

Kulturlandschaftsveränderung in Küstenzonen

- Methodik der Landschaftsbildanalyse bei der Planung von Offshore-Windparks

Karsten Runge, Jens Nommel, Büro OECOS, Hamburg

Kurzfassung

Wind ist ein Wesenselement der Küste, welches die Küstenlandschaft prägt und welches traditionell vom Menschen genutzt wird. Mag die technisch optimierte Form der Windenergienutzung auch nicht dem Landschaftsideal eines jeden entsprechen, so wird sie an der Küste dennoch kaum als „wesensfremd“ bezeichnet werden können. Die Bewertung der durch Offshorewindparks hervorgerufenen Landschaftsbildveränderungen ist angesichts bislang weitgehend fehlender Vergleichsmaßstäbe nicht einfach. Auch müssen die spezifischen Eigenarten der Meeres- und Küstenlandschaft bei der Bestands- und Wirkungsbewertung berücksichtigt werden. Die Verfasser haben entsprechende Landschaftsbildanalysen und Bewertungen im Rahmen verschiedener Offshore-Windparkplanungen durchgeführt und stellen eine für küstennahe Windparks entwickelte Methodik der Analyse von Landschaftsbildveränderungen vor. Zum Abschluss werden Vorschläge für mögliche Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen unterbreitet.

1 Einleitung

1.1 Windnutzung und Küstenlandschaft

In vielen Weltregionen wächst der Nutzungsdruck auf die Küstenlandschaften. Auch an den deutschen Küsten treten Landwirtschaft und Fischerei als bislang landschaftsprägende Nutzungsarten zunehmend stärker in den Hintergrund. Neue Wirtschaftszweige verändern stattdessen das Gesicht von Siedlungen und freier Landschaft. Einen in vielen Regionen umfassenden Landschaftswandel bewirkte insbesondere der Bau von Windenergieparks an der windreichen Küste. Seit etwa 15 Jahren etablierte sich die Windenergieproduktion an deutschen Küstenstandorten in einem beschleunigten Wachstumsprozess, so dass die zuvor marginale Windenergie heute in allen Küstenländern einen zweistelligen, prozentualen Anteil des landesweiten Strombedarfs deckt.

Eine so weitreichende Landschaftsbildveränderung, wie sie durch die weithin sichtbaren „Windspargel“ bewirkt wurde, geht in einem vergleichsweise kurzen Zeitraum von eineinhalb Jahrzehnten nicht konfliktfrei vonstatten. Verschiedene empirische Studien (NIT,2000; BENKENSTEIN, ZIELKE und BASTIAN, 2004) kommen zwar zu dem Ergebnis, dass zumindest der Tourismus in den Küstenregionen nicht unter dem vermehrten Windanlagenbau leidet, doch andererseits zeigen eine hohe Zahl an Bürgerinitiativen und

eine bisweilen deutlich Partei ergreifende Medienlandschaft ¹, dass die Akzeptanz der zunehmenden Landschaftsbildveränderung durch die Windenergie keine Selbstverständlichkeit ist.

Windenergieanlagen werden vielfach als extrem landschaftsfremde Elemente empfunden. Dem muss jedoch entgegen gehalten werden, dass der Wind und seine Nutzungen bereits seit vielen Jahrhunderten das Gesicht der Küstenlandschaften prägen. Die Segelschiffahrt ist von den Ägyptern bereits seit 6000 Jahren bekannt. An der deutschen Nord- und Ostseeküste wurde das Potential der Windkraft seit dem 11. Jahrhundert mit dem Betrieb von Windmühlen, zunächst den Bockwindmühlen, später den effizienteren Holländerwindmühlen ausgeschöpft. Die heute erhalten gebliebenen Windmühlen stellen nur einen sehr kleinen Überrest der ehemals dicht benachbarten Mühlennutzung dar. Windmühlen stellten im vorindustriellen Europa neben der Wassermühle die wichtigste Antriebsmaschine dar.

Im Jahre 1888 erbaute Charles Brush erstmals eine Windenergieanlage zur Stromversorgung. Zum Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die Windenergieerzeugung ein bedeutendes Betätigungsfeld von Technikern und Ingenieuren, wobei sowohl häusliche Stromversorgungen als auch der Betrieb von landwirtschaftlichen Geräten und Maschinen in Angriff genommen wurde. Im Dorf Högl bei Schleswig wurde bereits 1923 eine Windenergieanlage mit einer jährlichen Leistung von 6000 kWh in Betrieb genommen, welche die gesamte Gemeinde von 240 Einwohnern mit elektrischer Energie versorgte. Auf Amrum wurde mit der Windanlage der Elektrizitätsgenossenschaft Norddorf 1925 u.a. die Inselbahn betrieben und in Hamburg deckte das 1919 erbaute Windkraftwerk „Gut Lindenhof“ binnen weniger Jahre nahezu den gesamten Stromverbrauch eines großen landwirtschaftlichen Betriebs (6405 kWh). Die vorgenannten historischen Beispiele mögen in Ertrag, Aussehen und Dimensionierung zwar nur wenig mit den modernen Windenergiegeneratoren vergleichbar sein, doch sie dokumentieren eine Kontinuität der Windenergieerzeugung, die vor dem Hintergrund erfolgreicherer, kohle- und ölgestützter Energieerzeugungsarten in Vergessenheit geraten ist.

Die heutige Windenergienutzung wird zwar nach dem BauGB § 35 im Außenbereich generell privilegiert, doch die räumliche Planung von Ländern und Gemeinden sieht Vorrang- und Ausschlussflächen vor, so dass die weitere Bebauung der Küstenräume – zumindest auf dem Lande - heute absehbar dem Ende zugeht. Anders als auf dem Lande bieten sich auf dem Meer jedoch scheinbar unendliche Flächen, die zudem vom Winde kontinuierlicher und in höherer Intensität bestrichen werden. So erscheint es nur logisch, dass die Windenergiebranche seit einigen Jahren bestrebt ist, Flächen für Offshore-Windenergieparks zu erschließen. Nach den bereits erfolgten Landschaftsbildveränderungen auf dem Lande fragt sich daher heute, inwieweit in Zukunft auch Veränderungen der Meereslandschaft durch Windenergieanlagenbau zu erwarten sein werden.

Nach einigen kleineren Vorversuchen mit nur einigen wenigen Einzelanlagen stehen heute bereits 2 größere Pilotwindparks mit je 80 Einzelanlagen und einer Nennleistung von jeweils

¹ Der Spiegel bspw. titelte am 29.3.04: „Der Windmühlenwahn – Vom Traum umweltfreundlicher Energie zur hoch subventionierten Landschaftszerstörung“.

