverbund**). Ein weiterer Faktor der dahingehend herangezogen wurde ist die **Größe** der bestehenden Grünlandfläche. Dabei wurde die Vermutung getroffen, dass je größer die bereits bestehende Grünlandfläche ist, desto größer ist auch das darauf befindliche Nahrungsangebot bzw. die Möglichkeit Nahrung zu finden. Für die Flächenbewertung heißt das, Ackerflächen in der unmittelbaren Nähe zu größeren Grünlandflächen sollen eine höhere Bewertung erlangen. Der nächste Aspekt der als Bewertungsindikator herangezogen wurde, betrachtet die **Vielfalt** der angrenzenden Grünlandflächen. Je verschiedener die angrenzenden Biotoptypen sind, desto vielfältiger ist auch das Nahrungsangebot und desto höher bewertet wird die angrenzende Ackerfläche. Ein entscheidender Bewertungsfaktor ist die **Entfernung** der potentiellen Nahrungsfläche zur Kolonie auf Langenwerder. Denn je weiter der Weg ist, der für die Nahrungsbeschaffung zurückgelegt werden muss, desto geringer ist der Energieertrag. Daher wurde die Entfernung als Bewertungsindikator herangezogen. Wie bekannt, können die Nahrungsflüge der Sturmmöwen bis zu 25 km ins Landesinnere erfolgen.

Vor dem Gesichtspunkt der hier vorliegenden ökologischen und ökonomischen Nutzungskonkurrenz auf den zu bewertenden Ackerflächen, wird die Bodengüte als zusätzlicher Bewertungsindikator verwendet. Die Möglichkeit aus ökologischer Sicht eine derzeit intensiv genutzte Ackerfläche aus naturschutzfachlichen Aspekten für Extensivierungsprogramme zu erwerben, sinkt mit zunehmender Bodenqualität [RUSSOW, 2008]. Aus diesem Grund wird der **Standorttyp** aus der MMK für die Flächenbewertung als Indikator genutzt. Die vom Standorttyp vorgegebene Bodengüte wird daher für die Flächenbewertung in umgekehrter Richtung verwendet, das heißt je

niedriger der landwirtschaftliche Wert desto geeigneter ist die Fläche für das vorliegende Ansinnen.

Die festgelegten Indikatoren der bei der Flächenbewertung herangezogen werden sind demnach der Standorttyp, Biotopverbund, Flächengröße, Biotopvielfalt und die Entfernung von der Kolonie. Jeder dieser Indikatoren wurde hinsichtlich der Anforderungen nach SCHOLLE 1997 geprüft (Tabelle 6).

Tab: 6: Erfüllung der Anforderungen an die Bewertungsindikatoren nach Scholle (1997)

Anforderung	1*	2*	3*
häufig auffindbar	Kartierung der MMK	Kartierung der BNTK	Jede Fläche besitzt eine Fläche
leicht & standardisiert erfassbar	Standardisiert nach der Legende der MMK	Standardisiert nach der Legende der BNTK	Nach Größe erfassbar
systematisierbar	Eingegliedert in das System der MMK	Eingegliedert in das System der BNTK	Nach Größe klassifizierbar
bekannte Funktionen/ Kennzeichen	Standorttyp gibt die Kennzeichen wieder	<ul style="list-style-type: none"> · Futtergrundlage · Erholungsort · Wasserschutz · Bodenschutz · Lebensraum 	Je größer eine Grünlandfläche desto höher der ökologische Wert
Anforderung	4*	5*	
häufig auffindbar	Kartierung der BNTK	Nicht zutreffend	
leicht & standardisiert erfassbar	Standardisiert nach der Legende der BNTK	Nach Entfernung erfassbar	
systematisierbar	Eingegliedert in das System der BNTK	Nach Entfernung klassifizierbar	
bekannte Funktionen/ Kennzeichen	Schutz der Artenvielfalt	Je näher die potentielle Nahrungsfläche, desto geringer der Energieverbrauch bei der Nahrungsbeschaffung	

*1= Standorttyp, 2= Biotopverbund, 3= Flächengröße, 4= Biotopvielfalt, 5= Entfernung

Die ausgewählten Indikatoren ermöglichen es das Untersuchungsgebiet in mess- und zählbare Elemente aufzugliedern und am Ende durch Ermitteln des Gesamtmaßes zu

einer möglichst objektiven Bewertung zu gelangen. Dabei werden bestimmte Klassifizierungsmethoden angewandt, auf die weiter unten eingegangen wird.

Nach BASTIAN und SCHREIBER 1999 können Bewertungsindikatoren folgendermaßen unterteilt werden:

- **Klassifikationsindikatoren:** ermöglichen eine Einordnung in wertneutrale Klassifikationssysteme
- **Zustandsindikatoren:** geben bestimmte Zustände oder Entwicklungen an
- **Bewertungsindikatoren:** geben bewertende Eigenschaften an

Für die in dieser Arbeit zur Anwendung kommenden Bewertungsindikatoren kann die entsprechende Einteilung aus Tabelle 7 entnommen werden.

Tab. 7: Indikator Klassifizierung

Indikator	Klassifikationsindikator	Zustandsindikator	Bewertungsindikator
Standorttyp			✓
Biotopverbund		✓	
Flächengröße			✓
Biotopvielfalt		✓	
Entfernung		✓	

5.4. Flächenanalyse

Die auf Basis von GIS-Werkzeugen erfolgende Flächenanalyse soll durch Errechnung verschiedener Landschaftsstrukturmaße einen detaillierten Einblick in die landschaftliche Struktur des Untersuchungsgebietes geben. Dabei liegt der Fokus insbesondere auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche, denn nur durch eine genaue Kenntnis des Untersuchungsgebietes kann eine nachvollziehbare und möglichst objektive Landschaftsbewertung erreicht werden.

Das hauptsächliche Ziel der hier durchzuführenden Flächenanalyse besteht in der Ermittlung der von der Bewertung auszuschließenden Störflächen anhand der weiter oben erkannten Störfaktoren. Dieser Arbeitsschritt legt den notwendigen Grundstein

für die im Anschluss durchzuführende Flächenbewertung mittels der festgelegten Bewertungsindikatoren.

5.4.1. Erkundung der Landschaftsstruktur

Mit Hilfe der Berechnung von Landschaftsstrukturmaßen (engl. landscape metrics) lässt sich die landschaftliche Struktur eines Untersuchungsgebietes unter Verwendung von raumbezogenen Daten zu einem bestimmten Zeitpunkt im Hinblick auf Größe, Form, Aufbau, Anordnung im Raum und Distanzbeziehungen von Elementen charakterisieren [LANG et al., 2004]. Die Untersuchungen können sich dabei auf einzelne Landschaftselemente (Patches), auf thematisch einheitliche Elemente (Klassen) oder die gesamte Landschaft beziehen [LANG et al., 2007].

Die Berechnungen innerhalb dieser Arbeit erfolgen dabei hauptsächlich auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Vektordatensätze der BNTK sowie MMK und werden mit der ArcGIS Erweiterung V-LATE durchgeführt. Die Softwareerweiterung V-LATE (vector-based landscape analysis tools extension) stellt Werkzeuge zur Errechnung spezifischer Landschaftsstrukturmaße zur Verfügung, wie zum Beispiel landschaftliche Diversität, Zerschneidung, Randliniendichte, Kernflächen, Nachbarschaftsbeziehungen oder Form Analyse.

Auf die in den kommenden Analysen verwendeten Landschaftsmaße soll an dieser Stelle kurz eingegangen werden. Die gebräuchlichen englischen Bezeichnungen der verwendeten Landschaftsmaße und die basierenden Fragestellungen werden in Tabelle 8 ersichtlich. Anschließend werden nur die Landschaftsmaße detailliert beschrieben, die sich nicht aus dem Kontext der Fragestellung ergeben.

Tab. 8: Übersicht der verwendeten Landschaftsmaße nach LANG et al., 2007

Landschaftsmaß	Fragestellung
NP (number of patches)	Wie viele Einzelemente(Patches) gibt insgesamt bzw. pro Klasse? → Anzahl der Patches
A (area)	Welche Fläche nimmt das Patch ein? → Fläche
CA (class area)	Welche Fläche nehmen alle Patches einer Klasse zusammen ein? → Klassenfläche
MPS (mean patch size)	Wie groß ist die mittlere Patchgröße? → mittlere Patchgröße

NNDIST (nearest neighbor distance)	Wie weit ist der Abstand zum nächsten Patch gleicher Ausprägung? → Distanz zum nächsten Nachbarn
P (proportion)	Welchen Anteil hat eine bestimmte Klasse in der gesamten Landschaft? → Flächenanteil einer Klasse
R (richness)	Wie viele Einzelklassen treten auf? → Fülle
DIV (diversity)	Wie hoch ist die Diversität in der Landschaft? → Diversität
DOM (dominance)	Gibt es dominante Klassen? → Dominanz
EVEN (evenness)	Ist die Klassenverteilung gleichmäßig? → Gleichmäßigkeit

Die **Fläche** nimmt innerhalb dieser Landschaftsmaße die Zentralstellung ein, denn die Berechnungen für die meisten anderen Maße basieren auf diesem Wert. Für Vektordaten wird die Flächengröße über die Gaußsche Trapezformel berechnet:

$$2A = \sum_{i=1}^n (y_i + y_{i+1}) \cdot (x_i - x_{i+1})$$

Die Größe der gesamten **Klassenfläche** wird über eine Aufsummierung der Einzelflächen erreicht. Die **mittlere Patchgröße** ist der statistische Mittelwert aus den Größen der Einzelpatches. Das Landschaftsmaß „**Distanz zum nächsten Nachbarn**“ gibt die euklidisch-kürzeste Entfernung von Rand zu Rand zwischen zwei Einzelelementen einer Klasse wieder. Dadurch können zum Beispiel Aussagen über die Erreichbarkeit getroffen werden. Für die Berechnung der kürzesten Distanz wird der Satz von Pythagoras angewandt:

$$Distanz = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2}$$

Auf Grundlage der sich gegenseitig ergänzenden Maße Fülle, Diversität, Dominanz und Gleichmäßigkeit werden Aussagen über die Vielfalt der vorhandenen Biotop- und Nutzungstypen einer Landschaft getroffen. Dabei gibt die **Fülle** die Anzahl der insgesamt vorhandenen Typen wieder. Die Werte für Diversität, Dominanz und Gleichmäßigkeit werden über Indizes wiedergegeben die auf Basis der jeweiligen flächenmäßigen Anteile errechnet werden. Die **Diversität** spiegelt das Vorkommen einzelner Klassen wieder. Die **Dominanz** gibt den Wert der Abweichung vom maximalen Diversität-Wert wieder. Die **Gleichmäßigkeit** errechnet sich durch das Verhältnis von Diversität zu maximaler Diversität und liegt zwischen 0 und 1. Je gleichmäßiger die Verteilung ist, desto näher liegt der Gleichmäßigkeitswert bei 1. Je

weiter entfernt der Wert von 1 ist, desto stärker sind die Dominanzverhältnisse eines Flächentypen.

$$Diversität = - \sum_{i=1}^{Klassenanzahl} Flächenanteil_i \cdot \ln(Flächenanteil_i)$$

i = i-te Klasse

$$Maximale\ Diversität = \log \frac{1}{Klassenanzahl}$$

$$Dominanz = \ln(Klassenanzahl) - Diversität$$

$$Gleichmäßigkeit = \frac{Diversität}{\ln(Klassenanzahl)}$$

Die Ergebnisse der Landschaftsmaße und damit der Landschaftsanalyse hängen in entscheidendem Maß von der räumlichen und thematischen Auflösung der Grundlagendaten ab [LANG et al., 2007]. Die räumliche Auflösung ergibt sich durch den Aufnahme- bzw. Kartiermaßstab und damit der minimalen Erfassungsgröße eines landschaftlichen Elementes. Die thematische Auflösung wird durch die inhaltliche Tiefe wiedergegeben, anders ausgedrückt die Anzahl der Klassen. Die Daten der BNTK liegen in einer sehr detaillierten Klasseneinteilung vor. Ein Zusammenlegen einzelner Klassen nach thematischer Zusammengehörigkeit wird in der Fachsprache als Aggregation

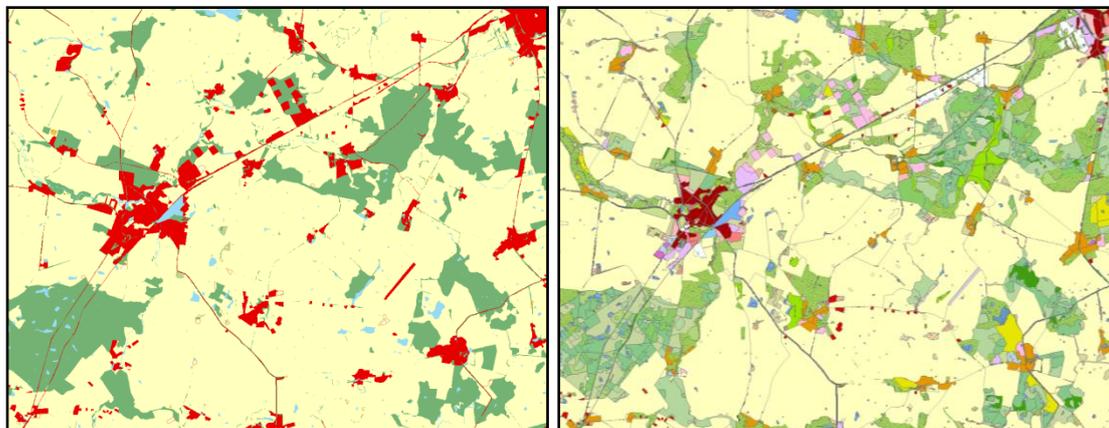


Abb. 21: Darstellung desselben Landschaftsausschnitts bei unterschiedlichem Klassenschlüssel (links: Klassifizierung nach Landschaftselementtypen, rechts: Klassifizierung nach Biotop- u. Nutzungstypen)

verstanden. Von einer aggregierten Klasseneinteilung spricht man, wenn zum Beispiel die Klassen Laubwald, Nadelwald und Mischwald zu einer Generalisierungsklasse Wald vereinigt werden. Eliminiert man zusätzlich die Grenzlinien zwischen den Einzelklassen, ergibt sich ein vollkommen verschiedenes Landschaftsmuster und damit auch andere analytische Auswertungen. Ein Beispiel dafür gibt die Abbildung 21, die im linken Bild eine Aggregation nach den sechs Landschaftselementtypen der BNTK einschließlich Grenzlinien Eliminierung zeigt und im rechten Bild die Klassifizierung nach den etwa 100 Biotop- und Nutzungstypen der BNTK. Im thematisch generalisierten linken Ausschnitt sind sehr viel weniger Einzelflächen zu unterscheiden. Ergebnisse der Landschaftsstrukturmaße wie Diversität, Randliniendichte, Form oder Zerschneidung würden sich in beiden Ausschnitten erheblich unterscheiden. Um dies zu verdeutlichen wurde beispielhaft eine Diversitäts-Analyse der Landschaft im Untersuchungsgebiet auf Basis der BNTK zum Einen für die thematisch detaillierte Klassifizierung und zum Anderen die aggregierte Klassifizierung vorgenommen (Tabelle 9).

Tab. 9: Diversitäts-Analyse der Landschaft im Untersuchungsgebiet auf Basis der BNTK

	Klassifizierung nach Landschaftselementtypen	Klassifizierung nach Biotop- und Nutzungstypen
Landschaftsstrukturmaß	Wert	Wert
Fülle	101	7
Maximale Diversität	4,615	1,946
Shannon's Diversitäts Index	1,838	0,815
Äquität/ Shannon's Evenness Index	0,398	0,419
Dominanz	2,777	1,131

Die angedeuteten Unterschiede für das Ergebnis der Landschaftsanalyse werden an allen Strukturmaßen ersichtlich. Vor allem der Wert für die maximale Diversität ist für die detaillierte Klassifizierung um einiges höher. Ebenso spiegeln der Gleichheitswert und der Dominanzwert in der detaillierten Klassifizierung viel stärker eine niedrige Strukturvielfalt im Untersuchungsgebiet wieder.

Für die Erkundung der landschaftlichen Struktur des vorliegenden Untersuchungsgebietes wurde die detaillierte Klasseneinteilung der BNTK verwendet, da diese dem wahren Bild der Landschaft am nächsten kommt. Im Mittelpunkt der

nachstehenden Analysen steht die Strukturierung der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Wie eingehend bereits beschrieben, geben die Daten der BNTK (Grundlagen aus den Jahren 1991/1992) einen Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche an der Gesamtfläche von 75% wieder. Aus Tabelle 10 werden zum Einen die Untergliederung der landwirtschaftlichen Nutzfläche und zum Anderen die Anzahl der Flächen, die mittlere Flächengröße und die jeweilige Gesamtfläche ersichtlich.

Tab. 10: Gliederung der landwirtschaftlichen Nutzfläche

Biotop-/ Nutzungstyp	Anzahl der Flächen	Mittlere Flächengröße [ha]	Gesamtfläche [ha]
Acker	2 784	24,12	67 160,38
frisches Grünland	3 009	3,09	9 298,64
Trockengrünland	482	5,31	2 558,45
Feuchtgrünland	827	1,74	1 439,42
Salzgrasland	650	0,82	534,28
wechselfeuchtes Grünland	88	2,63	231,41
Erwerbsgartenbau	45	2,41	108,49
Obstbau	72	0,90	64,68
Baumschule	6	3,42	20,52
Grünland	14	0,38	5,33

Überraschend dabei ist, dass es vom Biototyp frisches Grünland absolut gesehen im Einzelnen mehr Flächen gibt als vom Biototyp Acker. Schaut man sich aber den Wert der mittleren Flächengröße als auch der Gesamtfläche zusätzlich an, lässt sich erahnen, dass die Flächen mit frischem Grünland stark zerschnitten sind. Dieser Annahme soll anhand einer Nearest Neighbor Analyse auf den Grund gegangen werden (Tabelle 11). Hier kann davon ausgegangen werden, dass eine kurze Mittlere Nachbarschaftsdistanz von stark zusammenhängenden Flächen zeugt. Eine lange Mittlere Nachbarschaftsdistanz weist auf stark zerschnittene und weit auseinanderliegende Flächen hin.

Tab. 11: Nearest Neighbor Analyse für die landwirtschaftliche Nutzfläche

Biotop-/ Nutzungstyp	Anzahl der Flächen	Mittlere Nachbarschaftsdistanz [m]
Acker	2 784	3,92
frisches Grünland	3 009	50,58
Trockengrünland	482	181,36
Feuchtgrünland	827	191,53
Salzgrasland	650	9,63
wechselfeuchtes Grünland	88	427,45

Erwerbsgartenbau	45	1 245,19
Obstbau	72	884,92
Baumschule	6	3 506,83
Grünland	14	322,31

Die Ergebnisse der Nächsten Nachbarschaftsanalyse machen die kleinteilige Zergliederung der frischen Grünlandflächen noch einmal deutlich. Die jedoch relativ kurze mittlere Nachbarschaftsdistanz von 50,58 m bei den frischen Grünlandflächen zeugt davon, dass die Flächen gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilt sind. Für den Biotoptyp „Salzgrasland“ wird durch diese Analyse gut sichtbar, dass es sich zwar um zahlreiche Einzelflächen handelt, diese aber doch nahe beieinander liegen. Für die Biotoptypen „Trockengrünland“, „Feuchtgrünland“ und vor allem „wechselfeuchtes Grünland“ weisen die großen mittleren Nachbarschaftsdistanzen von sehr weit auseinander liegenden Biotopen.

