

Strategische Umweltprüfung in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone

– Strategische Umweltprüfung und strategisches Umweltmonitoring –

Thomas Schomerus

Karsten Runge

Georg Nehls

Jan Busse

Tobias Dittmann

Jens Nommel

Dörte Poszig

Marcus Steffens

Vorwort

Das Werk mit dem Stand vom März 2007 gibt die Ergebnisse des zweiten Untersuchungsabschnitts des Forschungsprojekts „Strategische Umweltprüfung und strategisches Umweltmonitoring für Offshore-Windenergieparks“ wieder, das 2004 begonnen wurde. Im ersten Abschnitt wurden allgemeine Fragen wie die Grundlagen der Strategischen Umweltprüfung für die Windenergienutzung in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone, prozedurale Fragestellungen, vor allem der Umweltbericht und das Verhältnis von Strategischer Umweltprüfung und Natura 2000 behandelt (s. Schomerus/Runge/Nehls et al., Strategische Umweltprüfung für die Offshore Windenergienutzung, 551 S., Verlag Dr. Kovac, Hamburg 2006). In dem zweiten Teil des Forschungsvorhabens werden die Schwerpunkte auf das Monitoring im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung sowie auf die Frage der Einbeziehung von globalen und überregionalen Effekten in den Umweltbericht gelegt. Besondere Bedeutung kommt insoweit dem Klimaschutz zu. Wie der erste ist auch dieser zweite Teil das Ergebnis intensiver Zusammenarbeit und gelebter Interdisziplinarität. An der Studie haben Umweltplaner, Biologen und Juristen mitgewirkt. Durch den Blick auf die jeweils anderen Disziplinen hat jeder Bearbeiter neue Erkenntnisse für sein Fach gewinnen können, aber es wurden hierdurch auch Grenzen der eigenen Fachdisziplin deutlich. Die Verfasser hoffen, dass durch den interdisziplinären Ansatz der Arbeit auch beim Leser neue Ideen geweckt werden, indem z. B. bisher so nicht gesehene Verknüpfungen aufgezeigt werden.

Die Verfasser danken allen, die hierbei mit Rat und Tat Unterstützung geleistet haben, insbesondere den Mitarbeitern des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, des Projektträgers Jülich sowie des Bundesamts für Seeschifffahrt und Hydrographie. Fragen, Anregungen und Kritik als Grundlage für eine weiterführende fruchtbare Diskussion der vorgelegten Ergebnisse werden gerne entgegengenommen. Klarzustellen ist, dass der Bericht nicht notwendigerweise die Meinung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit wiedergibt.

Lüneburg, im Mai 2007

Thomas Schomerus

Karsten Runge

Georg Nehls

Das dem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Förderkennzeichen 0329945A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren:

Prof. Dr. iur. Dr. h.c. (GTU Tiflis)
Thomas Schomerus

RA Jan Busse

Dipl.-Umweltwiss. Marcus Steffens

Professur Öffentliches Recht,
insb. Energie- und
Umweltrecht

Universität Lüneburg
Wilschenbrucher Weg 69

21335 Lüneburg

Tel.: 04131 - 677-7930

Fax: 04131 - 677 7983

schomerus@uni-lueneburg.de

www.uni-lueneburg.de/fb4/institut/ustrat/recht/



apl. Prof. Dr. Ing Karsten Runge

Dipl.-Geogr. Jens Nommel
MAS (GISc)

OECOS GmbH
Bellmannstraße 36

22607 Hamburg

Tel. 040 - 89070622

Fax: 040 - 85500812

mail@oecos.com

www.oecos.com



Dr. rer. nat. Georg Nehls

Dipl. Biol. Tobias Dittmann

Dipl.-Biol. Dörte Poszig

BioConsult SH
Brinckmannstr. 31

25813 Husum

Tel.: 04841 - 663290

Fax: 04841 - 6632919

Info@bioconsult-sh.de

www.bioconsult-sh.de



Inhaltsverzeichnis¹

VORWORT	III
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	XIV
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	XVIII
TABELLENVERZEICHNIS	XIX
ZUSAMMENFASSUNG	21
EINLEITUNG	31
TEIL A: STRATEGISCHES UMWELTMONITORING	33
1 RECHTSASPEKTE DES MONITORINGS	33
1.1 Grundlagen des SUP-Monitorings	33
1.1.1 Rechtsgrundlage.....	34
1.1.2 Begriff und Zielsetzung	34
1.1.2.1 Wortlautauslegung.....	35
1.1.2.2 Systematische Einordnung	35
1.1.2.3 Zwischenergebnis	40
1.1.3 Ziele des SUP-Monitorings	41
1.1.3.1 Zielbestimmung Vorsorge	41
1.1.3.2 Erkennen unvorhergesehener negativer Umweltauswirkungen	41
1.1.3.3 Möglichkeit der Ergreifung von Gegenmaßnahmen	43
1.1.3.4 Kontrolle des Umweltberichts und Qualitätssicherung	44
1.1.3.5 Informationsgewinnung für folgende Planungen bzw. Genehmigungsverfahren.....	46

¹ Die Verfasser der einzelnen Abschnitte sind aus den angehängten Kürzeln zu ersehen. Dabei bedeutet: LÜ - Universität Lüneburg; OECOS - OECOS GmbH; BIO - Bio-Consult SH.

1.1.4	Gegenstand des SUP-Monitorings.....	47
1.1.4.1	Unvorhergesehene Auswirkungen	47
1.1.4.2	Erhebliche Auswirkungen	50
1.1.4.3	Positive und negative Auswirkungen.....	51
1.1.4.4	Überwachung der Kompensationsmaßnahmen.....	52
1.1.4.5	Zusammenfassung.....	53
1.1.5	Monitoring in der Abwägung	54
1.2	Rechtliche Anforderungen an die Durchführung.....	57
1.2.1	Verantwortlichkeit für die Durchführung.....	57
1.2.1.1	Aufgabenzuweisung im UVPG.....	57
1.2.1.2	Möglichkeiten der Aufgabenwahrnehmung durch Dritte	58
1.2.1.3	Rechtsnatur des SUP-Monitorings	58
1.2.1.4	Bedeutung für die Durchführung	59
1.2.2	Erlangung von Daten	60
1.2.3	Umfang und Dauer	61
1.2.4	Beteiligungsrechte bzw. Beteiligungsmöglichkeiten	62
1.2.5	Zugänglichmachung der Ergebnisse.....	62
1.3	Nutzung bestehender Überwachungsmechanismen	64
1.3.1	Anforderungen an die Nutzbarkeit	65
1.3.2	Bereits bestehende Überwachungs- und Messprogramme in der AWZ.....	66
1.3.2.1	Überwachung nach Art. 11 FFH-Richtlinie	66
1.3.2.2	Sonstige Überwachungsmechanismen	67
1.3.2.3	Integration in einen regulären Planungszyklus	67
1.3.2.4	Umweltmonitoring auf Grundlage der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie .	68
1.3.3	Verknüpfung mit der Überwachung auf Projektebene	69
1.3.3.1	Daten aus dem Genehmigungsverfahren.....	69
1.3.3.2	Überwachung nach § 15 SeeAnIV	70
1.3.3.3	Monitoring als Nebenbestimmung nach § 4 Abs.2 SeeAnIV	71
1.3.3.4	Weitergehende Verknüpfung Betriebsmonitoring / SUP-Monitoring	74
1.3.3.5	Beispiel: Monitoring bei besonderen Eignungsgebieten.....	77
1.3.3.6	Zwischenergebnis.....	78

1.4	Nachträgliche Steuerungsmöglichkeiten.....	79
1.4.1	Steuerungsmöglichkeiten auf Planebene	79
1.4.1.1	Möglichkeiten der Steuerung im Überblick	79
1.4.1.2	Verpflichtung zur nachträglichen Steuerung?	79
1.4.2	Nachträgliche Steuerung auf Projektebene	81
1.4.2.1	Verpflichtung zur Anpassung der Anlagen	81
1.4.2.2	Nachträgliche Auflagen nach § 4 Abs. 3 SeeAnlV	82
1.4.2.3	Widerruf nach § 49 VwVfG	82
1.4.3	Ergebnis	83
2	SUP-MONITORING ALS PLANUNGSAUFGABE	85
2.1	Klärung der Monitoringintentionen.....	85
2.2	Methodische Aspekte des Monitoring	88
2.2.1	Voraussetzungen	88
2.2.2	Empirische Monitoringansätze	90
2.2.3	Heuristische Monitoringansätze.....	91
2.2.4	Emissions- u. Immissionsmonitoring	94
2.2.5	Referenzuntersuchungen.....	95
2.2.6	Status Quo-Erfassung und Wiederholungszeiträume	95
2.3	Existierende Monitoringansätze	96
2.3.1	Datenquellen, Umweltdatenverfügbarkeit und Vergleichbarkeit	97
2.3.2	OSPAR, HELCOM und Internationale Nordseeschutzkonferenz	99
2.3.3	Bund-Länder-Messprogramm (BLMP)	100
2.3.4	ICES	103
2.3.5	Seabirds at Sea	105
2.3.6	Begleitforschung der Offshore-Windenergienutzung.....	106
2.3.7	AIS – Realkartierung des Schiffsverkehrs.....	108
2.3.8	CONTIS Informationssystem	112
2.3.9	UVS-Berichte.....	112
2.3.10	Zukünftige Umweltmonitoringsysteme in der AWZ.....	114
2.3.11	Schlussfolgerungen zur Integration bestehender Monitoringansätze.....	116

2.4	Berichtswesen und Managementansatz	118
2.4.1	Zugänglichkeit von Monitoringergebnissen	118
2.4.2	Raumordnungsbericht.....	119
2.4.3	Ausblick Umweltmanagementsystem	120
2.5	Abgrenzung von Monitoringteilregionen	121
3	ÜBERWACHUNG BIOLOGISCHER SCHUTZGÜTER	127
3.1	Monitoring von Eingriffsfolgen auf biologische Schutzgüter in der SUP gegenüber der UVP.....	129
3.2	Prognostizierte Effekte auf Vögel und ihre Erfassung.....	130
3.2.1	Lebensraumverlust durch Scheuchwirkung.....	130
3.2.2	Zugwegveränderungen durch Barrierewirkung.....	136
3.2.3	Mortalität durch Kollision	137
3.3	Effekte auf Fledermäuse.....	139
3.4	Effekte auf Schweinswale	140
3.4.1	Physiologische Schädigungen und Störungen in der Bauphase	140
3.4.2	Lebensraumverlust und Verhaltensstörungen durch Lärmeintrag im Betrieb	141
3.5	Effekte auf Seehunde und andere Robben	142
3.6	Effekte auf Fische.....	142
3.7	Effekte auf benthische Lebensgemeinschaften.....	143
3.8	Methoden zur Erfassung biologischer Schutzgüter	144
3.8.1	Zählung von Rastvögeln entlang von Transekten mit Schiff und Flugzeug ..	147
3.8.2	Standardisierte Sichtbeobachtung fliegender Vögel vom Schiff aus	149
3.8.3	Standardisierte Sichtbeobachtung fliegender Vögel von Land aus („Seawatching“).	150
3.8.4	Erfassung fliegender Vögel mit Radargeräten.....	151
3.8.5	Akustische Erfassung von Nachtziehern	154
3.8.6	Wärmebildkameras	154
3.8.7	Weitere Erfassungsmöglichkeiten des nächtlichen Vogelzugs	155

3.8.8	Telemetrie	156
3.8.9	Stationäre Erfassung von Vogelkollisionen.....	157
3.8.10	Erfassung von Fledermäusen mit Ultraschall-detektoren	157
3.8.11	Schiffs- und Flugzeugtransektzählungen von Schweinswalen	158
3.8.12	Akustische Erfassung von Schweinswalen mit Klickdetektoren (T-PODs) 158	
3.8.13	Erfassung von Robben	159
3.8.14	Untersuchungen an Fischen	160
3.8.15	Untersuchungen benthischer Lebensgemeinschaften.....	161
3.9	Integration bestehender Monitoringprogramme	162
3.9.1	Bund-Länder-Messprogramm (BLMP)	162
3.9.2	Natura 2000-Monitoring	163
3.9.3	Projekt SCANS	165
3.9.4	Projekte zur Erfassung Mariner Warmblüter in Nord- und Ostsee (MINOS und MINOS+)	165
3.9.5	Monitoring von Schweinswalen anhand von Strandungsfunden.....	166
3.9.6	Forschungsplattformen	166
3.10	Einsatz von Indikatoren und Fallstudien im Monitoring.....	167
3.11	Fallstudien in der SUP	170
3.12	Weiterentwicklung der Bewertungsgrundlagen – Erheblichkeit von Eingriffsfolgen.....	172
3.12.1	Biologische Hintergründe zur Erheblichkeit von Eingriffen im Offshorebereich	175
3.12.2	Eingrenzung des Betrachtungsraums – regionale, nationale oder internationale Ebene?	181
3.12.3	Bedeutung kumulativer Effekte	183

TEIL B: INTEGRATION GLOBALER UND ÜBERREGIONALER UMWELTEFFEKTE	185
4 RECHTLICHER RAHMEN DER INTEGRATION VON GLOBALEN UND ÜBERREGIONALEN UMWELTEFFEKTEN IN DEN UMWELTBERICHT	185
4.1 Übereinkommen und Zielbestimmungen im Überblick.....	186
4.1.1 Internationale Vorgaben zum Klimaschutz	186
4.1.2 Gemeinschaftsrechtliche Vorgaben zum Klimaschutz.....	188
4.1.3 Nationale Instrumente und Vorgaben zum Klimaschutz.....	191
4.2 Klimaschutz im Planungs- und Zulassungsrecht.....	193
4.2.1 Klimaschutz in der Bauleitplanung	193
4.2.2 Klimaschutz in der Raumordnung	194
4.2.3 Klimaschutzgesichtspunkte im Naturschutzrecht.....	198
4.3 Globale Klima- und überregionale Luftschadstoff-wirkungen in der planerischen Abwägung	204
4.3.1 Die planerische Abwägung.....	204
4.3.2 Berücksichtigung des Klimaschutzes und weiterer großräumiger Wirkungen in der SUP	206
4.4 Anforderungen an den Umweltbericht unter Berücksichtigung des Klimaschutzes.....	207
4.4.1 Umweltauswirkungen	208
4.4.2 Umweltziele.....	209
4.4.3 Alternativenprüfung.....	210
4.4.4 Vernünftige Alternativen	210
4.4.5 Nullvariante	214
4.5 Ergebnis	216

5	INTEGRATION VON GLOBALEN UND ÜBERREGIONALEN UMWELTEFFEKTEN DER OFFSHORE-WINDENERGIE IN DEN UMWELTBERICHT	219
5.1	Überblick.....	219
5.1.1	Wechselnde Betrachtungsschwerpunkte auf unterschiedlichen Entscheidungsebenen	220
5.1.2	Methodische Schwerpunkte	221
5.2	Eckpunkte der Bilanzierung von Einspareffekten hinsichtlich freigesetzter Klimagase und Luftschadstoffe.....	223
5.2.1	Ziele der deutschen Klimapolitik.....	223
5.2.2	Ziele der deutschen Luftreinhaltepolitik.....	225
5.2.3	Ausgangssituation	226
5.2.4	Schadstoffeinträge der Energiewirtschaft auf dem Luftpfad in die Nord- und Ostsee	230
5.2.4.1	Nordsee	230
5.2.4.2	Ostsee	232
5.2.5	Prognostizierte Stromerträge durch Offshore-Windenergieparks	234
5.2.6	Potenzieller Minderungsbeitrag	236
5.2.7	Abgleich mit den Zielen der deutschen Umweltpolitik	237
5.2.8	CO ₂ -Einsparpotenziale der Offshore-Windenergie bei unterschiedlichen Bezugswerten	238
5.2.9	Schlussfolgerungen und Bewertung zur Methodik der Emissionsberechnungen	242
5.3	Überblick globaler Klima- und überregionaler Luftschadstoffwirkungen auf die Meeresumwelt.....	243
5.3.1	Klimafolgen für abiotische Faktoren der Meeresumwelt	244
5.3.1.1	Erwärmung des Wasserkörpers	245
5.3.1.2	Anstieg des Meeresspiegels.....	246
5.3.1.3	Erhöhte Sturmtätigkeit.....	249
5.3.1.4	Veränderte Strömungsprozesse	250
5.3.1.5	Versauerung des Meerwassers.....	251

6	AUSWIRKUNGEN DER VERBRENNUNG FOSSILER ENERGIETRÄGER AUF DIE BIOLOGISCHEN SCHUTZGÜTER	255
6.1	Klimaänderungen	255
6.1.1	Temperaturanstieg	259
6.1.2	Meeresspiegelanstieg und Extremereignisse	269
6.1.3	Veränderung von Meeresströmungen.....	272
6.2	Aufnahme von CO₂ im Meer	273
6.3	Schadstoffwirkungen	274
6.3.1	Emission von Stickoxiden	274
6.3.2	Eintrag von Schwermetallen.....	275
6.4	Zusammenwirken mit weiteren anthropogenen Belastungen	277
6.5	Schlussfolgerung und Beurteilung im Rahmen der SUP	282
7	EXKURS: RECHTLICHE PRÜFUNG EINER FRÜHZEITIGEN EINBEZIEHUNG POTENZIELLER INVESTOREN IN DEN PLANUNGSPROZESS SOWIE VON MÖGLICHKEITEN DER FINANZIERUNG	289
7.1	Einbeziehung in den Planungsprozess	289
7.1.1	Vorbemerkungen	289
7.1.2	Zu den einzelnen Regelungen über die Möglichkeit der frühzeitigen Einbeziehung von potenziellen Investoren in den Planungsprozess	291
7.1.2.1	Festlegung besonderer Eignungsgebiete nach § 3 a SeeAnIV	291
7.1.2.2	Raumordnung nach § 18 a ROG	292
7.1.2.3	Strategische Umweltprüfung.....	292
7.1.3	Einbeziehung potenzieller Investoren außerhalb der Beteiligungsmöglichkeiten nach den geltenden Gesetzen und Rechtsverordnungen.....	295
7.1.4	Überlegungen de lege ferenda	296
7.1.5	Ergebnis zur Einbeziehung potenzieller Investoren in den Planungsprozess.	298
7.1.6	Handlungsempfehlungen	298

7.2	Möglichkeiten der Finanzierung	298
7.2.1	Möglichkeiten de lege lata.....	299
7.2.2	Möglichkeiten de lege ferenda.....	300
7.2.3	Ergebnis zur Finanzierung.....	302
7.2.4	Handlungsempfehlungen.....	302
8	HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	303
8.1	Handlungsempfehlungen zum strategischen Monitoring	303
8.1.1	Rechtswissenschaftliche Aspekte.....	303
8.1.2	Planungshinweise zur Monitoringmethodik.....	305
8.1.2.1	Die Konzeption des Monitorings ist Teil der Plan/Programmerarbeitung	305
8.1.2.2	Die Evaluierbarkeit des zugrundeliegenden Plans/Programms basiert auf empirischen Methoden.....	306
8.1.2.3	Verarbeitung und Darstellung der Monitoringdaten.....	307
8.1.2.4	Orientierung an zukünftigen Monitoringprogrammen.....	308
8.1.2.5	Vorschlag von Verfahrensgebieten.....	308
8.1.3	Biologische Aspekte.....	309
8.2	Handlungsempfehlungen bezüglich der Integration globaler und überregionaler Umwelteffekte	311
8.2.1	Rechtswissenschaftliche Aspekte.....	311
8.2.2	Planungswissenschaftliche Aspekte.....	312
8.2.3	Biologische Aspekte.....	313
9	LITERATUR	315

Abkürzungsverzeichnis

Abl.	Amtsblatt
Abs.	Absatz
AIS	Automatic Information System
AIS	Automatic Identification System
ARGE Elbe	Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung der Elbe
ARGE Weser	Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung der Weser
Art.	Artikel
AWI	Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
AWI/BAH	Biologische Anstalt Helgoland in der Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BauGB	Baugesetzbuch
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BeoFINO	Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nord- und Ostsee
BFA Fisch	Bundesforschungsanstalt für Fischerei
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BITS	Baltic International Trawl Surveys
BLMP	Bund-Länder-Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMVBW	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
BMWA	Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
BT-Drs.	Bundestags-Drucksache
BTS	Beam Trawl Survey
BVerfG	Bundesverfassungsgericht
BVerfGE	Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
BVerwGE	Entscheidungen des Bundesverwaltungsgerichts
CCS	Carbon Capture and Storage
COMBINE	Cooperative Monitoring in the Baltic Marine Environment
CONTIS	Continental Self Information System
CPSL	Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise
DEBRIV	Bundesverband Braunkohle
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
DENA	Deutsche Energie-Agentur GmbH
DIFU	Deutsches Institut für Urbanistik
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DOD	Deutsches Ozeanographisches Datenzentrum
DÖV	Die Öffentliche Verwaltung
DTI	Department of Trade and Industry
DVBl.	Deutsches Verwaltungsblatt

DZMB	Deutsches Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung
EAG	Europarechtsanpassungsgesetz
ECCP	European Climate Change Programme
EEAP	Energieeffizienz-Allokationsplan
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetzes
EGV	Vertrag zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft
EHRL	Emissionshandelsrichtlinie
EMSON	Erfassung von Meeressäugern und Seevögeln in Ost- und Nordsee
EPE	Energiepolitik für Europa
ESAI	East Shetland Atlantic Inflow
et al.	et alii
ETA	estimated time of arrival
EuGH	Europäischer Gerichtshof
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FFH-RL	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG)
FFS	Fischereiforschungsschiff
FINO	Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee
FTZ	Forschungs- und Technologiezentrum
GEMIS	Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme
GG	Grundgesetz
GhK	Gesamthochschule Kassel
GIS	Geografisches Informationssystem
GOV	Chalut à Grande Ouverture Verticale
GPS	Global Positioning System
HELCOM	Baltic Marine Environment Protection Commission (Helsinki Commission)
IBTS	International Bottom Trawl Survey
ICES	International Council for the Prevention of Pollution from Ships
IfV	Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven
IMO	International Maritime Organisation
IMPEL	Implementation and Enforcement of Environmental Law
INA	Internationale Naturschutzakademie Vilm, BfN
INK	Internationale Nordseeschutzkonferenz
IOW	Institut für Ostseeforschung, Warnemünde
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IVU-RL	Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (96/61/EG)
JAMP	Joint Monitoring and Assessment Program
LANA	Länderausschuss Naturschutz
LANU	Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein
LFA-MV	Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Rostock
LUNG	Landesamt für Umwelt, Natur und Geologie von Mecklenburg-Vorpommern
m. w. N.	mit weiteren Nachweisen
MARNET	Marines Umweltmessnetz in Nord- und Ostsee
MINOS	Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee
MMSI	maritime mobile service identity
MONARCH	Modelling Natural Resource Responses to Climate Change
MUDAB	Meeresumweltdatenbank
MUDAB	Meeresumwelt Datenbank
MURSYS	Meeresumweltreportsystem
MURSYS	Meeresumwelt-Reportsystem
NAO	Nordatlantische Oszillation
NAOI	Nordatlantische Oszillation - Index
NAP	Nationale Allokationsplan