160 MW vor der dänischen Küste. Bei erfolgreichem Betrieb sollen diese Anlagen weiter ausgebaut und durch weitere dänische Offshore-Windenergieparks ergänzt werden. In Deutschland ist bisher noch kein Offshore-Windpark realisiert, doch eine Reihe vergleichbarer Vorhaben sind in der Planung, vier Pilotanlagen haben bereits eine Baugenehmigung vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie erhalten. Frühe Planungen sehr küstennaher Windparks in einer Strandentfernung von nur 2-5 km scheiterten an Anwohnerprotesten und Naturschutzüberlegungen. Die meisten der jetzt aktuellen deutschen Vorhaben liegen außerhalb der 12-Seemeilenzone in einer Entfernung, die eine Sichtbarkeit von der ebenen Küste nahezu ausschließt. Für diese Offshore-Windparks spielen Landschaftsbilderwägungen kaum eine Rolle. Doch auch innerhalb der 12-Seemeilen werden einzelne Offshore-Windparks projiziert. Diese Vorhaben werden bei guten Sichtbedingungen von Küstenstandorten aus erkennbar sein. Bei der Planung solcher Windparks muss ungleich genauer abgewogen werden, ob erhebliche oder nachhaltige Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes zu befürchten sind. Die Verfasser haben entsprechende Landschaftsbildanalysen im Rahmen der Umweltverträglichkeitsuntersuchung bei zwei Windparkplanungen in den Bundesländern Schleswig Holstein (Sky 2000) und Mecklenburg-Vorpommern (Baltic I) durchgeführt. Im Folgenden wird die dabei entwickelte Methodik der Analyse von Landschaftsbildveränderungen im Küstenraum näher dargestellt.

1.2 Grundsätzliche Überlegungen zur Landschaftsbildanalyse

Im Rahmen der Landschaftsbildanalyse und Landschaftsbewertung sind vorrangig Informationsgrundlagen zusammenzutragen und zu erstellen, die eine möglichst realitätsnahe Abschätzung der zu erwartenden visuellen Wirkungen eines Vorhabens ermöglichen. Über die Abschätzung möglicher Landschaftsbildbeeinträchtigungen hinaus soll geklärt werden, ob und wenn ja, wie, unvermeidliche Landschaftsbildbeeinträchtigungen minimiert, ausgeglichen oder ersetzt werden können. Die Untersuchung von Landschaftsaspekten ist eine rechtlich vorgeschriebene Standardanforderung der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP). Darüber hinaus führt das Naturschutzrecht des Bundes und der Länder „die Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft“ als Schutzziel auf, wobei das Landschaftsbild in besonderem Maße als Voraussetzung für die Erholung des Menschen in Natur und Landschaft nachhaltig zu sichern ist.

Seit der von Immanuel Kant verfassten „Kritik der ästhetischen Urteilskraft“, ist die Problematik ästhetischer Urteile – die letztlich in einer jeden Landschaftsbildbewertung erforderlich sind - bekannt. Immerhin vermögen Rechtssprechung und Rechtskommentare grundsätzliche Hilfestellungen zu geben, in welcher Weise Begriffe wie „Vielfalt, Schönheit und Eigenart von Natur und Landschaft“ auszulegen sind, so dass die erwartete Fachbeurteilung nicht der Beliebigkeit anheim fällt.

GASSNER (1995) macht deutlich, dass der Natur- und Landschaftsschutz im menschlichen Erlebnisbereich mitverwurzelt ist und dass insofern dem phänomenologischen Charakter des Landschaftsbildes neben der Struktur des Landschaftshaushaltes ein Eigenwert zukommt.

Die ökologische Bedeutung der Begriffe „Vielfalt und Eigenart“ gilt nicht in derselben Bedeutung für die Betrachtung des Landschaftsbildes. GASSNER (1995) führt weiter aus: *Die Operationen zur Erfassung des landschaftsästhetisch relevanten Sachverhaltes müssen also über Strukturbeschreibungen hinausgehen. Sie schließen alle fünf Sinne ein, das Sehen, Hören, Riechen, Tasten, Schmecken, wobei noch zwischen Nah- und Fernsinnen unterschieden werden kann* (GASSNER, 1995 S.37). In vergleichbarer Weise fasst auch LOUIS (2000, S. 112) die gängige Rechtsauffassung vom Landschaftsbild als ein über die rein visuelle Erfassung hinausgehendes, mit allen zur Verfügung stehenden Sinnesqualitäten verknüpftes Landschaftserleben zusammen.

Der Begriff „Eigenart von Natur und Landschaft“ beinhaltet mit Blick auf das Landschaftsbild zwei Bedeutungsrichtungen, einerseits den optisch-ästhetischen Bezug, andererseits auch die funktionelle Bestimmung der Landschaft (GASSNER, 1995 S. 38). Unter dem letzteren Aspekt ist zu prüfen, ob „wesensfremde Nutzungen“ vermeidbar sind.

Die erwartete Einschätzung der „Schönheit von Natur und Landschaft“ ist durch die Rechtsprechung insoweit eingegrenzt worden, als *„auf das Urteil eines für die Schönheiten der natürlich gewachsenen Landschaft aufgeschlossenen Durchschnittsbetrachters“* (BVerwG NuR, 1991 S. 124,127), abgestellt wird. Die Fachbeurteilung kann damit dem Andersempfinden Einzelner durchaus entgegenstehen.

Bei der Analyse und Bewertung des Landschaftsbildes sind Quantifizierungen nicht in vergleichbarem Maße möglich wie bei anderen naturwissenschaftlichen Untersuchungen. Angesichts schwer objektivierbarer Kriterien wie „Schönheit“ und „Eigenart“ erfolgen Bewertungen zwangsläufig anhand qualitativer Maßstäbe und in grober Skalierung. Letztlich sind aber auch in einer Landschaftsbildanalyse eine Reihe objektiver Teilkriterien erhebbbar, auf deren Grundlage sich eine Bewertung geplanter Veränderungen nachvollziehbar rechtfertigen lässt.

Für die Beschreibung und Beurteilung von Landschaftsveränderungen durch geplante Bauvorhaben an Land sind bereits eine Reihe fachspezifischer Verfahren entwickelt worden. Einige davon konzentrieren sich auch auf Windenergieanlagen. Unter anderem gehören hierzu die Konzepte und Kriterien von GAREIS-GRAHMANN (1993), NOHL (1993), KLÖPPEL u. KRAUSE (1996) sowie KRAUSE (2000). Eine Landschaftsbildanalyse, die den Besonderheiten des Küstenraums und dem Blick auf das Meer gerecht werden soll, erfordert darüber hinaus aber auch küstenspezifische Grundlagen, denn die Meer- und Küstenlandschaft unterscheidet sich grundlegend von binnenländischen Landschaften. Zu den typischen Eigenarten der Meeres- und Küstenlandschaft zählt die Kargheit an Landschaftsbildelementen und die weiträumige Überschaubarkeit, der, auch ohne die sonst hoch geschätzte Vielfalt anderer Landschaften, ein hoher Eigenwert zukommt. Unter dem Begriff „Seascape-Assessment“ sind im Rahmen eines 4-jährigen Forschungsprojektes des Countryside Council for Wales, Vorstellungen entwickelt worden, auf welche Weise eine Küstenlandschaft im Rahmen einer Landschaftsanalyse und -bewertung adäquater als bisher gewürdigt werden kann (HILL et al. 2001). HILL et al. (2001) zufolge, sollte bspw. eine Würdigung von Küstenlandschaften nicht nur eine Land-See Sichtbeziehung, sondern immer auch Sichtbeziehungen von der See aufs Land sowie Sichtbeziehungen entlang der

Küstenlinie umfassen. Nach Möglichkeit sollten Küstenelemente einbezogen werden, die keinen direkten Sichtbezug zur See haben, also etwa hinter Dünen oder Steilufeln verdeckt liegen.