Durch eine Diversitäts-Analyse auf Ebene der Klassen der Biotoptypengruppe „Landwirtschaftliche Nutzfläche“ sollen weitere Erkenntnisse im Hinblick auf die vorherrschende Vielfalt oder Dominanz der Nutzungstypen erlangt werden (Tabelle 12).

Tab. 12: Diversitäts-Analyse der landwirtschaftlichen Nutzfläche

Landschaftsstrukturmaß	Wert
Fülle	10
Maximale Diversität	2,303
Shannon's Diversitäts Index	0,654
Äquität/ Shannon's Evenness Index	0,284
Dominanz	1,649

Der Standorttyp „Landwirtschaftliche Nutzfläche“ ist in 10 Nutzungstypen unterteilt. Die berechneten Indices der Diversitäts-Analyse geben den relativen Anteil der einzelnen Landschaftstypen an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche an. Der Diversitätsindex nach Shannon ist ein Maß für die landschaftliche Vielfalt eines Standorts. Je näher dieser Index an der maximalen Diversität ist, desto größer ist die Artenvielfalt im untersuchten Gebiet. Da der Diversitätsindex nur etwa 28% der maximalen Diversität erreicht kann nicht von einer Vielfalt an unterschiedlichen Biotop- und Nutzungstypen gesprochen werden. Auch der niedrige Gleichheitswert

und der hohe Dominanzwert zeugen von einem dominierenden Nutzungstyp, in diesem Fall die intensiv genutzten Ackerflächen.

Da die Bodengüte für die anschließend stattfindende Bewertung von hoher Bedeutung ist, sollen im nächsten Schritt die räumlichen Charakteristiken der Standorttypen im Untersuchungsgebiet auf Basis der MMK Daten analysiert werden. Nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen als auch nicht klassifizierte Flächen der MMK wurden bei den Analysen nicht berücksichtigt. Um die räumliche Verteilung der vorhandenen Standorttypen im Untersuchungsgebiet zu untersuchen wurde als Erstes eine Raumanalyse durchgeführt die die vorhandenen Standorttypen durch Flächenanzahl und -größe, Mittlere Flächengröße und den prozentualen Anteil wiedergibt (Tabelle 13). Zusätzlich enthält die Tabelle den landwirtschaftlichen Wert der Standorttypen (je niedriger die Zahl, desto höher der Wert des Bodens).

Tab. 13: Gliederung der Standorttypen im Untersuchungsgebiet

Standorttyp	Wert des Bodens	Anzahl der Flächen	Gesamtfläche [ha]	Mittlere Flächengröße [ha]	Anteil [%]
D5b	4	188	29 630,70	157,61	32,31
D6b	2	90	15 263,1	169,59	16,64
D5a	3	70	11 123,53	158,91	12,13
D3a	7	65	6 328,02	97,35	6,90
D4b	6	45	5 871,79	130,48	6,40
D3b	8	37	5 277,26	142,63	5,75
D2a	9	72	4 569,34	63,46	4,98
Mo2c		83	3 844,49	46,32	4,19
D4a	5	38	3 020,61	79,49	3,29
D6a	1	31	3 001,17	96,81	3,27
D2b	10	37	1 697,75	45,89	1,85
Mo1c		48	1 643,02	34,23	1,79
Mo2b		19	440,51	23,18	0,48

Aus der obigen Tabelle wird ersichtlich, dass überwiegend gut bis sehr gut landwirtschaftlich geeignete Böden im Untersuchungsgebiet vorkommen. Einen gesamten Überblick der Verteilung innerhalb des Untersuchungsgebietes gibt die Karte 1 im Anhang. Für die Suche potentieller Nahrungsflächen für die Sturmmöwen sind aus ökonomischen Gründen eher weniger fruchtbare Böden interessant, hier die Werte 6 bis 10. Als nächstes soll mit Hilfe der Diversitätsmaße ein Blick auf die Geodiversität im

Untersuchungsgebiet geworfen werden. Hier steht die Frage im Vordergrund, ob ein Standorttyp dominant vorkommt oder eine gleichmäßige Verteilung vorliegt.

Tab. 14: Diversitäts-Analyse der Standorttypen im Untersuchungsgebiet

Landschaftsstrukturmaß	Wert
Fülle	13
Maximale Diversität	2,565
Shannon's Diversitäts Index	2,122
Äquität/ Shannon's Evenness Index	0,827
Dominanz	0,443

Die errechneten Strukturmaße in Tabelle 14 sprechen für eine relativ ausgeglichene Standorttypen Vielfalt im Untersuchungsgebiet. Dies wird einerseits durch den Diversitätsindex verdeutlicht, der fast 83% der maximalen Diversität erreicht und andererseits durch den Index der Gleichmäßigkeit dessen Wert gegen 1 tendiert.

Abschließend soll mit Hilfe einer räumlichen Trendanalyse untersucht werden, ob innerhalb des Untersuchungsgebietes lokale Trends bezüglich der landwirtschaftlichen Bodengüte vorhanden sind. Dazu wurden die landwirtschaftlichen Wertungen der einzelnen Standorttypen aus Tabelle 13 an die Daten angebracht und in der Software ArcMap eine Trend Analyse ausgeführt. Zur Erinnerung, niedrige Werte deuten auf einen höheren landwirtschaftlichen Bodenwert hin und hohe Werte auf eine geringere Bodengüte.

Die Visualisierung dieser Analyse in Abbildung 22 zeigt mit der X-Achse in Richtung Osten und mit der Y-Achse in Richtung Norden des Untersuchungsgebietes. Jeder vertikale Strich repräsentiert den Wert und die Lage (Mittelpunkt) der einzelnen Datenpolygone. Hohe Striche deuten auf eine hohe Wertung und somit niedrige Bodengüte. Niedrige Striche verdeutlichen eine hohe Bodengüte. Die Werte werden auf rechtwinklige Flächen projiziert, die hier im hinteren Bereich von links nach rechts eine West-Ost Ausprägung und in der rechten Ebene von hinten nach vorn eine Nord-Süd Ausprägung der Datenwerte durch Trendlinien darstellen. Die jeweils grün und blau dargestellten Trendlinien sind für beide Richtungen gebogen. Dies deutet für die West-Ost Richtung auf einen Trend in Richtung Osten hin, das heißt die Bodengüte

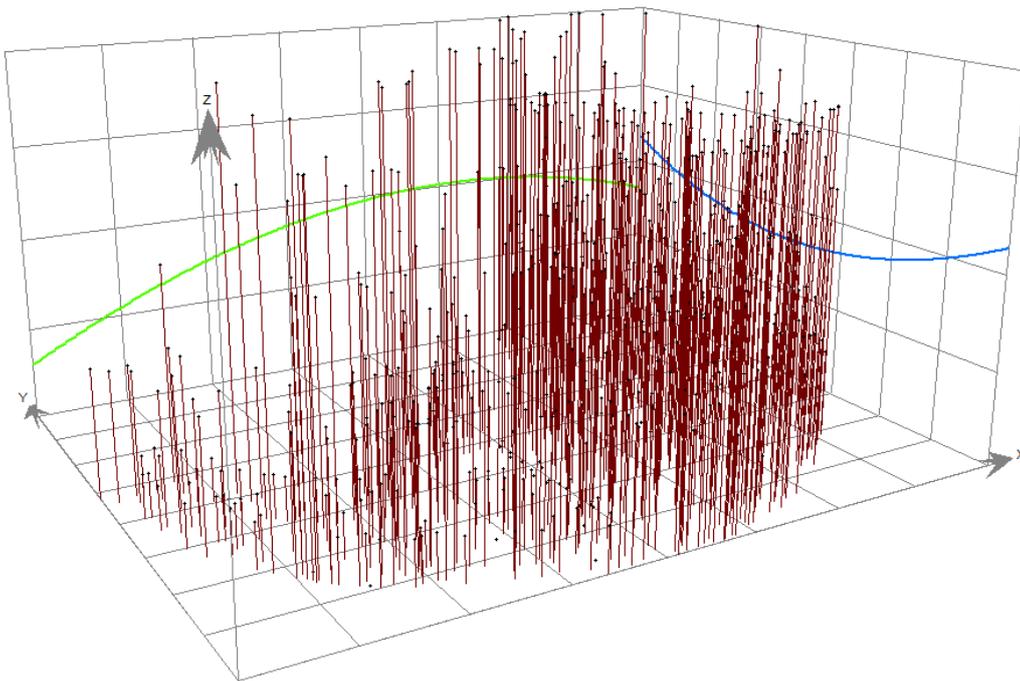


Abb. 22: Trendanalyse der Standorttypen

scheint in westlicher Richtung insgesamt besser zu sein. Für die Nord-Süd Richtung scheint die Bodengüte zur Küste und zum äußeren Rand des Untersuchungsgebiets abzunehmen und im mittleren Bereich des Untersuchungsgebietes sehr gut zu sein. Hinsichtlich der Suche potentieller Nahrungsflächen für die Sturmmöwen scheinen aus Sicht der Standorttypen der MMK demnach ökonomisch geringer wertige Böden eher im östlichen Bereich, sowie in Küstennähe bzw. am Rand des Untersuchungsgebietes zu liegen. Böden in diesen Gebieten wären daher für die Zielstellung vorrangig geeignet.

5.4.2. Ermittlung von Störfächern

In diesem Abschnitt wird erläutert, wie mit Hilfe verschiedener GIS-Werkzeuge einzelne Störfächern aus den weiter oben festgelegten Faktoren ermittelt und anschließend miteinander zu einer Ausschlussfläche kombiniert werden. Die erhaltene Ausschlussfläche wird bei der nachfolgenden Flächenbewertung nicht berücksichtigt. Für die Ermittlung der Störfächern werden vor allem „attributive“ Analyseverfahren

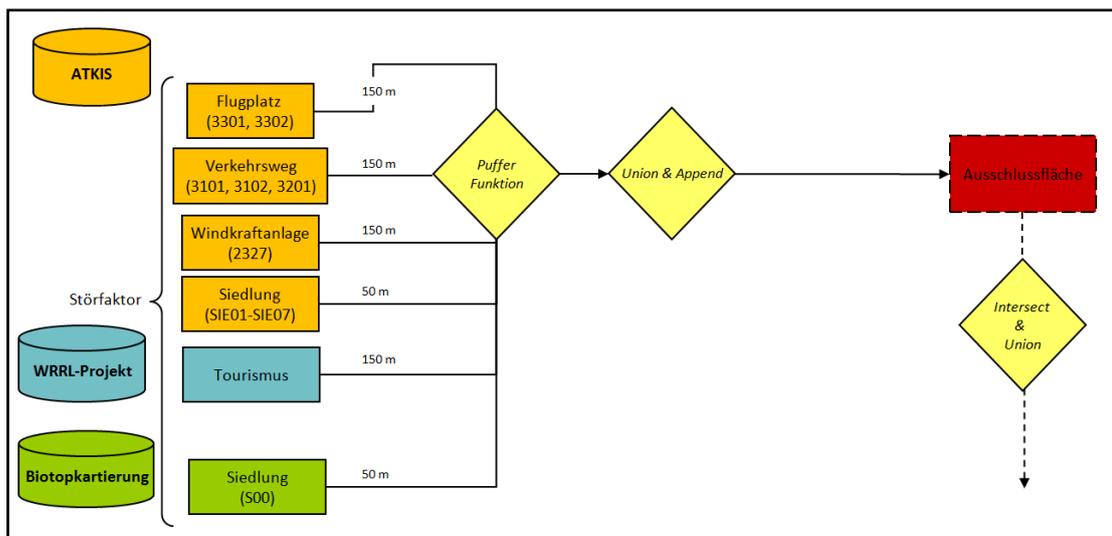


Abb. 23: Schematischer Ablauf für die Ermittlung von Störfächern

angewandt. Zu attributiven Verfahren gehören zum Beispiel Auswahlverfahren nach selektiven Attributen. Eine schematische Übersicht der durchgeführten GIS-Analyse ist in Abbildung 23 dargestellt. Als erstes werden die jeweiligen geometrischen Repräsentationen der einzelnen Störfaktoren selektiert und die festgelegten Effektdistanzen über eine Puffer-Funktion angebracht. Die einzelnen thematischen Pufferpolygone werden anschließend miteinander zu einer gesamten Ausschlussfläche vereinigt (union). Um die Flächen dennoch weiterhin mitzuführen und sie als Störfäche auszuweisen, wird ihnen vor der Verschneidung (intersect) und Vereinigung (union) mit den Ackerflächen ein identifizierendes Attribut zugewiesen.

Um die infrastrukturellen Daten der BNTK mit dem Stand 1991/92 zeitlich aufzuwerten, werden zusätzlich Siedlungsflächen, Flugplätze und Verkehrswege aus den hochaktuellen ATKIS Daten hinzugenommen. Da man überwiegend davon ausgehen kann, dass es in der Zwischenzeit zu einer Ausweitung der infrastrukturellen Flächen gekommen ist, sollte dieses Vorgehen den BNTK Datensatz dahingehend

ausreichend aktualisieren. Auch die CORINE Daten verdeutlichen den Trend der Ausweitung der infrastrukturellen Flächen. Bereiche in denen es zu einer Umwandlung von infrastrukturellen in agrarisch genutzte Flächen gekommen ist, werden an dieser Stelle nicht berücksichtigt.

Im Zuge der Ermittlung der Störflächen sind 51% der gesamten Ackerflächen als Ausschlussflächen identifiziert worden. Die verbleibenden 49% können derzeit als generell geeignet eingestuft werden und sind Gegenstand der nachfolgenden Flächenbewertung.



Abb. 24: Eignung der Ackerfläche nach Störflächenermittlung

5.5. Wertberechnung

Bei dem nun anstehenden Auswertungsschritt „Wertberechnung“ werden geeignete Punktbewertungen an die Bewertungsindikatoren angebracht. Dabei erfolgt eine Quantifizierung der Bewertungsindikatoren, zum Einen durch Messen oder durch Auszählen und Feststellen der absoluten Häufigkeiten und zum Anderen durch Einführen von Rangordnungen. In sinnvollen Fällen werden zusätzlich Gewichtungen durch Zuschlagsverfahren ergänzt. Verfahren die in diesem Auswertungsschritt angewandt werden, schließen sowohl attributive als geometrisch-topologische GIS-Analysen ein.

Eine schematische Übersicht der in diesem Auswertungsschritt ablaufenden GIS-Analysen ist in Abbildung 25 dargestellt. Nach Ermittlung und Ausschließen der Störflächen werden die verbleibenden Ackerflächen, als auch die als Bewertungsindikatoren zur Anwendung kommenden Nutzungstypen zunächst mit den MMK Daten verschnitten. Anschließend werden die entsprechenden Punktwertungen für den landwirtschaftlichen Standorttyp an die Ackerflächen angebracht. In den nächsten Schritten werden auf Grundlage von attributiven und geometrisch-topologischen Auswahlverfahren die Eigenschaften der Ackerflächen hinsichtlich der Bewertungsindikatoren „Biotopverbund“, „Flächengröße“, „Biotopvielfalt“ und „Entfernung“ ermittelt und im Anschluss entsprechenden Punktbewertungen zugeordnet. Abschließend werden die Einzelpunktwertungen der Bewertungsindikatoren zu einer Gesamtbewertung verknüpft. Anhand dieser kann entsprechend der Zielstellung die Eignung der einzelnen Ackerfläche als Nahrungshabitat für die Sturmmöwen festgestellt werden.

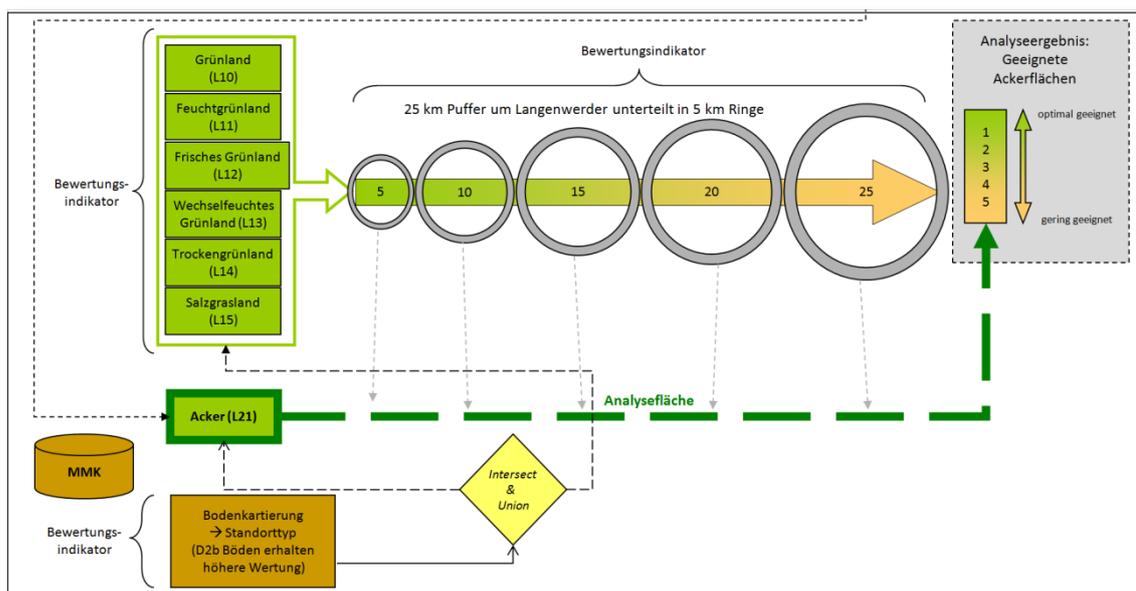


Abb. 25: Schematische Übersicht der GIS-Analyse und Bewertung

5.5.1. Erläuterung der Bewertungsmethodik

In diesem Schritt werden die einzelnen Bewertungskriterien quantifiziert. Die ermittelten Zahlenwerte können bestimmten Skalentypen zugeordnet werden. Dabei unterscheidet man hierarchisch zwischen Nominal-, Ordinal-, Intervall- und

Verhältnisskala. Jeder Skalentyp besitzt bestimmte Eigenschaften und lässt unterschiedliche Operationen wie zum Beispiel Vergleich, Addition oder Multiplikation zu (Tabelle 15). Eine Mischung verschiedener Skalentypen sollte aus diesen Gründen möglichst vermieden werden.

Tab. 15: Übersicht der Skalentypen

Skala	Eigenschaften	Beispiel	Operationen
Nominal-	Zuordnung nach Gruppen; Abstände sind nicht definiert; diskrete Daten	Geschlecht, Wohnort	Feststellen von relativen und absoluten Häufigkeiten
Ordinal-	Es existiert eine Ordnung ohne definierte Abstände	Note, Zufriedenheitsgrade	Feststellen von relativen und absoluten Häufigkeiten, Größenvergleich
Intervall-	Ränge mit definiertem Abstand ohne absoluten Nullpunkt	Intelligenzquotient	Vergleich, Addition, Subtraktion
Verhältnis-	Ränge mit definiertem Abstand mit natürlichem Nullpunkt	Entfernungsangaben, Zeitmessungen, Körpergröße	Vergleich, Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division

Die Bewertungsskalen der einzelnen Bewertungsindikatoren wurden entsprechend den generellen Anforderungen an Ordinalskalen aufgestellt. Die Indikatoren werden anhand von Punktwertskalen hinsichtlich des Grads der Erfüllung bewertet. Die Punktwertskalen werden Indikatoren spezifisch nach Wertabstufungen gebildet, das heißt die Skalenwerte entsprechen unterschiedlichen Merkmalsausprägungen. Alle Indikatoren bis auf den Standorttyp und die Biotopvielfalt werden anhand von

Tab. 16: Beispiel einer fiktiven Rangplatzvergabe

Werträger	Punktwert	R+	R-
X1	5	1,5	5,5
X2	5	1,5	5,5
X3	3	3	4
X4	2	4,5	2,5
X5	2	4,5	2,5
X6	1	6	1
Summe		21	21

Punktwertskalen bewertet, die fünfstufige Skalenwerte aufweisen.