NEC-Richtlinie	EG-Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen (2001/81/EG)
NGO	Non-Governmental Organization
NLÖ	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie
NMVOC	Non-methan Volatile Organic Compounds
NordÖR	Zeitschrift für Öffentliches Recht in Norddeutschland
NuR	Zeitschrift Natur und Recht
NVwZ	Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OSPAR	Oslo-Paris-Konvention
PPP	Public Private Partnership
QSR	Quality Status Report
REMO	Regionales Klimamodell
RL	Richtlinie
Rn.	Randnummer
ROG	Raumordnungsgesetz
SAMSON	Stationsgestütztes Automatisches Monitoring von Schad- und Nährstoffen in Ostsee und Nordsee
SAS	Seabirds at Sea-Programm
SCANS	Small Cetaceans in the North Sea
SeeAnIV	Seeanlagenverordnung
SIW	Schiffahrtsinstitut Warnemünde
SNG	Senckenberg-Institut
SPA	Special Protection Areas
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
SRÜ	Seerechtsübereinkommen
StUK	Standarduntersuchungskonzept
SUP	Strategische Umweltprüfung
SUP-RL	Richtlinie 2001/42/EG
TEHG	Treibhausgasemissionshandelsgesetz
TMAP	Trilaterales Wattenmeer-Monitoring- und Assessment-Programm
TWh	Terawattstunden
UBA	Umweltbundesamt
UGB	Umweltgesetzbuch
UIG	Umwelteinformationsgesetz
UKW	Ultrakurzwele
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UPB	Umweltprobenbank
UPR	Umwelt und Planungsrecht
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UVPG	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
UVPG-E	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz - Entwurf
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft
VG	Verwaltungsgericht
VGH	Verwaltungsgerichtshof
VRL	Vogelschutz Richtlinie (79/409/EWG)
VwGO	Verwaltungsgerichtsordnung
VwVfG	Verwaltungsverfahrensgesetz
WBGU	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung globale Umweltveränderungen
WEA	Windenergieanlage
WGBEAM	Working Group on Beam Trawl Surveys
WGBIFS	Baltic International Fish Survey Working Group
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSI	wind farm sensitivity index

WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung
WWF	Worldwide Fund for Nature
Ziff.	Ziffer
ZNER	Zeitschrift für neues Energierecht
ZUR	Zeitschrift für Umweltrecht

Abbildungsverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 1: Monitoring als Teil eines empirischen Experiments.....	91
Abbildung 2: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess im Umweltmanagement..	121
Abbildung 3: Drei Monitoringteilregionen gliedern die Offshore-Windparkplanung in der deutschen Nordsee-AWZ	124
Abbildung 4: Unterschiedliche Umweltwahrnehmungen auf unterschiedlichen Entscheidungsebenen.....	221
Abbildung 5: Bilanzierung von Einspareffekten durch Offshore-Windenergie. ...	224
Abbildung 6: Treibhausgasemissionen, CO ₂ -Einsparpotenzial durch Offshorewindenergieerzeugung und Klimafolgen auf Basis des Jahres 2005.....	240
Abbildung 7: Anstieg des globalen Meeresspiegels nach Satellitendaten im Vergleich zur Einschätzung des IPCC (2001)	248

Kästen

Kasten 1: Synchron zum NAO: Benthische Organismen auf der Doggerbank.....	261
Kasten 2: Verbreitung nach Norden: der Atlantische Dorschbestand.....	266
Kasten 3: Klima oder invasive Arten? Der Rückgang der Miesmuschel im Wattenmeer.....	271

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Labore und Messparameter im BLMP der Nordsee	102
Tabelle 2:	Labore und Messparameter im BLMP der Ostsee	102
Tabelle 3:	Attribute des AIS.	110
Tabelle 4:	Liste der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen von genehmigten, bzw. im Raumordnungsverfahren planfestgestellten Offshore-Windenergieanlagen in Deutschland.....	113
Tabelle 5:	Beschreibung der drei Monitoringteilregionen gliedern die Offshore-Windparkplanung in der deutschen Nordsee-AWZ	125
Tabelle 6:	Bestände der See- und Küstenvogelarten mit relevanten Bestandsanteilen in der offenen See und außerhalb ausgewiesener Meeresschutzgebiete..	131
Tabelle 7:	Auswahl von Erfassungsmethoden für Vögel und Meeressäuger.	145
Tabelle 8:	Parameter zur Ermittlung des ökologischen Zustands für verschiedene Gruppen und die angestrebten Zielsetzungen.	169
Tabelle 9:	Bestandstrend der im Offshorebereich Deutschlands bedeutsamen Vogelarten zwischen 1990 und 2000.	179
Tabelle 10:	Nationales CO ₂ -Emissionsziel und deren Verteilung auf die Sektoren.	225
Tabelle 11:	Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern 2005.	226
Tabelle 12:	Spezifische CO ₂ -Emissionen in kg/MWh.....	228
Tabelle 13:	Spezifische Emissionen in kg/MWh.	229
Tabelle 14:	Punkt-Emissionsquellen und mögliche Emissionspfade.....	231
Tabelle 15:	Jährliche Schwermetall-Deposition der gesamten Industrie (t/Jahr) auf dem Luftpfad in die Nordsee und abgeleitete Werte für den Flächeninhalt der deutschen AWZ und des deutschen Küstenmeeres.	232
Tabelle 16:	Jährliche Schwermetall-Deposition der gesamten Industrie auf dem Luftpfad in die Ostsee	233
Tabelle 17:	Schrittweise Erschließung der Windenergienutzung auf See.....	235
Tabelle 18:	Prognostizierte Jahresenergieerträge verschiedener Offshore-Windparkprojekte.	236

Tabelle 19: Jährliche Einsparpotenziale von CO ₂ und Luftschadstoffen bei einer installierten Offshore-WE-Leistung von 25 GW und einer Bruttostromerzeugung von 85 TWh/a auf Basis von GEMIS-Daten	237
Tabelle 20: Mögliche Folgen einer Klimaänderung für abiotische Schutzgüter.	253
Tabelle 21: Einige mögliche „Gewinner“ und „Verlierer“ der Folgen eines Klimawandels in Nord- und Ostsee..	270
Tabelle 22: Zusammenstellung von Schutzgütern und eutrophierungs- und schadstoffbedingten Wirkungen.	277
Tabelle 23: Übersicht über derzeit relevante erhebliche Belastungen und prognostizierte Auswirkungen einer Klimaänderung auf ausgewählte biologische Schutzgutgruppen und Arten der Nord- und Ostsee...	280
Tabelle 24: Eine Auswahl von für die deutsche AWZ relevanten biologischen Schutzgütern, deren Verbreitungsgrenze in der Nordsee, dem Englischen Kanal oder der Ostsee liegt.....	284

Zusammenfassung

Einleitung

Die Bundesregierung beabsichtigt, die Nutzung der Windenergie in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) in großem Umfang ausbauen zu lassen und hat dazu im Erneuerbare Energiengesetz (EEG) erhebliche Anreize geschaffen. Die Überlegungen sehen die Installation einer Gesamtleistung von bis zu 25.000 Megawatt vor. Damit soll langfristig der Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch gesteigert werden, wobei der Ausbau möglichst umweltschonend erfolgen soll. Diesem Zweck dienen die im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) vorgesehenen Umweltprüfungen. Neben der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), die auf Projektebene für die Genehmigungen nach der Seeanlagenverordnung durchzuführen ist, ist seit 2005 für bestimmte umweltrelevante Pläne und Programme eine Strategische Umweltprüfung (SUP) durchzuführen. Die SUP wird in die behördliche Plan- und Programmaufstellung integriert und dient dazu, die ökologischen Wirkungen der beabsichtigten Nutzungen zu ermitteln und zu bewerten. Dabei geht es vor allem um eine frühzeitige Ermittlung und Bewertung dieser Wirkungen und die übergreifende Prüfung von Plan- oder Programmalternativen.

Die vorliegende Untersuchung stellt die Ergebnisse des zweiten Teils des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) in Auftrag gegebenen interdisziplinären Forschungs- und Entwicklungsvorhabens „Strategische Umweltprüfung und strategisches Umweltmonitoring für Offshore-Windenergieparks“ dar. Sie wurde von der Professur Öffentliches Recht, Leuphana Universität Lüneburg in Verbindung mit dem Planungsbüro OECOS in Hamburg und dem Büro BioConsult SH in Husum durchgeführt. Ziel des gesamten Forschungsvorhabens ist es, Hilfestellungen und Handlungsanleitungen für die Durchführung von Strategischen Umweltprüfungen für die Offshore-Windenergienutzung in der deutschen AWZ zu erarbeiten. Im Wesentlichen geht es dabei um die Erörterung rechtlicher Hintergründe sowie Synopsen und Recherchen zu Planungsmethoden, Beteiligungsverfahren und zur Erfassung und Bewertung biologischer Schutzgüter. Im ersten Teil des auf zwei Jahre angelegten Vor-

habens wurde daher eine umfassende Recherche zu den innerhalb einer SUP anfallenden Aufgabenschritten, beginnend mit dem Screening bis hin zur Umweltzustandsbeschreibung und zur Status-Quo-Prognose durchgeführt (s. SCHOMERUS et al. 2006).

Nunmehr werden im zweiten Teil die Arbeitsschwerpunkte und Ergebnisse aus dem zweiten Jahr dargestellt. Die Untersuchung konzentriert sich zum Einen auf die nach § 14 m UVPG vorzunehmende Überwachung (das sog. Monitoring). Mit diesem neu geschaffenen Instrument gibt es bislang kaum planerische Erfahrungen und nur wenige wissenschaftliche Erkenntnisse. Zum Anderen geht es um die Berücksichtigung großräumiger und globaler Umweltwirkungen, die für die SUP im Rahmen der in der AWZ durchzuführenden Raumordnung erhebliche Bedeutung gewinnen können. Dabei wird z. B. auf die Frage der Nullvariante und die Prüfung von Alternativen besonderes Gewicht gelegt. Der aus der Offshore-Windenergienutzung resultierende Vermeidungsertrag in Bezug auf die Klimawirkungen der fossilen Energieerzeugung kann hier große Bedeutung erlangen. Insofern bestehen noch erhebliche Wissensunsicherheiten. Daher war es auch Ziel der Untersuchung, Vorschläge zu erarbeiten, wie trotz dieser Unsicherheiten tragfähige planerische Ergebnisse erzielt werden können.

Monitoring

Rechtsgrundlage für das Monitoring ist § 14 m UVPG, mit dem Art. 10 der SUP-Richtlinie in deutsches Recht umgesetzt wurde. Begrifflich handelt es sich dabei um die im Gegensatz zur allgemeinen Umweltbeobachtung konkrete Überwachung der Auswirkungen des Plans oder Programms. Monitoring enthält auch Elemente der Evaluation. Der Planungsträger soll damit in die Lage versetzt werden, Entscheidungen über Abhilfemaßnahmen zu treffen und die gewonnenen Erkenntnisse im Rahmen späterer Planfortschreibungen zu berücksichtigen. Die Ziele des Monitoring im Rahmen der SUP im Einzelnen sind damit die Vorsorge gegen künftige Umweltbeeinträchtigungen, das frühzeitige Erkennen unvorhergesehener negativer Umweltauswirkungen und die Schaffung der Möglichkeit, rechtzeitig Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Für künftige Planungen bzw. Genehmigungsverfahren sollen wichtige Informationen gewonnen werden. Das Monitoring

dient damit auch der Kontrolle des Umweltberichts sowie der Qualitätssicherung der SUP.

Gegenstand des SUP-Monitorings ist nicht die umfassende Erhebung allgemeiner Daten über die Umwelt, Erfassungsziel sind vielmehr die erheblichen unvorhergesehenen Umweltauswirkungen durch den Vollzug des Plans in seiner Gesamtheit. Dabei ist zunächst auf die im Umweltbericht genannten Umweltauswirkungen Bezug zu nehmen. Unvorhergesehen sind insbesondere solche Umweltauswirkungen, die im Umweltbericht in ihrer Art oder ihrem Ausmaß falsch eingeschätzt wurden. Mit umfasst sein sollten aber auch solche erheblichen Umweltauswirkungen, die bei der Erstellung des Umweltberichts der Art nach noch nicht erkannt wurden. Das Monitoring erstreckt sich sowohl auf negative wie auch auf positive Umweltauswirkungen sowie auf mögliche Kompensationsmaßnahmen.

Das Monitoring unterliegt nicht der planerischen Abwägung, d. h. seine Durchführung ist zwingend. Jedoch gibt es bei Nichtdurchführung des Monitoring bislang kaum Rechtsschutzmöglichkeiten.

Zuständig für die Durchführung des Monitoring ist die für die SUP zuständige Behörde. Für die AWZ ist dies das BSH. Es handelt sich um eine öffentlich-rechtliche Aufgabe, deren Wahrnehmung auch an Dritte übertragen werden kann. Monitoring ist auf eine gewisse Dauer angelegt. Der Beginn kann nicht abstrakt festgelegt werden. Monitoringmaßnahmen sind ggf. in bestimmten Zeitabständen zu wiederholen. Interessierte Institutionen, Verbände und Personen können, müssen aber nicht daran beteiligt werden. Die Ergebnisse sind der Öffentlichkeit nach Maßgabe des UIG bekannt zu machen.

Bestehende Überwachungsmechanismen auf Planebene wie die Überwachung nach Art. 11 FFH-Richtlinie sind nach Möglichkeit zu nutzen. Entsprechendes gilt im Sinne der gebotenen Abschichtung für eine Verknüpfung mit der Projektebene. Genutzt werden können insbesondere Daten aus dem Genehmigungsverfahren nach der SeeAnIV, aus der Überwachung nach § 15 SeeAnIV sowie aus dem als Nebenbestimmung nach § 4 Abs. 2 SeeAnIV angeordneten Betriebsmonitoring. Mit Projektträgern können auch vertragliche Vereinbarungen über die Verlagerung des Projektmonitoring nach § 4 Abs. 2 SeeAnIV auf das SUP-Monitoring getroffen werden.

Eine nachträgliche Steuerung aufgrund der Erkenntnisse des Monitoring ist sowohl auf Plan- wie auch auf Projektebene möglich. Auf Ebene der Planung kann sich eine Verpflichtung zur Anpassung eines bestehenden Plans nur aus dem für den Plan oder das Programm maßgeblichen Fachrecht ergeben, wobei zu berücksichtigen ist, dass das Planungsrecht dem Planungsträger regelmäßig einen weiten Planungsspielraum einräumt. Auf Projektebene kommt es insoweit auf die Frage an, ob die Genehmigungstatbestände entsprechende Spielräume eröffnen. Anknüpfungspunkte für eine nachträgliche Anpassung der Anlagen können sich aus den Betreiberpflichten nach § 13 SeeAnIV, durch nachträgliche Auflagen nach § Abs. 3 SeeAnIV oder auch als ultima ratio im Wege eines Widerrufs der Genehmigung nach § 49 VwVfG ergeben.

Monitoring als eine nachwirkende Verpflichtung stellt ein neues Element in der Systematik der Prüfung von Umweltwirkungen dar. Wichtig für die Durchführung von Monitoringmaßnahmen ist die Zugrundelegung eines strukturierten Monitoringprogramms, welches insbesondere Ziele, Finanzierung, Verantwortlichkeiten, Zeitpunkte und Fristen sowie die anzuwendende Methodik klar definiert.

Die SUP-Richtlinie weist ausdrücklich darauf hin, dass laufende Überwachungsmechanismen für das SUP-Monitoring verwendet werden können und dass Doppelarbeit vermieden werden soll. Für die Prüfung, in welchem Umfang ein eigenes SUP-Monitoring für den Ausbau der Offshore-Windenergienutzung notwendig werden kann und wie dieses auszurichten wäre, stehen somit folgende Fragen im Vordergrund:

- Welche erheblichen Auswirkungen durch den geplanten Ausbau der Offshore-Windenergienutzung sind zu erwarten? Welcher Untersuchungsbedarf ergibt sich daraus für ein SUP-Monitoring?
- Welche Methoden zur Überwachung stehen derzeit zur Verfügung und welche Aussagekraft haben die Ergebnisse?
- In welchem Maße werden die Anforderungen an ein SUP-Monitoring bereits durch laufende Daueruntersuchungen und durch projektbezogene Untersuchungen abgedeckt?
- Besteht die Notwendigkeit für ein darüber hinaus gehendes SUP-Monitoring und wie ist dieses auszurichten?

In dem Bericht werden die erwarteten Auswirkungen des Ausbaus der Offshore-Windenergienutzung dargestellt und geprüft, in welchem Maße diese durch projektbezogenen Untersuchungen und anderen Monitoringprogramme ausreichend erfasst werden. In vielen Fällen stellen laufende bzw. verbindlich vorgeschriebene projektbegleitende Untersuchungen eine gute Grundlage für das SUP-Monitoring dar, in dessen Rahmen dann in erster Linie eine Synthese der Daten vorzunehmen ist. Die räumliche und zeitliche Ausrichtung projektbezogener Untersuchungen ist in manchen Bereichen jedoch nicht ausreichend, um langfristige und großräumige Veränderungen erfassen zu können. Hier ist die Durchführung eines eigenen SUP-Monitorings zu prüfen, wobei insbesondere hinsichtlich gesetzlich geschützter Arten und Lebensräume Synergieeffekte mit dem ebenfalls noch einzurichtenden Natura 2000 Monitoring erwartet werden.

Großräumige und globale Umweltwirkungen

Rechtliche Vorgaben für großräumige und globale Umweltwirkungen, insbesondere im Hinblick auf den Klimaschutz, ergeben sich aus dem Völkerrecht, dem Gemeinschaftsrecht und dem nationalen Recht. Vor allem sind hier das Kyoto-Protokoll mit seiner Umsetzung durch die EG-Emissionshandels-Richtlinie (2003/87/EG), die Richtlinie zur Förderung Erneuerbarer Energien (2001/77/EG) und Energieeffizienz-Richtlinien (2002/91 EG und 2006/32/EG) zu nennen. Auf nationaler Ebene erfolgten Umsetzungen u. a. durch das Treibhausgasemissionshandels-Gesetz (TEHG) und das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Reduktionsverpflichtungen in Bezug auf CO₂ ergeben sich für die Bundesrepublik insbesondere durch die EG-Lastenteilungsvereinbarung (2002/358/EG).

Diese Klimaschutzziele müssen auch im Planungs- und Zulassungsrecht beachtet werden. Eine ausdrückliche Klimaschutzklausel findet sich z. B. für die Bauleitplanung in § 1 Abs. 5 BauGB. Auch in den Grundsätzen der Raumordnung wird der Klimaschutz in § 2 Abs. 2 Ziff. 3 S. 2 ROG genannt, wobei damit aber kein ausdrücklicher Bezug zur Förderung Erneuerbarer Energien verbunden ist. Dieser Aspekt wird von dem Ziel des Schutzes der natürlichen Lebensgrundlagen nach § 1 Abs. 2 Ziff. 2 ROG mit umfasst. Nach dem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 13. 3. 2003 können „quantitative Zielvorgaben in Gestalt vertraglich vereinbarter Richtwerte ... als Abwägungskriterien in der Planung richtungweisende Be-

deutung erlangen“. Dieser anlässlich eines Onshore-Windparks geäußerte Gedanke kann auf die Planung der Offshore-Windenergie, insbesondere auf die Raumordnung nach § 18 a ROG, übertragen werden.

Ebenso finden Klimaschutzaspekte im Naturschutzrecht Berücksichtigung (s. §§ 1 sowie 10 Abs. 1 Ziff. 1 BNatSchG). Die Förderung Erneuerbarer Energien wird in den Grundsätzen des Naturschutzes in § 2 Abs. 1 Ne. 6 BNatSchG aufgeführt. FFH-Verträglichkeitsprüfungen mit Berücksichtigung von Klimaschutzaspekten nach Art. 6 Abs. 4 FFH-RL bzw. §§ 33, 34 BNatSchG sind nach § 38 BNatSchG auch in der AWZ durchzuführen.

Für die planerische Abwägung im Rahmen der SUP ist zunächst darauf hinzuweisen, dass das Schutzgut Klima in § 2 Abs. 1 S. 2 Ziff. 2 UVPG genannt ist. Die durch die von Windenergieanlagen ausgehenden Reduktionen der CO₂-Emissionen bewirkten positiven Auswirkungen sind in die planerische Abwägung im Rahmen des Umweltberichts einzubeziehen. Die für den Plan oder das Programm geltenden Ziele des Umweltschutzes – hier insbesondere die genannten Klimaschutzziele – sind im Umweltbericht darzustellen.

Besondere Bedeutung hat der Klimaschutz für die Alternativenprüfung, die auf die Prüfung „vernünftiger“ Alternativen beschränkt wird. Diese sind in der Regel innerhalb des betrachteten Plangebiets zu suchen und stellen die Grundausrichtung und die wesentlichen Ziele des Plans nicht in Frage. Vor dem Hintergrund eines vorsorgenden Umweltschutzes, des Konflikt- und Interessenausgleichs und des großen planerischen Gestaltungsspielraums der Planungsverfahren ist es aber wichtig, nicht nur Alternativen für die Ausweisung von Standorten zu finden, sondern auch alternative Entwicklungskonzepte zu erarbeiten und zu prüfen. In Betracht kommen zunächst strategische oder konzeptionelle Alternativen, bei denen grundsätzliche Überlegungen angestellt werden, die für planerische Abwägungsprozesse typisch sind. Weiterhin können Dimensionierungsalternativen, die z. B. die flächenhafte Ausdehnung, die Nutzungsdichte oder andere Fragen der Größenordnung umfassen, Standortalternativen in Abhängigkeit von Kriterien des Zustands und der Art der Umwelt in unterschiedlichen räumlichen Bereichen des zu untersuchenden Gebiets, Zeitalternativen bezüglich der Dauer der Nutzung oder der Wahl des Zeitpunkts für die einzelnen Umsetzungsabschnitte des Plans sowie

Materialalternativen zum Einsatz anderer Materialien bei der Umsetzung von Vorhaben geprüft werden.

Besondere Bedeutung hat die Nullvariante, d. h. die wahrscheinliche Entwicklung bei Nichtdurchführung des Plans oder Programms. Das bedeutet, dass ein Vergleich zwischen der prognostizierten Klimaentwicklung bei Vollzug des Plans, d. h. Substituierung fossiler Energieträger durch die Nutzung der Offshore-Windenergie in dem Umfang, den der Plan vorsieht, und den entsprechenden Auswirkungen eines Nichtausbaus der Offshore-Windenergie stattfinden muss. Bei der Prüfung der Nullvariante ist damit eine Abschätzung der Auswirkungen der geplanten Offshore-Windenergie auf die Entwicklung der CO₂-Emissionen einzubeziehen.

Eine quantifizierte Darstellung der Luft- und Klimawirkungen im Vergleich zu einem Referenzszenario ist mit Standardmethoden durchführbar und sollte insofern als unerlässlicher Teil der umfassenden Informationsaufgabe der SUP in Vorbereitung der Plan- bzw. Programmabwägung begriffen werden. Die Prognose der anzurechnenden luft- und klimarelevanten Einspareffekte kann darüber hinaus Ausgangspunkt einer Einschätzung von mittelbaren Wirkungen der Windenergienutzung auf Flächen und Schutzgüter der beplanten Meeresregion sein. Es zeigt sich, dass gerade die Endglieder der Nahrungskette, z.B. Kleinwale und jagende Seevögel, eine Reihe der über den Luftpfad eingetragenen Schadstoffe akkumulieren.

Die Verbrennung fossiler Energieträger hat unterschiedliche Auswirkungen auf biologische Schutzgüter:

1. Erwärmung des Klimas und in der Folge Anstieg des Meeresspiegels, häufigere Extremereignisse und Veränderungen von Meeresströmungen,
2. Eintrag von CO₂ ins Meer und dadurch Versauerung der Meere,
3. Einträge von Schadstoffen (Stickoxide und Schwermetalle).