2 Bestandsaufnahme des dem Vorhaben vorgelagerten Küstenraums

Die Bedeutung eines Landschaftsbildes ermisst sich vor allem aus der Bedeutung und Sensitivität von Betrachterstandorten. In den beiden hier zugrunde gelegten Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit Behörden und Öffentlichkeitsvertretern jeweils etwa 12 repräsentative Betrachterstandorte bestimmt. Die Kriterien der Bestandsbeschreibung sind der Tabelle 1.1 zu entnehmen. Dabei wird ersichtlich, dass in der Bestandsbeschreibung auf sowohl topographische, nutzungs- und naturschutzbezogene, raumstrukturelle als auch gestaltanalytische Aspekte Wert gelegt wurde. Im Folgenden werden nur exemplarisch einzelne Aspekte der Bestandsbeschreibung herausgegriffen.

Die dem Windpark nächstgelegenen Küstenabschnitte müssen in ihrer Morphologie, insbesondere in ihrem Relief charakterisiert werden. So können die Windenergieanlagen von einer hohen Steilküste i.d.R. sehr gut gesehen werden, während die Sichtbarkeit an einer Flachküste mit Schutzdeich sehr beschränkt ist. Darüber hinaus dient dies natürlich auch der Einschätzung der generellen Sensitivität des Standortes. Die Bedeutung eines Landschaftsbildes ermisst sich unter anderem aus der Nutzungsart des Betrachterstandortes. Für die Erholungsnutzung, insbesondere die ruhende Erholung spielt der Wert eines Landschaftsbildes bspw. eine ungleich höhere Rolle als etwa eine industrielle oder verkehrliche Nutzung. Im Untersuchungsraum sind unter dem Gesichtspunkt der Landschaftsbildanalyse daher insbesondere die Nutzungen Tourismus, Landwirtschaft und Naturschutz zu ermitteln.

Natur- und Landschaftsschutzflächen stehen vielfach wegen ihrer Seltenheit, Einmaligkeit und ihrer ungestörten Eigenart oder landschaftlichen Schönheit unter Schutz. Sie dienen u.a. dazu, die Charakteristik und Unverwechselbarkeit von Landschaftsräumen zu bewahren und sind daher für die Landschaftsanalyse von hoher Bedeutung. In einer Umgebung mit geringen menschlichen Einflüssen, in der insbesondere Überbauungen und Versiegelungen sowie regelmäßige geometrische Strukturen auf ein Minimum reduziert sind, wirkt sich eine anthropogene Veränderung des Landschaftsbildes besonders deutlich und ggf. störender auf den Betrachter aus, als in einer anthropogen geprägten und intensiv genutzten Umgebung. Den Landwirtschaftsflächen kommt im allgemeinen aufgrund ihrer meist produktionsorientierten Erscheinung und der damit oft verbundenen visuellen Monotonie ein geringerer ästhetischer Eigenwert zu als den Erholungs- und Naturschutzflächen.

Die Schutzwürdigkeit des Landschaftsbildes kann örtlich durch Vorbelastungen gemindert werden. Hierzu zählten in den zugrunde liegenden Untersuchungen v.a. landschaftsprägende Bauten wie Hochhäuser, Radartürme und Windenergieanlagen.

Kriterium	Erläuterung
<i>Relief</i>	belebt das Landschaftsbild und ist von Bedeutung für die Höhe möglicher Betrachtungsstandorte sowie der maximalen Sichtweiten
<i>Vegetation und prägende Landschaftsteile</i>	Aspekt der Schutzwürdigkeit des Landschaftsbildes, bedeutsam für die Verträglichkeit mit technischen Landschaftselementen
<i>Naturnähe</i>	auf Landschaftsebene bedeutsam für die ruhende Erholung
<i>Wassersportintensität</i>	v.a. Segelverkehr als Landschaftselement und spezifische Erholungsnutzung
<i>Baustile u. -Epochen, bauhistorische Elemente</i>	vielfach prägend für die Ortscharakteristik und bedeutsam für die Verträglichkeit mit technischen Landschaftselementen
<i>Landschaftliche Signifikanz und/oder Repräsentativität</i>	Aspekte der besonderen Eigenart eines Standortes
<i>Variabilität und Dynamik</i>	
<i>Farb- und Helligkeitskontraste</i>	
<i>Achsen, Anordnungsmuster und Raumrichtung</i>	Teil der besonderen Eigenart eines Standortes, erhöht die Sensibilität spezifischer Blickrichtungen
<i>Überschaubarkeit, Raumbegrenzung</i>	Voraussetzung der Erlebbarkeit von Landschaftselementen
<i>Zugänglichkeit, Begehbarkeit, Wahrnehmbarkeit</i>	
<i>Proportionskontraste, Maßstäblichkeit, Bildharmonie</i>	Aspekte der Sensibilität des Landschaftsbildes
<i>Vorbelastungen</i>	Vorprägung durch v.a. vertikale technische Landschaftselemente, auch wenn sie nicht zwingend als „belastend“ wahrgenommen werden

3 Beschaffenheit und visuelle Wirkung des Vorhabens auf die beschriebenen Küstenabschnitte

3.1 Visualisierung

Ein zentraler Aspekt der Landschaftsbildanalyse ist die fotografische Visualisierung des Vorhabens von verschiedenen Betrachtertandorten. Die maßstäbliche Darstellung von Entfernungen bereitet angesichts der Homogenität der Wasseroberfläche und bei weitgehendem Fehlen von Vergleichsmaßstäben auf dem Wasser jedoch grundsätzlich Probleme. Bei der Visualisierung eines Offshore-Windparks muss daher versucht werden, diesen Schwierigkeiten mit der Schaffung von Vergleichsmaßstäben zu begegnen. Ein inzwischen auch vom BSH empfohlenes Verfahren läuft darauf hinaus, auf den Visualisierungen jeweils eine Fluchtstange im Abstand von 7,5 m mit abzubilden. Auf diese Weise kann ein über Blickstandorte und Brennweiteinstellungen hinweg einheitlicher Vergleichsmaßstab aufrecht erhalten werden. Weitere standörtlich vorhandene Vergleichsmaßstäbe, wie etwa Schiffe, Personen, Strandkörbe und besondere Ortsmerkmale sollten nach Möglichkeit hinzugezogen werden.

Zur Vermeidung von Lichtreflexionen und diffuser Lichteinstrahlung ist es beim Fotografieren empfehlenswert Filter zu verwenden. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die damit möglicherweise einhergehende Veränderung von Bildpartien im Hinblick auf v.a. Kontrast und Helligkeit zu anderen Visualisierungsergebnissen führen kann, als dies in der Realität eines normalen klarsichtigen Sommertages zu erwarten ist. Misslungene Aufnahmen lassen sich unter gleichen saisonalen und witterungsmäßigen Bedingungen nur schwer ersetzen.