Für den Indikator Standorttyp wird eine zehnstufige Skala angewandt, da für diesen bereits zehn spezifische Wertungen existieren.

Für die Biotopvielfalt wird eine

vierstufige Bewertungsskala angewandt. Aufgrund der eingeschränkten Operationen für ordinal skalierte Daten, wird für die Verknüpfung der Indikatoren auf ein Rangsummenverfahren zurückgegriffen. Dazu werden die Punktwerte in Rangplätze transformiert und anschließend mit entsprechender Gewichtung durch Addition miteinander kombiniert. Jeder einzelne Wertträger erhält dadurch einen entsprechenden Rangplatz. Die Rangplätze können in aufsteigender oder absteigender Reihenfolge verteilt werden. Bei einer aufsteigenden Reihenfolge (R+) erhält der Wertträger mit der höchsten Punktzahl den niedrigsten Rangplatz (z.B. Platz 1). Bei einer absteigenden Reihenfolge (R-) erhält der Wertträger mit der höchsten Punktzahl den höchsten Rangplatz (z.B. Platz 10). Haben mehrere Wertträger die gleiche Punktzahl, so erhalten diese durch arithmetische Mittelung den gleichen Rangplatz. Sind zum Beispiel die ersten zwei Wertträger mit der höchsten Punktzahl bewertet worden, errechnet sich durch arithmetische Mittelung bei aufsteigender Reihenfolge der Rangplatz 1,5 [$(1+2)/2 = 1,5$] für alle drei Wertträger. Eine Beispielrechnung für 6 Wertträger ist in Tabelle 16 dargestellt. Dort wird ersichtlich, dass die zur Anwendung kommende Reihenfolge der Rangplätze unerheblich ist und keine Bedeutung für das Endergebnis hat. Eine Umrechnung zwischen R+ und R- ist durch folgende Gleichungen jederzeit durchführbar:

$$R+ = (\text{Anzahl der Wertträger} + 1) - R- \quad R- = (\text{Anzahl der Wertträger} + 1) - R+$$

Für die Bewertung im Rahmen dieser Arbeit wird auf die absteigende Reihenfolge der Rangplatzvergabe zurückgegriffen. Diese Methode bewirkt nach Verknüpfung der Rangplätze der einzelnen Bewertungskriterien eine hohe Rangsumme und diese kann mit einer hohen Bewertung gleichgesetzt werden.

Die Verknüpfung der Bewertungskriterien erfolgt durch Addition der jeweiligen Rangplätze jedes einzelnen Wertträgers. Bei Verwendung verschiedener Gewichtungsfaktoren werden die Rangplätze des jeweiligen Bewertungskriteriums entsprechend mehrfach addiert siehe Tabelle 17.

Tab. 17: Verknüpfung von Rangplätzen mit unterschiedlicher Gewichtung

Bewertungs-kriterium	Gewichtungsfaktor	R+ (Rangplatz von Werträger X1)	R- (Rangplatz von Werträger X1)
1	3	6 6 6	1 1 1
2	1	5	2
3	2	3 3	4 4
4	1	4,5	2,5
5	2	1 1	6 6
Rangsumme des Werträgers X1		35,5	27,5

Für jedes Bewertungskriterium erfolgt nun eine detaillierte Beschreibung der verwendeten Punktwertskalen. Die Skalenwerte basieren einerseits auf einer Einordnung in festgelegte Wertabstufungen und andererseits auf der Einteilung in Wertklassen.

Das Bewertungskriterium „Standorttyp“

Die Bewertung des Kriteriums „Standorttyp“ erfolgt hinsichtlich der Qualität des landwirtschaftlichen Wertes. Im Rahmen der vorliegenden Zielstellung werden aus ökonomischen Gründen speziell weniger wertvolle Böden in Betracht gezogen. Das heißt, weniger wertvolle Böden können im Rahmen dieser Analyse als optimal geeignet bezeichnet werden und landwirtschaftlich wertvolle Böden werden als weniger geeignet eingestuft. Entsprechend der zehn landwirtschaftlichen Standorttypen wird eine zehnstufige Bewertungsskala aufgestellt, an deren oberen Ende die landwirtschaftlich weniger wertvollen Böden mit maximal 10 Punkten bewertet werden und am unteren Ende landwirtschaftlich wertvolle Böden mit minimal 1 Punkt bewertet werden (Abbildung 26/ Tabelle 18).

Werteinteilung der Standorttypen der MMK

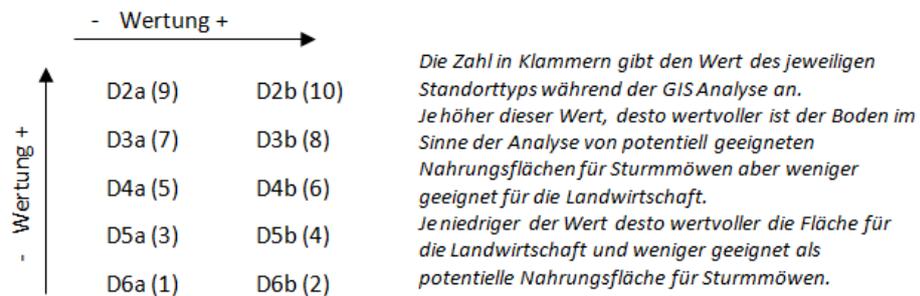


Abb. 26: Werteinteilung für die Bewertung der Standorttypen

Tab. 18: Punktwertskala für das Bewertungskriterium "Standorttyp"

Eignung des Standorttyp	Bewertungspunkte	Standorttyp	Anzahl der Flächen in der Wertklasse
Sehr gering	1	D6a	86
	2	D6b	337
	3	D5a	254
	4	D5b	724
	5	D4a	107
	6	D4b	197
	7	D3a	213
	8	D3b	206
	9	D2a	177
Sehr hoch	10	D2b	65

Das Bewertungskriterium „Biotopverbund“

Wie in Kapitel 5.3.2 dargelegt, sollen die Ackerflächen je nach Anzahl der angrenzenden Grünlandflächen bewertet werden (Biotopverbund). Dazu wird durch GIS-Analyse die Anzahl der direkt angrenzenden Nachbarn ermittelt und anschließend in eine fünfstufige Bewertungsskala überführt. Die Bewertungsskala reicht vom Minimalwert 1 (sehr gering) bis zum Höchstwert von 5 (sehr hoch). Ackerflächen ohne angrenzende Grünlandflächen erhalten an dieser Stelle keine Bewertungspunkte. Ackerflächen mit einem Nachbarn stellen so den Minimalwert in der Bewertungsskala dar. Die maximal ermittelte Anzahl von Nachbarn an einer Fläche liegt bei elf, daher

wird diese absolute Häufigkeit dem Höchstwert von 5 in der Bewertungsskala zugeordnet. Die Zahl der Ackerflächen mit ein bis zwei Nachbarn sind mit den höchsten Frequenzen vertreten und werden daher in separate Klassen eingeteilt. Für die übrigen Häufigkeiten werden variierende Klassenbreiten entsprechend der absoluten Frequenzen gewählt.

Tab. 19: Punktwertskala für die Bewertung des Biotopverbund

Biotopverbund	Bewertungspunkte	Klasseneinteilung für die Anzahl der Nachbarn	Anzahl der Flächen in der Wertklasse
Sehr gering	1	1	1 104
Gering	2	2	230
Mittel	3	3 bis 5	131
Hoch	4	6 bis 9	8
Sehr hoch	5	10 bis 11	2

Das Bewertungskriterium „Flächengröße“

Für das Bewertungskriterium „Flächengröße“ wird die Größe der angrenzenden Grünlandflächen herangezogen. Dabei wird angenommen, dass je größer die bereits bestehende Grünlandfläche ist, desto größer ist auch das darauf befindliche Nahrungsangebot bzw. die Möglichkeit Nahrung zu finden. Für die Flächenbewertung heißt das, Ackerflächen in der unmittelbaren Nähe zu größeren Grünlandflächen sollen eine höhere Bewertung erlangen. Für die Bewertung wird eine Minimalgröße von 200 Quadratmetern für Grünlandflächen festgelegt. Flächen mit einer geringeren Größe werden bei der Bewertung nicht beachtet.

Um die Verteilung der Daten zu charakterisieren und die Klassenbildung zu vereinfachen wird auf eine graphische Histogramm Darstellung zurückgegriffen (Abbildung 26). Das Histogramm zeigt, dass die Wertverteilung der Flächengröße sehr einseitig ist und sehr viele Werte auf kleinem Raum verteilt sind. Für eine Klassenbildung eignet sich daher eine Mathematische Progression mit einer logarithmischen Steigerung nach folgender Formel:

$$q = \sqrt[k]{\frac{x_{max}}{x_{min}}}$$

k: Klassenanzahl; q: Steigerungsfaktor

Die Bewertung der Flächengröße soll ebenfalls fünfstufig erfolgen, daher ergibt sich aus den Daten folgende Berechnungsformel für den Steigerungsfaktor:

$$q = \sqrt[5]{\frac{1009920}{213,4}} \approx 5,4$$

Der berechnete Steigerungsfaktor hat aufgrund von Rundungsabweichungen die Eigenschaft den Maximalwert bei der Klassenbildung auszuschließen. Aus diesem Grund wird der Steigerungsfaktor auf den Wert 5,5 aufgerundet.

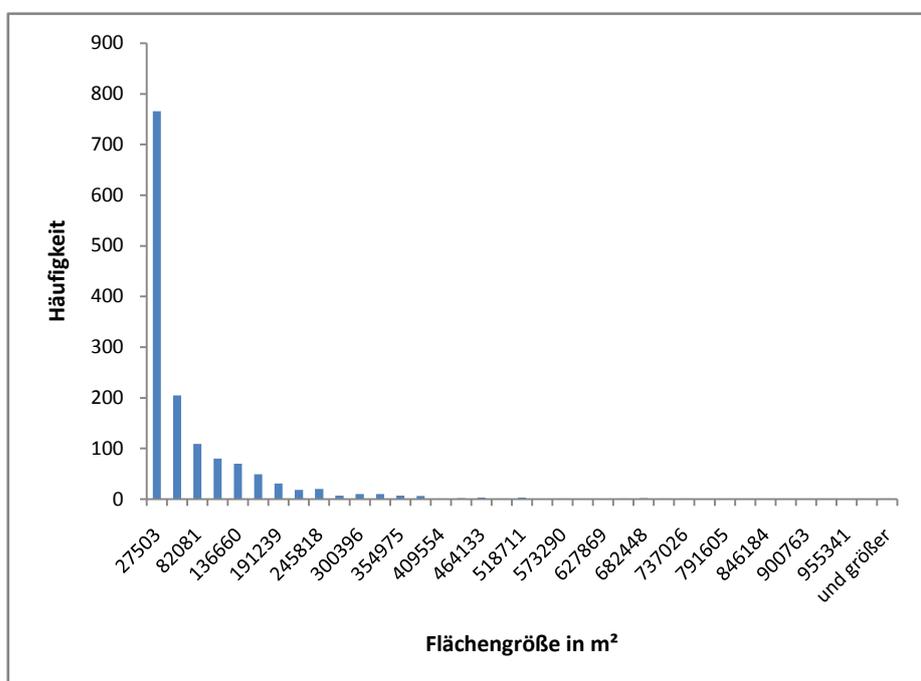


Abb. 27: Histogramm der Flächengrößen

Die Klassenbildung und Umsetzung in die entsprechende Bewertungsskala für die Flächengrößen der Grünlandflächen erfolgt nach folgender Einteilung:

Tab. 20: Punktwertskala für das Bewertungskriterium "Flächengröße"

Flächengröße	Bewertungspunkte	Klasseneinteilung für die Flächengröße [m²]	Anzahl der Flächen in der Klasse
Sehr gering	1	213 bis 1 171,5	137
Gering	2	> 1 171,5 bis 6 443,25	276
Mittel	3	> 6 443,25 bis 35 437,875	412
Hoch	4	> 35 437,875 bis 194 908,31	489
Sehr hoch	5	> 194 908,31 bis 1 071 995,72	91

Das Bewertungskriterium „Biotopvielfalt“

Der Bewertungsindikator „Biotopvielfalt“ betrachtet die Vielfalt der angrenzenden Grünlandflächen (Feuchtgrünland, Grünland, Salzgrasland, frisches Grünland, wechselfeuchtes Grünland, Trockengrünland). Je verschiedener die angrenzenden Biotoptypen sind, desto vielfältiger ist das Nahrungsangebot und desto höher bewertet wird die angrenzende Ackerfläche.

Per GIS-Analyse wird ermittelt wie viele verschiedene positive Nutzungstypen an eine jeweilige Ackerfläche angrenzen. Die Minimalvielfalt liegt bei Null und die Maximalvielfalt bei vier verschiedenen angrenzenden Nutzungstypen. Ackerflächen die nicht an eine der oben genannten Nutzungstypenflächen grenzen erhalten an dieser Stelle keine Bewertungspunkte. Die verwendete Bewertungsskala weist daher vier Stufen auf.

Tab. 21: Punktwertskala für das Bewertungskriterium "Biotopvielfalt"

Biotopvielfalt	Bewertungspunkte	Biotopvielfalt	Anzahl der Flächen in der Klasse
Sehr gering	1	1	1 235
Gering	2	2	222
Hoch	3	3	22
Sehr hoch	4	4	4

Das Bewertungskriterium „Entfernung“

Das Bewertungskriterium „Entfernung“ stellt einen entscheidenden Faktor bei der Energiegewinnung aus der aufgenommenen Nahrung für die Sturmmöwen dar. Für die vorliegende Zielstellung wird die euklidische (geradlinige) Distanz der potentiellen Nahrungsflächen zur Kolonie auf Langenwerder betrachtet. Die Nahrungsflächen werden mittels GIS-Analyse fünf radialen Abständen zugeordnet. Den gesamten Analysebereich beschreibt ein 25 km Kreis rund um die Insel Langenwerder. Für die Bewertung wird der 25 km Radius in 5 km Ringe unterteilt und entsprechende Punktwerte von eins bis fünf vergeben. Je näher eine Fläche an der Vogelinsel

Langenwerder liegt, desto höher wird sie bewertet und je weiter sie entfernt ist, desto niedriger fällt die Bewertung aus.

Die Zuordnung jeder einzelnen Ackerfläche in die 5 km eingeteilten Ringe, erfolgt nach Lage des jeweiligen Flächenschwerpunktes mittels GIS-Analyse.

Tab. 22: Punktwertskala für das Bewertungskriterium "Entfernung"

Entfernung	Bewertungspunkte	Klasseneinteilung für die Entfernung [km]	Anzahl der Flächen in der Klasse
Sehr hoch	1	20 bis 25	1 326
Hoch	2	15 bis 20	1 019
Mittel	3	10 bis 15	540
Gering	4	5 bis 15	249
Sehr gering	5	bis 5	81

5.5.2. Gewichtung der Bewertungsindikatoren

Die Verknüpfung der Kriterien bezogenen Punktwerte zu einer Gesamtbewertung erfolgt oftmals unter Verwendung von Gewichtungen. Die Verwendung von Gewichtungen sollte stets plausibel begründet werden, da hier eine hohe Gefahr einer subjektiven Beeinflussung besteht [WAGNER, 1999]. An dieser Stelle ist eine genaue Zielstellung entscheidend, denn diese beeinflusst die Verwendung und Festlegung von Gewichtungsfaktoren.

Im Rahmen der Zielstellung dieser Arbeit wurde erkannt, dass vor allem die ökonomische Nutzungskonkurrenz auf den Ackerflächen einen wichtigen Faktor darstellt. Um diesen Faktor entsprechend zu berücksichtigen, wurde die Bodengüte aus landwirtschaftlicher Sicht als Bewertungskriterium herangezogen und eine entsprechende Punktwertskala aufgestellt. Um diesem Faktor zusätzliche Bedeutung zu verleihen, wird das Bewertungskriterium „Standorttyp“ bei der Verknüpfung zu einer Gesamtbewertung mit einer Gewichtung versehen.

Die Entfernung der potentiellen Nahrungsflächen zur Vogelkolonie stellt einen zusätzlichen ausschlaggebenden Faktor dar. Dem Bewertungskriterium „Entfernung“ fällt daher eine höhere Bedeutung zu und soll bei der Verknüpfung zu einer Gesamtbewertung ebenfalls eine Gewichtung erhalten.

Ein weiteres Kriterium welchem eine höhere Bedeutung zugesprochen werden kann, ist die Flächengröße der angrenzenden positiven Nutzungstypen. Es wird angenommen, dass bereits bestehende größere Grünlandflächen eine höhere Anziehungskraft haben als kleinere Flächen. Aus diesem Grund soll dem Bewertungskriterium „Flächengröße“ ein Gewichtungsfaktor angehängen werden.

Die genannten Bewertungskriterien können hinsichtlich der Zielstellung nach folgender Priorität eingeordnet werden:

1. Standorttyp
2. Entfernung
3. Flächengröße

Bei der anstehenden Verknüpfung werden verschiedene Gewichtungsvarianten ausgetestet (Tabelle 23) und anschließend einer Auswertung unterzogen. Dabei erhalten die vorher genannten Bewertungskriterien entsprechend ihrer Priorität verschiedene Gewichtungsfaktoren. Die übrigen weniger bedeutenden Kriterien gehen jeweils mit dem Faktor eins in die Gesamtverknüpfung ein. Um die generelle Auswirkung der Verwendung von Gewichtungen zu untersuchen, wird eine Verknüpfungsvariante ohne Gewichtungen vorgenommen.

Tab. 23: Angewandte Gewichtungsfaktoren

Variante	Standorttyp	Biotopverbund	Flächengröße	Biotopvielfalt	Entfernung
A	3	1	2	1	2
B	1	1	1	1	1
C	4	1	2	1	2
D	4	1	1	1	1
E	3	1	1	1	2
F	4	1	2	1	3

5.6. Verknüpfung der Einzelkriterien

Die Verknüpfung der Einzelkriterien erfolgt auf Grundlage des weiter oben beschriebenen Rangsummenverfahrens. Dabei werden die Rangsummen für sechs verschiedene Gewichtungsvarianten (Tabelle 23) berechnet und im Anschluss

ausgewertet. Die Berechnung der Kriterien bezogenen Rangsummen für jede als generell geeignet eingestufte Ackerfläche, als auch die Verknüpfung der Einzelkriterien zur Gesamtbewertung erfolgen in der Software Microsoft Excel.

An dieser Stelle wird nun anhand von zwei Beispielflächen das angewandte Verfahren bis hin zur Verknüpfung der Einzelkriterien zu einer Gesamtrangsumme illustriert und beschrieben.