Auch wenn vor dem Hintergrund sehr hoher natürlicher Variabilität noch beträchtliche Unklarheiten über die exakten Folgen der Klimaerwärmung bestehen, so weisen die unterschiedlichen Szenarien und vorliegende Untersuchungen auf gravierende Veränderungen der biologischen Schutzgüter auch im marinen Bereich hin. Die Betrachtung der Auswirkungen von Klimaänderungen auf marine biologische Schutzgüter in der SUP ist von großer Relevanz für die Beschreibung der Nullva-

riante, die Betrachtung kumulativer Effekte sowie der erheblichen negativen und positiven Auswirkungen des Plans oder Programms im Rahmen des Umweltberichts. Die biologischen Auswirkungen, die sich aus der bisherigen und anhaltenden Verbrennung fossiler Energieträger in Zukunft ergeben werden, sind nur ungenau vorhersagbar. Jedoch lassen sich aufgrund bisher gemachter Beobachtungen einige Tendenzen in der Entwicklung mariner Biota ausmachen:

- Es werden weitere Einwanderungen und Ausbreitungen derzeit weiter südlich auftretender Arten in die Nord- und Ostsee stattfinden. Besonders bei toxischen Algen und Pathogenen kann das hohe ökologische und ökonomische Folgen haben.
- Aufgrund von Einwanderungen und Ausbreitungen kann es - wie für Großbritannien und Irland prognostiziert (HISCOCK et al. 2004) – zu einem größeren Arteninventar in Nord- und Ostsee kommen, obwohl einige Arten aufgrund des für sie dort dann nicht mehr geeigneten Klimaareals verschwinden werden (s. dazu Tabelle 6.2.4). Diese Arten werden entweder nach Norden ausweichen oder aussterben. Klimaänderungen werden also neue Wirte mit neuen Parasiten und neue Räuber mit neuer Beute zusammenbringen.
- Besonders Arten, deren Vorkommen sich auf ein „eng“ begrenztes Gebiet beschränkt, werden vom Klimawandel betroffen sein. So werden beispielsweise Arten, deren Vorkommen auf das Kontinentalschelf beschränkt ist, voraussichtlich stark betroffen sein, da sie sich nur sehr begrenzt nördlich von 60° ausbreiten können.
- Klimaänderungen werden sich stark auf Populationsdynamiken und Populationsgrößen von biologischen Schutzgütern auswirken. Dies wird zum einen durch direkte Auswirkungen auf Schutzgüter geschehen, aber auch durch indirekte Effekte, indem sich zum Beispiel direkte Auswirkungen auf Beuteorganismen indirekt auf ihre Räuber auswirken.

Aufgrund von Veränderungen in den Phänologien von einigen Arten wird es zu „match/mismatch“-Phänomenen und damit zu Veränderungen in den trophischen Beziehungen, Konkurrenzbeziehungen und Symbiosen kommen. Dies kann po-

tentiell sehr weitreichende Folgen für die Vorkommen der beteiligten Arten haben, deren Umfang aufgrund komplexer Wechselbeziehungen nicht prognostiziert werden können.

Einleitung

Die Bundesregierung strebt an, die Nutzung der Windenergie in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) großräumig auszubauen, um den Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch zu steigern. Langfristig sollen bis 25.000 Megawatt Gesamtleistung installiert werden, wobei der Ausbau natur- und umweltschonend erfolgen soll. Die Fragen, wie dieses Ziel erreicht werden kann und nach welchen Kriterien über die Zulassung von Anträgen zur Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen entschieden werden soll, ist seit längerem Gegenstand öffentlicher Diskussionen. Auf der Projektgenehmigungsebene setzt bereits die Seeanlagenverordnung die Einhaltung bestimmter Grundsätze zum Schutze der Meeresumwelt voraus.

Die seit dem 25.6.2005 im Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVPG) verankerte Strategische Umweltprüfung (SUP) ist ein in eine behördliche Plan- oder Programmaufstellung integriertes Informationsinstrument. Es hat die Aufgabe, die ökologische Wirkung der im Plan oder Programm beabsichtigten Nutzungen, z.B. der Windenergie, zu ermitteln und zu bewerten. Vorrangig ist hierbei die Frühzeitigkeit der Ermittlung und Bewertung von Umweltwirkungen sowie die frühzeitige und übergreifende Erörterung von möglichen Planungsalternativen.

Im Rahmen des F+E-Vorhabens „Strategische Umweltprüfung und strategisches Umweltmonitoring für Offshore-Windenergieparks“ wurden von der Professur Öffentliches Recht, Universität Lüneburg in Verbindung mit dem Planungsbüro OE-COS in Hamburg und dem Büro BioConsult SH in Husum Hilfestellungen und Handlungsanleitungen für die Durchführung von Strategischen Umweltprüfungen für die Offshore-Windenergienutzung in der deutschen AWZ erarbeitet. Hierbei standen die Erörterung rechtlicher Hintergründe sowie Synopsen und Recherchen zu Planungsmethoden, Beteiligungsverfahren und zu Erfassung und Bewertung biologischer Schutzgüter im Vordergrund. Das Vorhaben erstreckte sich über eine Dauer von zwei Jahren.

Im ersten Untersuchungsjahr (2005) wurde eine umfassende Recherche zu den innerhalb einer SUP anfallenden Aufgabenschritten, angefangen vom Screening bis hin zur Umweltzustandsbeschreibung und zur Status-Quo-Prognose, durchge-

führt. Diese Ergebnisse sind in einer Monografie (SCHOMERUS et al. 2006) publiziert worden.

In dem vorliegenden Bericht werden die Arbeitsschwerpunkte und Ergebnisse aus dem zweiten Jahr dargestellt. Das zweite Untersuchungsjahr wurde spezifischen Fragestellungen gewidmet, die unter Forschungsgesichtspunkten besondere Aufmerksamkeit verdienen. Hierbei handelt es sich zum Einen um die „Überwachung“ (synonym „Monitoring“) der erheblichen Umweltauswirkungen, welche nach § 14 m UVPG vorgesehen ist. Es gibt auf diesem Gebiet nur wenig Vorerfahrungen und die Rechtsvorschriften lassen breiten Raum zur Ausgestaltung der Aufgabe. Zum Anderen geht es um die Berücksichtigung großräumiger und globaler Umweltwirkungen, die auf der kleinräumigen, projektbezogenen Untersuchungsebene meist keine Rolle spielen, die auf der für die SUP zutreffenden Raumordnungsebene aber nicht außer Acht gelassen werden dürfen. So sind z.B. die Klimawirkungen der fossilen Energieerzeugung bei der Betrachtung der Nullvariante von Interesse, wenn es darum geht den klimarelevanten Vermeidungsertrag der geplanten Offshore-Windenergienutzung zu ermitteln.

Ebenso wie beim Monitoring gibt es in der SUP bei der Betrachtung der Nullvariante wenig Erfahrung im Umgang mit Wirkungen auf großskaliger räumlicher Ebene und die Datenlage ist im Hinblick auf viele Fragen noch dürftig. Für viele Parameter gibt es allenfalls seit sehr kurzer Zeit quantitative Daten und wissenschaftliche Ergebnisse. In dieser Arbeit wurde versucht, Grundlagen zusammenzutragen und methodische Vorschläge zu erarbeiten, um auch unter den Bedingungen großer Wissensunsicherheit tragfähige Ergebnisse zu erzielen, die einer raumordnerischen Entscheidungsfindung dienlich sind.

Die beiden Themen des zweiten Untersuchungsjahrs standen im Fokus eines im April 2006 durchgeführten Expertenworkshops. Dabei wurden spezifische Herangehensweisen und Schwierigkeiten bei einer Umsetzung der SUP durch Fachleute unterschiedlicher Disziplinen und Behörden diskutiert. Die gewonnenen Erkenntnisse fanden Eingang in das vorliegende Werk.

Als Autoren hoffen wir mit dieser Arbeit einen Baustein auf dem Weg zu einer ökologisch nachhaltigen Nutzung der Offshore-Windenergie bei gleichzeitiger Sicherung der Meeresumwelt beitragen zu können.

Teil A: Strategisches Umweltmonitoring

1 Rechtsaspekte des Monitorings

1.1 Grundlagen des SUP-Monitorings

Viele Auswirkungen auf die Umwelt zeigen sich erst im Verlauf des Vollzugs des Plans oder Programms, andere vormals prognostizierte Auswirkungen treten nicht, oder nicht in der erwarteten Form auf. U. a. um solche unvorhergesehenen Auswirkungen möglichst frühzeitig erkennen und ggf. gegensteuern zu können wurde - nicht unumstritten² - in Art. 10 SUP-Richtlinie die Überwachung (Monitoring) der Umweltauswirkungen für die SUP geregelt (EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2003). Im Recht der Umweltverträglichkeitsprüfung stellt sich dieses Instrument als ein Novum dar. Ein vergleichbares Instrument gab es bei der UVP bislang nicht. Dabei sind Überwachungsinstrumente im Umweltrecht nicht unüblich. Gerade im Bereich des Anlagengenehmigungsrechts, im gebietsbezogenen Immissionsschutz oder im Naturschutzrecht gibt es zahlreiche Vorschriften zur Überwachung³.

Hinsichtlich des Umfangs, der Untersuchungstiefe, der Dauer und der möglichen nachträglichen Steuerungsmöglichkeiten sind die rechtlichen Voraussetzungen und Anforderungen in weiten Teilen ungeklärt (RODER 2004a, S. 229). So finden sich in der SUP-Richtlinie keine Vorgaben zur konkreten Form der Durchführung, wann, wie häufig, durch wen und mit welchen Konsequenzen die Überwachung stattzufinden hat (SOMMER 2005, S. 79). Dies gibt den Entscheidungsträgern und ausführenden Stellen zwar ein großes Maß an Freiheit, stellt sie aber auch vor Unsicherheiten. Die rechtlichen (Mindest-) Anforderungen an die Überwachung im

² Siehe RODER 2004a, S. 227 m.w.N.; Europäische Union, Wirtschaft- und Sozialausschuss vom 22.9.1997, ABI EG C 287, S. 103 f ; Europäisches Parlament vom 25.9.1998, A4-0245/1998; Standpunkt des Europäischen Parlaments im Hinblick auf den Erlass der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme vom 6.9.2000, 1996/0304 (COD)-PE2S.

Rahmen planerischer Ausweisungen in der AWZ müssen daher herausgearbeitet und dargestellt werden. Hier werden die Eckpunkte des den Planungsträgern gegebenen Spielraums ausgeleuchtet und die Möglichkeiten des Monitorings innerhalb dieses Spielraums untersucht. Auch sollen die Möglichkeiten der Verknüpfung der Überwachung auf der Ebene der Raumordnung mit bereits bestehenden Überwachungsinstrumenten in der AWZ und den Überwachungsmöglichkeiten auf Projektebene dargestellt werden. Dabei werden Überwachungsmuster und rechtliche Möglichkeiten einer sachgerechten und effektiven Abschtichtung zwischen der Überwachung auf SUP-Ebene sowie auf Projektebene erarbeitet.

1.1.1 Rechtsgrundlage

Nach Art. 10 Abs. 1 SUP-Richtlinie obliegt es den Mitgliedstaaten, für die Überwachung der erheblichen Auswirkungen der Durchführung der Pläne und Programme auf die Umwelt Sorge zu tragen. Ziel ist es, frühzeitig unvorhergesehene Auswirkungen zu ermitteln. Dabei können nach Abs. 2 bestehende Überwachungsmechanismen angewandt werden. Schon beim Erstellen des Umweltberichts müssen Monitoringinstrumente betrachtet und in den Plan integriert werden. Nach Anhang I lit. i) hat der Umweltbericht eine Beschreibung der geplanten Überwachungsmaßnahmen nach Art. 10 SUP-Richtlinie zu enthalten. Art. 10 SUP-Richtlinie wurde u. a. durch § 14 m UVPG in deutsches Recht umgesetzt.⁴ Nach § 14 m Abs. 1 UVPG sind die erheblichen Umweltauswirkungen des Plans bzw. Programms zu überwachen.

1.1.2 Begriff und Zielsetzung

Aus den o. g. gesetzlichen Grundlagen lassen sich noch keine unmittelbaren Anforderungen an die Durchführung des Monitorings entnehmen. Als neues Handlungsinstrument ist die Grundnorm für das SUP-Monitoring daher zunächst auszulegen und systematisch in das System des Umweltrechts einzuordnen.

³ So z. B. im Bereich des Naturschutzrechts das Monitoring nach Art. 11 FFH-RL oder die Umweltüberwachung nach § 12 BNatSchG sowie die Überwachung der Luft nach § 44 a BImSchG.

⁴ Eine Umsetzung in anderen Rechtsbereichen erfolgte z. B. für die Bauleitplanung in § 4 c BauGB.

1.1.2.1 Wortlautauslegung

Einen Anhaltspunkt zur Bestimmung der Anforderungen an ein SUP-Monitoringsystem gibt der in der SUP-Richtlinie verwendete Wortlaut. Der in der englischen Fassung verwendete Begriff „Monitoring“ kann mit „Überwachung“ übersetzt werden (LANGENSCHIEDT, Dictionary of Contemporary English). Im Umweltbereich bedeutet dies eine „regelmäßige und langfristige Beobachtung im Sinne einer Überwachungsfunktion“ (MORGAN 2001, S. 215 f). Das in der französischen Fassung vorhandene „Suivi“ bedeutet „nachgehen, nachverfolgen“ (PONS Großwörterbuch Französisch 2006). In der deutschen Fassung sowie ihrer Umsetzung im UVPG findet sich der Begriff „Überwachung“. Dies wird meist mit der Einhaltung von Genehmigungsvoraussetzungen verbunden (RODER 2004 b, S. 13). Er stellt auf die Kontrolle der Einhaltung von Anforderungen und Auflagen ab (RODER 2004a, S. 229). Zunehmend werden auch das Beobachten und die in der englischen und französischen Fassung angedeuteten Aufgaben mit dem Begriff des Monitorings verbunden.

Nach dem Interpretationsleitfaden der *Europäischen Kommission* zur Durchführung der SUP wird beim Monitoring die großräumige, zeitliche und räumliche Entwicklung verfolgt (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, Rn. 8.4). Mitumfasst ist die Evaluierung (BARTH/FUDER 2002, S. 10). Wesentlich sind hier die Beobachtung, Erfassung und Bewertung von Daten.

1.1.2.2 Systematische Einordnung

Da nach Art. 10 Abs. 2 SUP-Richtlinie eine Verknüpfung des SUP-Monitorings mit bereits bestehenden Überwachungsinstrumenten ausdrücklich vorgesehen ist, bietet sich ein Vergleich mit bereits bestehenden Instrumenten der Nachkontrolle an. Dadurch können Gemeinsamkeiten und Unterschiede erkannt sowie Möglichkeiten und Grenzen der Nutzbarmachung für die Zwecke des SUP-Monitorings herausgearbeitet werden. Daher ist das SUP-Monitoring in den Bereich der Instrumente zur Nachkontrolle und Evaluation einzuordnen.

Umweltbeobachtung

Ein Instrument der Überwachung im weiteren Sinn ist die Umweltbeobachtung, also die aktive Wahrnehmung von Veränderungen bestimmter Teile, Größen und Wirkungsgefüge ökologischer Systeme (GROLIMUND/PETER 1994, S. 14). In der Bundesrepublik regt der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) seit 1990 (SRU SONDERGUTACHTEN 1990, Tz. 94 ff.) regelmäßig die Einführung einer bundesweit koordinierten Umweltbeobachtung an. Auch im UGB-Entwurf fanden sich Vorschläge für die Einführung einer Umweltbeobachtung.⁵

Mittlerweile ist die Umweltbeobachtung im Naturschutzrecht durch § 12 BNatSchG⁶ normiert. Nach § 12 BNatSchG Abs. 2 soll der Zustand des Naturhaushalts und seine Veränderungen, die Folgen solcher Veränderungen, die Auswirkungen auf den Naturhaushalt und die Wirkungen von Umweltschutzmaßnahmen auf den Zustand des Naturhaushalts ermittelt, ausgewertet und bewertet werden. Bei Zugrundelegung der Definition des Begriffes Naturhaushalt nach § 10 Abs. 1 Ziff. 1 BNatSchG stellt man fest, dass sich dieser in großen Teilen mit dem Umweltbegriff der SUP überschneidet. Die SUP erfasst nach § 2 Abs. 1 S. 2 UVPG auch noch den Menschen, Kulturgüter und das Landschaftsbild. Damit ist eine recht weitreichende Überwachung des Naturhaushalts vorgegeben, so dass von der Umweltbeobachtung nicht nur die bloße Erfassung der Daten, sondern auch eine Bewertung umfasst wird (GELLERMANN in LANDMANN/ROHMER 2006, § 12 BNatSchG Rn. 6).

Umweltcontrolling

Ein weiteres in diesem Zusammenhang relevantes Instrument ist das Controlling bzw. Umweltcontrolling. Beim Begriff „Controlling“ wird neben der Kontrollfunktion eine auf die Ergebnisse der Kontrolle aufbauende Planung und Führung angestrebt (RITTER 2005, S. 933.), d. h. neben die bloße Überwachungsfunktion tritt eine Reaktionsfunktion. Ein Umweltcontrolling wird u. a. im Bereich des Umwelt-

⁵ Vgl. § 208 UGB-E; durch die Föderalismusreform steht die Einführung eines UGB wieder auf der rechtspolitischen Agenda.

⁶ Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG) vom 25.3.2002, BGBl. I, S.1193, zuletzt geändert am 24.6.2004 (BGBl. I, S. 1359).

managements von Betrieben durchgeführt. Es dient dazu, Informationen zu gewinnen, ökologische Risiken frühzeitig zu erkennen, aufgestellte Umweltziele zu überwachen und so eine Steuerung der Entwicklung zu ermöglichen (BMU 2001, S. 20). Umfasst sind eine Informations-, eine Planungs-, eine Steuerungs- sowie eine Kontrollfunktion (BMU 2001, S. 22). Als wesentlich wird die Informationsfunktion angesehen, da fehlende Informationen über Umweltauswirkungen im betrieblichen Bereich die Hauptursache für einen mangelhaften Umgang mit ökologischen Aspekten sind (BMU 2001, S. 22 f.). Das Informationsdefizit kann dabei zum einen in der zur Verfügung stehenden Datengrundlage bzw. der Kenntnis über die ökologische Relevanz bestimmter Vorgänge bestehen, zum anderen in der fehlenden Kenntnis über die für die Beurteilung der vorhandenen Daten erforderlichen Bewertungsparameter.

Weiterhin findet der Begriff „Planungscontrolling“ Anwendung. Dieser beschreibt eine Verknüpfung der Planung mit dem Controlling. Dabei soll die Beobachtungsfunktion mit der Steuerungsfunktion verbunden werden (hierzu grundlegend RITTER 2005, S. 933 m. w. N.).

Elemente eines Controllings enthält auch das SUP-Monitoring. Zu einem Verständnis des SUP-Monitorings als Planungscontrolling trägt bei, dass nach Art. 10 Abs. 1 SUP-Richtlinie, § 14 m Abs. 1 UVPG das Ziel der Überwachung auch die Möglichkeit sein soll, Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Weiterhin gibt § 14 m Abs. 4 UVPG vor, dass die Ergebnisse des Monitorings bei Änderungen bzw. erneuten Aufstellungen eines Planes zu berücksichtigen sind.⁷ Diese zwingende Berücksichtigung von Ergebnissen einer Überwachung bei Planänderungen bzw. Neuaufstellungen von Plänen kann als eine das Controlling auszeichnende Steuerungsfunktion verstanden werden. Zwar wird angeführt, dass das SUP-Monitoring nicht den Zweck haben soll, die Behörden oder sogar die Projektträger zu kontrollieren, um mögliche Verfehlungen zu ahnden (BUNGE 2005, S. 125). Sanktionsmöglichkeiten sind aber auch nicht Gegenstand eines Umweltcontrollings.

⁷ Hierzu: HENDLER 2005, S. 983, der in dieser Regelung eine Umsetzung der Anforderungen an die Qualitätskontrolle nach Art. 12 Abs. 2 SUP-Richtlinie sieht; eine zwingende Berücksichtigung des Monitorings bei Änderungen des Plans ergibt sich im Übrigen bereits aus dem Abwägungsgebot.

Evaluation

Der Begriff „Evaluation“ wird in verschiedenen Bereichen verwendet. Die grundsätzliche Bedeutung zielt auf eine Bewertung ab⁸ und wird in den Bereichen Sozialwissenschaften, Technik, Politik und Planung unterschiedlich gebraucht. Fraglich ist, ob eine Evaluierung ebenfalls von den Vorgaben des Art. 10 SUP-Richtlinie an das Monitoring umfasst ist. Von dem insoweit offenen Wortlaut des Art. 10 SUP-Richtlinie kann eine Evaluation der Erkenntnisse umfasst sein (BARTH/FUDER 2002, S. 5.). Darüber hinaus ist nach Art. 10 Abs. 1 SUP-Richtlinie sowie der Umsetzung in § 14 m Abs. 1 UVPG auch Sinn und Zweck der Überwachungsmaßnahmen, dass geeignete Abhilfemaßnahmen ergriffen werden können (siehe Abschnitt 1). Dies kann aber nur geschehen, wenn das Überwachte bzw. Beobachtete auch bewertet wird, da Gegenstand der Überwachung zunächst wertungsneutral lediglich die erheblichen Umweltauswirkungen sind.⁹ Die Entscheidung darüber, ob ggf. Abhilfemaßnahmen durchgeführt werden, bedarf eines Zwischenschrittes. Dies ist die Bewertung, ob die Umweltauswirkungen aus Sicht des Planungsträgers negativ sind und ob sie einer nachträglichen steuernden Maßnahme oder Planänderung bedürfen. Diese Bewertung obliegt grundsätzlich dem Entscheidungsträger über den Plan selbst. Das bedeutet aber auch, dass die im Rahmen des Monitorings erlangten Informationen geeignet sein müssen, den Entscheidungsträger in die Lage zu versetzen, diese Informationen einer Bewertung zu unterziehen und auf Grundlage dieser Bewertung eine Entscheidung über mögliche Abhilfemaßnahmen zu treffen. Daher enthält das SUP-Monitoring auch eine Evaluierung der Umweltauswirkungen eines Plans oder Programms im Rahmen der Entscheidung über mögliche Abhilfemaßnahmen.

„Qualitätssicherung“ bzw. „System Monitoring“

Eine weitere Abgrenzung ist zur Qualitätssicherung nach Art. 12 Abs. 2 SUP-Richtlinie zu treffen. Ziel dieser Qualitätssicherung ist die Überprüfung der Effektivität der Umsetzung der Richtlinie insbesondere im Hinblick auf die Vorgaben des Umweltberichts. Eine direkte Umsetzung im nationalen SUP-Recht ist nicht erfolgt

⁸ So die lateinische Herleitung des Begriffes von „valere“ = stark sein, wert sein.

⁹ Dabei wird zunächst zwischen negativen und positiven Auswirkungen nicht differenziert, siehe Abschnitt 1.

(siehe SCHOMERUS/BUSSE 2005, S. 405). Die Durchführung der Qualitätssicherung soll vielmehr anhand der materiellen Anforderungen an den Umweltbericht geschehen.¹⁰ Die Qualitätssicherung nach Art. 12 Abs. 2 SUP-Richtlinie dient der Überprüfung der Effektivität der SUP selbst (SCHOMERUS/BUSSE 2005, S. 405). Gemäß Art. 12 Abs. 2 SUP-Richtlinie haben die Mitgliedstaaten sicherzustellen, dass die Umweltberichte von ausreichender Qualität sind. Darüber hinaus haben sie die Kommission über alle Maßnahmen, die sie bezüglich der Qualität dieser Berichte ergreifen, zu unterrichten. Aus der Qualität des Umweltberichts kann auf die Qualität des vorangegangenen Scopings geschlossen werden, da dieses die Grundlage des Umfangs der Umweltuntersuchungen bildet. Sofern hier eine Betrachtung des Umweltberichts nach Einbeziehung der Behörden sowie der Öffentlichkeit zugrunde gelegt werden soll, kann hierdurch auch die Effektivität der Konsultationen ermittelt werden. Eine solches „System Monitoring“ dient dazu, die Effektivität eines Handlungsinstruments zu bestimmen und die Rückmeldungen aus den Erfahrungen zur Behebung bestehender Mängel bzw. Unzulänglichkeiten zu realisieren (WOOD 1995, S. 241). Dies war für den Bereich der projektbezogenen UVP bereits in der UVPG-Änderungsrichtlinie¹¹ enthalten, um eine homogene Umsetzung der UVP in den Mitgliedstaaten zu gewährleisten (WAKONIG 2005, S. 83).

„Überwachung“ i.S.d. Anlagengenehmigungsrechts

Ein Schwerpunkt der Überwachung bzw. Nachkontrolle im nationalen Recht bildet die Überwachung der Einhaltung von Genehmigungsvoraussetzungen auf Projektebene. Hier sind behördliche und Eigenüberwachungen der Normadressaten gesetzlich vorgesehen (REBENTISCH 2003, S. 242). Ein Beispiel für die behördliche Überwachung auf Anlagenebene stellt die Überwachung von genehmigungsbedürftigen Anlagen nach § 52 BImSchG dar. Diese bezieht sich aber einzig auf die Einhaltung aller Normen des BImSchG und der auf das BImSchG gestützten Rechtsverordnungen (KOCH 1998, S. 14). Zweck dieser Überwachung ist es, für die Einhaltung des für den Betrieb der Anlage geltenden Rechts zu sorgen (JA-

¹⁰ Vgl. Begründung zur Streichung der vorgesehenen Regelung in § 14 p UVPG-E, siehe BT-Drs. 15/4922, S. 4.