Letztlich ist zu bedenken, dass die Größendimension einer Visualisierung nur dann realitätsnah dargestellt wird, wenn ein Augenabstand eingehalten wird, in dem die Visualisierung zu betrachten ist. Die Größe des visualisierten Objekt kann durch den Abstand des Betrachters ja schließlich beliebig verändert werden. Ausgehend von den bekannten realen Betrachtungswinkeln wurden bei den hier zugrunde liegenden Untersuchungen folgende Augenabstände für Din a 4 Visualisierungen ermittelt:

- einer 35 mm Brennweiteinstellung ca. 18 cm
- einer 50 mm Brennweiteinstellung ca. 33 cm
- einer 70 mm Brennweiteinstellung ca. 58 cm

Die Visualisierungen dienen maßgeblich dazu, die Wirkung der Windenergieanlagen auf den Betrachter in Abhängigkeit von der Entfernung zu verdeutlichen. Mit zunehmender Entfernung werden die Anlagen weniger deutlich in ihren Einzelheiten wahrgenommen. Die visuellen Wirkungen des Windparks lassen sich jedoch keineswegs allein auf Grundlage dieser Betrachtungen analysieren. Darüber hinaus kommen ergänzende, qualitativ und z.T. quantitativ darstellbare Parameter zum Tragen, die allein über die Visualisierung schlecht oder gar nicht gewichtet werden können. Dazu gehören bspw. unterschiedlich wahrgenommene Anordnungsmuster des Windparks, die Lage des Windparks zur Küste (Exposition) und Aspekte der Beleuchtung. In den folgenden Abschnitten geht es darum, die zu erwartende visuelle Wirkung des Windparks in möglichst vielfältiger Weise zu differenzieren. Die Tabelle 1.2 führt dazu die wichtigsten Einzelaspekte auf.

Kriterium	Erläuterung
<i>Höhe und Breite der Einzelanlagen und des Windparks insgesamt</i>	Bedeutende Ausgangsparameter
<i>Farbe und Form der Einzelanlagen</i>	Form- und Farbvariationen können sich in unterschiedlicher Beleuchtung unterschiedlich auswirken
<i>Entfernung ausgewählter Betrachtungsstandorte</i>	Die Erkennbarkeit von Farbe, Details und Bewegung nimmt bei zunehmender Entfernung ab
<i>Einfluss von Erdkrümmung und Refraktion auf die Sichtbarkeit</i>	Mit der Entfernung nimmt die Verstellung der unteren Anlagenteile durch die Erdkrümmung zu
<i>Exposition der Küstenabschnitte zum Windpark</i>	Die Art der Exposition hat einen Einfluss auf die Intensität der Wirkung
<i>Horizontwinkelaufnahme</i>	Grad des horizontalen Sichtwinkels, den der Windpark standörtlich einnimmt
<i>Anordnungswahrnehmung</i>	Die Anordnung des Windparks kann die visuelle Wirkung des Windparks standörtlich verstärken oder verringern
<i>Reflexion</i>	Witterungsbedingte Besonderheit des Meerblicks

<i>Rotordrehung</i>	Mögliche Ursache für Unruhe im Landschaftsbild
<i>Signalbeleuchtung</i>	Mögliche visuelle Wirkungen bei Nacht, in der Dämmerung sowie bei Sonnenauf- und -untergang
<i>Baubedingte Wirkungen</i>	Wirkungen die bspw. durch Transportverkehr hervorgerufen werden
<i>Kumulative Wirkungen</i>	Im Zusammenhang mit weiteren Windparks oder anderen Seebauwerken kann sich eine Wirkungsaddition ergeben

Tabelle 1.2: Kriterien der Wirkungsanalyse

3.2 Form und Farbe der Anlagen

Traditionell sind Windenergieanlagen weiß bzw. in einem sehr hellen Grauton gehalten. Weiße Farbe reflektiert die Sonneneinstrahlung stärker als andere Farben (vgl. Tabelle 3.1). In der Realität führt weiße bzw. sehr helle Farbe zu einer hohen Variation der Helligkeitserscheinung von Windenergieanlagen, je nach Winkel und Richtung der jeweiligen Sonneneinstrahlung. Sehr hell reflektierende Farben sind weiter sichtbar als im grauen Dunst verschwindende kontrastarme Farbtöne mittlerer Helligkeit. Einer Darstellung von SCHULZ u. STRYBNY (2001) zufolge kommt einer mittelgrauen Oberfläche eine gegenüber dem reinweißen Lack auf nur noch rund 1/3 reduzierte Reflexionseigenschaft zu. Unter dem Gesichtspunkt der Minimierung möglicher visueller Beeinträchtigungen sollte demnach die Farbgebung von Offshore-Windenergieanlagen eher mittelgrau als weiß angelegt sein.

Oberfläche	Reflexionsgrad in %
Aluminium, reinst	87-88
Aluminium, matt	55-76
Lack, reinweiß	80-85
Weiß	75-85
mittelgrau	25-35

Tabelle 3.1: Reflexionsgrad verschiedener Oberflächen
Aus: SCHULZ u. STRYBNY (2001)

Die Rotorblätter sehr hoher Anlagen müssen an den Spitzen aus Flugsicherheitsgründen in einem Signalrot gefärbt sein. Eigene Beobachtungen an Landanlagen mit derartigen Signalstreifen unterstreichen die obigen Feststellungen über Helligkeitswerte. Obwohl eine leuchtend rote Signalfärbung aus kurzer Entfernung durch den Farbkontrast sehr auffällig wirkt, verliert sich aber der Farbkontrast über lange Distanzen zunehmend und wird durch den nur geringen Helligkeitskontrast zwischen Signalrot und Himmelblau überlagert. Die Wahrnehmbarkeit der Anlagen lässt sich dem gemäß über lange Distanzen durch eine graue Farbgebung auf ein Minimum einschränken, wobei die in kurzer Entfernung für Mensch und Tier notwendige rote Signalmarkierung in großen Sichtdistanzen von 15km und mehr unserer Einschätzung nach keine nennenswerten Sichtbeeinträchtigungen hervorruft.

3.3 Sicht- und Witterungsverhältnisse, Erdkrümmung, Refraktion und Reflexion

Der Wechsel der Witterungsverhältnisse beeinflusst die Sicht auf dem Meer und kann entfernte Objekte unterschiedlich nah erscheinen lassen. Bei Nebel oder Hitze alternieren darüber hinaus Farben und Schärfe. Scheinbar klare sommerliche Witterung kann entfernte Objekte verschwinden oder durch Luftspiegelungen größer erscheinen lassen. Eine wichtige Grundlage der visuellen Wirkungsanalyse sind daher standörtliche Klimastatistiken, die insbesondere über die zu erwartenden Sichtweiten im Jahres- und Tagesverlauf Aufschluss geben.

Bei weiten Sichtdistanzen über eine Wasserfläche ist die Erdkrümmung zu berücksichtigen. Theoretisch macht sich der Erdkrümmungsfaktor ab einer Betrachterdistanz von 7 km bemerkbar, so dass der untere Teil des Betrachtungsobjektes unterhalb des Horizonts nicht eingesehen werden kann. Da zwischen der Küste und dem geplanten Windpark deutlich größere Distanzen die Regel sind, wird im Folgenden derjenige Teil der Windenergieanlagen ermittelt, der nach geografischer Berechnung und unter Berücksichtigung der Refraktion, nicht zu sehen ist.