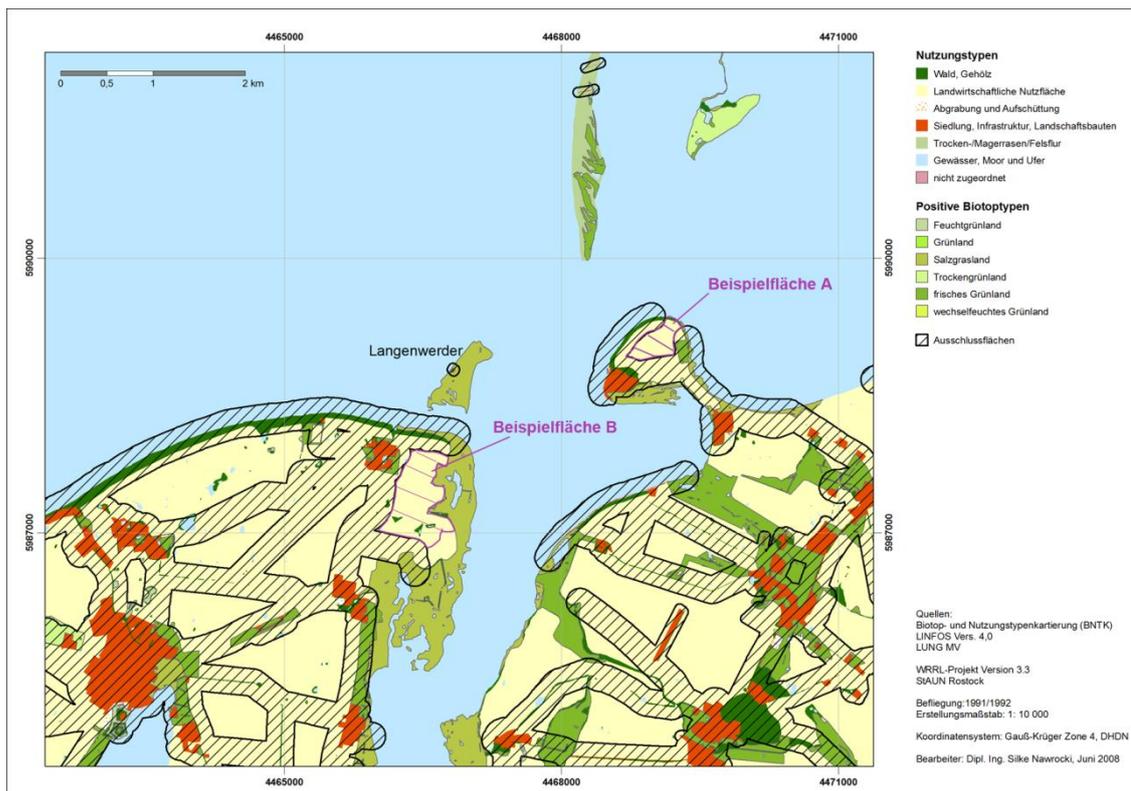


Abb. 28: Beispielausschnitt des Analysegebietes

Die Karte der Abbildung 28 zeigt einen Ausschnitt aus dem Analysegebiet in der unmittelbaren Umgebung der Insel Langenwerder. Der Ausschnitt zeigt die ermittelten Ausschlussflächen, sowie positiven Nutzungstypen. Ackerflächen die nicht als Ausschlussfläche definiert sind, können als generell geeignet eingestuft werden und gehen in das Bewertungsverfahren ein. Um das angewandte Verfahren zu demonstrieren wurden zwei Beispielflächen ausgewählt. Für beide Flächen erfolgt zunächst die Ermittlung der zu vergebenden Bewertungspunkte für die einzelnen Bewertungskriterien, dieser Schritt ist der Tabelle 24 zu entnehmen.

Tab. 24: Bewertungspunktevergabe für die Beispielflächen

Bewertungskriterium	Ermittelter Wert	Bewertungspunkte Beispielfläche A	Ermittelter Wert	Bewertungspunkte Beispielfläche B
Standorttyp	D3a	7	D5b	4
Biotopverbund	0	0	1	1
Flächengröße	0	0	63 442 m ²	4
Biotopvielfalt	0	0	1	1
Entfernung	Bis 5 km	5	Bis 5 km	5

Im nächsten Schritt werden die auf- und absteigenden Rangplätze für beide Flächen innerhalb der verwendeten Bewertungskriterien mittels der weiter oben erwähnten Formeln berechnet (Tabelle 25).

Tab. 25: Ermittlung der Rangplätze für die Beispielflächen

Bewertungskriterium	Rangplatz R+ Beispielfläche A	Rangplatz R- Beispielfläche A	Rangplatz R+ Beispielfläche B	Rangplatz R- Beispielfläche B
Standorttyp	555	2 661	1 327,5	1 888,5
Biotopverbund	-	-	923,5	2 292,5
Flächengröße	-	-	336	2 880
Biotopvielfalt	-	-	866	2 350
Entfernung	41	3 175	41	3 175

Nun werden die einzelnen Rangplätze zu einem auf- und absteigenden Gesamtrangsummenwert verknüpft, wobei die sechs oben erwähnten Gewichtungsvarianten ausgetestet werden (Tabelle 26). Variante B stellt eine Verknüpfung der Werte ohne Gewichtung dar, das heißt die Rangsumme ergibt sich durch reine Addition der Rangplätze der Einzelkriterien.

Tab. 26: Verknüpfung der Einzelkriterien inklusive Gewichtung für die Beispielflächen

Gewichtungsvariante	Rangsumme R+ Beispielfläche A	Rangsumme R- Beispielfläche A	Rangsumme R+ Beispielfläche B	Rangsumme R- Beispielfläche B
A	1747	14333	6526	22418
B	596	5836	3494	12586
C	2302	16994	7853,5	24306,2
D	2261	13819	7476,5	18251,5
E	1747	14333	6190	19538
F	2343	20169	7894,5	27481,5

Im letzten Schritt werden die Ergebnisse der Rangsummenberechnung mittels Flächen-ID mit den Geodaten verknüpft und graphisch dargestellt. Dabei werden die Ergebnisse erneut einer Klassenbildung unterzogen, wobei die Endbewertung der Ackerflächen wiederum anhand einer fünfstufigen (1 = optimal geeignet bis 5 = gering geeignet) Bewertungsskala erfolgt. Bei der Klassifizierung der Gesamtrangsummen wird eine

äquidistante Klassenbildung verwendet. Die jeweilige Klassenbreite errechnet sich nach folgender Formel:

$$\text{Klassenbreite} = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{\text{Klassenanzahl}}$$

Für die Endbewertung und graphische Darstellung wird auf die absteigenden Rangsummen zurückgegriffen, da hohe Rangsummenwerte mit einer hohen Bewertung gleichgesetzt werden können, das heißt je höher die Rangsumme, desto geeigneter ist die Ackerfläche im Sinne der Zielstellung.

Die Beispielflächen A und B können nach erfolgter Klassenbildung in der Verknüpfungsvariante F den Bewertungsstufen 2 und 3 zugeordnet werden (Abbildung 29). In der Verknüpfungsvariante B, ohne Gewichtung, fällt die Beispielfläche B in die höchste Bewertungsstufe 1, das heißt diese Fläche kann in dieser Variante als optimal geeignet bezeichnet werden. Die Beispielfläche A, ohne angrenzende positive Nutzungstypen dagegen, fällt in die Bewertungsstufe 4 (Abbildung 30). An diesen beiden Beispielflächen wird schon ersichtlich, wie hoch die Auswirkungen von Gewichtungsfaktoren sind.

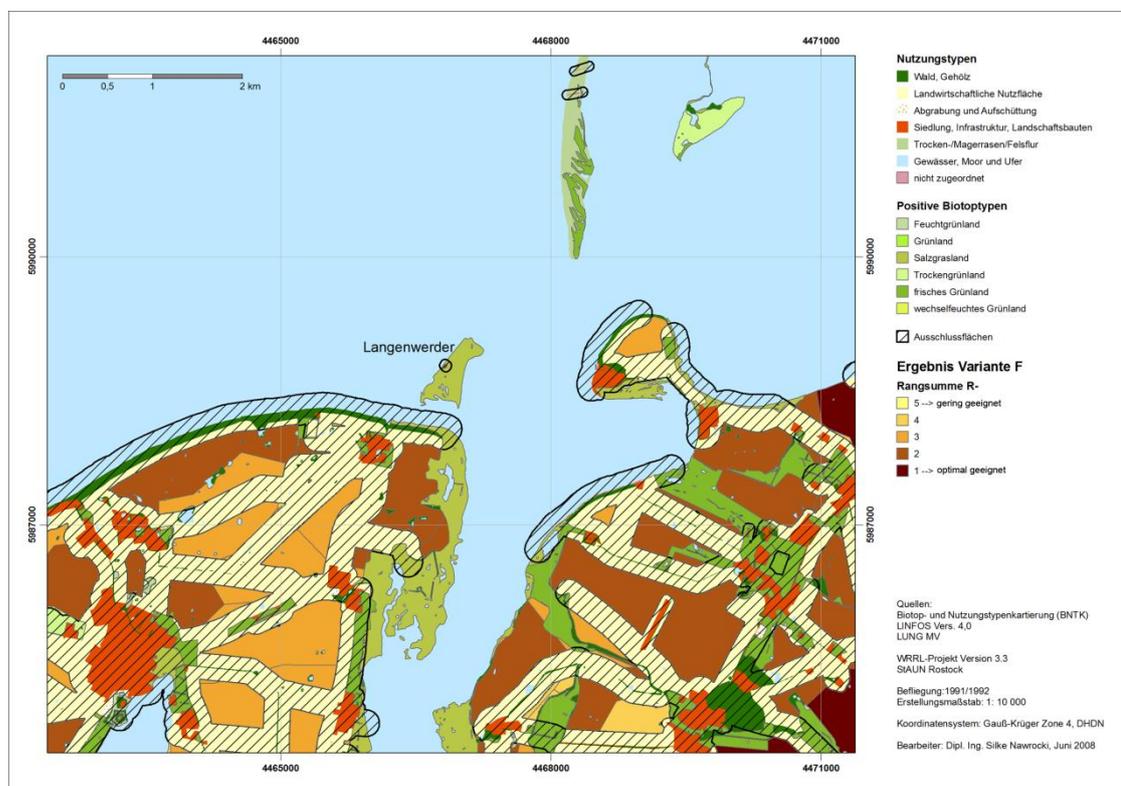


Abb. 29: Bewertungsergebnis Verknüpfungsvariante F für die Beispielflächen

Eine detaillierte Abschlussauswertung der gewählten Gewichtungsvarianten kann nur durch Vergleich verschiedener Vergleichsflächen, vor dem Hintergrund der Zielstellung erfolgen. Dabei sollten repräsentative Flächen ausgewählt werden, die im Hinblick auf die verwendeten Bewertungskriterien besonders markante Eigenschaften aufweisen. Diese Auswertung ist Inhalt des nachfolgenden Teilabschnitts.

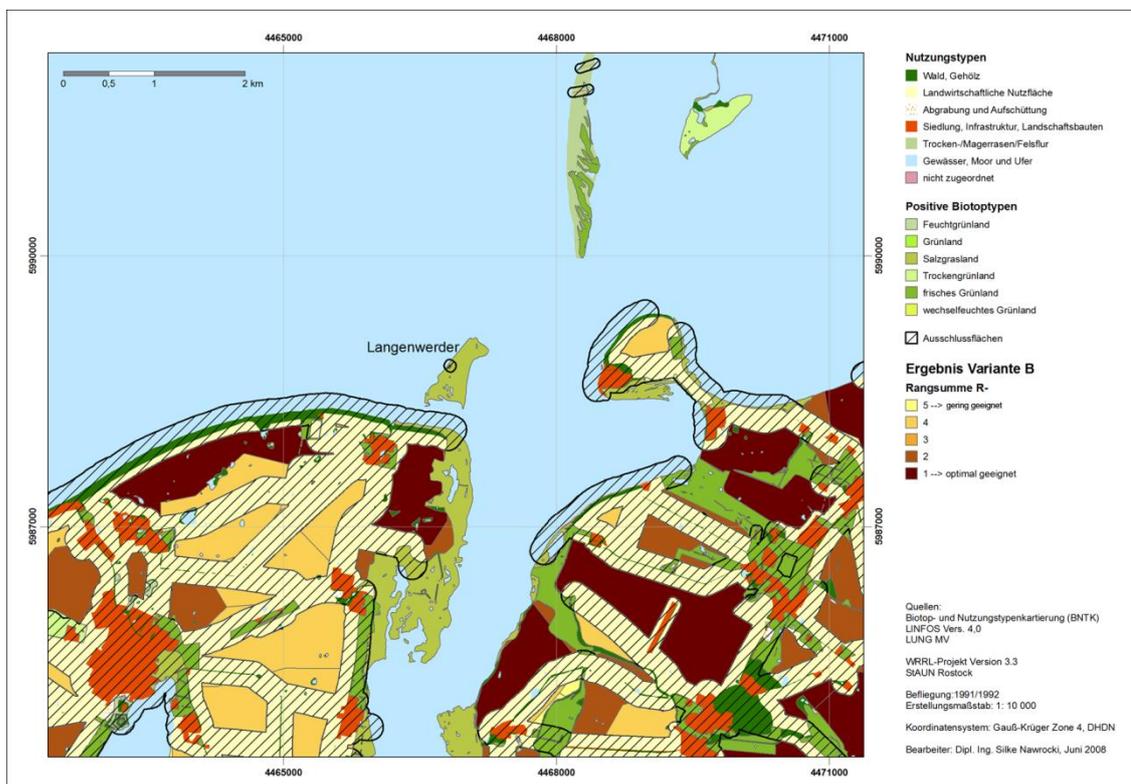


Abb. 30: Bewertungsergebnis Verknüpfungsvariante B für die Beispielflächen

5.7. Auswertung der Gewichtungsvarianten

Für die Auswertung der Gewichtungsvarianten werden verschiedene repräsentative Vergleichsflächen herausgegriffen und hinsichtlich der Zielstellung sowie der ermittelten Wertpunkte für die Einzelkriterien genauer betrachtet. Aus dieser Betrachtung soll die für die Aufgabenstellung zweckmäßigste Gewichtungsvariante hervorgehen.

Vorab werden die Ergebnisse der Rangsummenberechnung der einzelnen Gewichtungsvarianten genauer betrachtet. Hier stehen die Verteilung der Ergebniswerte (Minimal- und Maximalwerte) und die daraufhin erfolgte

Klassenbildung im Vordergrund. Anschließend werden anhand von Vergleichsflächen die verwendeten Gewichtungsvarianten diskutiert.

Ergebnisse der Einzelwertverknüpfungen der Variante A

Bei der Verknüpfungsvariante A werden die Bewertungskriterien „Entfernung“ und „Flächengröße“ doppelt gewertet und der „Standorttyp“ wird dreifach gewertet. Der Minimalwert der absteigenden Rangsummenplätze liegt bei 1 327 und der Maximalwert bei 28 049. Für eine fünfstufige äquidistante Klassenbildung ergibt sich eine Klassenbreite von 5 344,4. In Tabelle 27 werden die gewählte Klasseneinteilung und die Werteverteilung in den Klassen ersichtlich. Hier fällt auf, dass bei dieser Gewichtungsvariante über 50% der Ackerflächen in den letzten beiden Eignungsklassen liegen. Nur rund 24% der Ackerflächen erscheinen als optimal bis sehr gut geeignet.

Tab. 27: Klassenbildung der Einzelwertverknüpfung - Variante A

Eignungswert	Klasse	Klassenbreite	Werte in der Klasse	% Verteilung
optimal geeignet	1	> 22 704,6	141	4,4%
sehr gut geeignet	2	> 17 360,2 – 22 704,6	645	20,1%
gut geeignet	3	> 12 015,8 – 17 360,2	765	23,8%
mäßig geeignet	4	> 6 671,4 – 12 015,8	1005	31,2%
gering geeignet	5	≤ 6 671,4	659	20,5%

Ergebnisse der Einzelwertverknüpfungen der Variante B

Bei dieser Verknüpfung wurde keine Gewichtung angebracht, das heißt die Rangplätze der einzelnen Bewertungskriterien wurden durch reine Addition miteinander verbunden. Der Minimalwert der absteigenden Rangsummenplätze liegt bei 663,5 und der Maximalwert bei 15 503. Für eine fünfstufige äquidistante Klassenbildung ergibt sich eine Klassenbreite von 2 967,9. Tabelle 28 zeigt die Klasseneinteilung und die Werteverteilung in den Klassen, sowie die prozentuale Wertverteilung. Auch bei dieser Variante werden über 50% der Ackerflächen als mäßig

und gering geeignet bewertet. Der Anteil der gering geeigneten Flächen ist bei dieser Variante am größten. Als optimal geeignet erscheinen knapp 6% der Ackerflächen.

Tab. 28: Klassenbildung der Einzelwertverknüpfung - Variante B

Eignungswert	Klasse	Klassenbreite	Werte in der Klasse	% Verteilung
optimal geeignet	1	> 12 535,1	188	5,8%
sehr gut geeignet	2	> 9 567,2 – 12 535,1	843	26,2%
gut geeignet	3	> 6 599,3 – 9 567,2	428	13,3%
mäßig geeignet	4	> 3 631,4 – 6 599,3	741	23,1%
gering geeignet	5	≤ 3 631,4	1 015	31,6%

Ergebnisse der Einzelwertverknüpfungen der Variante C

In der Variante C werden die Bewertungskriterien „Entfernung“ und „Flächengröße“ doppelt gewertet und der „Standorttyp“ wird aufgrund seiner hohen Bedeutung in dieser Variante vierfach gewertet. Der Minimalwert der absteigenden Rangsummenplätze liegt wie bei Variante A bei 1 327 und der Maximalwert bei 31 232. Für eine fünfstufige äquidistante Klassenbildung ergibt sich eine Klassenbreite von 5 981. Aus Tabelle 29 können die Klasseneinteilung und die Werteverteilung innerhalb der Klassen entnommen werden. Die Wertverteilung durch diese Verknüpfung ist in den oberen Klassen geringer und in den unteren Klassen gleichmäßiger als bei den vorhergehenden Kombinationen.

Tab. 29: Klassenbildung der Einzelwertverknüpfung - Variante C

Eignungswert	Klasse	Klassenbreite	Werte in der Klasse	% Verteilung
optimal geeignet	1	> 25 251	146	4,5%
sehr gut geeignet	2	> 19 270 – 25 251	601	18,7%
gut geeignet	3	> 13 289 – 19 270	918	28,6%
mäßig geeignet	4	> 7 308 – 13 289	891	27,7%
gering geeignet	5	≤ 7 308	659	20,5%

Ergebnisse der Einzelwertverknüpfungen der Variante D

Bei der Verknüpfungsvariante D liegt der Fokus wiederum auf dem Bewertungskriterium „Standorttyp“, welches mit einer vierfachen Wertung in die

Kombination eingeht. Alle übrigen Bewertungskriterien gehen mit einer einfachen Wertung in die Verknüpfung ein. Der Minimalwert der absteigenden Rangsummenplätze liegt wie bei Variante B bei 663,5 und der Maximalwert bei 25 052. Für eine fünfstufige äquidistante Klassenbildung ergibt sich eine Klassenbreite von 4 877,7. Wie aus Tabelle 30 zu entnehmen, ähnelt sich die Wertverteilung bei dieser Variante mit der Verteilung aus Variante C, es werden jedoch weniger Flächen als gering geeignet bewertet.

Tab. 30: Klassenbildung der Einzelwertverknüpfung - Variante D

Eignungswert	Klasse	Klassenbreite	Werte in der Klasse	% Verteilung
optimal geeignet	1	> 20 174,3	189	5,9%
sehr gut geeignet	2	> 15 296,6 – 20 174,3	574	17,9%
gut geeignet	3	> 10 418,9 – 15 296,6	917	28,5%
mäßig geeignet	4	> 5 541,2 – 10 418,9	930	28,9%
gering geeignet	5	≤ 5 541,2	605	18,8%

Ergebnisse der Einzelwertverknüpfungen der Variante E

Bei Variante E wird das Bewertungskriterium „Entfernung“ doppelt gewertet und der „Standorttyp“ geht dreifach in die Verknüpfung ein. Alle übrigen Werte gehen einfach in die Kombination ein. Der Minimalwert der absteigenden Rangsummenplätze liegt wie bei Variante A und C bei 1 327 und der Maximalwert bei 24 879. Für eine fünfstufige äquidistante Klassenbildung ergibt sich eine Klassenbreite von 4 710,4. Diese Verknüpfung erreicht wie in Tabelle 31 ersichtlich eine sehr ähnliche Wertverteilung wie Variante C und D.