¹¹ Richtlinie 97/11/EG.

RASS 2005, § 52 Rn. 3). Die Eingriffsbefugnisse wie z. B. § 17 BImSchG sollen den Behörden die Möglichkeit einräumen, auf Umstände zu reagieren, die zum Zeitpunkt der Genehmigungserteilung noch nicht bekannt waren. Eine weitere Form der Überwachung ist die Eigenüberwachung durch den Betreiber einer Anlage. Eine wirksame Eigenüberwachung ist dort zu erwarten, wo die Eigenverantwortung des Normadressaten durch die Rechtsordnung konkret ausgestaltet ist und deren Wahrnehmung durch geeignete Organisations-, Handlungs- und Transparenzpflichten hinreichend flankiert wird (REBENTISCH 2003, S. 242), wie z. B. bei der Verpflichtung des Betreibers einer genehmigungsbedürftigen Anlage zur regelmäßigen Abgabe von Emissionserklärungen nach § 27 BImSchG. Flankiert wird diese Regelung durch die 11. BImSchV.¹² Hierdurch wird eine Nutzbarmachung der im Rahmen der Eigenüberwachung erlangten Daten für andere Zwecke als der Einhaltung von Betreiberpflichten ermöglicht. Damit gelingt eine Verknüpfung des anlagenbezogenen Immissionsschutzes mit dem gebietsbezogenen Schutz im Rahmen von Luftreinhalteplänen nach § 47 BImSchG (JARASS 2005, § 27 Rn. 4).

1.1.2.3 Zwischenergebnis

Bei den in den unterschiedlichen Sprachräumen verwendeten Begriffen ist als Gemeinsamkeit zu erkennen, dass es sich beim SUP-Monitoring um eine konkrete Überwachung der Auswirkungen des Plans oder Programms handeln soll. In Abgrenzung zur bereits existierenden allgemeinen Umweltbeobachtung soll diese wesentlich zielgerichteter, nämlich auf den konkreten Plan oder das Programm bezogen, durchgeführt werden. Darüber hinaus ist der Anwendungsbereich des SUP-Monitorings weiter gefasst. Einbezogen werden auch Elemente der Evaluation. Dies ergibt sich daraus, dass der Planungsträger in die Lage versetzt werden soll, aufgrund der im Rahmen des Monitorings erlangten Erkenntnisse eine Entscheidung über Abhilfemaßnahmen zu treffen bzw. die Erkenntnisse im Rahmen möglicher Planfortschreibungen zu berücksichtigen (siehe 1.3.2).

¹² Verordnung über die Emissionserklärungen und Emissionsberichte (11. BImSchV) v. 29.4.2004 (BGBl. I, 664).

1.1.3 Ziele des SUP-Monitorings

Die Ziele des SUP-Monitorings können ganz maßgeblich die Anforderungen an das Monitoring bestimmen. Ziele der Überwachung sind neben den explizit im UVPG und der SUP-Richtlinie aufgeführten auch weitere, sich aus dem Kontext ergebende Ziele.

1.1.3.1 Zielbestimmung Vorsorge

Die Richtlinie entspringt dem in Art. 174 EGV festgelegten Vorsorgeprinzip. Darunter wird im Gegensatz zu einem lediglich reaktiven Verhalten der vorausschauende und vorbeugende Schutz vor Umweltgefahren verstanden (zum Vorsorgeprinzip siehe HELBERG 2002, Rn. 42 ff.). Planung stützt sich regelmäßig auf prognostizierte zukünftige Entwicklungen. Diese Prognosen sind stets auch mit einer prinzipiellen Unsicherheit bezüglich der Richtigkeit der prognostizierten Entwicklung verbunden (JESSEL 1998, S. 202 m. w. N.). Das frühzeitige Erfassen potenzieller Auswirkungen ermöglicht es, Beeinträchtigungen der Umwelt zu erkennen und abzuwehren, bevor sich diese zu erheblichen und ggf. unumkehrbaren Schäden entwickeln. Negative Auswirkungen können so erkannt werden, bevor diese die Gefahrenschwelle überschritten haben bzw. in einen Schaden münden.

1.1.3.2 Erkennen unvorhergesehener negativer Umweltauswirkungen

Ein wesentliches Ziel des Monitorings ist nach Art. 10 Abs. 1 SUP-Richtlinie das frühzeitige Erkennen unvorhergesehener negativer Auswirkungen. Damit soll das Monitoring dem Vorsorgeansatz der SUP ein Element der frühzeitigen nachsorgenden Schadensbegrenzung bzw. Schadensbeseitigung zur Seite stellen (PETERS/BALLA 2005, § 14 m Rn. 3). Es soll damit als „Frühwarnsystem“ dienen (BRINK/RUNGE 2004, S. 271; SOMMER 2005, S. 80).

In der Umsetzung durch § 14 m Abs. 1 UVPG wird dies ebenfalls als besonders hervorgehobenes Ziel der SUP herausgestellt. Auch sieht die Umsetzung in § 4 c S. 1 BauGB sowie § 75 Abs. 2 S. 2 VwVfG vor, dass ein Ziel des Monitorings ist, unvorhergesehene nachteilige Auswirkungen frühzeitig zu ermitteln. Während in

Art. 10 Abs. 1 SUP-Richtlinie die exemplarische Formulierung „unter anderem“¹³ gewählt wurde, findet sich in § 14 m Abs. 1 UVPG die Formulierung „insbesondere“. Fraglich ist, ob durch das exemplarische Aufführen der Erkennung negativer Auswirkungen als Ziel des Monitorings in Art. 10 Abs. 1 SUP-Richtlinie bzw. § 14 m Abs. 1 UVPG bereits eine Gewichtung und Konkretisierung der Überwachung herbeigeführt werden kann. So gehen *Peters/Balla* davon aus, dass durch die in § 14 m Abs. 1 S. 1 2. Hs. UVPG aufgeführten Ziele eine Gewichtung dergestalt begründet wird, dass bei den Überwachungsmaßnahmen ein besonderes Augenmerk auf unvorhergesehene nachteilige Auswirkungen gelegt werden soll (siehe *PETERS/BALLA 2005*, § 14 m Rn. 5; so auch *BALLA 2005*, S. 132). Im Gegensatz zur SUP-Richtlinie, welche die Erkennung unvorhergesehener negativer Auswirkungen nur „unter anderem“ als Ziel herausstellt, wählte der Gesetzgeber in der Bundesrepublik die Formulierung „insbesondere“. Dieser Begriff impliziert im allgemeinen Sprachgebrauch einen gewissen Vorrang, wohingegen die Formulierung „unter anderem“ eine Gleichrangigkeit ausdrückt. Daraus würde folgen, dass der Schwerpunkt des Monitorings auf die im Umweltbericht prognostizierten negativen Auswirkungen gelegt werden sollte. Dem steht aber entgegen, dass nach dem Wortlaut der Richtlinie alle erheblichen Umweltauswirkungen überwacht werden müssen (*BARTH/FUDER 2002*, S. 6). Bei dem Gegenstand des Monitorings wird gerade nicht zwischen positiven und negativen Auswirkungen, sondern lediglich zwischen erheblichen und nicht erheblichen Auswirkungen differenziert. Bei dem Verständnis der Strategischen Umweltprüfung im Sinne eines beschreibenden Instruments, welches dem Entscheidungsträger die Zusammenstellung der für die Entscheidung über die Annahme eines Plans oder Programms erheblichen Umweltdaten zur Verfügung stellen soll, erscheint ein gesetzlich vorgegebener Vorrang der Berücksichtigung negativer Auswirkungen gerade nicht geboten.

Gleiches gilt für die Umsetzung im BauGB. Nach § 4 c S. 1 BauGB soll auch hier die Überwachung erheblicher Umweltauswirkungen der Durchführung der Bauleitpläne dazu dienen, insbesondere nachteilige Umweltauswirkungen frühzeitig zu ermitteln. Auch damit werden zwar die negativen Auswirkungen zunächst in das

13 Auch die englische Fassung der Richtlinie spricht von „inter alia“, welches gleichbedeutend mit der deutschen Übersetzung „unter anderem“ ist, siehe *Langenscheidt, Dictionary of Contemporary English*.

Blickfeld genommen, eine zwingende Beschränkung auf diese wird damit jedoch nicht begründet.¹⁴

Im Ergebnis ist damit kein höheres Gewicht der explizit aufgeführten Beispiele gegenüber anderen Zielen des SUP-Monitorings vorgesehen.¹⁵ Auch erheblich positive Umweltauswirkungen werden vom Monitoring umfasst.

1.1.3.3 Möglichkeit der Ergreifung von Gegenmaßnahmen

Ausweislich der Vorgaben der SUP-Richtlinie soll das Monitoring die zuständigen Stellen in die Lage versetzen, angemessene Gegenmaßnahmen ergreifen zu können. Dies ist nach der Richtlinie jedoch nicht obligatorisch (BARTH/FUDER 2002, S.13). Dem entspricht die Umsetzung in § 14 m Abs. 1 UVPG. Auch dieser sieht keine unmittelbare Verpflichtung des Planungsträgers zur Anpassung des Plans oder zur Ergreifung von Gegenmaßnahmen vor. Eine aus den Regelungen zur Umweltprüfung folgende materielle Verpflichtung ist damit nicht verbunden (so auch UEBBING 2004, S. 310). Die Verantwortung zur Ergreifung von Maßnahmen wird in die Hand des Planungsträgers gelegt. Verpflichtungen zum Tätigwerden können sich aus dem für die Planung maßgeblichen Fachrecht ergeben. Hierbei besteht jedoch die Problematik, dass das Planungsrecht meist das Tätigwerden des Planungsträgers in dessen Ermessen stellt. Nur ausnahmsweise wird eine Planungspflicht angenommen.¹⁶

Zum Teil wird angemerkt, dass eine bloße Zur-Kennntnisnahme der Ergebnisse ohne Reaktionen im Hinblick auf die „effet utile“-Rechtsprechung des EuGH¹⁷ Probleme aufwerfen könnte (RODER 2004b, S. 17). Letzteres wird im Hinblick auf die geringe Bindungswirkung planerischer Ausweisungen in der AWZ und die Möglichkeit, im Rahmen des Monitorings erlangte Erkenntnisse über negative Auswirkungen auf Anlagenehmigungsebene in der AWZ zu berücksichtigen, jedoch nicht von Bedeutung sein. Eine unmittelbare Pflicht zur Anpassung planeri-

¹⁴ Unvereinbar mit dem Wortlaut von BauGB und SUP-Richtlinie BATTIS in BATTIS/KRAUTZBERGER/LÖHR 2005, § 4c Rn. 5, der als Gegenstand des Monitorings nur nachteilige Auswirkungen sieht.

¹⁵ Anders BALLA 2005, S. 132, für den „unter anderem“ auf ein primäres Ziel der Überwachung hindeutet.

¹⁶ Siehe hierzu Abschnitt 4.

scher Ausweisungen in der AWZ aufgrund der Monitoringkenntnisse liegt somit nicht vor. Zumindest bei der Änderung eines Plans ist aber eine Einbeziehung der Ergebnisse des Monitorings im Hinblick auf das Abwägungsgebot und § 14 m Abs. 4 UVPG geboten, da eine Nichtberücksichtigung ein Abwägungsdefizit darstellen würde.

Im Hinblick auf die Gegenmaßnahmen ist darüber hinaus problematisch, dass sich unvorhergesehene Auswirkungen häufig erst beim Vollzug des Plans zeigen. Das bedeutet, dass Gegenmaßnahmen erst dann ergriffen werden könnten, wenn bereits gefestigte Rechtspositionen Dritter, namentlich der Projektträger, entstanden sind. Aus den erteilten Genehmigungen erwachsen den Dritten Rechte, die ohne hinreichende Rechtfertigung nicht eingeschränkt oder wieder entzogen werden können (siehe hierzu Abschnitt 4).

1.1.3.4 Kontrolle des Umweltberichts und Qualitätssicherung

Nach der *Europäischen Kommission* soll das Monitoring auch dazu dienen, durch einen Vergleich der Ergebnisse der Umweltprüfung mit tatsächlich eingetretenen Wirkungen die Methoden der Erstellung des Umweltberichts und der Prognose zu verbessern (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, Rn. 8.4, 8.13). Ausdrücklich wird die Kontrolle des Umweltberichts in Art. 10 SUP-Richtlinie und in der Umsetzung in § 14 m UVPG nicht erwähnt. Dennoch wird eine solche Qualitätskontrolle als Funktion des Monitorings vorausgesetzt.

Die Qualitätssicherung ist in Art. 12 Abs. 2 SUP-Richtlinie normiert. Hiernach obliegt es den Mitgliedstaaten, sicherzustellen, dass die Umweltberichte von hinreichender Qualität sind. Zudem haben sie die Kommission über alle diesbezüglichen Maßnahmen zu unterrichten.

Eine ausdrückliche Regelung zur Qualitätskontrolle enthält die Umsetzung im UVPG nicht. Die erst spät in den deutschen Gesetzgebungsprozess aufgenommene (BT-Drs. 15/4540, S. 9) und schließlich wieder verworfene (BT-Drs. 15/4922, S. 4) Regelung des § 14 p UVPG-E sollte die Qualitätssicherung der Strategischen Umweltprüfung, insbesondere hinsichtlich des Umweltberichts,

¹⁷ Zur „*effet utile*“-Rechtsprechung des EuGH siehe EuGH –Rs70/7, Slg 1973, 813 ff. (Kommission/Deutschland); Rs 102/79, Slg. 1980 1473 ff. (Kommission/Belgien).

sicherstellen. Nach Auffassung des Bundesrates war die vorgesehene Regelung zur Qualitätssicherung aber überflüssig, da die zu erfüllenden Anforderungen an den Umweltbericht bereits umfassend geregelt seien.¹⁸ Zwar ergeben sich die materiellen Anforderungen an den Umweltbericht und das Verfahren der SUP aus den übrigen Bestimmungen des UVPG. Vornehmlicher Sinn und Zweck der Qualitätssicherung ist es aber nicht, die materiellen Anforderungen an die Erstellung des Umweltberichts zu modifizieren, sondern die Einhaltung der geförderten Standards zu gewährleisten und die Qualität des gesamten Prozesses der Strategischen Umweltprüfung zu sichern (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, Rn. 6.6). Weiterhin enthält die Qualitätssicherung nach Art. 12 Abs. 2 SUP-Richtlinie auch Verfahrensvorgaben. So muss die Kommission über alle Maßnahmen, die die Mitgliedstaaten zur Qualitätssicherung unternehmen, informiert werden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, Rn. 6.7). Dies kann rechtssicher nur durch eine gesetzlich vorgeschriebene Qualitätssicherung erreicht werden. Es ist daher zu befürchten, dass ohne eine entsprechende Vorgabe im deutschen Recht Vollzugsdefizite eintreten könnten. Darüber hinaus stellt sich eine Überprüfung der staatlichen Handlungsinstrumente auf Effektivität und Effizienz gerade im Umweltbereich nicht als überflüssig dar. Die Aufnahme von Evaluierungsklauseln zur Qualitätssicherung kann dem Bemühen um Effizienzsteigerung sinnvoll Rechnung tragen (SMEDDINCK 2004, S. 121 ff.). Nicht ohne Grund finden sich entsprechende Klauseln zur Qualitätssicherung und Evaluation in vielen Gesetzen. Daher muss auch bei Fehlen einer ausdrücklichen Regelung zur Qualitätssicherung eine Evaluation der durchgeführten SUP stattfinden.

Eine Möglichkeit der Überprüfung der Qualität der Umweltberichte kann sich aus dem SUP-Monitoring auf Grundlage des § 14 m UVPG ergeben. Wenn im Rahmen des Monitorings die Prognose des Umweltberichts mit der tatsächlichen Entwicklung des Umweltzustandes innerhalb des Plangebietes verglichen wird, können hierdurch Abweichungen von den Prognosen erkannt werden. Die so erkannten Abweichungen können zumindest Rückschlüsse darauf zulassen, ob die Prognosen zutreffend waren oder nicht. Um eine Qualitätssicherung zu

¹⁸ So die Begründung des Vermittlungsausschusses zur Streichung dieser Regelung, BT-Drs. 15/4922, S. 4.

realisieren, ist es im Weiteren aber auch erforderlich, eine Analyse der Abweichung des Ist-Zustands von dem prognostizierten Zustands durchzuführen.

Obige Anforderungen können auch i. R. d. des Monitorings erfüllt werden. Daher lässt sich Monitoring auch als ein Teil der Qualitätssicherung i. S. d. Art. 12 Abs. 2 SUP-Richtlinie verstehen. Es sollte daher geeignet sein, auch Schwächen bei der Erstellung des Umweltberichts selbst aufzudecken.

1.1.3.5 Informationsgewinnung für folgende Planungen bzw. Genehmigungsverfahren

Aus der Kontrolle des Umweltberichts folgt unmittelbar die Möglichkeit, die zutage getretenen Ergebnisse bei weiteren Planungen oder im Rahmen von Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen. Dadurch lässt sich eine Beschleunigung bei weiteren Planungsprozessen und bei Genehmigungsverfahren erzielen (so zur UVP: MORGAN 2001, S. 217). Nach den Erwägungen der *Europäischen Kommission* soll durch die Informationsgewinnung insbesondere eine Verbesserung späterer Umweltberichte erreicht werden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, Rn. 8.19). Damit dient diese Informationsgewinnung auch der Qualitätsverbesserung folgender Umweltprüfungen. Mit zu berücksichtigen sind dabei auch die Minderungs- und Kompensationsmaßnahmen (SOMMER 2005, S. 80).

Eine unmittelbare Pflicht zur Berücksichtigung der so gewonnenen Informationen folgt aus § 14 m Abs. 4 UVPG, der die Berücksichtigung der Monitoringergebnisse bei weiteren Planungen oder auf Genehmigungsebene anordnet. Damit ist eine unmittelbare Verwertbarkeit der erlangten Informationen gegeben. Dies ist zwar bereits nach den Anforderungen an das pflichtgemäße planerische Ermessen geboten. Dennoch schadet eine solche zusätzlich festgelegte Pflicht nicht. Vielmehr regt sie dazu an, die Ergebnisse zu speichern, zu systematisieren und fachlich auszuwerten sowie einen Zugang anderer Personen und Institutionen (insb. anderer Planungsträger) zu ermöglichen (GASSNER 2006, § 14 m Rn. 22).

Ein Nebeneffekt könnte zudem die Gewinnung von allgemeinen Informationen über die Umwelt sein, welche andere Überwachungsmaßnahmen ergänzen könnten. Die Richtlinie selbst sieht nach Art. 10 Abs. 2 eine Verknüpfung des Monitorings auf SUP-Ebene mit bereits bestehenden Überwachungsmechanismen vor.

Auch in § 14 m Abs. 5 UVPG ist die Verknüpfung mit bereits bestehenden Überwachungsmustern enthalten. Hierdurch sollen eine überflüssige Erhebung von Daten verhindert und eine Optimierung des Verfahrens erreicht werden. Daraus folgt, dass auch andere bereits bestehende oder anstehende Überwachungen mit der Überwachung im Rahmen der SUP verknüpft und so Informationen, die im Rahmen der Überwachung nach der SUP gewonnen werden, nutzbar gemacht werden können (BARTH/FUDER 2002, S. 14 f.). Diese Verknüpfung stellt sich also nicht als „Einbahnstraße“ dar, sondern soll einen Informationsfluss in beide Richtungen ermöglichen.

1.1.4 Gegenstand des SUP-Monitorings

Das SUP-Monitoring soll nicht zu einer umfassenden Erhebung allgemeiner Daten über die Umwelt führen. Das Monitoring soll sich nach Art. 10 Abs. 1 SUP-Richtlinie vielmehr auf die erheblichen unvorhergesehenen Umweltauswirkungen des Vollzugs des Plans beschränken. Diese Vorgabe wurde wortgleich in § 14 m Abs. 1 UVPG umgesetzt. Gegenstand der Überwachung sind danach nicht die von dem Plan oder Programm erfassten Einzelmaßnahmen wie z. B. die Errichtung eines Gebäudes innerhalb eines Plangebietes, sondern der Plan oder das Programm in seiner Gesamtheit (BT-Drs. 15/3441, S. 83).

Zu klären ist zunächst, welche Auswirkungen als unvorhergesehen anzusehen sind und wie der Begriff der „Erheblichkeit“ in diesem Zusammenhang zu verstehen ist. Zu beachten ist dabei, dass sich die Überwachung nicht auf die erheblichen Umweltauswirkungen, die sich bei Verwirklichung der Projekte im Planungsgebiet ergeben, beschränkt. Vielmehr muss sie sich auf alle Maßnahmen und Inhalte des Plans erstrecken, die mit erheblichen Umweltauswirkungen verbunden sind (RODER 2004b, S. 14).

1.1.4.1 Unvorhergesehene Auswirkungen

Der Begriff „unvorhergesehen“ lässt vom Sprachgebrauch her zunächst auf Auswirkungen schließen, die bei Erstellung des Umweltberichts übersehen oder verkannt wurden (RODER 2004b, S. 14). Umfasst sind aber auch solche, die dem Grunde nach zwar erkannt, deren Umfang bzw. Reichweite aber nicht richtig eingeschätzt wurden.

Erkannte, aber im Ausmaß unvorhergesehene Auswirkungen

Erkannte, aber im Ausmaß verkannte Auswirkungen können sich entweder aufgrund von Prognoseunsicherheiten oder aufgrund von anders verlaufenden Planvollzügen ergeben. Beiden ist gemein, dass ihr grundsätzlicher Ursache-Wirkungs-Zusammenhang bekannt ist (BALLA 2005, S. 132).

Einen Ansatz des Monitorings bilden die Umweltauswirkungen, die im Umweltbericht erkannt und nach einer Prognoseentscheidung mit den Planzielen und den Umweltaanforderungen vereinbar sind (SCHRÖDTER 2005, S. 323). Diese prognostizierten Auswirkungen sind ihrer Art nach zwar nicht unvorhergesehen, da sie sonst keinen Eingang in den Umweltbericht gefunden hätten, können jedoch in ihrem Ausmaß unvorhergesehen sein.

In diese Kategorie können auch die Umweltauswirkungen mit einbezogen werden, die zwar als möglich, aber nicht sicher vorausgesehen wurden. Dabei handelt es sich um erkannte Wissensunsicherheiten. Diese werden aufgrund der Vorgabe des § 14 g Abs. 2 Ziff. 7 UVPG als darzustellende Wissensunsicherheiten Eingang in den Umweltbericht gefunden haben.

Davon zu unterscheiden sind die unvorhergesehenen Umweltauswirkungen, die durch eine defizitäre Umsetzung des Plans oder Programms entstehen. Ein solches Vollzugsdefizit kann insbesondere bei der Nichtdurchführung von geplanten Kompensationsmaßnahmen entstehen (so z. B. zum Bauplanungsrecht: SCHRÖDTER 2005, S. 323). Für den Bereich der AWZ könnten solche Vollzugsdefizite auch bei einem Nichtausbau der angestrebten Windenergienutzung entstehen. Insbesondere kann dies der Fall sein, wenn im Rahmen der planerischen Abwägung die Klimaschutzziele und die angestrebte Wirkung der Offshore-Windenergie auf die Reduktion der CO₂-Emissionen berücksichtigt wurden.

Schwerpunktmäßig wird das Monitoring daher auf das Erkennen fehlerhafter Prognosen des Umweltberichts gerichtet sein (BARTH/FUDER 2003, S.13). Eine direkte Verknüpfung des Monitorings mit dem Umweltbericht ergibt sich aus den im Rahmen der Erstellung des Umweltberichts festgestellten Wissensunsicherheiten. Diese basieren auf Unsicherheiten hinsichtlich der Prognosegrundlage oder -methode. Sie können als Ansatzpunkte für die Überwachung gewählt werden. Sofern die Wissensunsicherheiten im Rahmen der Abwägung insoweit berücksichtigt

wurden, dass das hinnehmbare Risiko maßgeblich von der Möglichkeit der begleitenden Überwachung bestimmt werden sollte, ist dies beim Monitoring entsprechend zu berücksichtigen (hierzu ausführlich: SCHOMERUS et al. 2006, Kap. 4).