Die geografische Berechnung der Erdkrümmung ist nicht allein ausschlaggebend für die tatsächliche reale Sichtweite. Neben den Witterungsverhältnissen und insbesondere der Aerosolverteilung spielt, als eine besondere atmosphärischen Erscheinung, die Refraktion eine Rolle. Die Refraktion ist eine witterungsbedingte Luftspiegelung, die den Verdeckungseffekt der Erdkrümmung auf ein Maß reduzieren kann, das unter ausschließlich geografischer Berechnung der Erdkrümmung unmöglich erscheint. BAUR (1957) zufolge ist die "wahre Kimmweite" in der Regel infolge der Strahlenbrechung um fast 10 % größer als die geodätische oder geografische Kimmweite.

Bei bestimmten Wettersituationen mit minimalem Wellengang sind über die bisherigen Feststellungen hinaus mit einer optischen Vergrößerung einhergehende Wasserspiegelungen (Reflexionen) möglich (siehe Abb. 3.1.)



3.4 Horizontwinkel, Wahrnehmung auf der Meereshorizontlinie, Küstengeometrie und Exposition

Der vom Windpark standortspezifisch vereinnahmte Horizontwinkel lässt sich am besten in einer Übersichtskarte darstellen. Eine solche Karte ist allein schon deswegen notwendig,

weil eine Visualisierung stets nur einen sehr eingeschränkten Ausschnitt des Sichtwinkels darstellt und in dieser Hinsicht keinen realistischen Eindruck vermitteln kann, wenn man einmal von den gängigen Formaten Din a 4 oder Din a 3 ausgeht.

Beim Vorhaben SKY2000 beträgt der spezifisch vereinbarte Horizontwinkel an den repräsentativen Betrachterstandorten zwischen 6° und 20°. Den meisten Lesern der Studie dürfte der Umgang mit den hier gängigen Winkeln fremd sein. Von daher bedarf es brauchbarer Vergleichsmaßstäbe. Zur realitätsnahen Einschätzung der Relevanz der vor Ort zu erwartenden Horizontwinkel kann man sich eines simplen Größenvergleichs bedienen. So deckt die breite Seite einer gebräuchlichen Chipkarte in einem Abstand von ca. 50 cm (mit ausgestrecktem Arm gehalten) ca. 9°, und die schmale Seite eines DIN A 5 Bogens ca. 16° des Blickfeldes ab.

Aufgrund der eingeschränkten Darstellungsmöglichkeiten einer fotografischen Visualisierung in gängigen Formaten kann daraus auch die Lage des Windparks innerhalb des vom jeweiligen Standort sichtbaren Meereshorizonts ermessen werden. Es macht einen Unterschied, ob der Windpark am Bildrand oder im Zentrum eines typischen Sichtbereiches wahrgenommen wird und ob er dabei einen Grossteil und nur einen untergeordneten Teil des Meereshorizonts ausfüllt. Zur Verdeutlichung können am besten ergänzende schematische Zeichnungen dienen. Es empfiehlt sich zwischen linkem und rechtem Bildrand jeweils volle 360° darzustellen. Dabei sind nur einfache Farbdarstellungen notwendig. Ein grüner Bereich etwa kennzeichnet die Landfläche, ein blauer Bereich die sichtbare Wasserfläche. An einzelnen Orten, nämlich dort, wo nahe Küstenstreifen über Wasserflächen sichtbar sind, werden blaue und grüne Bereiche überlagert dargestellt. Die schematische Zeichnung des Windparks muss in der Höhe nicht maßstabsgetreu sein, sondern dient hier allein dazu, die standörtlich unterschiedlich wahrnehmbare Lage des Windparks auf der Meereshorizontlinie zu illustrieren.

Neben dem standortspezifischen Horizontwinkel des Windparks sowie seiner Lage auf der Horizontlinie, ist auch die Positionierung des Windparks zur Küste von Interesse. Dieser Faktor ergibt sich aus der Küstengeometrie und lässt sich als Exposition des jeweiligen Standortes beschreiben. Gradlinige Küstenabschnitte gewährleisten i.d.R. einen weiten Panoramablick auf den Meereshorizont, während bei Küsten die in Buchten und Halbinseln gegliedert sind, der Ausblick kleinräumlich sehr stark variiert. Die Lage des Windparks am Meereshorizont hängt bei gradlinigen Küsten maßgeblich davon ab, wie die Küste in Bezug auf das Planungsgebiet ausgerichtet ist. Der Windpark erscheint je nach Küstenabschnitt zentral am Horizont oder peripher am Rand.

3.5 Wahrnehmung der Anordnungsmuster und der Rotordrehung

Die Wirkung des Windparks wird u.a. durch das an unterschiedlichen Standorten unterschiedlich wahrgenommene Anordnungsmuster bestimmt. Die Grundfläche des Windparks erzeugt bei jeder Seitenansicht ein charakteristisches, je nach Betrachterstandpunkt unterschiedliches Profil (siehe Abb. 3.2.) Meist wirkt das Anordnungsmuster unregelmäßig und gestreut, doch können auch regelmäßige Muster oder

Konzentrationen hervorgerufen werden, wenn mehrere Einzelanlagen in einer Fluchtlinie stehen. Von einer Entfernung aus betrachtet, in der die Rotorbewegung noch gut erkennbar ist, wirken derartige Anlagenkonzentrationen unruhiger als nebeneinander stehende Anlagen. Abhängig von der Entfernung ist das Anordnungsmuster auf der fotografischen Visualisierung möglicherweise nur undeutlich zu erkennen. Es empfiehlt sich daher maßstabsunabhängige zeichnerische Darstellung, die ausschließlich dem Vergleich der Anordnungsmuster dient. Grundsätzlich wirken gleichmäßige Verteilungen ruhiger und damit positiver als formstrenge Anordnungsmuster und solche in denen Häufungen hintereinander stehender Anlagen dominieren. Eine gestreute Anordnung der Einzelanlagen ist daher anderen Ansichten eines Windparks vorzuziehen.

Die Rotordrehung verstärkt in einer Entfernung, wo sie noch erkennbar ist, die visuelle Wirkung von Windanlagen. Eine fotografische Visualisierung ist nicht in der Lage, die Wirkungen der Rotordrehung darzustellen. Soweit bekannt, ist z.Z. nur eine einzige Visualisierungssoftware darauf spezialisiert, animierte Visualisierungen von Windenergieanlagen zur Darstellung von Rotorbewegungen zu erzeugen. Das dabei zu erkennende Aufblitzen von Pixeln erscheint uns jedoch wenig realistisch und des animierten Visualisierungsaufwands nicht wert.