Tab. 31: Klassenbildung der Einzelwertverknüpfung - Variante E

Eignungswert	Klasse	Klassenbreite	Werte in der Klasse	% Verteilung
optimal geeignet	1	> 20 168,6	137	4,3%
sehr gut geeignet	2	> 15 458,2 – 20 168,6	592	18,4%
gut geeignet	3	> 10 747,8 – 15 458,2	975	30,3%
mäßig geeignet	4	> 6 037,4 – 10 747,8	868	27,0%
gering geeignet	5	≤ 6 037,4	643	20,0%

Ergebnisse der Einzelwertverknüpfungen der Variante F

In der letzten Verknüpfungsvariante gehen die Bewertungskriterien „Entfernung“, „Flächengröße“ und „Standorttyp“ entsprechend ihrer oben erwähnten Priorität in die Bewertung ein. Der „Standorttyp“ geht vierfach, die „Entfernung“ dreifach und die „Flächengröße“ doppelt in die Verknüpfung ein. Der Minimalwert der absteigenden Rangsummenplätze liegt bei 1 990,5 und der Maximalwert bei 34 242. Für eine fünfstufige äquidistante Klassenbildung ergibt sich eine Klassenbreite von 6 450,3. Aus Tabelle 32 können die Klasseneinteilung und die Werteverteilung innerhalb der Klassen entnommen werden. Auch für diese Kombinationsvariante ergibt sich eine sehr ähnliche Wertverteilung wie für Variante C, D und E.

Tab. 32: Klassenbildung der Einzelwertverknüpfung - Variante F

Eignungswert	Klasse	Klassenbreite	Werte in der Klasse	% Verteilung
optimal geeignet	1	> 27 791,7	127	4,0%
sehr gut geeignet	2	> 21 341,4 – 27 791,7	585	18,2%
gut geeignet	3	> 14 891,1 – 21 341,4	998	31,0%
mäßig geeignet	4	> 8 440,8 – 14 891,1	894	27,8%
gering geeignet	5	≤ 8 440,8	611	19,0%

Es werden nun verschiedene Flächen ausgewählt und die Auswirkungen der Gewichtungen genauer betrachtet. Dazu werden die als Bewertungskriterium eingegangenen Wertpunkte (WP) aufgeführt und die jeweilige Gesamtbewertung in den einzelnen Gewichtungsvarianten. Für die Auswahl der Vergleichsflächen wird aus jedem der fünf Bewertungskriterien jeweils auf Flächen mit Minimal- und Maximalwerten zurückgegriffen (Tabelle 33). Die übrigen Bewertungskriterien sollten dabei untereinander teilweise möglichst vergleichbar sein.

Tab. 33: Punktwertungen der Vergleichsflächen

Flächen ID	WP Standorttyp	WP Biotopverbund	WP Flächengröße	WP Biotopvielfalt	WP Entfernung
2542	1	1	3	1	4
2562	10	1	4	1	4
2486	10	1	3	1	4
1351	9	5	4	4	1
18	9	1	3	1	1
2744	10	1	5	1	4

238	9	1	1	1	1
757	4	4	4	4	1
1512	4	3	3	1	2
2194	1	2	3	2	5
2465	7	0	0	0	5
591	7	1	0	1	1
2947	1	2	4	1	1
2416	4	0	0	0	5
2365	3	0	0	0	1
1781	1	3	3	2	4
2012	1	1	2	1	4
768	1	1	0	1	2

Tab. 34: Gesamtbewertung der Vergleichsflächen in den Gewichtungsvarianten

Flächen ID	Klasse Variante A	Klasse Variante B	Klasse Variante C	Klasse Variante D	Klasse Variante E	Klasse Variante F
2542	2	2	3	3	2	2
2562	1	1	1	1	1	1
2486	1	1	1	1	1	1
1351	2	1	1	1	2	2
18	2	2	2	2	2	2
2744	1	1	1	1	1	1
238	2	2	2	2	2	2
757	2	2	2	2	2	2
1512	2	2	2	2	2	2
2194	2	1	2	2	2	2
2465	3	4	3	3	3	3
591	3	3	3	2	3	3
2947	3	2	3	3	3	3
2416	4	4	3	3	3	3
2365	5	5	5	4	5	5
1781	2	1	2	2	2	2
2012	2	2	3	3	3	2
768	4	3	4	4	3	4

Tabelle 34 zeigt die jeweiligen Gesamtpunktwertungen der Vergleichsflächen. Flächen bei denen die Gewichtung keine Auswirkung hat, sind in der Tabelle hellgrün markiert. Das sind unter anderem Flächen die bei dem Bewertungskriterium „Standorttyp“ den höchsten Punktwert erhalten haben.

Eine rote Markierung haben Flächen erhalten, bei denen die Gewichtung eine Veränderung der Platzierung um einen Wert in allen Varianten ausgemacht hat. Davon sind drei durch die Gewichtung schlechter bewertet worden und eine Fläche besser (ID 2456). Die bessere Bewertung erhielt eine Fläche die eine hohe Punktzahl für den

Standorttyp und die Entfernung aufweist. Als Vergleich dazu kann die Fläche mit der ID2194 herangenommen werden. Diese weist eine gleich hohe Wertung für die Entfernung auf, hat zusätzliche Punktwertungen durch angrenzende positive Nutzungstypen, aber die niedrigste Wertung für den Standorttyp. Als Ergebnis der Gewichtung, wird diese Fläche in der Gesamtbewertung geringer eingestuft. Für die Flächen mit den IDs 2947 und 1781 wirkt der gleiche Effekt durch den niedrigen Punktwert für den Standorttyp. Unter dem Gesichtspunkt der Zielstellung sind diese Auswirkungen als zweckmäßig zu erachten, denn aus landwirtschaftlicher Sicht wertvollere Flächen sollen im Rahmen der Analyse, eher als weniger geeignet bewertet werden. Eine schlechtere Platzierung für Flächen mit niedrigen Punktwerten für den Standorttyp und eine bessere Platzierung für Flächen mit hohen Punktwerten für den Standorttyp sind an dieser Stelle erklärtes Ziel bei Verwendung von Gewichtungen. Aufgrund dieser Beobachtungen lässt sich die Anwendung von Gewichtungen bei der Verknüpfung der Einzelwerte zu einer Gesamtbewertung begründen.

Auf die blau markierten Flächen wirken die verschiedenen Gewichtungsvarianten auf unterschiedliche Art und Weise. Anhand dieser Flächen werden die einzelnen Varianten genauer betrachtet und die Gesamtbewertungen in Bezug auf die Einzelpunktwertungen analysiert. Favorisierte Ergebnisse im Sinne der Zielstellung werden in Tabelle 35 gelb markiert. Die Variante mit den meisten Markierungen wird als die geeignetste im Rahmen dieser Flächenbewertung angesehen.

Tab. 35: Gewichtungsvarianten Auswertung

Flächen ID	Klasse Variante A	Klasse Variante B	Klasse Variante C	Klasse Variante D	Klasse Variante E	Klasse Variante F
2542	2	2	3	3	2	2
1351	2	1	1	1	2	2
591	3	3	3	2	3	3
2416	4	4	3	3	3	3
2365	5	5	5	4	5	5
2012	2	2	3	3	3	2
768	4	3	4	4	3	4

Für die Fläche 2542 mit der niedrigsten Punktwertung für den Standorttyp werden die Varianten C und D bevorzugt, da diese eine Herabsetzung der Bewertung bewirken. Die Fläche 1351 hat eine hohe Punktwertung für den Standorttyp, als auch für den Biotopverbund. Als Nachteil wirkt sich einzig die Entfernung aus. Da der Standorttyp

jedoch höchste Priorität hat, sollte diese Fläche besser bewertet werden, daher werden hier ebenso die Varianten C und D bevorzugt. Gleiches gilt für Fläche 591 und 2416. Hier werden die Varianten bevorzugt die eine Aufwertung erwirken. Für die Flächen 2365, 2012 und 768 ist aufgrund des niedrigen Standorttyps eine Abwertung der Platzierung erwünscht, daher werden hier die entsprechenden Varianten bevorzugt.

Durch diese Herangehensweise wird ersichtlich, dass die Gewichtungsvarianten C und D, beide mit sechs Markierungen versehen, im Rahmen der Zielstellung favorisiert werden können. Schaut man sich Fläche 2365, noch einmal an, wird hier ersichtlich, dass durch die Gewichtungsvariante D eine Aufwertung stattgefunden hat, obwohl es sich um eine eher niedrige Standorttypbewertung handelt. Für Fläche 591 hat nur die Gewichtungsvariante D zu einer Aufwertung geführt. Da es sich um eine Fläche mit relativ hoher Punktwertung für den Standorttyp und niedriger Bewertung für die Entfernung handelt, ist eine Aufwertung nicht zwangsläufig notwendig. Aus diesem Grund kann die Gewichtungsvariante C als am besten geeignet eingestuft werden.

Die Ergebnisse der Flächenbewertung nach dem verwendeten Rangsummenverfahren und der favorisierten Gewichtungsvariante C werden im nachfolgenden Kapitel diskutiert.

6. Ergebnisse

Ziel der Analyse war es, Ackerflächen auf Ihre potentielle Eignung als zukünftige Nahrungsfläche für Sturmmöwen aufgrund verschiedener Kriterien zu bewerten. Für die Bewertung der generell geeigneten Ackerflächen auf Basis der Bewertungskriterien wurde ein Rangsummenverfahren angewandt. Die Verknüpfung der Bewertungskriterien erfolgte durch Verwendung einer als geeignet erachteten Gewichtungsvariante. Die Zuordnung zu einer Endbewertung erfolgte durch eine äquidistante Klassifizierung der Rangsummen in einer fünfstufigen Bewertungsskala.

Das Ergebnis des gesamten Verfahrens wird in diesem Abschnitt näher beleuchtet. Als erstes wird wiederum mit Hilfe einer räumlichen Trendanalyse untersucht, wie sich die Wertverteilung räumlich verhält. Dazu werden die verknüpften Rangsummen jeder einzelnen potentiellen Nahrungsfläche herangezogen. Es soll geklärt werden, ob es innerhalb des Untersuchungsgebietes lokale Trends gibt und ob die in Abschnitt 5.4.1 durch Trendanalyse der Standorttypen hervorgebrachte Annahme, dass vor allem im östlichen Bereich, sowie in Küstennähe bzw. am Rand des Untersuchungsgebietes aus ökonomischer Sicht geeignete Flächen liegen, im Bewertungsergebnis berücksichtigt wurde.

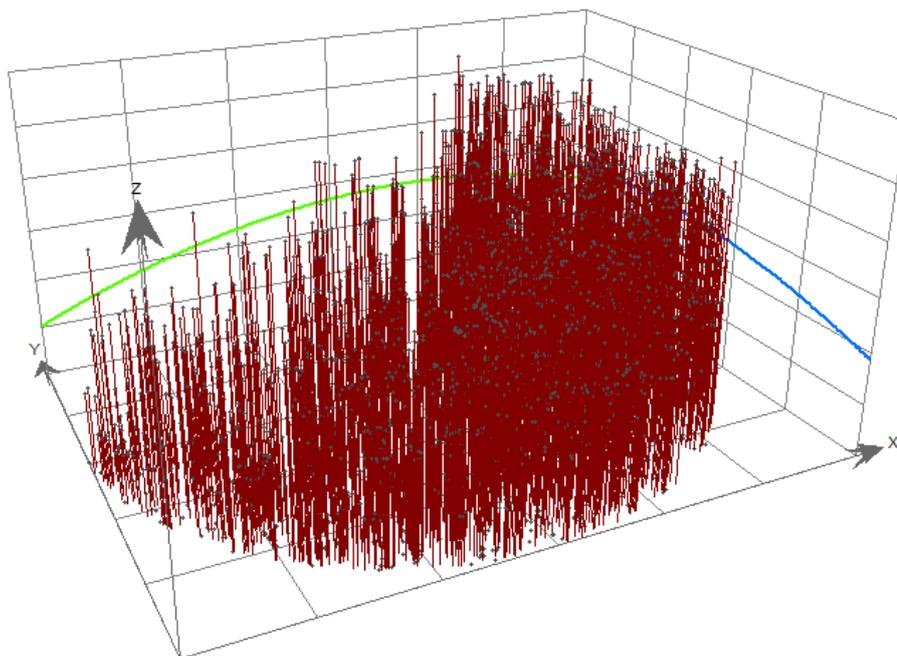


Abb. 31: Trendanalyse des Bewertungsergebnisses

In Abbildung 31 ist das visuelle Ergebnis der Trendanalyse dargestellt. Hohe Striche deuten auf eine hohe Rangsumme und damit eine hohe Bewertung der Fläche hin. Flache Striche stehen für niedrige Rangsummen und damit eine geringere Bewertung der Eignung der Fläche. Die grüne Ost-West Trendlinie hat einen deutlichen Anstieg in Richtung Osten und deutet darauf hin, dass vor allem in den östlichen Gebieten Flächen mit hohem Eignungswert liegen. Dies deckt sich mit der in Abschnitt 5.4.1 durchgeführten Trendanalyse. Die blaue Nord-Süd Trendlinie verläuft in einem absteigenden Bogen von Nord nach Süd. Dieser Trend verdeutlicht die stärkere Berücksichtigung der Entfernung von der Vogelkolonie bei der Bewertung der Flächen. Ein Vergleich dieser Trendlinie mit der Trendlinie aus Abbildung 22 deutet darauf hin, dass im mittleren Bereich des Untersuchungsgebietes Flächen mit höherer Bodengüte ebenso als geeignet ausgewiesen wurden.

Es soll nun festgestellt werden, mit welchem Anteil die Ackerflächen den fünf Bewertungsklassen innerhalb der 5 km Umkreise zugeordnet wurden. Dazu werden die Flächen nach ihrem Flächenschwerpunkt ausgewählt und die Bewertungsklasse festgestellt. Die prozentuale Verteilung der Flächen in den Bewertungsstufen innerhalb der Umkreise ist Tabelle 36 zu entnehmen.

Tab. 36: Verteilung der Bewertungen in den 5 km Umkreisen

Umkreis	Klasse 1 optimal geeignet	Klasse 2 sehr gut geeignet	Klasse 3 gut geeignet	Klasse 4 mäßig geeignet	Klasse 5 gering geeignet
Bis 5 km	4%	31%	33%	22%	10%
5 bis 10 km	18%	15%	49%	5%	13%
10 bis 15 km	10%	19%	34%	26%	11%
15 bis 20 km	4%	22%	25%	32%	16%
20 bis 25 km	0,3%	16,2%	24,9%	29,3%	29,3%

Die in Tabelle 36 dargestellte Verteilung der Bewertungen in den 5 km Umkreisen, bestätigt die Aussage der vorangegangenen Trendanalyse erneut. Mit zunehmender Entfernung von der Vogelkolonie nimmt der Eignungswert der Ackerflächen ab. Ackerflächen die durch die Flächenbewertung als optimal geeignet ausgewiesen wurden, befinden sich überwiegend innerhalb des 5-10 km Umkreises, gefolgt vom 10-15 Kilometer Umkreis. In unmittelbarer Umgebung zur Insel Langenwerder, überwiegen Ackerflächen mit guter Eignung.

Es soll nun festgestellt werden, in welche Bewertungsklassen die Standorttypen der MMK innerhalb der Umkreise eingeteilt wurden. Im Bewertungsergebnis sollten Flächen die aus landwirtschaftlicher Sicht hochwertig sind, eher eine geringere Bewertung erhalten haben. Die folgenden Tabellen 37 bis 41 zeigen die absolute Verteilung der Ackerflächen hinsichtlich des Standorttyps innerhalb der fünf Bewertungsklassen und Entfernungsradien.

Tab. 37: Verteilung in den Bewertungsklassen hinsichtlich Standorttyp (bis 5 km)

Standorttyp Wertung	Klasse 1 optimal geeignet	Klasse 2 sehr gut geeignet	Klasse 3 gut geeignet	Klasse 4 mäßig geeignet	Klasse 5 gering geeignet
1		3	1	4	
2		6	1	4	
3		12		10	
4		3	8		
5			6		
6	1	1	3		
7	1		2		
8					
9					
10	1				

Tab. 38: Verteilung in den Bewertungsklassen hinsichtlich Standorttyp (5 bis 10 km)

Standorttyp Wertung	Klasse 1 optimal geeignet	Klasse 2 sehr gut geeignet	Klasse 3 gut geeignet	Klasse 4 mäßig geeignet	Klasse 5 gering geeignet
1		4	2	3	
2		6	1	1	
3		8	1	7	
4	2	17	34		
5	4	1	6		
6	13		12		
7	2	1	9		
8	13		13		
9	4		11		
10	6	1	11		

Tab. 39: Verteilung in den Bewertungsklassen hinsichtlich Standorttyp (10 bis 15 km)

Standorttyp Wertung	Klasse 1 optimal geeignet	Klasse 2 sehr gut geeignet	Klasse 3 gut geeignet	Klasse 4 mäßig geeignet	Klasse 5 gering geeignet
1		4	14	15	
2		1	2	8	
3		8	2	16	
4	1	67	7	101	
5	1	4	4		
6	1	4	9		
7	8	5	27		
8	29	8	52		
9	4		3		
10	12		11		

Tab. 40: Verteilung in den Bewertungsklassen hinsichtlich Standorttyp (15 bis 20 km)

Standorttyp Wertung	Klasse 1 optimal geeignet	Klasse 2 sehr gut geeignet	Klasse 3 gut geeignet	Klasse 4 mäßig geeignet	Klasse 5 gering geeignet
1			6	2	8
2		5	40	67	
3		20	15	40	
4		101	3	128	
5		12	1	22	
6	10	51	57		
7	5	18	2		
8	8	12	25		
9	13	4	19		
10	3		1		

Tab. 41: Verteilung in den Bewertungsklassen hinsichtlich Standorttyp (20 bis 25 km)

Standorttyp Wertung	Klasse 1 optimal geeignet	Klasse 2 sehr gut geeignet	Klasse 3 gut geeignet	Klasse 4 mäßig geeignet	Klasse 5 gering geeignet
1			13		7
2			91	5	95
3			58	3	54
4		52	81	118	
5		15	2	4	
6		15		21	
7		43	3	63	
8		30	1	15	
9	3	48	68		
10	1	11	7		

Zur Beurteilung muss berücksichtigt werden, dass die Bodenverhältnisse und damit die einzelnen Standorttypen, sehr heterogen innerhalb der Entfernungsradien verteilt sind (Tabelle 42). Aus den oben dargestellten Tabellen kann man jedoch einen deutlichen Einfluss des Bewertungskriteriums „Entfernung“ erkennen. Dieses bewirkt mit zunehmender Entfernung eine Einordnung von Standorttypen mit niedriger Bewertung in Klassen geringer Eignung. Flächen mit den Punktwertungen 9 und 10 für den Standorttyp belegen generell nur die Bewertungsklassen 1 bis 3. Flächen mit einer Standorttypbewertung von 1 bis 3 werden generell nicht als „optimal geeignet“ bewertet. Nur in den Entfernungsradien 5 bis 10 km und 10 bis 15 km werden Flächen mit einer Standorttypbewertung von 4 und 5 in die „optimal geeignete“ Klasse eingegliedert.