Im Umweltbericht nicht erkannte unvorhergesehene Auswirkungen

Im Umweltbericht überhaupt nicht vorausgesehene Auswirkungen stellen sich als die Realisierung eines jeder Prognose immanenten Risikos dar. Sofern es sich um unvorgesehene Auswirkungen handelt, bei denen bei der Erstellung des Umweltberichts keine Erkenntnis über das Vorliegen der zutage getretenen Kausalverläufe vorhanden ist, liegt darin die Realisierung eines hypothetischen Risikos. Probleme wirft aber die Überwachung der völlig unerkannt gebliebenen Auswirkungen auf. Zuerst ist es schwierig, unvorhergesehene Umweltauswirkungen zu erkennen. Sofern Auswirkungen überhaupt nicht vorhersehbar sind, wird es häufig an einer geeigneten Überwachung mangeln. Selbst wenn nicht vorhergesehene Änderungen eintreten, wird es regelmäßig Schwierigkeiten bereiten, diese bestimmten Quellen bzw. bestimmten planerischen Maßnahmen zuzuordnen (BARTH/FUDER 2002, S.13).

Hier stellt sich die Frage, wie weit diese Gegenstand der Überwachung sein können, wenn deren Vorliegen bei der Erstellung des Umweltberichts gänzlich unbekannt war. Da es sich bei diesen unbekanntem Auswirkungen um das in jeder Planung enthaltene Restrisiko handelt, welches nach der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts als hinnehmbar anzusehen ist¹⁹, kann es grundsätzlich auch nicht gefordert sein, im Rahmen des Monitorings Instrumente zu entwickeln, die völlig unbekanntem Risiken und Gefahren entdecken können. Folglich ist es keine zwingende Vorgabe an das Monitoring, Instrumente zu entwickeln und Maßnahmen zu implementieren, um solche unbekanntem Umweltauswirkungen erkennen können.

Betrachtet man die Zielsetzung der SUP-Richtlinie und die Zwecke des SUP-Monitorings, erscheint die Aufnahme von Instrumenten, die ein Erkennen von bei

¹⁹ Z. B. wird das Restrisiko im Atomrecht durch die „Schwelle der praktischen Vernunft“ abgegrenzt; danach muss nach dem Stand der Wissenschaft und Technik praktisch ausgeschlossen werden, dass Schäden an Leben, Gesundheit und Sachgütern eintreten (BVerfG v. 08.08.1978 - 2 BvL 8/77 in: BVerfGE 49, 89 (143) - Kalkar I -).

Erstellung des Umweltberichts unerkannt gebliebenen erheblichen Auswirkungen ermöglichen, jedoch wünschenswert. Für eine solche Aufnahme spricht auch, dass diese dem Wortlaut nach von der Überwachung mit umfasst sind.²⁰ Probleme könnte hier aber die Umsetzung aufwerfen. Wenn bestimmte Auswirkungen schon bei der Erstellung des Umweltberichts nicht erkannt wurden, dürfte eine spätere Überwachung gerade dieser Auswirkungen eher vom Zufall als von einem geplanten Vorgehen abhängen.

Eine weitere Möglichkeit kann sich aus der Einbeziehung von Auswirkungen, die wegen prognostizierter Unerheblichkeit keinen Eingang in den Umweltbericht gefunden haben, ergeben. Denkbar ist, dass sich erhebliche Auswirkungen erst nach Erstellung des Plans zeigen, wenn sich die tatsächlichen Rahmenbedingungen für das Plangebiet erheblich ändern (RODER 2004b, S. 14 f). Im Bereich der AWZ könnte dies z. B. die Aufnahme oder Zunahme von Nutzungen sein, die zum Zeitpunkt der Planerstellung nicht bekannt oder prognostizierbar waren. Das bedeutet, dass ein Element des Monitorings die Aufnahme neuer, zum Zeitpunkt der Planerstellung nicht berücksichtigter Nutzungen, sein sollte.

1.1.4.2 Erhebliche Auswirkungen

Gegenstand des Monitorings sollen nach § 14 m Abs. 1 S. 1 UVPG die erheblichen Umweltauswirkungen sein. Der Begriff "erhebliche Umweltauswirkungen" bei der Überwachung ist deckungsgleich mit dem Erheblichkeitsbegriff des Umweltberichts (siehe hierzu: BUNGE 2005, S. 126). Bei der Frage, was in Bezug auf das Monitoring als erheblich angesehen werden muss, bestehen in der Praxis Unsicherheiten.²¹ Zur abstrakten Bestimmung der Erheblichkeit kann an die Erstellung des Umweltberichts angeknüpft werden.²² Für die Praxis kann sich hier das Problem ergeben, dass Umweltauswirkungen, die bei Erstellung des Umweltberichts als nicht erheblich gewertet wurden, tatsächlich aber wegen ihres Umfangs und

²⁰ Der Wortlaut umfasst grundsätzlich alle erheblichen unvorhergesehen Umweltauswirkungen.

²¹ Zur Umsetzung im EAG Bau die Studie des Deutschen Instituts für Urbanistik (DIFU) BUNZEL/FRÖLICH/STRAUSS 2004, S. 46 ff.

²² Zur Bestimmung der Erheblichkeit i.S.d. SUP SCHOMERUS et al. 2006, S. 351 ff..

ihrer Schwere als erhebliche Umwelteinwirkungen zu werten sind.²³ Gegenstand der Überwachung müssen daher die Umweltauswirkungen sein, die zum Zeitpunkt der Überwachung als erheblich zutage treten. Daher sollte das Monitoringsystem nicht als ein starres System ausgestaltet, sondern an die tatsächliche Entwicklung angepasst werden.

1.1.4.3 Positive und negative Auswirkungen

Eine Beschränkung des Überwachungsgegenstands auf negative Auswirkungen findet dem Wortlaut nach nicht statt. Dies entspräche auch nicht der Intention der SUP als ein beschreibendes, die Entscheidung des Planungsträgers vorbereitendes, Instrument. Von der Überwachung sind daher auch (vermeintlich) positive erhebliche Auswirkungen eines Plans oder Programms umfasst. Gegenstand der Überwachung sind damit zunächst wertungsneutral alle erheblichen Auswirkungen des Planvollzugs auf die Umwelt.²⁴

Der Begriff „negative Auswirkungen“²⁵ oder auch „nachteilige Auswirkungen“²⁶ stellt bereits eine Wertung des bei dem Monitoring zutage getretenen Ergebnisses dar. Diese Bewertung obliegt grundsätzlich dem Planungsträger. Das bedeutet, dass der Planungsträger zunächst alle erheblichen unvorhergesehen Umweltauswirkungen erheben muss, um anschließend in einer Bewertung zu entscheiden, ob diese negativ oder positiv sind.

Eine Beschränkung auf negative Auswirkungen ist auch nicht im Hinblick auf die Ziele der SUP geboten. Art. 10 Abs. 1 SUP-Richtlinie sowie § 14 m Abs. 1 UVPG nennen zwar ausdrücklich das Erkennen negativer Auswirkungen, schließen jedoch durch die Worte „insbesondere“ bzw. „unter anderem“ eine Überwachung positiver Auswirkungen nicht aus.

Die Einbeziehung positiver Veränderungen auf die Umwelt in die Überwachung ist auch im Hinblick auf die Ziele der SUP sinnvoll. Sofern z. B. bestimmte vorgese-

²³ Siehe BALLA 2005, S. 132, der hier als erhebliche negative Umweltauswirkungen solche erkennt, deren Umfang und Schwere zum Zeitpunkt der Erstellung des Umweltberichts unvorhergesehen waren.

²⁴ So auch die Interpretation der *Europäischen Kommission*: EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, Abschnitt 8.6.

²⁵ So die Formulierung in Art. 10 Abs. 1 SUP-Richtlinie.

²⁶ So die Formulierung § 14 m Abs. 1 UVPG.

hene Kompensationsmaßnahmen nicht die vorgesehenen positiven Wirkungen aufweisen oder aber zu positiveren Wirkungen führen als vorausgesehen, kann dies zu einem Ungleichgewicht der Planung führen und ggf. geeignete Maßnahmen zur nachträglichen Steuerung erforderlich machen. Zum anderen können die gewonnenen Erkenntnisse bei späteren Planungen oder weiteren Genehmigungsverfahren herangezogen werden. Fallen z. B. durch den Vollzug des Plans nicht vorausgesehene positive Auswirkungen auf die Umwelt an, so kann dies bei weiteren Planungen berücksichtigt werden. Insbesondere können solche positiven Auswirkungen für die Kompensation von Eingriffen relevant sein, da dann weitere Kompensationsmaßnahmen ggf. entbehrlich sein können. Zudem wird die Überwachung positiver Auswirkungen dem Zweck der Informationsgewinnung für spätere Planungen gerecht.

1.1.4.4 Überwachung der Kompensationsmaßnahmen

Mit zu berücksichtigen sind bei dem SUP-Monitoring auch die Minderungs- und Kompensationsmaßnahmen (SOMMER 2005, S. 80). Diese sind Gegenstand des Plans und gehören ebenfalls zu dessen Durchführung i.S.d. Art. 10 Abs. 1 SUP-Richtlinie. Dass diese Maßnahmen von dem Monitoring umfasst sein sollen, wird auch aus der Entstehungsgeschichte der SUP-Richtlinie deutlich. So schlug das Europäische Parlament im Laufe des Verfahrens zunächst einen neu einzuführenden Art. 10 a vor, nach dem die Mitgliedstaaten für die Überwachung der Durchführung der Umweltschutzmaßnahmen im Rahmen der Pläne und Programme, die unter die SUP-Richtlinie fallen, verantwortlich sein sollten. Sie sollten dabei geeignete Kontrollverfahren festlegen, um die Wirksamkeit der Maßnahmen, mit denen die Umweltauswirkungen ausgeglichen werden sollten, zu überprüfen.²⁷ Gleiches wurde im Standpunkt des Europäischen Parlaments vom 6. September 2000 vortragen.²⁸ Zwar findet sich in der schließlich verabschiedeten SUP-Richtlinie keine eigenständige Regelung zur Überwachung der Kompensationsmaßnahmen.

²⁷ Europäisches Parlament vom 25.9.1998, A4-0245/1998, S. 19.

²⁸ Standpunkt des Europäischen Parlaments im Hinblick auf den Erlass der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme vom 6.9.2000, 1996/0304 (COD)-PE2S; nach dem vorgeschlagenen Art. 9 a sollten die Mitgliedstaaten die Überwachung der Ausgleichsmaßnahmen zuständig sein.

Daraus lässt sich aber nicht schließen, dass diese nicht Gegenstand der Überwachung sein sollen. Die Formulierung des Art. 10 SUP-Richtlinie ist offen hierfür, zudem sind die Kompensationsmaßnahmen Gegenstand des Plans. Auch korrelieren die zu überwachenden erheblichen Umweltauswirkungen häufig mit den Kompensationsmaßnahmen, da diese gerade zur Kompensation der erheblichen Auswirkungen in den Plan mit einbezogen werden. Unerwartet nicht kompensierte (vorhergesehene) Umweltauswirkungen sind daher mit unvorhergesehenen Umweltauswirkungen gleichzusetzen. Findet eine solche Kompensation nicht oder nicht hinreichend statt, gehen von dem Vollzug des Plans unerwartete negative Umweltauswirkungen aus. Geboten ist im Rahmen des SUP-Monitorings daher, auch die Kompensation der festgestellten erheblichen Umweltauswirkungen zu überwachen (RODER 2004b, S. 15).

1.1.4.5 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass zur Ermittlung des Anwendungsbereichs der Überwachung zunächst auf die im Umweltbericht genannten Umweltauswirkungen Bezug genommen werden kann. „Unvorhergesehen“ ist daher in erster Linie bezogen auf die im Umweltbericht prognostizierten Auswirkungen, die aber in Art oder Ausmaß ihrer Auswirkung falsch eingeschätzt wurden, zu verstehen (RODER 2004b, S. 14). Das Monitoring kann sich auf einzelne Umweltauswirkungen konzentrieren oder zusätzlich hinzutretende, vorher nicht bekannte, Aspekte mit einbeziehen (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, S. 63). Mit umfasst sein sollten aber auch solche erheblichen Umweltauswirkungen, die bei der Erstellung des Umweltberichts der Art nach noch nicht erkannt wurden. Zwar erscheint ein gezieltes Überwachen dieser Auswirkungen auf den ersten Blick als wenig handhabbar. Jedoch können durch eine Überwachung anhand geeigneter, von Biologen und Planern entwickelter Indikatoren auch solche Auswirkungen erkannt und ggf. dem Planvollzug zugeordnet werden. Eine Beschränkung auf negative Auswirkungen ist grundsätzlich nicht geboten. Vom SUP-Monitoring erfasst werden auch die Kompensationsmaßnahmen.

1.1.5 Monitoring in der Abwägung

Das SUP-Monitoring unterliegt nicht der planerischen Abwägung. Zwar sind die bei der SUP aufgenommenen Umweltaspekte in die Abwägung einzubeziehen. Diese Abwägung kann sich aber nur auf die Frage des Umfangs der Einbeziehung der Umwelterwägungen in den Plan oder das Programm selbst beziehen. Nach § 14 I Abs. 2 Ziff. 3 UVPG ist die Aufstellung der Überwachungsmaßnahmen nach § 14 m UVPG bei der Auslegung des Plans oder Programms mit auszulegen. Die Überwachungsmaßnahmen müssen nach § 14 g Abs. 2 Ziff. 9 UVPG im Umweltbericht mit ausgewiesen sein. Daher besteht hinsichtlich des „Ob“ der Überwachungsmaßnahmen kein Spielraum. Die Monitoringmaßnahmen sind somit als zwingende materiell-rechtliche Vorgaben zu verstehen, die Durchführung des Monitorings ist also unabdingbar. Ein fehlendes Monitoringsystem würde zur Rechtswidrigkeit des Plans führen.

Die Nichteinbeziehung des Monitorings in die Planung kann ggf. auch Gegenstand einer gerichtlichen Überprüfung sein. Es ist denkbar, dass die Öffentlichkeit einen Anspruch darauf hat, dass die Vorschriften des Monitorings effektiv umgesetzt werden (STÜER/SAILER 2004, S. 1400). Diese Erwägung gründet sich auf Entscheidungen des EuGH zu Nachbarklagen²⁹, die sich darauf stützen, dass eine UVP bei einem UVP-pflichtigen Vorhaben unterblieben ist (STÜER/SAILER 2004, S. 1400). Da es sich bei der SUP und beim Monitoring um bloße verfahrensrechtliche Vorschriften handelt, sind diesen Grenzen bei der Überprüfung der Sachentscheidung gesetzt. Grundsätzlich muss sich ein Verfahrensfehler aber auch auf das Ergebnis ausgewirkt haben. Ansonsten sind Verfahrensfehler unbeachtlich.³⁰

Das in der Bundesrepublik bestehende verwaltungsgerichtliche Rechtsschutzsystem setzt regelmäßig die Verletzung eigener subjektiver Rechte i. S. d. § 42 Abs. 2 VwGO voraus (KOPP/SCHENKE 2005, § 42 Rn. 83 m. w. N.). Nach der Schutznormtheorie ist eine subjektive Rechtsbetroffenheit aufgrund der Verletzung von Rechtsnormen gegeben, wenn die Rechtsvorschrift nicht nur dem Interesse der Allgemeinheit, sondern auch dem Schutz von Individualinteressen zu dienen be-

²⁹ Siehe insbesondere EuGH v. 7.1.2004 – C-201/02 (Delena Wells) in: NVwZ 2004, S. 593.

stimmt ist.³¹ Dies ist nach der Rechtsprechung bei Verfahrensvorschriften nicht der Fall. Auch ist das Bundesverwaltungsgericht Ansätzen, die einen Abwägungsmangel bei fehlerhafter oder gänzlich unterbliebener UVP als indiziert angesehen haben, bislang stets entgegengetreten (statt vieler BVerwG v. 21.03.1996 - 4 C 19/94 (BVerwGE 100, 370 (376))). Erst recht wird daher das bloße Unterlassen eines einzelnen SUP-Elements nicht dazu führen, dass ein Abwägungsmangel indiziert ist.

Ein Ansatz des Rechtsschutzes gegen unterbliebene bzw. unzureichende Monitoringmaßnahmen könnte sich aber aus der naturschutzrechtlichen Verbandsklage nach § 61 BNatSchG ergeben. Diese kann angestrebt werden, wenn entweder Befreiungen von Verboten oder Geboten zum Schutz von Naturschutzgebieten, Nationalparks und sonstigen Schutzgebieten vorgenommen wurden oder wenn Planfeststellungsbeschlüsse über Vorhaben, die mit Eingriffen in Natur und Landschaft verbunden sind, getroffen wurden (GASSNER et al. 2005, § 61 Rn. 16 ff.). Daraus folgt aber kein allgemeiner Rechtsbehelf gegen planerische Entscheidungen. Die naturschutzrechtliche Verbandsklage bezieht sich einzig auf die ausdrücklich angeführten Planungstypen. Eine Überprüfung von Raumordnungsplänen in der AWZ lässt sich nur herleiten, wenn diese mit Eingriffen in Schutzgebiete i.S.d. § 61 Abs. 1 Ziff. 1 BNatSchG verbunden sind. Die gerichtliche Überprüfung der planerischen Entscheidung ist dann auch bezüglich der planerischen Abwägung darauf beschränkt, ob die Belange des Naturschutzes und der Landschaftspflege in der Abwägung unberücksichtigt geblieben sind, ob sie fehlerhaft eingeschätzt wurden und ob sie in einer Weise mit gegenläufigen Belangen in Ausgleich gebracht wurden, die zu ihrer objektiven Gewichtung außer Verhältnis steht (hierzu VGH Baden-Württemberg v. 6.4.2006 – 5 S 598/05 (Juris)). Insoweit lässt sich aus der naturschutzrechtlichen Verbandsklage regelmäßig keine Klagebefugnis im Falle unzureichender Monitoringsysteme herleiten. Auch aus dem am 8. 12. 2006 in Kraft getretenen Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz³² lässt sich eine entsprechende

³⁰ Eine Ausnahme bilden Fehler bei der Öffentlichkeitsbeteiligung, siehe SCHOMERUS et al. 2006, S. 83 ff.

³¹ Zur Schutznormtheorie vgl. BVerwGE 82, 343 (344); 81, 329 (334); KOPP/SCHENKE 2005 § 42 Rn. 83 m.w.N.

³² Gesetz über ergänzende Vorschriften zu Rechtsbehelfen in Umweltangelegenheiten nach der EG-Richtlinie 2003/35/EG (Umwelt-Rechtsbehelfsgesetz), BGBl. I S. 2816.

Klagebefugnis nicht herleiten. Zwar gilt das Gesetz nach § 1 Abs. 2 auch in der AWZ. Es behandelt aber die Ergänzung bzw. Schaffung von Rechtsschutzmöglichkeiten bei Zulassungsentscheidungen für Industrieanlagen und Infrastrukturmaßnahmen nach der UVP-, nicht nach der SUP-Richtlinie. Die SUP-Richtlinie ist lediglich hinsichtlich der Öffentlichkeitsbeteiligung tangiert, nicht aber bezüglich des Monitorings. Eigenständige Rechtsbehelfe von Vereinen gegen unterbliebene bzw. unzureichende Monitoringmaßnahmen sind dort nicht vorgesehen.

In Zukunft könnte sich die Umsetzung der dritten Säule der Aarhus-Konvention jedoch auch auf Rechtsbehelfe in Bezug auf unterbliebene oder unzureichende Monitoringmaßnahmen auswirken. Nach Art. 9 Abs. 3 Aarhus Konvention obliegt es jeder Vertragspartei, sicherzustellen, dass Mitglieder der Öffentlichkeit Zugang zu verwaltungsbehördlichen oder gerichtlichen Verfahren haben. Sie sollen die von Privatpersonen und Behörden vorgenommenen Handlungen und Unterlassungen anfechten können, die gegen umweltbezogene Bestimmungen ihres innerstaatlichen Rechts verstoßen. Damit kann eine weitreichende Überprüfung von umweltbezogenen Verwaltungsentscheidungen stattfinden (Nebelsieck/Schrotz 2006, S. 122). Ansätze für die Umsetzung in Europa finden sich im Richtlinienentwurf der Europäischen Kommission aus dem Jahre 2003.³³ Gegenstand der Überprüfung sollen sowohl die verfahrens- als auch die materiellrechtliche Rechtmäßigkeit der behördlichen Entscheidung sein. Im Gegensatz zur Klagebefugnis der Öffentlichkeit, welche nach Art. 4 Nr. 1 lit. b des Richtlinienvorschlags nach nationalem Recht auch von dem Vorliegen einer subjektiven Rechtsverletzung abhängig gemacht werden kann, muss dieses Erfordernis nach Art. 5 für qualifizierte Vereinigungen nicht erfüllt sein. Das bedeutet, dass in Zukunft eine Überprüfbarkeit der Monitoringmaßnahmen auf Betreiben von anerkannten Umweltverbänden möglich sein könnte.

³³ Vorschlag für eine Richtlinie des europäischen Parlamentes und des Rates über den Zugang zu Gerichten in Umweltangelegenheiten KOM (2003) 624 2003/0246 (COD).

1.2 Rechtliche Anforderungen an die Durchführung

1.2.1 Verantwortlichkeit für die Durchführung

1.2.1.1 Aufgabenzuweisung im UVPG

Nach § 14 m Abs. 2 UVPG ist grundsätzlich die Behörde, die für die SUP zuständig ist, auch für die Überwachungsmaßnahmen zuständig. Der Bund oder die Länder können jedoch abweichende Regelungen treffen, um fachlich begründeten Besonderheiten Rechnung zu tragen (BT-Drs. 15/3441, S.). Insbesondere kann eine solche Abweichung geboten sein, um die Unabhängigkeit der Kontrolle zu unterstreichen oder aber eine einheitliche Überwachung bestimmter Plan- oder Programmarten zu gewährleisten (BT-Drs. 15/3441). Eine solche abweichende Regelung ist bislang für den Bereich der Raumordnung in der AWZ nicht getroffen worden. Zuständig für die Durchführung des Monitorings der Umweltauswirkungen von Raumordnungsplänen in der AWZ ist demnach das BSH.

Aus Erwägungen zur Transparenz und Unabhängigkeit des Monitorings könnten jedoch alternative Modelle der Durchführung des Monitorings dem Verfahren dienen. Im Abschlussbericht des *Impel-Network* sind verschiedene Modelle aufgeführt (IMPEL NETWORK 2002, S. 21 f.). Kompetenzen zur Durchführung des Monitorings sollen hiernach nicht nur bei dem Entscheidungsträger, sondern auch bei anderen Behörden oder Organisationen, wie z. B. den für die Umwelt zuständigen Behörden, privaten Organisationen oder extra einzurichtenden Monitoringteams liegen können (IMPEL NETWORK 2002, S. 21 f.; siehe auch ARBTER 2002, S. 94 ff. zum Wiener Abfallwirtschaftsplan). Vorteile eines solches Systems wären, dass zum einen eine breitere Einbindung anderer in das Monitoringsystem erfolgt und damit auch die Informationsgrundlage erhöht werden kann. Zum anderen würde dies eine transparentere Überwachung bewirken, da nicht lediglich der Planungsträger selbst seine Planung überwacht, sondern immer auch eine Kontrolle durch Dritte gewährleistet ist.

1.2.1.2 Möglichkeiten der Aufgabenwahrnehmung durch Dritte

Ein wichtiges Element des Monitorings ist die Frage der Einbeziehung Dritter in den Monitoringprozess. Es ist nämlich nicht davon auszugehen, dass die für Überwachung zuständigen Behörden alle erforderlichen Überwachungsmaßnahmen selbst durchführen können. Neben der Einbeziehung und Verknüpfung mit bestehenden Überwachungsmaßnahmen (siehe hierzu Abschnitt 3) besteht ggf. auch die Verpflichtung, eigene SUP-spezifische Monitoringmaßnahmen durchzuführen. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Aufarbeitung der zusammengetragenen Daten Dritten zu überantworten.