Es ist bekannt, dass stark reflektierende Rotorblätter über weite Distanzen ein unruhiges Bewegungsbild vermitteln können, denn die geschwungenen Rotorblätter durchlaufen bei jeder Umdrehung eine Vielzahl von Reflexionswinkeln (siehe Abb. 3.3). SCHULZ u. STRYBNY (2001) berichten bspw. von an der ostfriesischen Küste im Fernfeld beobachteten Anlagen, die sich allein durch ihre Lichtreflexionen aus dem ansonsten in Graustufen verlaufenden Hintergrund deutlich hervorheben. Die Erkennbarkeitsgrenzen, bzw. die Verringerung potentieller visueller Beeinträchtigungen durch Rotorumdrehung, ist daher in hohem Maße eine Frage des Farbkontrastes sowie der Mattigkeit bzw. der Reflexionsarmut der Rotorblätter. Wenig reflektierende Farben und Oberflächenstrukturen können die Erkennbarkeit der Rotorumdrehung erheblich reduzieren.

© Fraunhofer IPT / Fraunhofer IEG

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

Abb. 3.2. Windparkseitenprofile



Abb.3.3. Reflexion des Sonnenlichtes auf einem Rotorblatt der 2 MW-Klasse

3.6 Befeuerung und nächtliche Sicht

Ausgehend davon, dass weder einzelne Windenergieanlagen noch die jeweils zum Windpark gehörige Umspannstation Arbeitsbeleuchtung erhalten, ist die Sichtweite der vorgeschriebenen Befeuerung ausschlaggebend dafür, inwieweit ein Offshore-Windpark nachts und in den Dämmerungsstunden sichtbar sein wird. Entsprechend der deutschen Richtlinie zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen wurde bei den hier zugrunde liegenden Untersuchungen von roten Signalleuchten mit einer Lichtstärke von 1600 cd ausgegangen. Die internationale ICAO empfiehlt eine Lichtstärke von 2000 cd.

Bei den hier zugrunde liegenden Windparks machten die Tragweiteberechnungen deutlich, dass rote Signalleuchten mit 1600 cd bei einzelnen Landstandorten gerade noch, bei anderen gerade nicht mehr sichtbar sein würden. Bei durch leichten Dunst getrübt und schlechterer Sicht würde die Befeuerung des Windparks SKY2000 von keinem Küstenstandort zu sehen sein. Unter guten bis sehr guten Sichtverhältnissen reicht die Beleuchtungsstärke jedoch grundsätzlich für eine Erkennbarkeit an einzelnen Küstenstandorten aus. Die dabei zugrunde gelegte „Feuersichtweite“ bezeichnet die Sichtweite eines an die Dunkelheit 5-10 Minuten adaptierten Beobachters bis hin zu Objekten, die eben gerade noch als Lichtquelle erkannt werden können. Im Unterschied dazu kann die Möglichkeit einer visuellen Beeinträchtigung erst angenommen werden, wenn ein Objekt als Lichtquelle mindestens klar erkennbar ist bis hin dazu, dass es sich der Beobachtung aufdrängt. In der Bewertung ist hier also ein Toleranzspielraum zu bedenken.

Nach Auskunft eines Befeuerungsanlagenherstellers (SCHEFFERS, 2002) gibt es 3 technische Möglichkeiten, eine unnötige Beeinträchtigung von Küstenstandorten durch die Befeuerung des Offshore-Windparks zu vermeiden:

- Einerseits sollte die Beleuchtungsintensität entsprechend der witterungsbedingten Sichtweite zentral gesteuert werden. Beim Offshore-Windpark Horns Rev bspw. ist die Lichtintensität der Befeuerung in 4-5 Stufen regulierbar. Gute Sichtverhältnisse erfordern eine geringere Lichtintensität als schlechte.
- Andererseits sollte der schmale Abstrahlwinkel der Befeuerung über das Einstellungsverhältnis von Glühlampe zum Linsensystem feinreguliert werden. Entfernte Küstenstandorte müssen nicht zwangsläufig vom Abstrahlwinkel der Flugsicherheitslichter erfasst werden.
- Technisch möglich und der Vermeidung unnötiger Unruheeffekte dienlich ist letztlich die Synchronisation der Einzelbefeuerungen des Windparks.

3.7 Baubedingte und kumulative Wirkungen

Unter Landschaftsbildgesichtspunkten ist u.a. auch in Erwägung zu ziehen, ob es während der Bauzeit des Offshore-Windparks, die im allgemeinen auch die Hauptferiensaison überdauern dürfte, zu einer visuellen, ggf. auch akustischen Unruhe durch Landverkehr, Schiffsverkehr oder den Einsatz von Großmaschinen kommen kann. Dies könnte bspw. dann der Fall sein, wenn einer der betrachteten Küstenstandorte Ausgangspunkt für Bauaktivitäten wäre. Im Falle der hier zugrunde liegenden Untersuchungen konnte dies jedoch ausgeschlossen werden.

Weiterhin muss grundsätzlich ermessen werden, ob die Wahrnehmung des Landschaftsbildes von bestimmten Standorten aus durch andere vorhandene oder absehbar realisierungsreife Großprojekte verstärkt wird. Gerade in der jetzigen Phase vielzähliger Offshore-Planungen ist es möglich, dass ein und derselbe Sichtstandort dem Einfluss unterschiedlicher Bauvorhaben unterliegt. Unserer Einschätzung nach kommt es jedoch bei den beiden hier zugrunde gelegten Planungen nicht zu derartigen Effekten.

4 Bewertungsmaßstäbe

Angesichts bislang weitgehend fehlender Vergleichsmaßstäbe durch andere Offshore-Windparks ist die Bewertung, der durch die geplanten Offshorewindparks hervorgerufenen Landschaftsbildveränderungen, alles andere als trivial. Die Meereshorizontlinie muss grundsätzlich als ein sensibler Sichtbereich angesehen werden, in dem bereits gering dimensionierte Veränderungen, die in einer vielfältig strukturierten, binnenländischen Landschaft kaum erfassbar wären, Störungen hervorrufen können. Dies liegt daran, dass auf Unterbrechungen der Horizontlinie ein besonderer Fokus liegt, so dass diesen Punkten in der Wahrnehmung eine Bedeutungsperspektive zukommt. Vertikale Bildelemente werden am Horizont in ganz besonderer Weise als Bruch wahrgenommen. Es ist deswegen zu ermitteln, inwieweit der Windpark vorrangig in seinen einzelnen vertikalen Elementen oder als ein zusammenhängendes horizontales Landschaftselement in Erscheinung tritt. Eine mögliche Vertikaldominanz hängt ab von der Höhe der Anlagen, der Entfernung vom Sichtstandort sowie der Gesamtanordnung des Windparks

Die visuelle Wirkung nimmt mit zunehmender Entfernung deutlich ab. Visuelle Wirkungen von Details, die im Vordergrund noch erlebbar sind, treten bei zunehmender Entfernung immer weiter in den Hintergrund. In der Ferne werden selbst landschaftliche Großelemente nur noch silhouettenhaft wahrgenommen. Die Entfernung zum Windpark ist daher ein maßgeblicher Bewertungsfaktor, der im Zusammenhang mit der Anlagengröße deutlich höher als andere Wirkfaktoren zu gewichten ist. Es finden sich nur wenige, veröffentlichte Bewertungsmaßstäbe für küstenbezogene Landschaftsbildveränderungen in großer Entfernung. Eine Quelle für solche Maßstäbe sind die landschaftsbezogenen Untersuchungen für die dänischen Windparks Horns Rev und Rødsand (HASLØV & KJÆRSGAARD, 2000). Dort wurde ein auf Sichtentfernungen bezogenes Zonierungskonzept zugrundegelegt, das die mit der Entfernung abnehmende visuelle Wirkung nach eigenem Vergleich an On- und Offshore-Windparks plausibel darlegt.