Tab. 42: Absolute Verteilung der Standorttypen in den Entfernungsradien unabhängig von Ackerflächen

Standorttyp	Punktwertung	bis 5km	bis 10km	bis 15km	bis 20km	bis 25km
D2b	10	4	8	9	5	10
D2a	9		9	3	13	46
D3b	8		2	12	12	11
D3a	7	1	7	12	16	29
D4b	6	1	8	5	20	11
D4a	5	3	4	2	12	17
D5b	4	5	16	49	48	70
D5a	3	4	3	7	25	31
D6b	2	5	6	3	30	45
D6a	1	2	6	8	8	7

Die aufgeführten Untersuchungen zeigen, dass die Bewertung hinsichtlich der favorisierten Bewertungskriterien „Standorttyp“ und „Entfernung“ insbesondere in der Klasse 1 die gewünschten Ergebnisse erreicht hat. In dieser Klasse befinden sich keine aus landwirtschaftlicher Sicht hoch wertvollen Ackerflächen. Erst ab einer Punktwertung von vier für den Standorttypen, befinden sich vereinzelt Flächen in der Klasse 1.

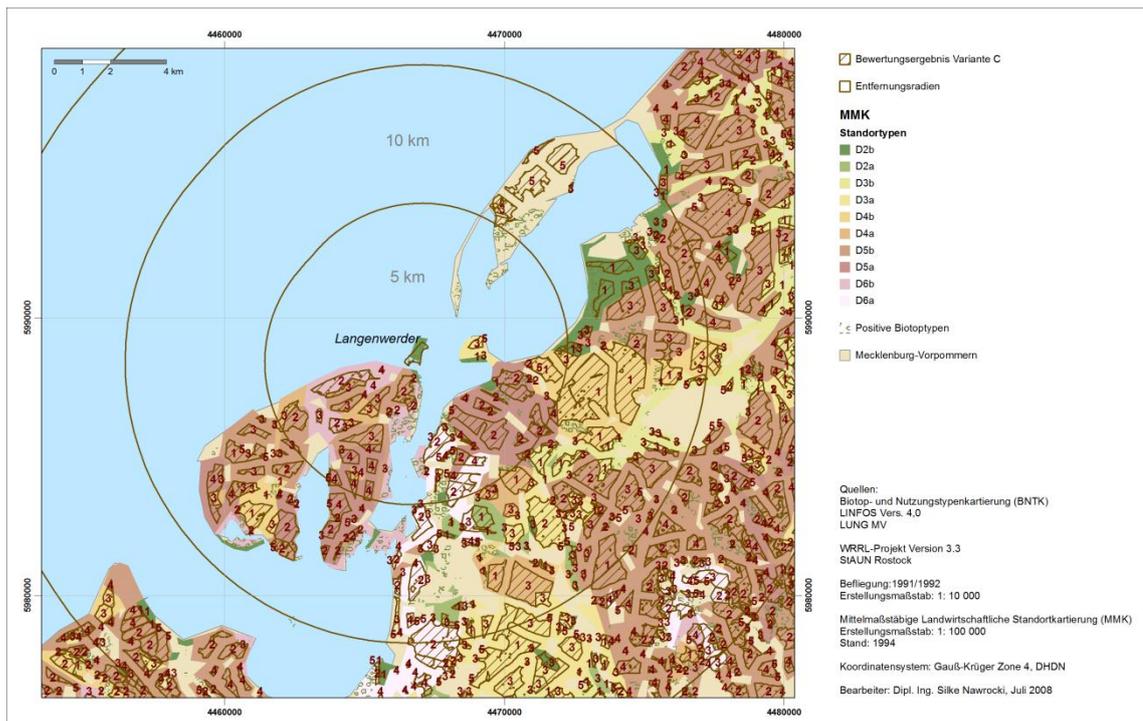


Abb. 32: Vergleich von Bewertungsergebnis und Standorttyp

In Abbildung 32 ist die Bewertungsklassifizierung durch die Zahlenwerte eins bis fünf in den Entfernungsradien bis 10km dargestellt. Zusätzlich sind die positiven Biotoptypen und die Standorttypenverteilung dargestellt. Auch hier ist zu erkennen, dass in die Klasse 1 nur Standorttypen mit einer Maximal-Punktwertung von vier zugeordnet wurden. In die Klasse 2 fallen in diesen Entfernungsbereichen auch landwirtschaftlich sehr wertvolle Flächen.

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass im Rahmen der Zielstellung zunächst nur primär die als „optimal geeignet“ ausgewiesenen Ackerflächen als zukünftige potentielle Nahrungsflächen in Frage kommen sollten. Die in diese Klasse eingeordneten Ackerflächen entsprechen zum Einen der Anforderung weniger landwirtschaftlich wertvolle Flächen auszuweisen und berücksichtigen zum Anderen bereits vorhandene Grünlandflächen sowie die Entfernung zur Vogelkolonie.

Die im Bewertungsergebnis als „optimal geeignet“ bezeichneten Flächen können vor dem Hintergrund einer Entscheidungsgrundlage für die Sicherung von Nahrungsflächen unter ökonomischen und naturschutzfachlichen Aspekten, beispielsweise im Rahmen von Extensivierungsprogrammen, vorrangig herangezogen werden. In der Ergebnisdarstellung finden diese Feststellungen insofern

Berücksichtigung, dass für jede der fünf Bewertungsklassen eine eigene Kartendarstellung erstellt wird. Diese befinden sich im Anhang, Karte 2 bis 7.

Als zusätzliche Ergebnisdarstellung werden die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Sturmmöwenbeobachtungen und Standortkartierungen in den Monaten Juni und Juli 2007 herangezogen und in einer Karte verarbeitet. Aufgrund der per Kfz durchgeführten Beobachtungen, liegen die Kartierungen sehr nahe an Verkehrswegen und fallen dadurch überwiegend in die in der Analyse ermittelten Störflächen. Da die Beobachtungen nicht analytisch vorgenommen wurden, können die Kartierungen nicht zur Verifizierung der Bewertungsergebnisse herangezogen werden. Sie können den Betreuern der Vogelkolonie jedoch räumliche Anhaltspunkte liefern. Es wurden insgesamt 44 Beobachtungen kartiert, davon 32 bei der Nahrungssuche im Flug und 12 bei der Nahrungsaufnahme auf Grünland- und Ackerflächen. Eine räumliche Analyse der kartierten Beobachtungen und der als optimal geeignet bewerteten potentiellen Nahrungsflächen ergibt, dass 8 Beobachtungen von Nahrungsflügen in einem Umkreis von 200 m zu einer optimalen Nahrungsfläche liegen. Bei einer Vergrößerung der Entfernung auf 300 m werden 13 Beobachtungen selektiert. In einer Entfernung von 180 m von den als optimal bewerteten Ackerflächen konnten 3 Beobachtungen der direkten Nahrungsaufnahme kartiert werden, diese steigen auf 5 Beobachtungen mit einer Entfernung von 300 m und auf 8 mit einer Entfernung von 500 m.

Die eingangs gestellte Frage nach der Relevanz von GIS einen Beitrag zur Bestandssicherung der Sturmmöwenkolonie auf Langenwerder leisten zu können, kann an dieser Stelle nicht grundsätzlich beantwortet werden. Die mit GIS-Werkzeugen durchgeführte Analyse und Bewertung hat unter Berücksichtigung verschiedener ökonomischer und ökologischer Forderungen ein nachvollziehbares und unter verschiedenen Aspekten beurteiltes Bewertungsergebnis hervorgebracht. Die Ergebnisse sind im Rahmen einer Entscheidungsfindung von Flächenerwerb für zukünftige potentielle Nahrungsflächen durch die Betreuer der Vogelkolonie durchaus verwertbar. Die Einflüsse die auf den Bestand der Sturmmöwen wirken sind so vielfältig, dass eine Auswirkung zur Bestandssicherung durch die Ergebnisse dieser Arbeit auf keinen Fall gegenwärtig geklärt werden kann.

Des Weiteren sollte die Frage nach geeigneten Datengrundlagen für Naturschutz relevante Problematiken beantwortet werden → wie müssten geeignete Daten beschaffen sein? Die innerhalb des gesamten Analyse- und Bewertungsprozesses verwendeten Daten unterschieden sich in Bezug auf thematische und zeitliche Auflösung erheblich. Die hier vorliegende Fragestellung konzentriert sich auf einen regional sehr begrenzten Bereich und zudem einer thematisch sehr detaillierten Untersuchung. Sie verlangt daher eine hohe thematische Auflösung. Diese wird nur durch speziell auf Nutzungs- und Biotoptypen ausgerichtete Kartierungen erlangt. Aus dieser Hinsicht haben sich die BNTK Daten als besonders gut geeignet hervorgetan. Die Daten aus dem ATKIS weisen im Hinblick auf die thematische Auflösung einen zu hohen Generalisierungsgrad auf. Die zeitliche Auflösung ist im Zusammenhang dieser kritisch zu sehen, denn besonders im infrastrukturellen Bereich sind häufige landschaftliche Umgestaltungen zu verzeichnen und auch im landwirtschaftlichen Bereich haben sich einige Veränderungen ergeben, so z.B. der Rückgang von Grünlandflächen und Ausweitung der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung. Die Daten der BNTK auf denen die durchgeführte Analyse und Bewertung hauptsächlich fundiert stammen aus Befliegungen aus den Jahren 1991/1992. Die im Laufe der Jahre stattgefundenen Ausweitung der infrastrukturellen Nutzungsflächen, wurde durch die Verschneidung der BNTK Daten mit den hochaktuellen Daten aus dem ATKIS integriert. Veränderungen in der landwirtschaftlichen Situation konnten aus Mangel an Zeit und Daten jedoch nicht berücksichtigt werden. Das Fehlen von aktuellen Biotopdaten einerseits und andererseits die Notwendigkeit das Fragestellungen Naturschutz relevanter Problematiken meist aktuelle Datengrundlagen verlangen, zwingt den Geowissenschaftler dazu seine Datengrundlage unter hohem Aufwand manuell zeitlich aufzubessern oder seine Ergebnisse unter dem Vorbehalt einer gewissen zeitlichen Unaktualität herauszugeben.

Schlussendlich sollte die Frage geklärt werden, ob das zu erstellende Analysemodell für weitere Fragestellungen dieser Art anwendbar wäre. Generell sollte das Analysemodell für weitere Fragestellungen dieser Art unter Modifikation anwendbar sein. Es wurde ein möglichst objektives und nachvollziehbares Bewertungs- und Analysemodell angewandt. Für eine weitere Nutzung sind die artenspezifischen Störfaktoren und Effektdistanzen sowie die artenspezifischen Bewertungskriterien anzupassen.

7. Zusammenfassung, Fazit und Ausblick

7.1. Zusammenfassung

Gegenstand der vorliegenden Master-Thesis war eine auf einer Naturschutz relevanten Problematik beruhenden Flächenanalyse und anschließende Potentialbewertung durchgeführt mit den Werkzeugen eines GIS. Ziel dieser Flächenanalyse und Potentialbewertung war es, zukünftige potentielle Nahrungshabitate für die Sturmmöwenkolonie der Insel Langenwerder auf derzeit intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen zu identifizieren und zu bewerten. Dabei mussten im speziellen ökonomische Nutzungskonkurrenzen beachtet werden. Es sollte beleuchtet werden inwieweit die Werkzeuge und Methoden eines GIS in der Lage sind einen Beitrag zur Bestandssicherung der Sturmmöwenkolonie zu leisten. Dabei sollte die Frage beantwortet werden, wie geeignete Daten beschaffen sein müssten, um sich Naturschutz relevanten Problematiken dieser Art optimal zu widmen. Für das aufgestellte Analyse- und Bewertungsmodell sollte zusätzlich die Möglichkeit der Wiederverwendbarkeit für weitere Fragestellungen dieser Art geklärt werden.

Um einen Einstieg in die Thematik zu erlangen wurde einleitend auf den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand hinsichtlich Flächenanalyse und Landschaftsbewertung Bezug genommen. In diesem Abschnitt der Arbeit wurden die generellen Ansprüche an eine zielgerichtete Landschaftsanalyse und das anschließende Landschaftsbewertungsverfahren deutlich. Eine Landschaftsbewertung beruht im Allgemeinen auf indikatorische Verfahren und einer entsprechenden Wertmaßstabszuordnung. Für die durchzuführenden Verfahren standen verschiedene zeitlich und thematisch aufgelöste Datenquellen zur Verfügung. Die einzelnen Landschaftselemente des Untersuchungsgebietes wurden durch einen Nutzungs- und Biotoptypen Datensatz (BNTK) sowie durch einen Auszug aus dem ATKIS dargestellt. Weiterhin sind bodenkundliche Daten der MMK als auch Daten zur touristischen Nutzung in die Verfahren eingeflossen.

Das Analysegebiet wurde aufgrund der artenspezifischen Distanz von Futterbeschaffungsflügen der Sturmmöwen auf einen 25 km Radius um die Insel

Langenwerder festgelegt. Im Rahmen der Landschaftsanalyse wurden Faktoren ermittelt, die einen störenden Einfluss auf den Nahrungserwerb von Sturmmöwen haben, da die zu identifizierenden Flächen ein möglichst geringes Störpotential aufweisen sollten. Für jeden Störfaktor wurden artenspezifische Effektdistanzen ermittelt und anschließend durch Werkzeuge des GIS die von der Bewertung auszuschließenden Störflächen berechnet. Daraufhin wurden artenspezifische Bewertungsindikatoren hergeleitet und standardisierte Wertmaßstäbe bzw. Bewertungsskalen festgelegt. Um eine Vermischung der Skalentypen zu vermeiden, wurden die Bewertungsskalen der einzelnen Bewertungsindikatoren entsprechend den generellen Anforderungen an Ordinalskalen aufgestellt. Dieser Skalentyp erlaubt keine der Grundrechenarten als auszuwertende Operation. Daher wurde für die durchgeführte Bewertung auf ein Rangsummenverfahren zurückgegriffen. Die Verknüpfung der einzelnen Indikatoren zu einer Gesamtbewertung erfolgte über ein zusätzliches Anbringen von zielgerichteten Gewichtungen. An dieser Stelle wurden verschiedene Gewichtungen ausgetestet, die Resultate anhand von Beispielflächen ausgewertet und eine favorisierte Gewichtungsvariante ausgewählt. Die bewerteten zukünftigen potentiellen Nahrungsflächen wurden auf eine fünfstufige Bewertungsskala projiziert. Die Auswertung der Ergebnisse hat gezeigt, dass ausschließlich die in die Klasse 1 als optimal geeignet bezeichneten Flächen die ökonomische Anforderung weniger landwirtschaftlich wertvolle Flächen auszuweisen berücksichtigt. Zusätzlich werden bereits vorhandene Grünlandflächen sowie die Entfernung zur Vogelkolonie optimal beachtet. Diese Flächen können als Entscheidungsgrundlage für die Sicherung von Nahrungsflächen unter ökonomischen und naturschutzfachlichen Aspekten, beispielsweise im Rahmen von Extensivierungsprogrammen, vorrangig herangezogen werden.

Bei der Beantwortung der Frage nach den für naturschutzfachliche Fragestellungen dieser Art geeigneten Daten wurde festgestellt, dass hier zwei Aspekte eine tragende Rolle spielen, zum Einen die thematische Auflösung und zum Anderen die zeitliche Auflösung. Die hier bearbeitete Fragestellung verlangte speziell im Hinblick auf die landwirtschaftliche Nutzung eine hohe thematische Auflösung. Dies kann je nach Fragestellung unterschiedlich sein. Der Aspekt der zeitlichen Auflösung muss jeweils kritisch und unter Beachtung der regionalen räumlichen Gegebenheiten betrachtet

werden. Die hier verwendeten Datengrundlagen wiesen einen sehr unterschiedlichen zeitlichen Stand auf. Die genutzten BTNK Daten mit Stand 1991/92 wurden durch Verschneidung mit aktuellen ATKIS Daten in bestimmten Bereichen nachträglich aktualisiert. Im Gegenzug dazu bilden die Daten der MMK trotz des „hohen Alters“ immer noch die Bodenverhältnisse optimal ab.

Eine Wiederverwendbarkeit des aufgestellten Analyse- und Bewertungsmodells wurde generell unter Anpassung einzelner artenspezifischer Faktoren für ähnliche Fragestellungen als möglich erachtet. Es muss jedoch beachtet werden, dass insbesondere die Größe des Untersuchungsgebietes, die Störfaktoren und Effektdistanzen sowie die Bewertungsindikatoren artenspezifisch festgelegt wurden.

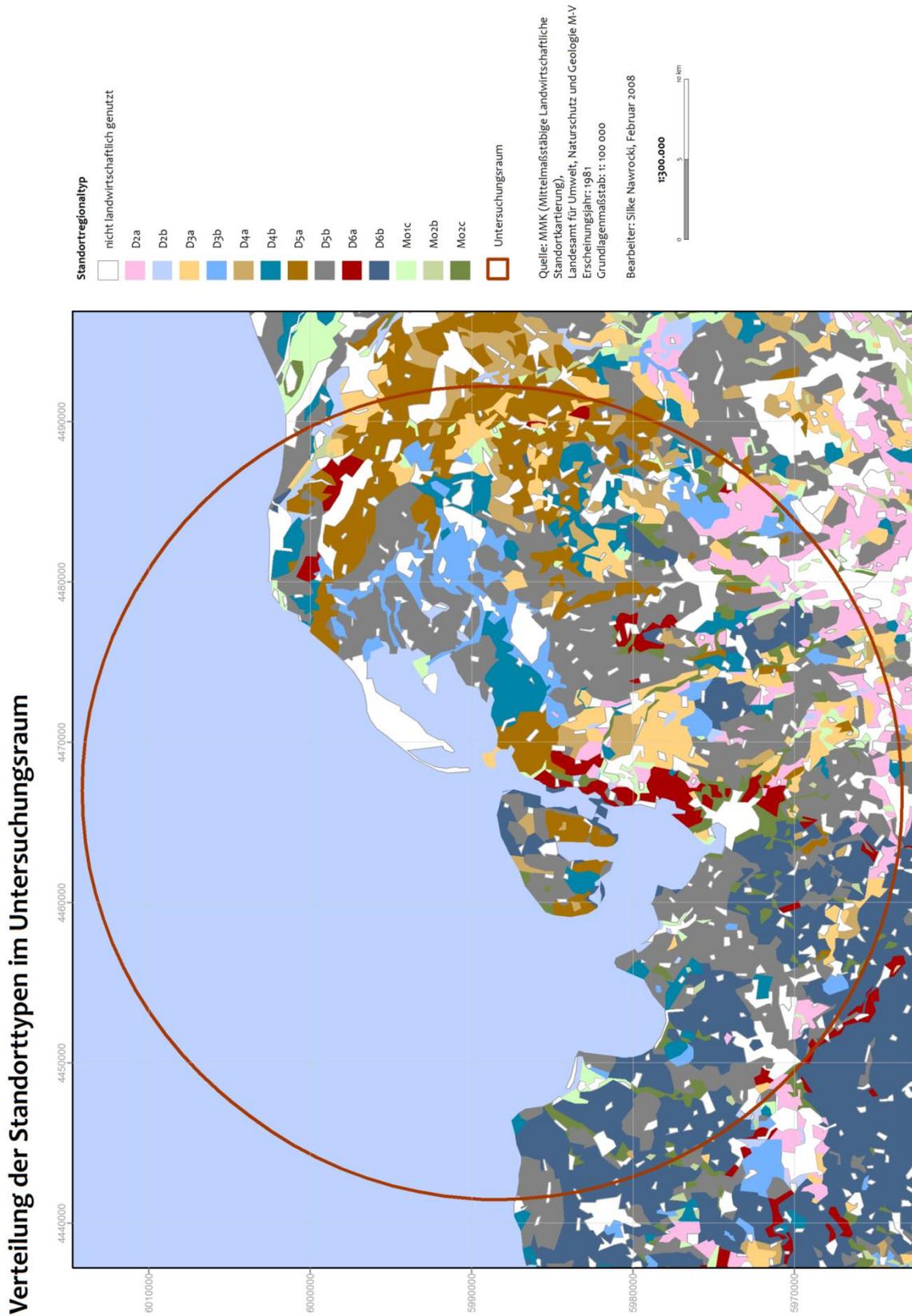
7.2. Fazit und Ausblick

Prinzipiell haben die angewandten Methoden und die generelle Herangehensweise zu den gewünschten Ergebnissen geführt. Das Analyse- und Bewertungsmodell folgt den in der Fachliteratur angegebenen allgemeinen Arbeitsschritten und erfüllt die Forderungen nach einer hohen Transparenz, Nachvollziehbarkeit und der Anwendbarkeit für ähnliche Fragestellungen. Der Weg über ein Rangsummenverfahren garantiert eine Nachvollziehbarkeit, hat sich jedoch als sehr zeitaufwendig herausgestellt. Die Bewertungsberechnung wurde außerhalb des GIS in der Kalkulationssoftware Excel durchgeführt. Um das angewandte Berechnungsverfahren zeitlich zu verkürzen, zu standardisieren und damit qualitätsgesichert für weitere Fragestellungen ablaufen zu lassen, sieht die Verfasserin die Notwendigkeit dieses Verfahren in das GIS zu integrieren.