1.2.1.3 Rechtsnatur des SUP-Monitorings

Für die Frage der Überantwortung von Monitoringpflichten kommt es zunächst auf die Rechtsnatur des SUP-Monitorings an. Dies richtet sich danach, ob sich die Durchführung des SUP-Monitorings als Wahrnehmung hoheitlicher Aufgaben oder als schlichtes nicht-hoheitliches Handeln darstellt (zur Differenzierung KOPP/RAMSAUER 2005, Einf. Rn. 81 ff.).

Die Zuordnung zum öffentlichen Recht oder Privatrecht bestimmt sich nach den zugrunde liegenden Rechtsnormen (MAURER 2004, § 15 Rn. 4). Als Verwaltungsaufgaben werden in diesem Zusammenhang alle Aufgaben definiert, die der Verwaltung durch Rechtssatz übertragen oder von ihr in rechtlich zulässiger Weise wahrgenommen werden (KOPP/RAMSAUER 2005, Einf. Rn. 94). Nicht umfasst sind die bloß privatrechtlichen Tätigkeiten der Verwaltung³⁴, auch wenn sie der Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben dienen.³⁵ Die Bedarfsverwaltung wird aber ebenfalls als eine Verwaltungsaufgabe angesehen, da diese für die Erfüllung der eigentlichen Verwaltungsaufgaben erforderlich ist. Auch bei diesen hat sich der Hoheitsträger an die Grundrechte sowie an allgemeine Verwaltungsgrundsätze zu halten (MAURER 2004, § 1 Rn 19, § 3 Rn. 7). Im Rahmen der Bedarfsverwaltung wird der Hoheitsträger gegenüber Dritten aber nicht hoheitlich tätig.

³⁴ Sog. „fiskalische Hilfsgeschäfte“ KOPP/RAMSAUER 2005, § 1 Rn. 16.

³⁵ Dies stellt dann die sogenannte Bedarfsverwaltung dar, vgl. KOPP/RAMSAUER 2005, § 1 Rn. 16.

Bei Zugrundelegung dieser Differenzierung wird deutlich, dass auch die Durchführung des Monitorings im Bereich des öffentlichen Rechts anzusiedeln ist. Sie ist nach dem UVPG dem Hoheitsträger gesetzlich zugewiesen. Insoweit handelt es sich bei dem Monitoring nicht um privatrechtliches Handeln, welches auch nicht in Zusammenhang mit der Wahrnehmung hoheitlicher Aufgaben steht. Maßnahmen, die von der Verwaltung in Zusammenhang mit den Monitoringverpflichtungen durchgeführt werden, sind daher öffentlich-rechtlich. Die konkrete Durchführung ist schlichtes Verwaltungshandeln, welches nicht auf einen rechtlichen, sondern auf einen tatsächlichen Erfolg gerichtet ist.³⁶

Eine andere Frage ist, wie weit der für das Monitoring zuständigen Behörde gesonderte Hoheitsrechte eingeräumt sind.³⁷ So wird vertreten, dass die Durchführung der Maßnahmen zur Überwachung keine Wahrnehmung hoheitlicher Aufgaben sei.³⁸ Richtig ist, dass grundsätzlich aus einer Aufgabenzuweisungsnorm keine Eingriffskompetenz folgt, da diese aus Gründen des Vorbehalts des Gesetzes einer gesonderten Ermächtigungsgrundlage bedarf.³⁹ Eine solche Ermächtigungsgrundlage enthalten das UVPG sowie andere Rechtsgrundlagen zur Durchführung des SUP-Monitoring nicht.⁴⁰ Das bedeutet, dass die für das SUP-Monitoring zuständige Behörde zur Durchführung ihrer Monitoringaufgaben einzig auf Grundlage des § 14 m UVPG nicht in Rechte Dritter eingreifen darf.

1.2.1.4 Bedeutung für die Durchführung

Bei der Durchführung des Monitorings ist zwischen Aufgaben- und funktionaler Privatisierung zu unterscheiden. Eine Aufgabenprivatisierung ist gegeben, wenn sich der Staat aus Aufgaben ganz zurück zieht und diese Privaten überträgt (MAURER 2004, § 23 Rn. 63). Sie ist unzulässig, wenn die Aufgabe dem Hoheitsträger durch Gesetz ausdrücklich zugewiesen ist (SCHÄFER/KARTHAUS 2006, S. 194). SUP-Monitoring ist eine dem Hoheitsträger obligatorisch zugewiesene

³⁶ Zum Begriff des Realakts siehe MAURER 2004, § 15 Rn. 1.

³⁷ Solche könnten z. B. zur Durchführung von Maßnahmen auf Privatgrundstücken oder zur Auskunftserlangung bei Privaten erforderlich sein (zur Überwachung der Luftreinhaltung REBENTISCH 2003, S. 242).

³⁸ So RAUTENBERG 2005, S. 1011, wobei eine Begründung nicht gegeben wird.

³⁹ So z. B. die Duldungspflichten für bestimmte Überwachungsmaßnahmen nach § 52 Abs. 2-6 BImSchG, hierzu SPARWASSER/ENGEL/VOßKUHLE 2003, § 10 Rn. 378.

⁴⁰ Vgl. zum Monitoring im Bauplanungsrecht RAUTENBERG 2005, S. 1012.

Aufgabe. Daher ist eine Aufgabenprivatisierung für das SUP-Monitoring mangels gesetzlicher Grundlage nicht zulässig.

Solange die Verantwortlichkeit für die Aufgabe beim Hoheitsträger bleibt, ist eine Zusammenarbeit oder Beauftragung Dritter mit der Durchführung auch ohne gesonderte gesetzliche Ermächtigung aber stets zulässig. Hierbei handelt es sich dann um die sog. funktionale Privatisierung (SCHÄFER/KARTHAUS 2006, S. 194 m. w. N.). Sofern Private lediglich mit dem bloßen Vollzug von Aufgaben, z. B. der Erhebung von Daten über die Meeresumwelt, betraut werden, handelt es sich um den stets zulässigen Bereich der funktionalen Privatisierung, da die Aufgabenzuständigkeit und Verantwortung bei der zuständigen Behörde verbleiben (ALTENHOFEN 2005, S. 135). Der Beauftragte erhält im Rahmen der hier üblichen Werk- oder Dienstverträge⁴¹ nicht die Berechtigung zur Vornahme hoheitlicher Handlungen mit unmittelbarer Rechtswirkung nach außen, sondern ist nur Verwaltungshelfer.⁴² Autonome Entscheidungsbefugnisse innerhalb des Aufgabenrahmens stehen dem nicht entgegen (hierzu SCHÄFER/KARTHAUS 2006, S. 194 m. w. N.).

1.2.2 Erlangung von Daten

Es ist nach den Vorstellungen des Europäischen Gesetzgebers nicht Sinn und Zweck des SUP-Monitorings, völlig neue Monitoringaktivitäten zu initiieren. Vielmehr sollen bestehende Monitoringprogramme genutzt werden, um doppelte Arbeit zu vermeiden (Art. 10 Abs. 2 SUP-Richtlinie). Dafür müssen die Daten bestehender Überwachungssysteme bzw. die Daten aus Genehmigungsverfahren der für das Monitoring zuständigen Stelle zugänglich sein.

Gesetzlich geregelt ist dieser Zugang zu Daten durch die Überwachungsbehörde in § 14 m Abs. 3 UVPG. Dies ist eine Konkretisierung der sich bereits aus dem Grundgesetz ergebenden Anforderungen an die Zusammenarbeit der Hoheitsträger (GASSNER 2006, § 14 m Rn. 20). Nach § 14 m Abs. 3 UVPG hat die überwachende Behörde einen Anspruch darauf, dass andere Behörden ihr alle Umweltinformationen zur Verfügung stellen, die nach § 14 m Abs. 1 UVPG erforderlich sind

⁴¹ Wobei wegen ihrer Erfolgsbezogenheit Werkverträge adäquat erscheinen, RAUTENBERG 2005, S. 1011.

⁴² Zum Begriff Verwaltungshelfer: EHRICHSEN/EHLERS 2002, S. 844 ff. MAURER 2004, § 23 Rn. 56 ff.

(BUNGE 2005, S. 128). Dadurch soll sichergestellt werden, dass die zuständige Behörde die Überwachungsaufgabe wirksam wahrnehmen kann (so die Gesetzesbegründung in BT-Drs. 15/3441). Zur Konkretisierung der Verpflichtung kann auf die allgemeinen Regelungen des VwVfG zurückgegriffen werden.⁴³

Für das SUP-Monitoring in der AWZ kommen als pflichtige Behörden alle in Betracht, die im Bereich der AWZ und im Bereich des Küstenmeeres sowie auf dem Festland Umweltdaten erheben, die für planerische Ausweisungen in der AWZ relevant sein können. Dies sind das BfN und die Landesnaturschutzbehörden in Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Hamburg, Bremen und Mecklenburg-Vorpommern. Ferner können die Daten der Wasser- und Schifffahrtsdirektion über den Schiffsverkehr relevant sein, aber auch Daten, die im Rahmen der Überwachung der Meeresumwelt in Nord- und Ostsee und in Genehmigungsverfahren erlangt werden (s. Abschnitt 3).

1.2.3 Umfang und Dauer

Es ist nicht möglich, eine abstrakte Bestimmung des Umfangs und der Dauer des SUP-Monitorings vorzunehmen. Detaillierte rechtliche Vorgaben hierfür existieren nicht, so dass die Einzelheiten ganz den Erfordernissen des Einzelfalls angepasst werden können und müssen (BUNGE 2005, S. 126). Jedoch können aus dem Sinn und Zweck der Regelung gewisse Rahmenbedingungen hergeleitet werden, die nicht unterschritten werden dürfen.

So folgt aus dem Sinn und Zweck des SUP-Monitorings, dass das Monitoring sich nicht in einer einmaligen Erhebung von Daten nach Planrealisierung erschöpft, sondern auf eine gewisse Dauer angelegt ist (BUNGE 2005, S. 129). Im Hinblick auf das Vorsorgeprinzip wird daher gefordert, dass die Monitoringmaßnahmen in gewissen Zeitabständen wiederholt werden (RODER 2004b, S. 235). Die Anzahl der Wiederholungen sowie deren Zeitabstände lassen sich jedoch nur anhand der konkreten Eigenart des Plans bestimmen (BUNGE 2005, S. 129). Hierbei sollte auf die biologischen Aspekte, wie z. B. die betrachteten Schutzgüter sowie deren Reaktionszeiten auf Einwirkungen, abgestellt werden (SOMMER 2005, S. 83).

⁴³ Maßgeblich sind die Regelungen der §§ 4-8 VwVfG, siehe auch GASSNER 2006, § 14 m Rn. 20.

Eine abstrakte Bestimmung des Beginns des Monitorings ist nicht möglich. Ein Anhaltspunkt für den Beginn ist, dass sich das Monitoring auf die Durchführungsphase des Plans bezieht (SOMMER 2005, S. 82). Das bedeutet, dass der Beginn eines Monitorings im Rahmen der Raumordnungsplanung in der AWZ mit der Realisierung der in dieser Planung vorgesehenen Vorhaben sowie der darin vorgesehenen Kompensationsmaßnahmen anzusetzen ist.

1.2.4 Beteiligungsrechte bzw. Beteiligungsmöglichkeiten

Weder nach der SUP-Richtlinie noch nach dem UVPG sind für das SUP-Monitoring Beteiligungsrechte vorgesehen. Daraus folgt aber nicht, dass die Beteiligung von anderen Hoheitsträger oder Teilen der Öffentlichkeit unzulässig ist. Vielmehr kann eine solche Beteiligung im Hinblick auf eine effektive Erhebung aller verfügbaren Daten sinnvoll und geboten sein.

Als einzubeziehende Dritte kommen im Bereich der deutschen AWZ alle in Betracht, die Daten über die Veränderung der Meeresumwelt durch regelmäßige Nutzung der AWZ unmittelbar oder mittelbar aufnehmen, z.B. die Fischer. Ihre Fangmengen und die Arten der gefangenen Fische können Hinweise auf Veränderungen der Meeresumwelt bringen, so dass ihre Einbeziehung beim Monitoring von Nutzen sein könnte. Bei der Ausgestaltung der Beteiligung kann vollständig auf die fachlichen Anforderungen der Planer, Biologen und sonstigen Personen, die mit dem SUP-Monitoring befasst sein werden, verwiesen werden.

1.2.5 Zugänglichmachung der Ergebnisse

Die Überwachungsergebnisse sind nach § 14 m Abs. 4 UVPG der Öffentlichkeit nach den Vorschriften der Umweltinformationsgesetze des Bundes und der Länder zugänglich zu machen. Weiterhin haben die in § 14 h UVPG genannten Behörden einen Anspruch auf Zugang zu den Informationen.

Das Zugänglichmachen der bei der Überwachung auf Ebene der SUP erlangten Daten an die Öffentlichkeit folgt direkt aus den Regelungen des UIG.⁴⁴ Nach § 3

⁴⁴ UIG in der Fassung des Gesetzes zur Neugestaltung des Umweltinformationsgesetzes und zur Änderung der Rechtsgrundlagen zum Emissionshandel vom 22. Dezember 2004.

Abs. 1 UIG hat jede Person freien Zugang zu Umweltinformationen, über die eine informationspflichtige Stelle i. S. d. § 2 Abs. 1 UIG verfügt. Daten, die im Rahmen des Monitorings erlangt werden, sind Daten über die Umwelt i. S. d. § 2 Abs. 3 UIG (so zum UIG von 1994: KOCH 1998, S. 20 f.). Eine Einschränkung dieses Anspruchs ist nur nach Maßgabe des UIG selbst zulässig. Ablehnungsgründe finden sich in den §§ 8-9 UIG. Hiernach ist eine Ablehnung des Informationsgesuchs nur zum Schutz öffentlicher (§ 8 UIG) und sonstiger Belange (§ 9 UIG) möglich. In Bezug auf die Rechte eines Anlagenbetreibers ist insbesondere § 9 UIG relevant. Eine Einschränkung ist hiernach möglich, wenn durch die Weitergabe personenbezogene Daten des Anlagenbetreibers offenbart würden und seine Interessen dadurch erheblich beeinträchtigt wären (Nr. 1), Rechte am geistigen Eigentum, insbesondere Urheberrechte verletzt (Nr. 2) oder aber durch die Information Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse offenbart oder die Informationen dem Steuer- oder Statistikgeheimnis unterliegen würden (Nr. 3). Ist ein Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse betroffen, ist ein Zugänglichmachen nur zulässig, wenn die Betreiber der Veröffentlichung zustimmen oder aber das öffentliche Interesse an dem Zugang das Interesse des Anlagenbetreibers an der Geheimhaltung überwiegt. Im Fall der Verknüpfung des Monitorings auf Planebene mit dem Monitoring auf Projektebene sind aber auch Probleme denkbar. Gerade wenn es um betriebsrelevante Informationen geht bzw. um Informationen, die Rückschlüsse auf betriebsrelevante Vorgänge zulassen, können Rechte der Betreiber mit den Ansprüchen der Öffentlichkeit kollidieren. Denkbar ist dies z. B. bei Daten über die Energiegewinnung. Diese können im Rahmen der Untersuchung der Auswirkungen von stromabführenden Kabeln anfallen. So wurden im Rahmen des Betriebsmonitorings des Windparks Nystedt umfangreiche Messungen der Wärmementwicklung an den stromabführenden Kabeln durchgeführt. Durch die Betreiber wurde erwirkt, dass keine oder nur wenige Daten über den tatsächlichen Energiefluss erhoben oder zur Verfügung gestellt werden konnten.⁴⁵

⁴⁵ Vgl. *Katrin Meißner* in ihrem Vortrag auf dem Meeresumweltsymposiums des BSH in Hamburg am 14.6.2006.

Bei der Zugänglichmachung der Informationen können elektronische Medien, insbesondere das Internet, verwendet werden.⁴⁶ Dadurch kann ein hohes Maß an Transparenz erreicht werden. Auch die Effektivität des Monitorings kann dadurch erhöht werden. Die umfassend informierte Öffentlichkeit würde hierdurch in die Lage versetzt werden, zeitnah Hinweise und Stellungnahmen abgeben zu können, so dass die Informationsgrundlage sich erhöht. Bei interaktiven Medien wie dem Internet kann hier nicht nur ein Zugang, sondern zugleich die Möglichkeit zu einer Stellungnahme o. ä. gegeben werden.⁴⁷

1.3 Nutzung bestehender Überwachungsmechanismen

Nach den Vorgaben der Richtlinie und des UVPG soll die Überwachung auf Projektebene mit derjenigen im Rahmen der SUP verknüpft werden. Die Überwachungsmaßnahmen sollen effektiv in das Planungssystem integriert werden. Dabei müssen die zuständigen Behörden sowie der Zeitpunkt und die Häufigkeit der Überwachungsmaßnahmen bestimmt werden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003). Bei der Ermittlung von Informationen auf Projektebene kann zum einen auf solche, die im Genehmigungsprozess gewonnen wurden, zurückgegriffen werden, zum anderen auf Daten, die sich aus dem laufenden Betrieb der Projekte ergeben. Hierbei kann eine enge und effektive Verzahnung von SUP, UVP sowie Überwachung auf Projektebene erfolgen. Dabei können sich jedoch rechtliche Probleme ergeben, weil die Überwachung auf Projektebene regelmäßig einen grundrechtsrelevanten Eingriff darstellt, der einer verfassungsgemäßen Rechtfertigung bedarf.

⁴⁶ Siehe hierzu § 10 UIG 2005 über die aktive Information der Öffentlichkeit durch Behörden.

⁴⁷ Zur Durchführung von Beteiligungsverfahren via Internet siehe SCHOMERUS et al. 2006, S. 150 ff.; die dort angeführten Beispiele zur Beteiligung aus Großbritannien könnten auch beim Monitoring Anwendung finden, z. B. durch entsprechende Eingabemasken, welche die Aufnahme von gesammelten Daten Privater ermöglichen.

1.3.1 Anforderungen an die Nutzbarkeit

Nach § 14 m Abs. 5 S. 1 UVPG können für das Monitoring bestehende Überwachungsmechanismen, Daten und Informationsquellen genutzt werden. Damit ist es in vielen Fällen nicht erforderlich, neue Überwachungsmaßnahmen zu konzipieren (PETERS/BALLA 2005, § 14 m Rn. 22). Nach S. 2 gilt § 14 g Abs. 4 UVPG entsprechend, wonach die Nutzbarkeit bestehender Daten bei der Erstellung des Umweltberichts geregelt wird. Auch im Rahmen der Erstellung des Umweltberichts soll überflüssige Mehrarbeit verhindert werden. Ihre Grenze findet die Verwendung bestehender Daten dort, wo diese für den vorgesehenen Zweck nicht geeignet bzw. nicht aktuell sind. Bei der Verknüpfung mit bestehenden Überwachungsmechanismen und der Einbeziehung bestehender Daten ist zu klären, ob diese für die Ziele des SUP-Monitorings im konkreten Fall überhaupt geeignet sind. Die Geeignetheit der Daten für das SUP-Monitoring ist anhand der fachlichen Anforderungen im konkreten Fall aus fachlicher Sicht zu klären.

Ferner müssen diese Daten hinreichend aktuell sein. Was noch als hinreichend aktuell angesehen werden kann, hängt von der zeitlichen Dynamik des jeweiligen Umweltfaktors und der Entwicklung des Kenntnisstandes sowie der allgemein anerkannten Prüfungsmethoden ab (PETERS/BALLA 2005, § 14 g Rn. 34). Da das Monitoring die Entwicklung der im Umweltbericht aufgestellten Prognosen nach Planaufstellung und während des Planvollzugs überwachen soll, können nur solche Daten als hinreichend aktuell in Betracht kommen, die nach der Planaufstellung gewonnen wurden.

1.3.2 Bereits bestehende Überwachungs- und Messprogramme in der AWZ

1.3.2.1 Überwachung nach Art. 11 FFH-Richtlinie

Eine Möglichkeit der Verknüpfung mit bestehenden Überwachungsprogrammen ergibt sich bei der Überwachung nach Art. 11 FFH-Richtlinie. Da über 32 % der deutschen AWZ als FFH- und Vogelschutzgebiete nach Brüssel gemeldet sind, kann hierdurch eine große Teilfläche der AWZ abgedeckt werden.

Nach Art. 11 FFH-Richtlinie überwachen die Mitgliedstaaten den Erhaltungszustand der nach Art 2 FFH-Richtlinie geschützten Arten. Sie sind zur Durchführung eines allgemeinen Monitorings des Erhaltungszustandes der Arten und Lebensraumtypen gemeinschaftlichen Interesses verpflichtet. Die Zuständigkeit zur Erhebung der Daten und der Bewertung des Erhaltungszustandes liegt in Deutschland mit Ausnahme der Gebiete in der AWZ bei den Bundesländern. Im Bereich der AWZ liegt die Zuständigkeit beim Bund. Für das Monitoring nach Art. 11 FFH-Richtlinie wird diese Aufgabe vom BfN wahrgenommen.

Nach Ziff. 10.11 der „Referenzliste-Gefährdungsuntersuchungen für FFH-Meldungen“⁴⁸ ist auch die Windenergienutzung als potenzielle Beeinträchtigung von gemeldeten FFH-Gebieten herausgestellt worden und damit im Rahmen des Monitorings nach Art. 11 FFH-Richtlinie als Antriebsfaktor zu berücksichtigen. Hinsichtlich des Umweltzustandes sind die derzeit vom BfN gemeldeten Schutzgebietsvorschläge in der AWZ zu berücksichtigen. Auch für die zu überwachenden Schutzgüter sind lediglich die relevanten Natura 2000-Schutzgüter zu betrachten. Zwar gilt § 12 BNatSchG nicht ausdrücklich für die AWZ, jedoch ergibt sich eine solche Geltung mittelbar aus § 38 Abs. 2 BNatSchG. Hiernach ist das BfN für die sich aus dem Aufbau und dem Schutz des Europäischen Netzes „Natura 2000“ ergebenden Aufgaben zuständig. Zu diesen gehört auch die Überwachung i. S .d. Art. 11 FFH-Richtlinie.

⁴⁸ Die Vollversammlung des Länderausschusses Naturschutz LANA hat diesbezüglich am 20./21.09.2001 in Pinneberg eine Referenzliste für mögliche Beeinträchtigungen von gemeldeten FFH-Gebieten erarbeitet.

Die Überwachung kann in der AWZ auf Grundlage des § 12 BNatSchG durchgeführt werden. Danach obliegen Bund und Ländern jeweils in ihrem Zuständigkeitsbereich die Beobachtung der Umwelt (§ 12 Abs. 1 BNatSchG). Dadurch sollen der Zustand des Naturhaushalts und seine Veränderungen ermittelt, ausgewertet und bewertet werden (§ 12 Abs. 2 BNatSchG). Als in den Aufgabenbereich des Bundes fallende Überwachungspflicht kommt die o. e. Pflicht nach Art. 11 FFH-Richtlinie in Betracht (GASSNER et al. 2002, § 12 Rn. 8).

1.3.2.2 Sonstige Überwachungsmechanismen

Neben den o. g. Möglichkeiten der Umweltüberwachung durch den Bund sind weitere Überwachungen nach § 12 BNatSchG möglich. Die Vorgaben des § 12 BNatSchG sind allgemein gehalten und geben einen großen Umsetzungsspielraum (KÖCK 2004, S. 35). Zwar wird die allgemeine Umweltbeobachtung als geeignetes Trägerverfahren für die SUP angesehen, dies jedoch mit Blick auf die Landschaftsplanung an Land und auch nur hinsichtlich eines Teilbereichs der Überwachungspflichten nach der SUP-Richtlinie (KÖCK 2004, S. 36).