Die von HASLØV & KJÆRSGAARD (2000) verwendeten Entfernungsklassen werden folgendermaßen charakterisiert:

- In der Nahzone bis 8,5 km werden 2-MW-Windturbinen noch als "nahe bei" erlebt und in den wesentlichen Details erkannt. In einer Reihe hintereinanderstehende Windturbinen werden als unruhige, die visuelle Wirkung verstärkende Verdichtung wahrgenommen.
- Auch in der Mittelzone, in einem Abstand von 8,5 bis 14 km, werden die 2-MW-Windturbinen dem Zonierungskonzept zufolge immer noch deutlich erkennbar sein. Flügel und Rotation sind zu erkennen, doch beginnt der unterste Teil der Türme hinter dem Horizont zu verschwinden.
- In der Fernzone, in einem Abstand von 14 bis 28 km, ist die visuelle Einwirkung nach Einschätzung von HASLØV & KJÆRSGAARD (2000) sehr zurückgenommen. Die Windturbinen als einzelne Objekte und die Rotation sind immer schwerer zu erkennen. Der Windpark erscheint größtenteils als ein zusammenhängendes horizontales Band und immer größere Anlagenteile verschwinden an tiefliegenden Betrachterstandorten unterhalb der Horizontlinie.
- In einem Abstand außerhalb der bis 28 km reichenden Fernzone (extreme Fernzone) sind die Anlagen bei entsprechenden Sichtverhältnissen noch zu erkennen, jedoch halten HASLØV & KJÆRSGAARD (2000) es für unwahrscheinlich, dass Einzelanlagen unterschieden oder die Rotationsbewegung wahrgenommen werden kann.

Zur Vermeidung erheblicher Landschaftsbildbeeinträchtigungen sind von verschiedener Seite Mindestmaßstäbe für Küstendistanzen genannt worden. Dem „Handlungsplan für Offshore-Windkraftanlagen in den dänischen Küstengewässern“ (Energistyrelsen, 1997) zufolge sollte ein Bau von Windparks in einem Nahbereich von 7-10 km vor der Küste aus Gründen des Landschaftsschutzes vermieden werden. Das Land Niedersachsen hat 2002 in seiner Raumnutzungskonzeption für die Küste zur Vermeidung erheblicher Beeinträchtigungen durch Offshore-Windanlagen einen Mindestabstand von 9 km zu touristischen Zentren festgelegt (VESPERMANN, 2002). Die Landesregierung Schleswig-Holsteins legt mit einem definierten Mindestabstand von 12-15 km zur Küste (Landesregierung, S-H 2000) einen deutlich strengeren Maßstab an als Niedersachsen und Dänemark. Die unterhalb der für Schleswig-Holstein genannten Werte liegenden Distanzen wurden in den hier zugrunde liegenden Untersuchungen grundsätzlich als erhebliche

Beeinträchtigung aufgefasst. Umgekehrt war davon auszugehen, dass bei über diesen Werten liegenden Distanzen erst dann eine erhebliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, wenn in der Schutzwürdigkeit eine besonders hochgradige Bestandsbewertung vorliegt und eine besonders hohe Wirkintensität durch den Windpark zu erwarten ist.

Für den durch ein Vorhaben eingenommenen horizontalen Sichtwinkel finden sich nur wenig Vergleichsmaßstäbe in der Literatur. SKY2000 wird einen Sichtwinkel von 20° abdecken. Demgegenüber wird der Windpark Borkum-Riffgrund im Endausbau von Borkum und von Juist aus 49°-50° auf der Horizontlinie abdecken (STRYBNY und SCHULZ, 2001). Die Einschätzung inwieweit der vom Windpark eingenommene Horizontbereich als eine Blickbarriere bzw. als erhebliche Beeinträchtigung wahrgenommen wird, dürfte auch davon abhängen, welcher Winkel von einem unbefangenen Betrachter in einem Blick erfasst wird. KRAUSE (2000) spricht von einem „Bildbaustein“, der in einem horizontalen 54°-Winkel erfasst wird, wobei ein „Blickbindungssaum“ im Bereich bis mindestens 73° hinzugerechnet wird. Unserer Einschätzung nach ist bis zu einem zur Hälfte eingenommenen Bildbaustein (27°) keine erhebliche Beeinträchtigung zu erwarten. Die letztendliche Einschätzung sollte jedoch auch in Abhängigkeit weiterer Faktoren wie der vertikalen Höhe der Anlagen, des Gesamtwinkels des Meereshorizonts, möglicher Buchtsituationen etc. erfolgen.

Am Meereshorizont sind Blickbereiche unterschiedlicher Sensibilität unterscheidbar. HILL et al. (2001) hebt die Übergänge vom Land zum Meer als empfindliche Bereiche hervor. Dies sind die Horizontbereiche, die bspw. Strandspaziergänger stets vor Augen haben. Wenn man davon ausgehen kann, dass Erholungssuchende an der Küste ihren Blick vorzugsweise auf das offene Meer richten, um einen möglichst weiträumigen Meereshorizont zu genießen, dann dürfte weiterhin der einem Küstenabschnitt frontal gegenüberliegende Horizontabschnitt als ein gegenüber peripheren Bereichen sensibleres Blickfeld gelten. Eine entsprechende Sichtachse geben die in vielen Küstenorten vorhandenen Seebrücken vor. Die Wahrnehmung des Windparks auf der Meereshorizontlinie steht in der Gesamtwichtung hinter verschiedenen anderen Kriterien (Entfernung, Sichtwinkeleinnahe) zurück, quantitative Maßstäbe ergeben in diesem Bereich keinen Sinn.

5 Vermeidung, Minderung und Ersatz landschaftsästhetischer Beeinträchtigungen

Ein wesentliches Augenmerk bei der Minimierung von Landschaftsbildbeeinträchtigungen sollte auf einer kontrastarmen Farbwahl und einer matten Oberflächengestaltung der Anlagen liegen. Die obigen Überlegungen zum Farb- und Helligkeitskontrast legen einen Farbton nahe, der möglichst mittelgrau (weil unter Sonneneinstrahlung ohnehin stark aufgehellt) und keinesfalls heller als RAL 7035 sein sollte. Die im Abbildung 3.9 dargestellten Anlagenteile sind im Farbton RAL 7035 gehalten. RAL 7000 ist das von der NATO verwendete Marinegrau, andere Staaten verwenden auch das Marinegrau 7001.