Inwiefern die mit GIS-Werkzeugen identifizierten potentiellen Nahrungsflächen zukünftig einen Beitrag zur Erhaltung der Sturmmöwenkolonie in der Wismarer Bucht leisten können kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Die unter ökonomischen und naturschutzfachlichen Aspekten als optimal geeignet bewerteten Flächen können jedoch für die Sicherung von Nahrungsflächen herangezogen werden, es sollte allerdings zusätzlich auf aktuelle Schlaggrenzen zurückgegriffen werden.

8. Anhang

Anhang 1: Verteilung der Standorttypen im Untersuchungsraum



Anhang 2: Potentielle Nahrungsflächen für Sturmmöwen – optimal geeignete Ackerflächen



Potentielle Nahrungsflächen

▨ Klasse 1 - optimal geeignet

Positive Biotoptypen

- Feuchtgrünland
- Grünland
- Salzgrasland
- Trockengrünland
- frisches Grünland
- wechselfeuchtes Grünland

Nutzungstypen

- Wald, Gehölz
- Landwirtschaftliche Nutzfläche
- Abgrabung und Aufschüttung
- Siedlung, Infrastruktur, Landschaftsbauten
- Trocken-/Magerrasen/Felsflur
- Gewässer, Moor und Ufer

Straßen

- Bundesautobahn
- Bundesstraße
- Kreisstraße

□ Entfernungsradius

■ Mecklenburg-Vorpommern

Erläuterung:

Die als potentielle Nahrungsflächen für Sturmmöwen ausgewiesenen Ackerflächen sind das Ergebnis einer GIS-gestützten Bewertungsanalyse. Die in die Klasse 1 eingeordneten Ackerflächen entsprechen zum Einen der Anforderung aus Sicht der Bodenqualität weniger landwirtschaftlich wertvolle Flächen auszuweisen und berücksichtigen zum Anderen bereits vorhandene Grünlandflächen sowie die Entfernung zur Vogelkolonie. Diese Flächen können vor dem Hintergrund einer Entscheidungsgrundlage für die Sicherung von Nahrungsflächen unter ökonomischen und naturschutzfachlichen Aspekten, beispielsweise im Rahmen von Extensivierungsprogrammen, vorrangig herangezogen werden.

Quellen:

Biotop- und Nutzungstypenkartierung (BNTK)
 LINFOS Vers. 4,0
 LUNG MV
 Befliegung: 1991/1992
 Erstellungsmaßstab: 1: 10 000

WRRL-Projekt Version 3.3
 StAUN Rostock

Mittelsmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK)
 Erstellungsmaßstab: 1: 100 000
 Stand: 1994

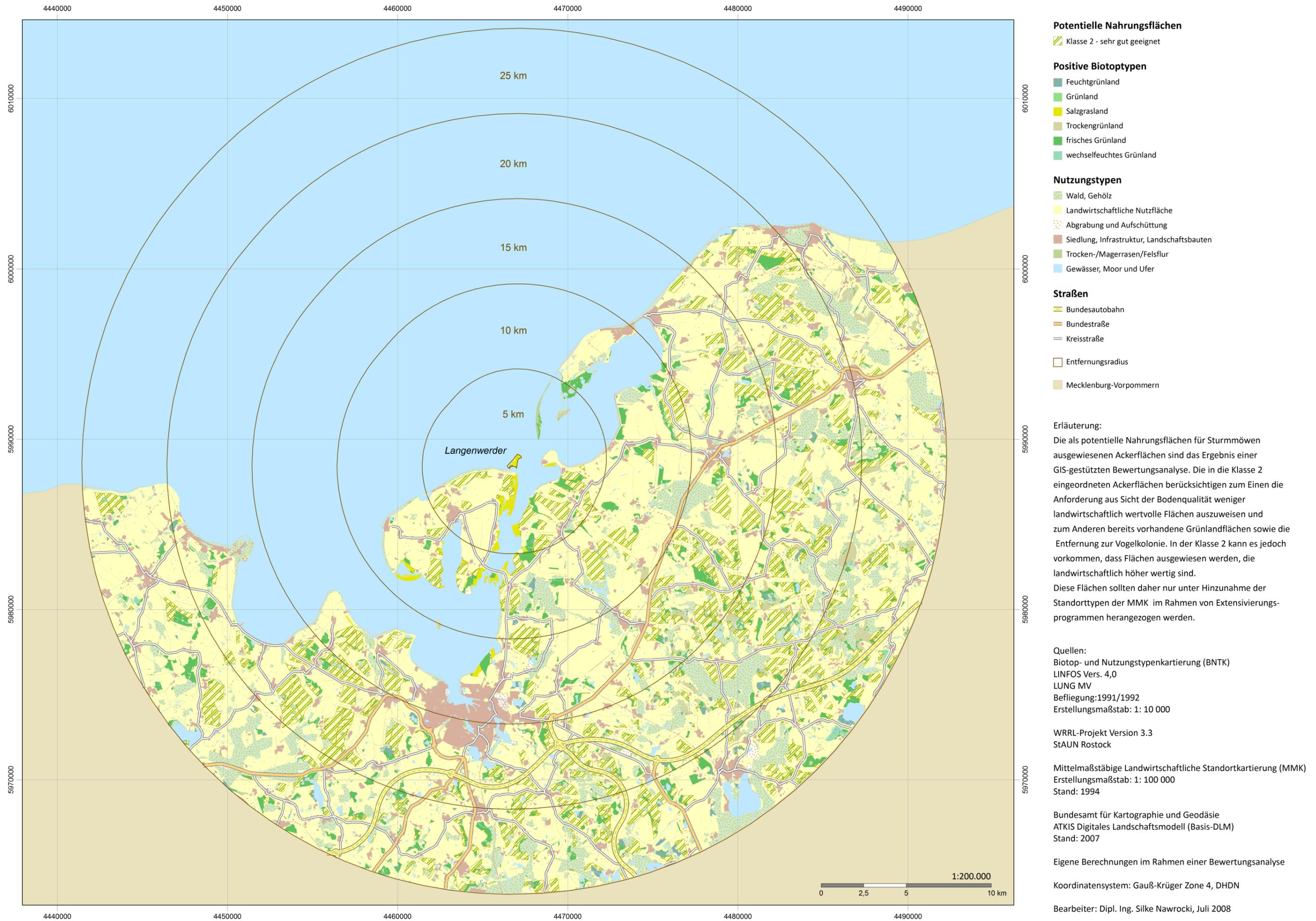
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
 ATKIS Digitales Landschaftsmodell (Basis-DLM)
 Stand: 2007

Eigene Berechnungen im Rahmen einer Bewertungsanalyse

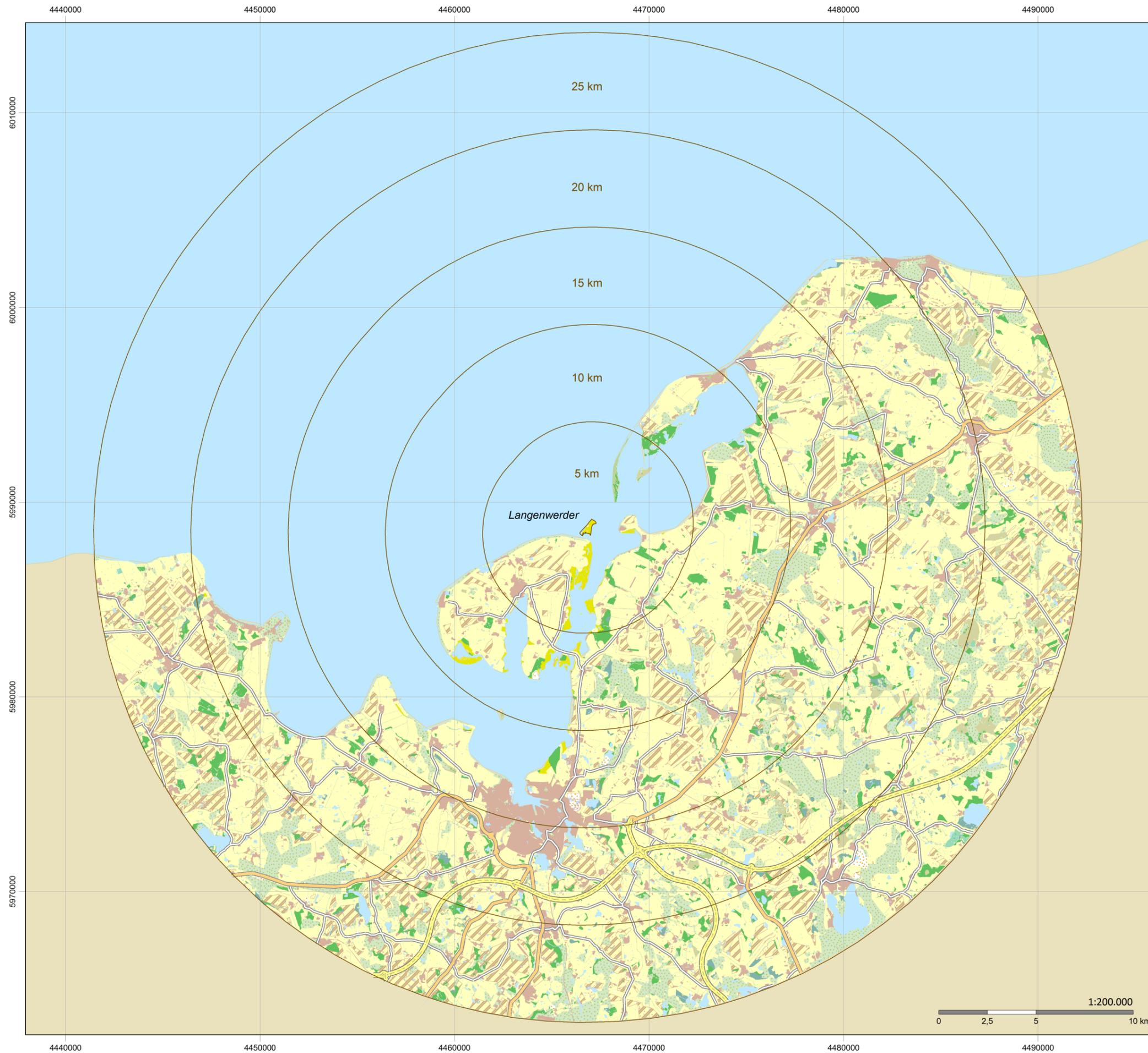
Koordinatensystem: Gauß-Krüger Zone 4, DHDN

Bearbeiter: Dipl. Ing. Silke Nawrocki, Juli 2008

Anhang 3: Potentielle Nahrungsflächen für Sturmmöwen – sehr gut geeignete Ackerflächen



Anhang 4: Potentielle Nahrungsflächen für Sturmmöwen – gut geeignete Ackerflächen



Potentielle Nahrungsflächen

▨ Klasse 3 - gut geeignet

Positive Biotoptypen

- Feuchtgrünland
- Grünland
- Salzgrasland
- Trockengrünland
- frisches Grünland
- wechselfeuchtes Grünland

Nutzungstypen

- Wald, Gehölz
- Landwirtschaftliche Nutzfläche
- Abgrabung und Aufschüttung
- Siedlung, Infrastruktur, Landschaftsbauten
- Trocken-/Magerrasen/Felsflur
- Gewässer, Moor und Ufer

Straßen

- Bundesautobahn
- Bundesstraße
- Kreisstraße

□ Entfernungsradius

■ Mecklenburg-Vorpommern

Erläuterung:
 Die als potentielle Nahrungsflächen für Sturmmöwen ausgewiesenen Ackerflächen sind das Ergebnis einer GIS-gestützten Bewertungsanalyse. Die in die Klasse 3 eingeordneten Ackerflächen berücksichtigen zum Einen die Anforderung aus Sicht der Bodenqualität weniger landwirtschaftlich wertvolle Flächen auszuweisen und zum Anderen bereits vorhandene Grünlandflächen sowie die Entfernung zur Vogelkolonie. In der Klasse 3 kann es jedoch vorkommen, dass Flächen ausgewiesen werden, die landwirtschaftlich höher wertig sind. Diese Flächen sollten daher nur unter Hinzunahme der Standorttypen der MMK im Rahmen von Extensivierungsprogrammen herangezogen werden.

Quellen:
 Biotop- und Nutzungstypenkartierung (BNTK)
 LINFOS Vers. 4,0
 LUNG MV
 Befliegung:1991/1992
 Erstellungsmaßstab: 1: 10 000

WRRL-Projekt Version 3.3
 StAUN Rostock

Mittelsmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK)
 Erstellungsmaßstab: 1: 100 000
 Stand: 1994

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
 ATKIS Digitales Landschaftsmodell (Basis-DLM)
 Stand: 2007

Eigene Berechnungen im Rahmen einer Bewertungsanalyse

Koordinatensystem: Gauß-Krüger Zone 4, DHDN

Bearbeiter: Dipl. Ing. Silke Nawrocki, Juli 2008

Anhang 5: Potentielle Nahrungsflächen für Sturmmöwen – mäßig geeignete Ackerflächen



Potentielle Nahrungsflächen

▨ Klasse 4 - mäßig geeignet

Positive Biotoptypen

- Feuchtgrünland
- Grünland
- Salzgrasland
- Trockengrünland
- frisches Grünland
- wechselfeuchtes Grünland

Nutzungstypen

- Wald, Gehölz
- Landwirtschaftliche Nutzfläche
- Abgrabung und Aufschüttung
- Siedlung, Infrastruktur, Landschaftsbauten
- Trocken-/Magerrasen/Felsflur
- Gewässer, Moor und Ufer

Straßen

- Bundesautobahn
- Bundesstraße
- Kreisstraße

□ Entfernungsradius

■ Mecklenburg-Vorpommern

Erläuterung:
 Die als potentielle Nahrungsflächen für Sturmmöwen ausgewiesenen Ackerflächen sind das Ergebnis einer GIS-gestützten Bewertungsanalyse. Die in die Klasse 4 eingeordneten Ackerflächen berücksichtigen zum Einen die Anforderung aus Sicht der Bodenqualität weniger landwirtschaftlich wertvolle Flächen auszuweisen und zum Anderen bereits vorhandene Grünlandflächen sowie die Entfernung zur Vogelkolonie. In der Klasse 4 kann es jedoch vorkommen, dass Flächen ausgewiesen werden, die landwirtschaftlich höher wertig sind. Diese Flächen sollten daher nur unter Hinzunahme der Standorttypen der MMK im Rahmen von Extensivierungsprogrammen herangezogen werden.

Quellen:
 Biotop- und Nutzungstypenkartierung (BNTK)
 LINFOS Vers. 4,0
 LUNG MV
 Befliegung: 1991/1992
 Erstellungsmaßstab: 1: 10 000

WRRL-Projekt Version 3.3
 StAUN Rostock

Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK)
 Erstellungsmaßstab: 1: 100 000
 Stand: 1994

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
 ATKIS Digitales Landschaftsmodell (Basis-DLM)
 Stand: 2007

Eigene Berechnungen im Rahmen einer Bewertungsanalyse

Koordinatensystem: Gauß-Krüger Zone 4, DHDN

Bearbeiter: Dipl. Ing. Silke Nawrocki, Juli 2008



Anhang 6: Potentielle Nahrungsflächen für Sturmmöwen – gering geeignete Ackerflächen



Potentielle Nahrungsflächen

- ▨ Klasse 5 - gering geeignet

Positive Biotoptypen

- Feuchtgrünland
- Grünland
- Salzgrasland
- Trockengrünland
- frisches Grünland
- wechselfeuchtes Grünland

Nutzungstypen

- Wald, Gehölz
- Landwirtschaftliche Nutzfläche
- Abgrabung und Aufschüttung
- Siedlung, Infrastruktur, Landschaftsbauten
- Trocken-/Magerrasen/Felsflur
- Gewässer, Moor und Ufer

Straßen

- Bundesautobahn
- Bundesstraße
- Kreisstraße
- Entfernungsradius
- Mecklenburg-Vorpommern

Erläuterung:
 Die als potentielle Nahrungsflächen für Sturmmöwen ausgewiesenen Ackerflächen sind das Ergebnis einer GIS-gestützten Bewertungsanalyse. Die in die Klasse 5 eingeordneten Ackerflächen berücksichtigen zum Einen die Anforderung aus Sicht der Bodenqualität weniger landwirtschaftlich wertvolle Flächen auszuweisen und zum Anderen bereits vorhandene Grünlandflächen sowie die Entfernung zur Vogelkolonie. In der Klasse 5 kann es jedoch vorkommen, dass Flächen ausgewiesen werden, die landwirtschaftlich höher wertig sind. Diese Flächen sollten daher nur unter Hinzunahme der Standorttypen der MMK im Rahmen von Extensivierungsprogrammen herangezogen werden.