Die Raumordnungsberichte des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung nach § 21 ROG sind keine geeigneten Überwachungsmechanismen i. S. d. SUP-Richtlinie, da sich diese nur auf die allgemeine räumliche Entwicklung (Nr. 1), die raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen (Nr. 2), die räumliche Verteilung der raumbedeutsamen Planungen (Nr. 3) und die Auswirkungen der Politik der Europäischen Gemeinschaft auf die räumliche Entwicklung (Nr. 4) beziehen. Weitere an Land in die Überwachung bei der SUP einzubeziehende Überwachungsmechanismen, z. B. nach Wasserrecht, Immissionsschutzrecht oder Bodenschutzrecht, kommen in der AWZ nicht in Betracht.

1.3.2.3 Integration in einen regulären Planungszyklus

Von der Europäischen Kommission ist angedacht, das Monitoring in den regulären Planungszyklus zu integrieren, soweit dadurch Ergebnisse erzielt werden können, die den Anforderungen der SUP-Richtlinie gerecht werden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, Rn. 8.5.). Eine Integration in den regulären Planungszyklus muss gewährleisten, dass die Mindestvorgaben der Richtlinie an das SUP-Monitoring gewahrt sind. Eine solche Integration ohne zusätzliche Monitoringmaß-

nahmen soll je nach Art der zu überwachenden Auswirkungen und nach den Abständen der Planrevisionen möglich sein. Voraussetzung hierfür ist, dass das Planungsverfahren geeignete Überwachungsmechanismen enthält und dass eine regelmäßiger Planungszyklus existiert (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, Rn. 8.15).

1.3.2.4 Umweltmonitoring auf Grundlage der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie

Für die Zukunft sind zudem Vorgaben bezüglich des Umweltmonitorings in der AWZ aus der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie⁴⁹ zu erwarten.

Die Europäische Kommission hat im Rahmen der Aktivitäten zur Umsetzung des 6. Umweltaktionsprogramms eine „Thematische Strategie für den Schutz und die Erhaltung der Meeresumwelt“ (KOM (2005) 504) – deren Ziel es ist, eine nachhaltige Nutzung der Meere zu fördern und Meeresökosysteme zu erhalten – sowie einen Vorschlag für o.g. Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie vorgelegt.

Ziel dieser Initiativen ist die Festlegung praktischer Leitlinien, um zu gewährleisten, dass bis zum Jahr 2021 ein „guter Umweltzustand“ in den europäischen Meeresgewässern erreicht oder erhalten werden kann. Diese Leitlinien sollen – dem ökosystemaren Schutzkonzept folgend – innerhalb noch einzurichtender Meeresregionen durch nationale Meeresstrategien konkretisiert werden, in denen u.a. im Rahmen einer Status-quo-Analyse der aktuelle Meeresumweltstatus beschrieben wird. Zudem sollen die nationalen Strategien den anzustrebenden Meeresumweltstatus beschreiben und Instrumente und Maßnahmen zu seiner Erreichung festlegen. Dem grenzüberschreitenden Charakter der Meeresumwelt Rechnung tragend sollen die Mitgliedstaaten eine koordinierte Entwicklung der nationalen Strategien gewährleisten. Dies kann z.B. sowohl über bestehende internationale Strukturen wie die internationalen Meeresübereinkommen, als auch über zu beschließende gemeinsame Aktionsprogramme realisiert werden.

⁴⁹ Derzeit vorliegend als Entwurf im Rahmen des gemeinsamen Standpunkts des Rates im Hinblick auf den Erlass der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie), 2005/0211 (COD) vom

Um einen einheitlichen Schutz und eine einheitliche Entwicklung der Meeresumwelt zu gewährleisten, wird eine inhaltliche Harmonisierung mit den Zielen der Wasserrahmenrichtlinie angestrebt, da deren Geltungsbereich sich auf die küstennahen Gewässer beschränkt.

Es ist davon auszugehen, dass die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie bzw. ihr nachfolgende nationale Meeresstrategien maßgeblichen Einfluß auf die Ausgestaltung des Strategischen Umweltmonitorings im Rahmen der SUP in der AWZ entfalten werden. Nicht zuletzt wird dies auch durch die Erwägungsgründe der RL unterstützt, die ausdrücklich die Integration bestehender Maßnahmen und Programme in Bezug z.B. auf die FFH- und Vogelschutz-RL vorsehen, zudem stellt Erwägungsgrund Nr. 20 klar, dass auf nationaler Ebene ein angemessener Rahmen - einschließlich Meeresforschung und Überwachungstätigkeiten - zur Erreichung der Ziele der RL geschaffen werden muss. Mögliche erste Ansatzpunkte werden in Kapitel 2.3.10 genauer dargestellt.

1.3.3 Verknüpfung mit der Überwachung auf Projektebene

Die Verknüpfung des SUP-Monitorings mit der projektbezogenen Überwachung ist sinnvoll und geboten, um die von der SUP-Richtlinie angestrebte effektive Absichtung beim Monitoring zu gewährleisten. Ferner sind Daten, die im Genehmigungsverfahren, insb. im Rahmen der UVP, erlangt wurden, in das SUP-Monitoring mit einzubeziehen.

1.3.3.1 Daten aus dem Genehmigungsverfahren

Im Rahmen des Anlagengenehmigungsverfahrens für Windenergieanlagen erfolgt eine umfassende Untersuchung der Auswirkungen des konkreten Vorhabens auf die Meeresumwelt. Dabei wird regelmäßig nach § 2 a SeeAnIV eine UVP durchgeführt (hierzu SCHOMERUS et al. 2006, S. 66). Die Untersuchung der Umweltauswirkungen des Projekts hat sich dabei nach den Vorgaben des Standarduntersuchungskonzepts (StUK) des BSH zu richten.⁵⁰ Die durch die UVP erlangten Daten können für das Monitoring im Rahmen der SUP nutzbar gemacht

werden. Dabei beziehen sich aber diese Daten auf die Durchführung eines konkreten Projektes in einem eng abgegrenzten Raum. Die so erlangten Daten sind also ein Teil des Monitorings, können jedoch das Monitoring auf SUP-Ebene nicht ersetzen. Durch eine Nutzung der im Rahmen von Genehmigungsverfahren erlangten Daten im Rahmen des SUP-Monitorings können Informationen über die Meeresumwelt in dem betreffenden Gebiet zum Zeitpunkt des Genehmigungsverfahrens erlangt werden. Zu beachten ist, dass diese nur das konkrete Untersuchungsgebiet sowie ggf. das nach dem StUK geforderte Referenzgebiet umfassen. Auch stellen diese Daten nur einen kleinen zeitlichen Abschnitt dar. Viele Genehmigungsverfahren sind bereits abgeschlossen (aktueller Stand 02/07: 15 Genehmigungsverfahren mit Genehmigungserteilung abgeschlossen), d. h., dass sich Daten aus diesen Genehmigungsverfahren nicht zur Überwachung des Vollzugs des Plans eignen. Daten aus den noch folgenden Verfahren hingegen können nur dann ein Teil des SUP-Monitorings sein, wenn sie nach Beginn des Planvollzugs, also nach Errichtung der ersten Windparks, erhoben werden.

1.3.3.2 Überwachung nach § 15 SeeAnIV

Bei der projektbezogenen Überwachung ist einerseits die klassische hoheitliche Überwachung nach § 15 SeeAnIV vorgesehen, durch die die Kontrolle der Betreiberpflichten realisiert wird. Andererseits gibt es eine mögliche Eigenüberwachung der Anlagen als Nebenbestimmung zur Genehmigung nach § 4 Abs. 2 SeeAnIV. § 15 Abs. 1 SeeAnIV kommt als Ermächtigung für eine hoheitliche Überwachung von Anlagen, die auf Grundlage der SeeAnIV errichtet wurden, in Betracht. Die Überwachung obliegt dem BSH.

Nach § 15 Abs. 2 SeeAnIV ist das BSH ermächtigt, die im Einzelfall zur Durchführung der SeeAnIV erforderlichen Maßnahmen zu treffen. Damit ist die Überwachung auf die Zwecke und Ziele der SeeAnIV beschränkt. Eine über den Rahmen der SeeAnIV hinausgehende Überwachung ist nicht zulässig (BRANDT/GAßNER 2002, § 15 Rn. 3). Die Überwachung nach § 15 Abs. 1 SeeAnIV zielt auf die Einhaltung der Betreiberpflichten und ist ein klassisches Instrument der Gefahrenabwehr. Überwacht werden lediglich der ordnungsgemäße Betrieb der Anlagen und

⁵⁰ Nachweis bei BRANDT/GAßNER 2002 sowie im Internet unter www.bsh.de.

das Einhalten der Betreiberpflichten, ein dauerhaftes Instrument der Umweltüberwachung folgt aus dieser Eingriffsermächtigung indes nicht. Eine Einbeziehung dieser Überwachung in das zu erstellende Monitoringkonzept für die SUP ist daher nur insoweit geeignet, wie dies den ordnungsgemäßen Vollzug des Plans überwacht.

1.3.3.3 Monitoring als Nebenbestimmung nach § 4 Abs.2 SeeAnIV

Eine Verknüpfung des SUP-Monitorings kann mit dem Monitoring für Windenergieanlagen, welches nach dem StUK stets als Nebenbestimmung i. S. d. § 4 Abs. 2 SeeAnIV angeordnet wird, erfolgen (StUK, Ziff. 12.3). Als eine solche Nebenbestimmung ist die Anordnung eines Betriebsmonitorings während des laufenden Betriebs der genehmigten Anlagen möglich.

Gefahrenabwehr und Vorsorge

Eine Ermächtigung zur Erfassung und Überwachung von Umweltauswirkungen, die von Windenergieanlagen in der AWZ ausgehen, ergibt sich unmittelbar aus den Genehmigungsanforderungen des § 3 SeeAnIV. § 3 Ziff. 3 SeeAnIV stellt auf die Besorgung einer Gefahr für die Meeresumwelt i. S. d. Art. 1 Abs. 1 Nr. 4 SRÜ ab, Ziff. 4 auf eine Gefährdung des Vogelzugs. Das Standarduntersuchungskonzept des BSH sieht nach Ziff. 12.3 eine Überwachung näher spezifizierter Auswirkungen auf die Umwelt auch während des Betriebs über einen Zeitraum von wenigstens drei bis fünf Jahren vor (Monitoring). Dabei unterscheidet man zwischen einer Untersuchung des konkreten Vorhabensgebietes (Ziff. 13.1) und eines Referenzgebietes (Ziff. 13.2). Die Erkenntnisse sind dem BSH nach Ziff. 14 jährlich vorzulegen.

Diese so angeordnete Eigenüberwachung durch den Betreiber dient der Überwachung der Einhaltung der Betreiberpflichten nach § 13 SeeAnIV (BRANDT/GAßNER 2002, § 4 Rn. 31). Damit ist sie auch nur zur Sicherstellung der Einhaltung der Betreiberpflichten zulässig. Problematisch könnte sein, dass solche Maßnahmen nur zulässig sind, wenn Anlass zur Besorgnis besteht, dass ohne eine hinreichende Überwachung während der Betriebsphase in überschau-

barer Zukunft ein Versagungsgrund eintreten könnte.⁵¹ Daher ist die Anordnung von Monitoringmaßnahmen als Nebenbestimmung nur in Bezug auf bekannte Gefahren für die Meeresumwelt zulässig, nicht jedoch in Bezug auf mögliche Risiken.

Der zu überwachende Versagungsgrund der „Gefährdung der Meeresumwelt“ ist regelmäßig gegeben, wenn entweder die Besorgnis einer Verschmutzung der Meeresumwelt i. S. d. Art. 1 Abs. 1 Nr. 4 des SRÜ (§ 3 S. 2 Nr. 3 SeeAnIV) oder eine Gefährdung des Vogelzugs besteht (§ 3 S. 2 Nr. 4 SeeAnIV). Da die Genehmigung nach § 2 SeeAnIV eindeutig auf Gefahrenabwehr abstellt (BRANDT/GAßNER, 2002, § 2 Rn. 32) und darüber hinaus der Verordnungsgeber der SeeAnIV keine Kompetenz zum Erlass von Genehmigungsvoraussetzungen hatte, die auf dem Vorsorgegebot basieren, ist bei einer verfassungskonformen Auslegung der SeeAnIV der Begriff „Besorgnis“ als „Gefahr“ zu verstehen.⁵² Erforderlich für eine Versagung ist daher eine hinreichende Wahrscheinlichkeit eines Schadenseintritts, die umso geringer sein kann, je größer der zu erwartende Schadensumfang und die Wertigkeit des Schutzgutes sind (BRANDT/GAßNER 2002, § 3 Rn. 33). Da die Genehmigung bereits unter dem Aspekt der Gefahrenabwehr, d. h. dem Schutzgrundsatz, zu verstehen ist, kann erst recht nicht die nachträgliche Überwachung darüber hinausgehen, sondern ist auch im Hinblick auf die Gefahrenabwehr zu verstehen. Folglich ist auch das Betriebsmonitoring nicht nach dem Vorsorgeprinzip auszugestalten, sondern nach dem Schutzgrundsatz.

Die Zielsetzung der Strategischen Umweltprüfung stellt im Gegensatz zum oben erörterten Genehmigungsverfahren auf das Vorsorgeprinzip ab. Daraus können sich für den Untersuchungsumfang und die -tiefe grundlegende Unterschiede ergeben. Zur Bestimmung des Schutzgutes, auf das die Überwachung ausgerichtet sein darf, sind die oben dargestellten Vorgaben zwingend zu beachten. Ein nach § 4 Abs. 2 SeeAnIV angeordnetes Betriebsmonitoring auf Projektebene, das sich nicht auf den Schutz der Meeresumwelt oder den Vogelzug bezieht, ist von der Ermächtigung des § 4 Abs. 2 SeeAnIV nicht gedeckt.

⁵¹ Dies ergibt sich daraus, dass zulässige Nebenbestimmungen nur solche sind, die nach den materiellen Anforderungen der Genehmigungsnorm erfasst sind, KOPP/RAMSAUER 2005, § 36 Rn. 39 ff.

Bezug Meeresumwelt

Der Begriff der Meeresumwelt ist weit gefasst. Problematisch können Umweltauswirkungen sein, die nicht auf dem Meer, sondern durch Fernwirkungen erst an Land eintreten. Dies können Auswirkungen sein, die noch an Land sichtbar sind. Anhaltspunkte für eine Überwachung sind dann aber nicht vorhanden, da die Beeinflussung des Landschaftsbildes mit Errichtung der Anlagen vollzogen und bis zu einer späteren Abbau konstant ist. Eine Veränderung der Landschaftsbildbeeinträchtigung während des laufenden Betriebs wird nicht zu besorgen sein, es sei denn, es werden Veränderungen an den Anlagen vorgenommen, was jedoch mit einer Änderungsgenehmigung verbunden wäre.⁵³

Räumliche Grenzen

Fraglich ist, welche räumlichen Grenzen bei der Überwachung von Anlagen nach der SeeAnIV zu ziehen sind. Der Geltungsbereich der SeeAnIV erstreckt sich nach § 1 Abs. 1 SeeAnIV auf die Errichtung und den Betrieb von Anlagen im Bereich der AWZ der Bundesrepublik Deutschland (Ziff. 1) und auf der Hohen See, sofern der Eigentümer Deutscher mit Wohnsitz im Geltungsbereich des Grundgesetzes ist. Nach S. 2 werden Deutschen mit Wohnsitz im Geltungsbereich des Grundgesetzes Offene Handelsgesellschaften, Kommanditgesellschaften und juristische Personen, die ihren Sitz in diesem Bereich haben, gleich geachtet. Dies gilt jedoch nur bei Offenen Handelsgesellschaften und Kommanditgesellschaften, wenn die Mehrheit sowohl der persönlich haftenden als auch der zur Geschäftsführung und Vertretung berechtigten Gesellschafter aus Deutschen besteht und nach dem Gesellschaftsvertrag die deutschen Gesellschafter die Mehrheit der Stimmen haben (lit. a.). Weiterhin gilt dies bei juristischen Personen, wenn Deutsche im Vorstand oder in der Geschäftsführung die Mehrheit haben (lit. b.). Hinsichtlich der hier zu überwachenden Anlagen kommen daher ausschließlich solche in der deutschen AWZ in Betracht.⁵⁴

⁵² Ausführlich: KÖPPEL et al. 2003, S. 20 ff., wenngleich die Gefahrenschwelle in Anbetracht des Wertes des Schutzgutes niedrig anzulegen ist.

⁵³ Z. B. ein Repowering mit höheren Anlagen, Veränderung der Farbgestaltung etc.

⁵⁴ Anlagen auf der hohen See werden hier wegen derzeitig fehlender Realisierbarkeit außer Betracht gelassen.

Kumulative Effekte

Die Überwachung nach der SeeAnIV kann stets nur anlagenbezogen angeordnet werden. Das bedeutet, dass grundsätzlich auch nur die Auswirkungen, die der genehmigten Anlage konkret zugeordnet werden können, vom Betreiber überwacht werden müssen. Dies umfasst jedoch auch kumulative Wirkungen, da diese bereits auf Genehmigungsebene i. R. d. UVP zu berücksichtigen sind (so zur UVP BRANDT/GAßNER 2002, § 2a Rn. 86, 95 ff.). Ihre Grenzen findet die Überwachung auf Projektebene im Grundsatz der Verhältnismäßigkeit. Dafür muss die Überwachung auf Projektebene geeignet, erforderlich und angemessen hinsichtlich der vom Gesetzgeber vorgegebenen Aspekte der Genehmigungsfähigkeit der Anlagen, insbesondere hinsichtlich der Gefährdung der Meeresumwelt, sein.

1.3.3.4 Weitergehende Verknüpfung Betriebsmonitoring / SUP-Monitoring

Eine Verknüpfung des SUP-Monitorings mit bestehenden Betriebsmonitoringssystemen erscheint auch in der AWZ möglich. Dabei könnten Synergieeffekte zwischen dem anlagenbezogenen Betriebsmonitoring und dem SUP-Monitoring genutzt werden. Eine der Möglichkeiten besteht in der Einbeziehung der Überwachungsergebnisse sowohl des Betriebsmonitorings für das SUP-Monitoring als auch andersherum. Weiterhin könnte die Monitoringverpflichtung des Projektträgers auf das SUP-spezifische Monitoring übertragen und so ggf. verschiedene Überwachungsprogramme gebündelt werden. Für das SUP-Monitoring könnte dies den Vorteil haben, dass es von der für das Monitoring zuständigen Behörde für die verschiedenen Vorhabensgebiete zusammen vorgenommen werden könnten. Der Vorteil für Projektträger könnte darin liegen, dass diese sich nicht mit der Beauftragung der Durchführung eines projektbezogenen Monitorings befassen müssten. Das könnte zu einer effektiveren und effizienteren Durchführung des Monitorings auf Anlagen- und Planebene führen.

Zulässigkeit öffentlich rechtlicher Verträge

Da eine Verpflichtung zur Durchführung eines Monitorings bereits aus der SeeAnIV selbst folgt und deren Anordnung durch Verwaltungsakt möglich ist (s. o.), ist es auch zulässig, anstelle des Verwaltungsakts eine vertragliche Vereinba-

zung hinsichtlich der Form der Erfüllung der Verpflichtungen zu schließen (siehe § 54 S. 2 VwVfG). Auch der Erfüllung dieser Verpflichtungen durch Zahlung einer Geldsumme stehen keine Bedenken entgegen. Dies ist im öffentlichen Recht, insb. im Baurecht, üblich und zweckmäßig. So werden z. B. im Rahmen der Verpflichtung zur Errichtung erforderlicher Kfz-Stellplätze beim Bau von Häusern in Innenstädten oft Befreiungen von der Verpflichtung zur Errichtung eines Stellplatzes im Gegenzug zur Zahlung eines bestimmten Geldbetrages erteilt (MAURER 2004, § 14 Rn. 11). Der Vorteil besteht für die Vertragspartner darin, dass derjenige, der die Leistung nicht bzw. nicht wirtschaftlich leisten kann, von seiner Verpflichtung befreit wird, und derjenige, der diese Verpflichtung aufzuerlegen hätte, deren Durchführung selbst steuern und gestalten kann.

Rechtliche Anforderungen

Erforderlich ist, dass die vereinbarten Leistungen zweckgebunden und angemessen sind und in einem sachlichen Zusammenhang mit der Verpflichtung stehen, § 56 Abs. 1 VwVfG. Zur besseren Kontrolle soll erkennbar werden, ob die Gegenleistung angemessen und im sachlichen Zusammenhang mit der behördlichen Leistung steht. Aus der Zweckbestimmung muss damit hinreichend konkret hervorgehen, wofür die Gegenleistung des Privaten erbracht wird (BVerwGE 42, 344 f.). Daher muss der innere Zusammenhang von Leistung und Gegenleistung aus dem Vertrag ersichtlich sein. Unzulässig ist eine Vereinbarung über eine Gegenleistung, wenn diese nicht einem bestimmten Zweck dienen soll oder der Zweck nur unzureichend bestimmt ist: Ein allgemeines Abstellen auf bestimmte Kostenfaktoren soll dabei nicht ausreichend sein (BVerwG, NVwZ 2002, 473). Erforderlich ist daher, dass die Zweckbindung soweit als Gegenleistung erkennbar ist, wie sie der Durchführung eines den Anforderungen des § 4 Abs. 2 SeeAnIV entsprechenden Monitorings zu dienen bestimmt ist.

Die zweite Voraussetzung ist, dass die zweckgebundene Leistung angemessen ist, d. h. dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit entspricht (KOPP/RAMSAUER 2005, § 56 Rn.12). Damit darf bei einer wirtschaftlichen Gesamtbetrachtung die Gegenleistung nicht außer Verhältnis zur Bedeutung und dem wirtschaftlichen Wert der von der Behörde zu erbringenden Leistung stehen (KOPP/RAMSAUER 2005, § 56 Rn.13). Das heißt aber nicht, dass diese gleichwertig sein müssen; sie

müssen nur in einem ausgewogenen Verhältnis stehen, wobei im Regelfall davon ausgegangen werden darf, dass, soweit das Ergebnis vertretbar erscheint, beide Seiten ein Interesse an Leistung und Gegenleistung haben (KOPP/RAMSAUER 2005, § 56 Rn.14). Für das Erlassen der Monitoringverpflichtung bedeutet dies, dass zwar als Anhaltspunkt für die Angemessenheit der zu zahlenden Geldsumme das, was die Durchführung eines im Rahmen des § 4 Abs. 2 SeeAnIV zulässigen Monitorings durch den Projektträger kosten würde, herangezogen werden kann. Dies muss aber nicht das einzige Kriterium sein. So können auch Aspekte der Verfahrensbeschleunigung und -vereinfachung eine Rolle spielen.

Seine Grenzen findet ein solcher Vertrag im sog. Koppelungsverbot.⁵⁵ Danach muss ein sachlicher Zusammenhang zwischen Leistung und Gegenleistung bestehen. Dieser fehlt, wenn die vom Privaten zu erbringende Leistung einem anderen öffentlichen Interesse dient, als die von der Behörde zu erbringende oder in Aussicht gestellte Leistung (BVerwG, DÖV 1979, 756). Bei der Abwendung der Monitoringverpflichtung des Privaten durch Zahlung eines Betrages an den Hoheitsträger für die Monitoringmaßnahmen ist ein sachlicher Zusammenhang aber gegeben. Folglich unterfällt dies nicht dem Koppelungsverbot.

Möglichkeiten der Erweiterung des Betriebsmonitorings

Auch eine Ausweitung des Betriebsmonitorings könnte Synergieeffekte zur Folge haben. Da dies, wie oben dargestellt, an die rechtlichen Grenzen der SeeAnIV gebunden ist⁵⁶, sind hierzu geeignete Modelle zu dessen Erweiterung auf vertraglicher Ebene zu diskutieren.

Eine Möglichkeit der Erweiterung der Monitoringverpflichtungen besteht im Abschluss geeigneter Vereinbarungen mit den Betreibern von Windparks. Eine Übertragung gemischt hoheitlich-privater Tätigkeiten auf Private ist dabei möglich, sofern die Ausübung der hoheitlichen Tätigkeit untergeordnet ist. Eine uneingeschränkte Übertragung auf Private setzt aber eine nicht hoheitliche Aufgabe voraus (ALTENHOFEN 2005, S. 134 ff.). Wird der Vollzug an Private übertragen und

⁵⁵ Siehe hierzu BVerwG Urteil vom 16. 5. 2000 - 4 C 4. 99, in: Juris.