Abb. ***: Auswahl einiger RAL-Grautöne

Die für den Windpark erforderlichen Gefahrfeuersysteme sollten auf die den gesetzlichen Anforderungen entsprechenden Minimallichtstärken eingestellt werden, um visuelle Beeinträchtigungen an den Küstenstandorten so gering wie möglich zu halten. Den Richtlinien zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen vom 22.12.1999 zufolge, ist eine Mindestlichtstärke von 1600 cd ausreichend. Weitere Vermeidungseffekte sollten über die Regulierung des Abstrahlwinkels der Befeuerung sowie über die Synchronisation der Blinkleuchten angestrebt werden .

6 Schlussfolgerungen

Der Bewertung von Landschaftsbildveränderungen durch ein Bauvorhaben steht stets die grundsätzliche Frage voran, ob mit dem Vorhaben eine „wesensfremde Nutzung“ in das Landschaftsbild eingeführt wird. Dies kann an der Küste mit Blick auf die Windenergieerzeugung verneint werden. Wind ist ein Wesenselement der Küste, welches die Küstenlandschaft prägt und welches traditionell vom Menschen genutzt wird. Mag die technisch optimierte Form der Windenergienutzung auch nicht dem Landschaftsideal eines jeden entsprechen, so wird sie an der Küste dennoch kaum als „wesensfremd“ bezeichnet werden können.

Die Bewertung, der durch die geplanten Offshorewindparks hervorgerufenen Landschaftsbildveränderungen, ist allerdings angesichts bislang weitgehend fehlender Vergleichsmaßstäbe durch andere Offshore-Windparks nicht einfach. Die spezifischen Eigenarten der Meeres- und Küstenlandschaft müssen bei der Bestands- und Wirkungsbewertung berücksichtigt werden. Einen wesentlichen Einfluss auf die Wirkungsbewertung hat die Sensitivität der repräsentativen Betrachterstandorte, die nach topographischen, nutzungs- und naturschutzbezogenen, raumstrukturellen und gestaltanalytischen Kriterien beschrieben werden sollten.

Ein zentraler Aspekt der Landschaftsbildanalyse ist die fotografische Visualisierung des Vorhabens von verschiedenen Betrachterstandorten. Doch allein mit einer Visualisierung ist es in einer tiefer gehenden Landschaftsbildanalyse bei weitem nicht getan, denn verschiedene Wirkungsaspekte können in einer fotografischen Visualisierung nur schlecht zum Ausdruck gebracht werden. Hier bedarf es, wie oben angeführt, weiterer schematischer und zeichnerischer Detaillierungen und Vergleiche.

Die der Entwicklung der hier dargestellten Methodik zugrunde liegenden Untersuchungen führten in beiden Planungsfällen zu dem Ergebnis weitgehender, d h. unter Beachtung der skizzierten Minderungsmaßnahmen, Landschaftsverträglichkeit des Vorhabens. Ein Einzelstandort wurde aufgrund des drohenden Verlustes seines in der Meeresregion

einzigartig weit unverbauten Meereshorizonts als „erheblich beeinträchtigt“ beurteilt, wobei eine generelle Ausgleichbarkeit unterstellt werden konnte.

Das Landschaftserleben der Küste ist für Bewohner und Urlauber grundsätzlich von einer ungewohnten Vielfalt intensiver Sinneseindrücke geprägt. Dazu gehören u.a. Sonneneinstrahlung mit Licht- und Schattenspielen, Geräusche (Wellen, Wind, Vögel, ggf. Strandleben), Gerüche (Salzwasser, Algen etc.) und taktile Reize (Wind, Salzwasser). All dies dürfte im Falle der hier betrachteten Planungen dazu führen, dass die ohnehin nicht zwangsläufig negativ geprägte Wahrnehmung eines Offshore-Windparks für den Durchschnittsbetrachter nicht nur ein witterungsbedingt zufälliges Ereignis bleibt, sondern auch aufgrund der küstenspezifischen Reizeinflutung eher in den Hintergrund treten wird.

Literatur

BAUR, F. Hrg. (1957): Linkes Meteorologisches Taschenbuch, Band III, Kap II, "Besondere atmosphärische Erscheinungen". Akademische Verlagsgesellschaft Geest und Portig, Leipzig.

BENKENSTEIN, M.; ZIELKE, K.; BASTIAN, J (2004): Wirkungseffekte von Offshore-Windkraftanlagen in M-V auf touristische Nachfrage- und Angebotsstrukturen- Ergebnisse des Forschungsgutachtens, Universität Rostock

BVerwG NuR (1991) S. 124,127

ENERGISTYRELSEN (1997): Action Plan for Windfarms in Danish Waters. in Verbindung mit Elkraft (SEAS) und ELSAM Produktion und der dänischen Forst- und Naturschutzbehörde. Druck SEAS, Dänemark

GAREIS-GRAHMANN, J. (1993): Landschaftsbild und Umweltverträglichkeitsprüfung. Beiträge zur Umweltgestaltung A 132. Erich Schmidt Verlag, Berlin.

GASSNER, E. (1995): Das Recht der Landschaft. Gesamtdarstellung für Bund und Länder. Neumann Verlag.

HASLØV & KJÆRSGAARD (2000): Vindmøller syd for Rødsand ved Lolland – vurderinger af de visuelle påvirkninger. SEAS Distribution A.m.b.A. Teil der Hintergrunduntersuchungen zur Umweltverträglichkeitsuntersuchung.

HILL, M., BRIGGS, J., Minto, P., Bagnall, D., Foley, K. Williams, A. (2001): Guide to best Practice in Seascape Assessment. Maritime Ireland/Wales Interreg 1994-1999. Countryside Council for Wales, Brady Shipman Martin University College Dublin.

KLÖPPEL u. KRAUSE (1996): Windkraftparks in der Erholungslandschaft: Standortprobleme unter dem Aspekt von Landschaftsbild und Erholungsqualität. Academia Verlag, St. Augustin.

KRAUSE, C. (2000): Naturschutzfachlich begründete Abstandsempfehlungen zu Bereichen mit schutzwürdigem Landschaftsbild. In WINKELBRANDT et al.: Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen. Landwirtschaftsverlag, Münster.

LANDESREGIERUNG SH (2000): Offshore-Windkraftanlagen. Bericht der Landesregierung im Schleswig-Holsteinischen Landtag. Drucksache 15/626, 00-12-21.

LOUIS, H.-W.; A. Engelke (2000): Naturschutzrecht in Deutschland Band 2 – Bundesnaturschutzgesetz Kommentar 2. Auflage, Schapen Edition, Braunschweig

NIT (2000): Touristische Effekte von On- und Offshore- Windkraftanlagen in Schleswig-Holstein, September 2000, Kiel

NOHL, W. (1993): Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes durch mastenartige Eingriffe, Hrsg.: Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern.

STRYBNY, J. SCHULZ, D. (2001): Sichtbarkeitsanalyse für Offshore-Windparks. Institut für Strömungsmechanik, Universität Hannover. www.gigawind.de

SCHEFFERS, M. (2002): Persönliche Mitteilung für die Firma ORGA b.v. Niederlande, Juni 2002.

VESPERMANN, K.H. (2002): Raumnutzungskonzeption für die niedersächsische Küste. Vortrag auf dem 12. Symposium „Aktuelle Probleme der Meeresumwelt“ BSH, Hamburg am 6.6.2002.