Quellen:
 Biotop- und Nutzungstypenkartierung (BNTK)
 LINFOS Vers. 4,0
 LUNG MV
 Befliegung: 1991/1992
 Erstellungsmaßstab: 1: 10 000

WRRL-Projekt Version 3.3
 StAUN Rostock

Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK)
 Erstellungsmaßstab: 1: 100 000
 Stand: 1994

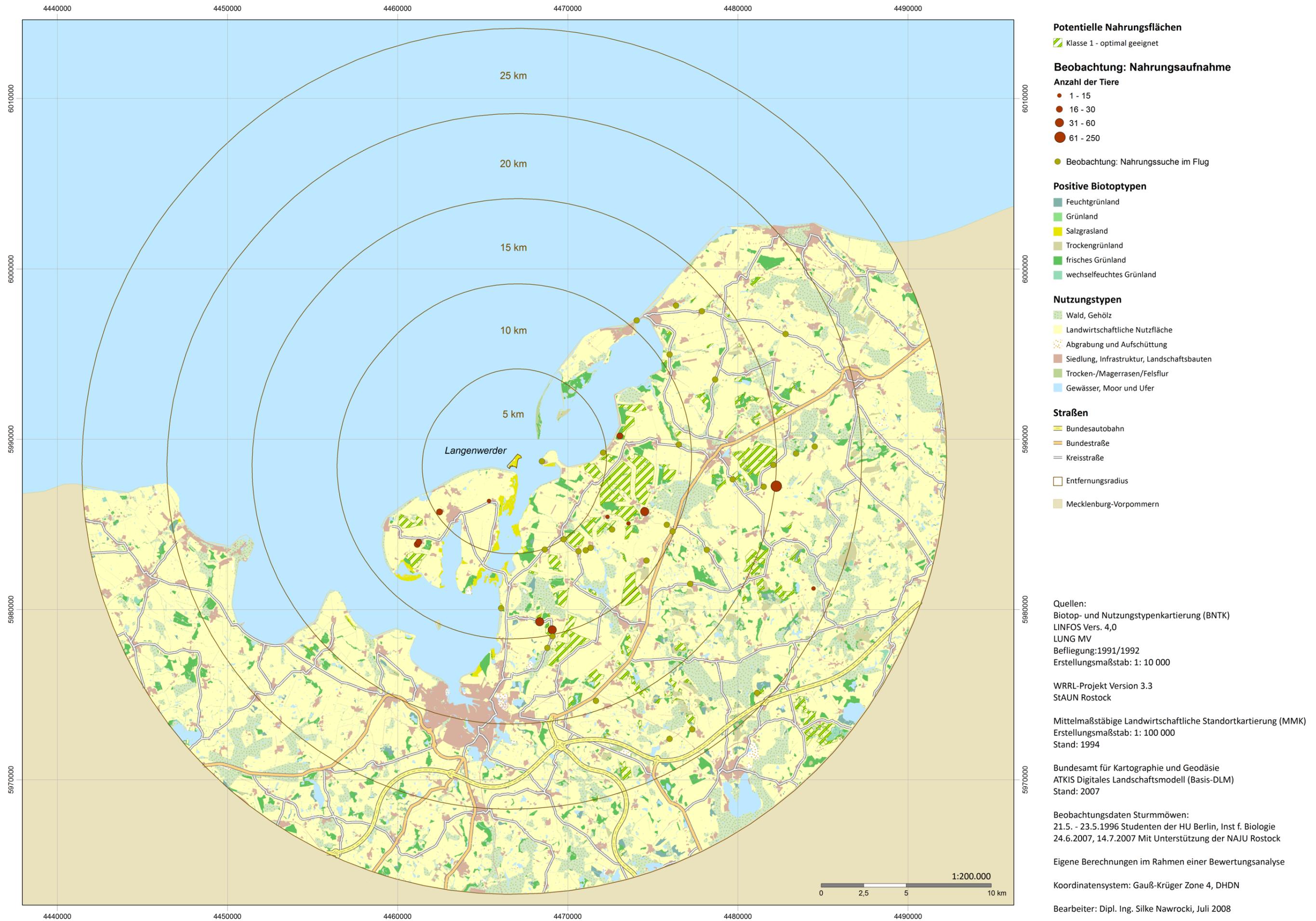
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
 ATKIS Digitales Landschaftsmodell (Basis-DLM)
 Stand: 2007

Eigene Berechnungen im Rahmen einer Bewertungsanalyse

Koordinatensystem: Gauß-Krüger Zone 4, DHDN

Bearbeiter: Dipl. Ing. Silke Nawrocki, Juli 2008

Anhang 7: Sturmmöwenbeobachtungen im Untersuchungsgebiet Juni/ Juli 2007 und optimal geeignete Nahrungsflächen



9. Glossar

Ackerland	Flächen der landwirtschaftlichen Feldfrüchte einschl. Hopfen, Grasanbau (zum Abmähen oder Abweiden) sowie Gemüse, Erdbeeren, Blumen und sonstiger Gartengewächse. Im feldmäßigen Anbau und im Erwerbsgartenbau, auch unter Glas. Ferner Ackerflächen mit Obstbäumen, bei denen das Obst nur die Nebennutzung, Ackerfrüchte aber die Hauptnutzung darstellen, einschl. stillgelegter Ackerflächen, für die eine Entschädigung gezahlt wird, sowie sonstige Brache. [Statistisches Bundesamt, 2007]
Biozide	in der Schädlingsbekämpfung eingesetzte Chemikalien und Mikroorganismen
Bodengefüge	Die räumliche Anordnung der festen mineralischen und organischen Bestandteile des Bodens mit den dazwischenliegenden Hohlräumen [LUNG,2008]
Dauergrünland	Grünlandflächen, die zur Futtergewinnung – ohne Unterbrechung durch andere Kulturen – bestimmt sind; auch Grünlandflächen mit Obstbäumen als Nebennutzung und Gras- oder Heugewinnung als Hauptnutzung. [Statistisches Bundesamt, 2007]
Extensivierung	Extensivierung von ehemals intensiv genutztem Ackerland fördert gewöhnlich die Artenvielfalt und den Strukturreichtum, die Zunahme der Regenwurmdichte, den Anstieg der Fraßaktivität strohabbauender Kleintiere und die Zunahme der Aktivität der Bodenmikroben [BIANCHIN, 2005].
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	Ackerland, Dauergrünland, Haus- und Nutzgärten, Obstanlagen, Baumschulflächen, Rebland, Weihnachtsbaumkulturen, Korbweiden und Pappelanlagen außerhalb des Waldes. [Statistisches Bundesamt, 2007]

10. Literatur

[ADLER et.al, 1997]

G. H. Adler, A. Richter, J. Behrens: Probleme der Aufbereitung und Nutzung von digitalen Datenbeständen der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) für die länderübergreifende Bodenkartierung, In: ZALF-Bericht Nr. 28, Müncheberg 1997

[ALBRECHT & KÜHN, 2003]

C. Albrecht, P. Kühn: Eigenschaften und Verbreitung schwarzerdeartiger Böden auf der Insel Poel. – In: Greifswalder Geographische Arbeiten, Bd. 29, 215-247

[BACKHAUS, 2001]

T. Backhaus: Betrachtungen zur Getreideproduktion in Mecklenburg-Vorpommern – Vorpommern zwischen 1900 und 2000, Dissertation rer.agr., Humboldt-Universität Berlin 2001

[BASTIAN u. SCHREIBER, 1999]

O. Bastian, K.-F. Schreiber: Analyse und ökologische Bewertung der Landschaft, 2. Aufl., Spektrum Akad. Verlag, Berlin 1999

[BfN, 2004]

Bundesamt für Naturschutz: Landschaftstypen in Deutschland

http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/landschaftsundbiotopschutz/030504_landschaftstyp.pdf am 09.02.2008

[BfN, 2007]

Bundesamt für Naturschutz: Landschaftsbewertung

http://www.bfn.de/0311_schutzw_landsch.html, aufgerufen am 09.02.2008

[BfN, 2007]

N. Sonntag, B. Mendel, S. Garthe: Erfassung von Meeressäugetieren und Seevögeln in der deutschen AWZ von Ost- und Nordsee (EMSON): Teilvorhaben Seevögel, Abschlussbericht für das F+E-Vorhaben FKZ, Forschungs- und Technologiezentrum Westküste, Universität Kiel, 2007

[BfN, 2008]

Bundesamt für Naturschutz: Landschaftssteckbrief 70207 Mecklenburgische Ostseeküste
http://www.bfn.de/0311_landschaft.html?landschaftid=70207, aufgerufen am 09.02.2008

[BfN, 2008]

Bundesamt für Naturschutz: Landschaftssteckbrief 74001 Warnow-Recknitz-Gebiet
http://www.bfn.de/0311_landschaft.html?landschaftid=74001, aufgerufen am 09.02.2008

[BIANCHIN, 2005]

S. Bianchin, E. Richert, H. Heilmeier: Hochwasser und Naturschutz im Weißeritzkreis -
Ableitung von Maßnahmen. - Posterbeitrag Workshop EMTAL - Einzugsgebietsmanagement
von Talsperren in Mittelgebirgen. TU Freiberg, [http://www.ioez.tu-
freiberg.de/hochnatur/BeitragEMTAL_bianchin.pdf](http://www.ioez.tu-freiberg.de/hochnatur/BeitragEMTAL_bianchin.pdf), aufgerufen am 06.04.2008

[BMU, 2007]

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Die Europäische
Wasserrahmenrichtlinie und ihre Umsetzung in Deutschland,
http://www.bmu.de/gewaesserschutz/fb/gewaesserschutzpolitik_d_eu_int/doc/3063.php,
aufgerufen am 09.05.2008

[BREITENFELD u.a., 1996]

K. Breitenfeld u.a.: Nahrungsspektrum der Sturmmöwe, Niederschrift von Beobachtungen im
Rahmen eines Feldpraktikums auf Langenwerder vom 20.-24. Mai 1996, Inst. für Biologie, HU-
Berlin

[BRENNING, 2007]

U. Brenning: Gesprächsnotiz, Rostock, 28. Dezember 2007

[GARNIEL et al., 2007]

A. Garniel, W. D. Daunicht, U. Mierwald, U. Ojowski: Vögel und Verkehrslärm. Quantifizierung
und Bewältigung entscheidungserheblicher Auswirkungen von Verkehrslärm auf die Avifauna,
Schlussbericht November 2007. – FuE-Vorhaben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau-
und Stadtentwicklung, Bonn, Kiel 2007.

[GLUTZ VON BLOTZHEIM & BAUER, 1999]

U.N. Glutz von Blotzheim, K.M. Bauer: Handbuch der Vögel Mitteleuropas, 2. durchgesehene Ausgabe, AULA-Verlag, Wiesbaden 1999

[HASE, 1996]

E. Hase: Grundlagen, Problemfelder und Konsequenzen von Landschaftsbewertungsverfahren. In: Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft: Landschaftsökologische Raumbewertung, Band 16 (1996), S. 23-31

[HERBST, 1956]

H. G. Herbst: Die Ernährung der Sturmmöwe (*Larus canus* L.) und ihre landwirtschaftliche Bedeutung. In: Sonderdruck aus der Zeitschrift „Albrecht-Thaer-Archiv“, Band 1 (1956), Heft 3, Akademie-Verlag Berlin

[HUEPPOP, 2004]

O. Hüppop: Luftfahrzeuge, Windräder und Freileitungen: Störungen und Hindernisse als Problem für Vögel?, In: Vogel und Luftverkehr (2004), 24. Jg, Heft 2, S. 27-45

[JANZEN, 2002]

K. Janzen, E. Peters-Ostenberg, R. Pivarci: Landnutzungsstrukturen in Referenzgebieten West- und Mittelmecklenburgs, Univ. Rostock, <http://www.auf.uni-rostock.de/II/projekte/uzlar1.html>, aufgerufen am 06.04.2008

[KANTAK, 1954].

F. Kantak: Sturmmöwen auf Langenwerder – Aus der Geschichte einer Vogelinsel, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt 1954

[KEIL et al., 2005]

M. Keil, R. Kiefl, G. Strunz: CORINE Land Cover 2000 – Europaweit harmonisierte Aktualisierung der Landnutzungsdaten für Deutschland, Abschlussbericht zum F+E Vorhaben UBA FKZ 201 12 209, Mai 2005

[KEIL et al., 2003]

M. Keil, B. Mohaupt-Jahr, R. Kiefl, G. Strunz: UPDATE OF THE CORINE LAND COVER DATA BASE IN GERMANY,

http://www.corine.dfd.dlr.de/media/download/urs2003_clc2000_keil_et_al.pdf, aufgerufen am 16.02.2008

[KEIL et al., 2003]

M. Keil, B. Mohaupt-Jahr, R. Kiefl, G. Strunz: Das Projekt CORINE Land Cover 2000 in Deutschland, In: S. Dech et al. (Hrsg): Tagungsband 19. DFD-Nutzerseminar, Oberpfaffenhofen 15.-16. Oktober 2002, S. 59-104

[KIFL, 2007]

Kieler Institut für Landschaftsökologie: Empfindlichkeiten von Vögeln gegenüber Verkehrslärm, Zwischenergebnisse aus einem F+E-Vorhaben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung „Quantifizierung und Bewältigung entscheidungserheblicher Auswirkungen von Verkehrslärm auf die Avifauna“, 2007

[KUBE et al., 2005]

J. Kube, U. Brenning, W. Kruch, H.W. Nehls: Bestandsentwicklung von bodenbrütenden Küstenvögeln auf Inseln in der Wismar-Bucht (südwestliche Ostsee). In: Vogelwelt (2005), Nr. 126, S. 299-320

[KUBETZKI, 2002]

U. Kubetzki: Verbreitung, Bestandsentwicklung, Habitatnutzung und Ernährung der Sturmmöwe (*Larus canus*) in Norddeutschland: Ökologie einer anpassungsfähigen Vogelart im Übergangsbereich zwischen Land und Meer, Dissertation rer. nat. Univ. Kiel 2002

[KUEHN, 1997]

D. Kühn: Dokumentation zu den digitalen Daten der Dokumentationsblätter A der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK), Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Dezernat Bodengeologie, Kleinmachnow 1997

[KUNZ, 1998]

Dr. H. Kurz: Aktuelle Entwicklungen in der Bewertung von Biotoptypen, Büro für Biologische Bestandsaufnahmen, Hamburg und Kiel, 1998

[LANG, 2007]

S. Lang, T. Blaschke: Landschaftsanalyse mit GIS, 1. Aufl., Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart 2007

[LANG et al., 2004]

S. Lang, T. Langanke: Vom Strukturmaß zum Indikator - Potential, Problembereiche, Dokumentation, Implementierung. Kurzfassung LANG - Workshop Landschaftsstrukturmaße und Tierökologie, Stuttgart, 25. März 04, http://www.ilpoe.uni-stuttgart.de/cgi/institut/view_filegroup.php?grp=1, aufgerufen am 10.05.2008

[LAUN, 2002]

Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern: Bodenbericht des Landes M-V, Phase1 des Bodenschutzprogrammes, Güstrow, 2002

[LAUN, 1998]

Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern: Anleitung für Biotopkartierungen im Gelände, Heft 1 1998, ISSN 0944-0836

[LAUN, 1995]

Landesamt für Umwelt und Natur Mecklenburg-Vorpommern: Biotoptypenkartierung durch CIR-Luftbildauswertung in Mecklenburg-Vorpommern, Teil I: Methodische Grundlagen, Heft 1 1995, ISSN 0944-0836

[LUNG, 2008]

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern: Wasserrahmenrichtlinie in Mecklenburg-Vorpommern, <http://www.wrrl-mv.de/>, aufgerufen am 09.05.2008

[LUNG, 2008]

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern: Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern: Bodenverdichtung, www.lung.mv-regierung.de/dateien/bodenverdichtung.pdf, aufgerufen am 20.04.2008

[LUNG, 2005]

Umweltministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Abteilung Naturschutz und Landschaftspflege: Auswertung von Daten der periodischen Wasservogelzählungen im Land Mecklenburg-Vorpommern, Zählseason 2004/2005, Vilmitz: Dezember 2005

[LUNG, 2005]

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern: Beiträge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern, 2. Auflage, 30.09.2005

[LUNG, 2004]

Umweltministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Abteilung Naturschutz und Landschaftspflege: Auswertung von Daten der periodischen Wasservogelzählungen im Land Mecklenburg-Vorpommern, Zählseason 2003/2004, Buckow: Dezember 2004

[Ministerium f. Arbeit, Bau und Landesentwicklung, 2006]

Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung: Raumentwicklung in Mecklenburg-Vorpommern, Informationsreihe der Obersten Landesplanungsbehörde, Nr. 12, 8/2006

[MVweb, 2008]

Mecklenburg-Vorpommern das Landesportal: Landschaftsschutzgebiet,
http://www.mecklenburg-vorpommern.eu/cms2/Landesportal_prod/Landesportal/content/de/Urlaub_und_Freizeit/Natur_erleben/Landschaftsschutzgebiete/Landschaftsschutzgebiet_Kuehlung/index.jsp,
aufgerufen am 27.04.2008

[PREETZ, 2003]

H. Preetz: Bewertung von Bodenfunktionen für die praktische Umsetzung des Bodenschutzes (dargestellt am Beispiel eines Untersuchungsgebietes in Sachsen-Anhalt), Dissertation rer. nat. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg 2003

[PYKE, 1984]

G. H. Pyke: Optimal Foraging Theory: A critical review, Annual Review of Ecology & Systematics 15 (1984), S. 523-575

[REICHENBACH et al., 2006]

M. Reichenbach, H. Steinborn: Langzeituntersuchungen zum Konfliktthema "Windkraft und Vögel", 5. Zwischenbericht, Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung, Oldenburg 2006, www.arsu.de

[REICHENBACH et al., 2005]

M. Reichenbach, H. Steinborn: Langzeituntersuchungen zum Konfliktthema "Windkraft und Vögel", 4. Zwischenbericht, Arbeitsgruppe für regionale Struktur- und Umweltforschung, Oldenburg 2005, www.arsu.de

[RUSSOW, 2008]

B. Russow: Gesprächsnotiz, Rostock, 1. März 2008

[RUSSOW, 2007]

B. Russow: Gesprächsnotiz, Rostock, 28. April 2007

[SCHOLLE, 1997]

D. Scholle: GIS-gestützte Zusammenführung vegetationskundlicher, bodenkundlicher und nutzungsbezogener Daten zu einem landschaftsökologischen Indikationsverfahren. In: EcoSys - Beiträge zur Ökosystemforschung, Band 21 (1997)

[SINERVO, 1997]

B. Sinervo: Animal Behavior – Optimal Foraging Theory: Constraints and Cognitive Processes, Department of Ecology and Evolutionary Biology, UCSC 1997-2007, http://bio.research.ucsc.edu/~barrylab/classes/animal_behavior/BEHAVIOR.HTM

[Statistisches Bundesamt, 2007]

Statistisches Jahrbuch

[Statistisches Bundesamt, 2004]

Statistik Portal: Flächennutzung, http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de_jb09_jahrtaf1.asp, aufgerufen am 20.04.2008

[StatA MV, 2007]

Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern: Statistische Berichte: Bodennutzung der Betriebe in Mecklenburg-Vorpommern 2007, Schwerin

[StatA MV, 1996]

Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern: Statistische Daten Mecklenburg-Vorpommern 1950-1990, Schwerin 1996

[THIELE, 2006]

J. Thiele: Nahrungssuchstrategien der nektarivoren Fledermaus *Glossophaga commissarisi* (Phyllostomidae) im Freiland – eine individuenbasierte Verhaltensstudie unter Verwendung von Transpondertechnik, Dissertation rer. nat. Ludwig-Maximilians-Univ. München 2006

[Verein Langenwerder, 2008]

Verein Langenwerder zum Schutz der Wat- und Wasservögel e.V.: Natur, <http://www.langenwerder.de/Natur.htm>, aufgerufen am 09.02.2008

[WAGNER, 1999]

J.M. Wagner: Schutz der Kulturlandschaft. In: Saarbrücker Geographische Arbeiten, Band 47 (1999)

[WEISS, 1996]

W. Weiß: Mecklenburg-Vorpommern: Brücke zum Norden und Tor zum Osten, 1. Auflage, Justus Perthes Verlag, Gotha 1996

[WILMS et al, 1997]

U. Wilms, K. Behm-Berkelmann, H. Heckenroth: Verfahren zur Bewertung von Vogelbrutgebieten in Niedersachsen. In: Vogelkdl. Ber. Niedersachs. 29 (1997), S. 130-111. – Nachdruck In: Inform. d. Naturschutz Niedersachs. 17. Jg. (1997), Nr. 6, S. 219-224, Hannover