⁵⁶ Eine (verfassungsrechtlich problematische) Möglichkeit der Erweiterung der Monitoringverpflichtungen könnte sich auch durch eine Änderung des Genehmigungsrechts für Anlagen nach der SeeAnIV ergeben.

verbleibt die Zuständigkeit und Verantwortung beim Hoheitsträger, handelt es sich um eine zulässige funktionale Privatisierung (ALTENHOFEN 2005, S. 135 m. w. N.). Denkbar sind auch PPPs zwischen dem Bund und Projektträgern über die Durchführung von Untersuchungen der Meeresumwelt und eines umfassenden Monitorings in der AWZ. Soweit die für das SUP-Monitoring erforderlichen Untersuchungen nach geltenden Genehmigungsrecht nicht mehr erforderlich sind, können diese auf Grundlage vertraglicher Vereinbarungen für den Planungsträger erreicht werden. Monitoringverpflichtungen könnten mittels öffentlich-rechtlichen Vertrags übernommen werden, § 54 S. 1 VwVfG.

Die Durchführung des SUP-Monitorings ist öffentlich-rechtlicher Natur (s. o.). Berührt der Gegenstand des Vertrags hoheitliche Verpflichtungen von Projektträgern, insb. im Bereich der Wahrnehmung von Monitoringverpflichtungen als Nebenbestimmung zur Genehmigung, werden durch einen solchen Vertrag Verpflichtungen tangiert, die durch einen öffentlich-rechtlichen Vertrag geregelt werden können (KOPP/RAMSAUER 2005, § 54 Rn. 28 ff.).

Ergebnis

Es bestehen keine rechtlichen Bedenken, mit Projektträgern vertragliche Vereinbarungen über die Verlagerung des Projektmonitorings nach § 4 Abs. 2 SeeAnIV auf das SUP-Monitoring zu treffen. Hierbei sind die Anforderungen der §§ 54 ff. VwVfG zu beachten. Insbesondere ist auf eine hinreichende Konkretisierung der Vertragspflichten Wert zu legen.

1.3.3.5 Beispiel: Monitoring bei besonderen Eignungsgebieten

Das BSH hat im Dezember 2005 drei Gebiete als besondere Eignungsgebiete nach § 3 a SeeAnIV ausgewiesen: Nördlich Borkum, Kriegers Flak sowie Östlich Adlergrund.⁵⁷ Dabei erfolgte auch eine Umweltprüfung hinsichtlich der zu erwartenden Umweltauswirkungen des Plans. Bezüglich der Überwachungsmaßnahmen der erheblichen Umweltauswirkungen wird auf die Vorgaben des StUK abgestellt, welches nach Ziff. 12.3 eine Überwachung von Umweltauswirkungen auch

⁵⁷ Die Gebietsausweisungen nebst ausführlicher Begründung sind im Internet verfügbar unter www.bsh.de.

während der Betriebsphase für wenigstens drei bis fünf Jahren vorsieht. Es differenziert dabei zwischen einem konkreten Vorhabensgebiet (Ziff. 13.1) und einem Referenzgebiet (Ziff. 13.2). Die Erkenntnisse sind dem BSH jährlich vorzulegen (Ziff. 14). Da sich die Gebietsausweisungen nach § 3 a SeeAnIV nur auf Windenergie beziehen, erscheint eine auf die Auswirkungen der Windenergieparks beschränkte Überwachung angemessen. In den ausgewiesenen besonderen Eignungsgebieten liegen bereits Genehmigungen für Windenergieparks vor, die einen erheblichen Teil der Gebiete ausmachen. Damit wird durch das Monitoring auch flächenmäßig eine hinreichende Deckung erzielt. Bei der Überwachung werden kurzzeitige Auswirkungen hinreichend betrachtet. Ob dies aber auch für langfristige Veränderungen gilt, bedarf naturwissenschaftlicher Untersuchung. Dabei wären auch die mittelbaren (enschließlich der positiven) Auswirkungen eines Windparks zu betrachten.

1.3.3.6 Zwischenergebnis

Eine Verknüpfung des Monitorings auf Projektebene mit dem Monitoring auf SUP-Ebene entspricht den Vorgaben der SUP-Richtlinie. Die Überwachungsmaßnahmen auf Projektebene reichen zumindest bei der Raumordnung allein aber nicht aus, um den Anforderungen an das Monitoring auf SUP-Ebene zu genügen. Sofern Elemente der Überwachung auf Projektebene besser zu praktizieren sind, diese aber über die Genehmigungsanforderungen hinausgehen würden, sollten Modelle einer vertraglichen Ausgestaltung entwickelt werden. Soll statt des Betriebsmonitorings auf Projektebene besser ein umfassendes Monitoring auf SUP-Ebene durchgeführt werden, kann mit den Projektträgern vereinbart werden, dass das nach § 4 Abs. 2 SeeAnIV zulässige Monitoring gegen Geldleistung abbedungen wird.

1.4 Nachträgliche Steuerungsmöglichkeiten

Die Durchführung von Abhilfemaßnahmen ist ein Ziel des Monitoring, auch wenn das Ergreifen von Gegenmaßnahmen nach der SUP-Richtlinie nicht obligatorisch ist (BARTH/FUDER 2003, S.13). Die Durchführung kann insb. auf der Ebene der Anlagengenehmigung schwierig sein, da hier in gefestigte Rechtspositionen der Betreiber eingegriffen werden kann.

1.4.1 Steuerungsmöglichkeiten auf Planebene

1.4.1.1 Möglichkeiten der Steuerung im Überblick

Auf Planebene können Abhilfemaßnahmen durch eine Plananpassung realisiert werden. Dazu besteht aber keine materielle Verpflichtung (UEBBING 2004, S. 310). Eine Neuplanung bzw. Plananpassung unterfällt dabei dem planerischen Ermessen. Die Grenze bilden nur geschützte Rechtspositionen Dritter. Dies ist aber für die Raumordnung mangels Bindungswirkung in der AWZ nicht ersichtlich. Sofern Pläne geändert werden sollen, sind die Ergebnisse des Monitorings beim Screening, Scoping und bei der Erstellung des Umweltberichts zu berücksichtigen. Dies folgt aus dem Abwägungsgebot und wurde in § 14 m Abs. 4 UVPG klargestellt (GASSNER 2006, § 14 m Rn. 20). Darüber hinaus könnte die Ausweisung bzw. Durchführung von Kompensationsmaßnahmen erfolgen. Auch dies steht im planerischen Ermessen. Handelt es sich um einen Plan im Rahmen eines mehrstufigen Planungsgefüges, können Monitoringergebnisse auf anderen Planungsebenen berücksichtigt werden. Solche Pläne unterhalb der Raumordnung in der AWZ bestehen derzeit aber nicht.

1.4.1.2 Verpflichtung zur nachträglichen Steuerung?

Verpflichtungen zur Anpassung eines bestehenden Plans können nicht aus der SUP, sondern nur aus dem für den Plan oder das Programm maßgeblichen Fachrecht folgen. Dies ist regelmäßig Planungsrecht, welches dem Planungsträger ein

hohes Maß an Planungshoheit einräumt.⁵⁸ Dieser Planungshoheit sind aber auch Grenzen gesetzt; so kann sie sich im Einzelfall zu einer Planungspflicht, und damit ggf. zu einer Plananpassungspflicht, verdichten.⁵⁹ Weitere Verpflichtungen zur Plananpassung können sich aus dem sonst geltenden Fachrecht, insbesondere aus Vorschriften zum Schutz der Umwelt, ergeben.

Aus den Erwägungen der „effet utile“-Rechtsprechung des EuGH⁶⁰ ergeben sich keine Pflichten zur unmittelbaren Anpassung planerischer Ausweisungen. Stellt sich im Rahmen des Monitorings ein Vorranggebiet für Windenergienutzung als ungeeignet heraus, wird die präjudizielle Wirkung als antizipiertes Sachverständigengutachten aufgehoben. Es gilt dann als widerlegt.

Eine rechtliche Verpflichtung zur Anpassung der Pläne ergibt sich auch nicht aus den Vorgaben der FFH-Richtlinie, wenn durch das Monitoring Tatsachen bekannt werden, die eine erhebliche Beeinträchtigung der Schutzziele von Natura 2000-Gebieten besorgen lassen. Zwar könnte sich aus der Verpflichtung zur Aufrechterhaltung der Kohärenz des Natura 2000-Netzes und des Verschlechterungsverbots für FFH-Gebiete die Verpflichtung zur Maßnahmenergreifung ergeben. Die Umweltauswirkungen werden aber durch die im Plangebiet realisierten Projekte hervorgerufen. Maßnahmen sind daher auf Projektebene durchzuführen. Da die planerischen Ausweisungen hier nur die Wirkung eines Sachverständigengutachtens haben, ist keine unmittelbare Anpassung der Pläne erforderlich, denn im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wird deren präjudizielle Wirkung entfallen.

Sofern dennoch eine Anpassung von Plänen aufgrund der Monitoringergebnisse erfolgen soll, kann Abhilfe auf Ebene durch Änderung der planerischen Zuordnungen von Gebieten und durch Ausweisung und Durchführung von Kompensationsmaßnahmen geschehen.

⁵⁸ Z. B. die sich aus der kommunalen Selbstverwaltungsgarantie ergebende Planungshoheit für Bauleitpläne, siehe ERBGUTH/WAGNER 2005, § 2 Rn. 18 ff.

⁵⁹ Für das Städtebaurecht zur Anpassungspflicht aus zwingenden städtebaulichen Erfordernissen BVerwG DVBl. 2004, 239, wenn dies auch als eine außergewöhnliche Situation betrachtet wird, BUSSE et al. 2005, S. 45.

⁶⁰ St. Rspr. des EuGH, vgl. etwa EuGH, Rs. 14/68 v. 13.2.1969 – Walt Wilhelm.

1.4.2 Nachträgliche Steuerung auf Projektebene

Voraussetzung für die nachträgliche Steuerung auf Projektebene ist die Ausgestaltung der Genehmigungstatbestände. Nur wenn diese entsprechende Spielräume eröffnen, ist eine nachträgliche Steuerung aufgrund von Umwelterwägungen zulässig. Eine Einbeziehung von Umweltbelangen bei nach der SeeAnIV genehmigten Anlagen ergibt sich aus dem Versagungsgrund der Gefährdung der Meeresumwelt im Rahmen des Genehmigungsverfahrens. Eine Anknüpfung für eine nachträgliche Aufnahme, Änderung oder Ergänzung von Auflagen bietet § 4 Abs. 3 SeeAnIV. Weitere Ansatzpunkte liefern § 13 SeeAnIV und § 15 SeeAnIV.

1.4.2.1 Verpflichtung zur Anpassung der Anlagen

Eine Verpflichtung zur Anpassung bestehender Anlagen könnte sich aus den Betreiberpflichten nach § 13 SeeAnIV ergeben. Danach muss der Betreiber sicherstellen, dass während des Betriebs oder nach Betriebseinstellung keine Gefahren für die Meeresumwelt entstehen. Durch diese dynamische Regelung obliegt es dem Betreiber nicht nur, die genehmigte Anlage zum Zeitpunkt der Genehmigungserteilung materiell genehmigungsfähig zu machen, sondern auch, den Betrieb der Anlage fortlaufend auch einem sich ggf. verschlechternden Zustand der Meeresumwelt anpassen (BRANDT/GAßNER 2002, § 13, Rn. 5; BECKMANN 2001, S. 278). Insoweit überwiegt grundsätzlich das Interesse der Allgemeinheit an dem Bestand der Meeresumwelt das Bestandsschutzinteresse des Betreibers. Eine Verpflichtung zur Anpassung bedarf jedoch einer konkreten Anordnung durch das BSH. Als Ermächtigungsgrundlage zur Anordnung nachträglicher Maßnahmen auf Projektebene kommt § 15 Abs. 2, 3 SeeAnIV in Betracht. Hierzu gehört nach Abs. 3 S. 1 die (zeitweise) Untersagung des Betriebs oder die Anordnung von gleich geeigneten milderer Maßnahmen durch das BSH. Nach S. 2 kann auch die Entfernung der Anlagen verlangt werden, wenn die Beeinträchtigung oder Störung anders nicht rückgängig gemacht werden kann. Dies stellt jedoch ggf. einen Eingriff in die Eigentumsfreiheit nach Art. 14 Abs. 1 GG und die Berufsfreiheit nach Art. 12 Abs. 1 GG dar und bedarf der Rechtfertigung. Die Maßnahme muss daher geeignet, erforderlich und angemessen zur Erhaltung der Meeresumwelt sein (hierzu 4.2.2).

1.4.2.2 Nachträgliche Auflagen nach § 4 Abs. 3 SeeAnIV

Zur Beseitigung von Gefahren oder Schädigungen der Meeresumwelt sind nachträgliche Auflagen denkbar, wenn dies der Verhütung oder dem Ausgleich einer Gefahr für die Meeresumwelt (oder der Sicherstellung der Leichtigkeit des Verkehrs) dient, § 4 Abs. 2, 3 SeeAnIV. Hierbei ist auf den Maßstab der Genehmigungserteilung abzustellen (BRANDT/GAßNER 2002, § 4 Rn. 32), also auf Gründe der Gefahrenabwehr, nicht aber auf Gründe der Vorsorge.

Diese Ermächtigungsgrundlage ist anlagenbezogen zu verstehen, die Gefährdung oder Störung muss also gerade bestimmten Anlagen zugerechnet werden können (BRANDT/GAßNER, 2002, § 15 Rn. 11, 13). In diesem Zusammenhang können kumulative Wirkungen, d.h. die Gesamtbelastung, die sich aus mehreren kumulierenden Anlagen ergibt, Probleme aufwerfen (KOCH/SCHEUING 2004, § 5 Rn. 293 ff.). Hier nicht zu erörternde Fragen ergeben sich insb. hinsichtlich der richtigen Auswahl des Adressaten einer Verfügung. Probleme können durch den Bestandsschutz und die Zurechenbarkeit kumulativer Wirkungen entstehen. Durch die erteilte Genehmigung genießen die Anlagen über Art. 14 Abs. 1 GG Bestandsschutz (JARASS/PIEROTH 2002, Art. 14 Rn. 2, 26). Dies ist im Rahmen des Ermessens zu berücksichtigen. Dabei wird die Grenze bei nachträglichen Auflagen dort gezogen, wo diese den wirtschaftlichen Betrieb gefährden (BRANDT/GAßNER 2002, § 4 Rn. 32). Hier kommt nur der Widerruf nach § 49 Abs. 1, 2 VwVfG in Betracht, da die Genehmigung zum Zeitpunkt der Erteilung nach Maßgabe der geltenden Rechts nicht rechtswidrig war.

1.4.2.3 Widerruf nach § 49 VwVfG

In Betracht kommt der Widerrufsgrund des § 49 Abs. 2 Nr. 3 VwVfG. Dafür müssen nachträglich Tatsachen eintreten, aufgrund derer die Behörde berechtigt gewesen wäre, den Verwaltungsakt nicht zu erlassen. Fraglich ist, ob die im Rahmen des Monitorings erlangten neuen Erkenntnisse neue Tatsachen i. S. d. § 49 Abs. 2 Nr. 2 VwVfG sind. Dies sollen auch neue wissenschaftliche Erkenntnisse über Tatsachen sein, die bereits bei Genehmigungserteilung vorlagen, deren Wirkzusammenhänge oder deren Einstufung sich jedoch im Laufe der Zeit geändert haben (BVerwG DVBl. 1982, S. 1004). Das gilt, soweit diese Erkenntnisse bisherige oder gesicherte Annahmen widerlegen (BVerwGE 55, 250 (262)). In Fällen, in de-

nen aufgrund unzureichender Prognosen keine gesicherte Erkenntnis bzgl. des Vorliegens einer Gefährdung der Meeresumwelt gegeben war, könnte ein Widerruf problematisch sein. Meist wird der Genehmigung aber auch in solchen Fällen eine, wenn auch nicht fundiert begründete, Prognose hinsichtlich der Unschädlichkeit zugrunde gelegen haben. Somit würden hier neue Tatsachen aufgrund des Monitorings vorliegen, die den Widerruf rechtfertigen könnten. Dieser ist aber nur zulässig, wenn das BSH damit den Gefährdungen der Meeresumwelt begegnen kann und sonst das öffentliche Interesse gefährdet wäre (KOPP/RAMSAUER 2005, § 49 Rn. 47 f. m. w. N.). Nach § 49 Abs. 6 VwVfG ist der Betroffene auf Antrag zu entschädigen. Der Anspruch umfasst das negative Interesse, also z. B. Demontagekosten, nicht aber entgangenen Gewinn (KOPP/RAMSAUER 2005, § 49 Rn. 83).

1.4.3 Ergebnis

Eine Einbeziehung der im Rahmen des Monitorings erlangten Erkenntnisse ist auf Plan- und Projektebene möglich. Auf Ebene gibt es die Möglichkeit der Anpassung des Plans durch Änderung der problematischen Ausweisung oder durch Ausweisung möglicher Kompensationsmaßnahmen. Eine Verpflichtung zur Anpassung besteht jedoch nicht.

Eine Anpassung auf Projektebene ist ebenfalls möglich. Sofern sich im Rahmen des Monitorings negative Auswirkungen auf die Meeresumwelt durch im Plangebiet realisierte Projekte zeigen, können die Projektgenehmigungen nach § 4 Abs. 3 SeeAnIV durch nachträgliche Anordnungen angepasst werden. Ihre Grenzen findet diese Anpassung dort, wo der wirtschaftliche Betrieb der Anlagen nicht mehr gewährleistet wäre. Als ultima ratio käme in solchen Fällen der – ausgleichspflichtige – Widerruf der Genehmigung in Betracht.

2 SUP-Monitoring als Planungsaufgabe

2.1 Klärung der Monitoringintentionen

Die frühzeitige Klärung der jeweiligen Zielsetzung von Überwachungs- bzw. Monitoringmaßnahmen ist eine wichtige Voraussetzung ihrer Durchführung. Im Rahmen der rechtlich vorgegebenen Ziele (vgl. Abschn. 1.1.3.) kann Monitoring u. a. dazu dienen:

- die Plausibilität von Wirkungsprognosen an der Realität zu messen,
- unvorhergesehene Planwirkungen aufzuspüren,
- den Planvollzug im Hinblick auf erhebliche Umweltwirkungen zu überwachen,
- die Durchführung und/oder Effektivität von Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen zu kontrollieren,
- oder lediglich Schlussfolgerungen zur räumlichen Gesamtsituation zu ziehen.

Grundsätzlich sollte das Wirkungsmonitoring vom Implementationsmonitoring unterschieden werden. In beiden Fällen können die Ergebnisse des Monitorings einerseits genutzt werden, um Konsequenzen für das laufende Vorhaben zu ziehen, andererseits aber auch, um die Qualität späterer Pläne und Prognosen zu verbessern.

Artikel 10 der SUP-Richtlinie 2001/42/EG und § 14 m UVPG bieten die Basis der Überwachungsmaßnahmen bei der Durchführung von Plänen und Programmen. Ziel des hier intendierten Monitorings ist die Überwachung der erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt. Es steht also ein Wirkungsmonitoring im Vordergrund, welches allerdings zwangsläufig ein gewisses Implementationsmonitoring voraussetzt. Die methodische Ausgestaltung der durchzuführenden „Überwachung“ wird in der SUP-RL und im UVPG nicht näher ausgeführt. Wie im Abschnitt 2.1.2. näher erläutert, ist anzunehmen, dass „Überwachung“ als eine regelmäßige und langfristige Beobachtung im Sinne des in englischer Fachterminologie üblichen

„Monitoring“ zu verstehen ist. Die Begriffe „Monitoring“ und „Überwachung“ werden daher synonym verwendet.

Das UVPG fordert für Projekte keine Überwachungsmaßnahmen. Das in der deutschen AWZ heute übliche Genehmigungsverfahren für Offshore-Windenergieanlagen fordert in seinem standardisierten Untersuchungskonzept (StUK) (BSH 2003) Monitoringverpflichtungen auf Projektebene. Das auf der Genehmigungsebene angeordnete Monitoring kann grundsätzlich in das Monitoring der SUP integriert werden. Eine noch stärker auf das Monitoring fokussierte Fortschreibung des StUK wird momentan erarbeitet.

Da das Monitoring als eine nachwirkende Verpflichtung ein neues Element in der Systematik der gemeinschaftlich geregelten Prüfung von Umweltwirkungen darstellt, ist seine Ausfüllung derzeit noch mit einer Reihe ungelöster Fragen verbunden. Es ist bspw. weitgehend ungeklärt, inwieweit bestehende Beobachtungssysteme von Nutzen sind und welche Konsequenzen bei unerwarteten negativen Auswirkungen zu ziehen sind. Entsprechende Erfahrungen wurden bislang nur in einigen Teilfeldern gewonnen, insbesondere bei der Überwachung des Umweltzustands in besonders schutzwürdigen Gebieten. Rechtliche Grundlagen hierfür finden sich in der FFH-RL 92/43/EWG, welche in Artikel 11 eine Überwachung des Erhaltungszustands und in Artikel 17 Berichtspflichten vorschreibt. Der Erhaltungszustand der in der RL benannten Arten und Lebensräume ist zu überwachen und die Mitgliedstaaten haben alle sechs Jahre über die durchgeführten Maßnahmen zu deren Erhalt Bericht zu erstatten. Das SUP-Monitoring ist JESSEL / TOBIAS (2002) zufolge im Vergleich dazu aufgrund des Ziels, geeignete Vermeidungs- und Abhilfemaßnahmen zu treffen, weitaus verfahrensorientierter.

Zu den vielen offenen Fragen bezüglich der Überwachung der Umweltwirkungen von Plänen und Programmen nach der SUP-RL gehört insbesondere, geeignete Instrumente für die Überwachung zu finden. Dabei steht das Ziel im Vordergrund, die auf der übergreifenden, strategischen Ebene zwangsläufig aufkommenden Prognoseunsicherheiten durch ein gezieltes Monitoring bei der Realisierung des Plans oder Programms weitestgehend zu reduzieren.

Die intendierte Frühzeitigkeit der SUP bringt strukturell Prognoseunsicherheiten mit sich. Aufgrund ihrer Vorsorgeorientierung erwächst somit die Notwendigkeit der in Artikel 10 SUP-RL festgelegten Überwachung der erheblichen Auswirkun-

gen von Plänen und Programmen auf die Umwelt. Die an dieser Stelle eingeführte Einschränkung des Umweltmonitorings auf erhebliche Wirkungen legt einen besonderen Schwerpunkt auf die bereits im entsprechenden Umweltbericht als *erheblich* prognostizierten Auswirkungen. Die Überwachungspflicht erstreckt sich unabhängig von den im Umweltbericht prognostizierten Größenordnungen auch auf Auswirkungen, die Erheblichkeit erlangen könnten. Dies ist v.a. deswegen von Bedeutung, weil sich die Notwendigkeit des Monitorings aus der großräumigen Planungen eigenen Prognoseunsicherheit ergibt. Die Realisierung des Plans könnte somit grundsätzlich auch dann erhebliche Auswirkungen haben, wenn diese noch nicht im Umweltbericht prognostiziert wurden.

Sofern Vermeidungs-, Verminderungs- und Ausgleichsmaßnahmen beschlossen werden, gehören diese zum Inhalt des Plans oder Programms und sind ebenso Teil des Monitorings, wie alle anderen Plan- oder Programminhalte, die erhebliche Umweltauswirkungen haben können. Aufgrund ihrer Wechselbezüglichkeit mit den Umweltauswirkungen liefern Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen bevorzugte Indikatoren für ein Wirkungsmonitoring. An dieser Stelle geht das grundsätzlich intendierte Wirkungsmonitoring nahtlos in ein Implementationsmonitoring der Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen über.

Letztlich dient die Überwachung auch dazu, unvorhergesehene Umweltwirkungen zu erkennen. Unvorhergesehene Auswirkungen sind per definitionem nicht prognostizierbar. RODER (2003) zufolge sind daher alle Umweltwirkungen zu ermitteln, die in ihrer Intensität und Reversibilität von den Prognosen der Umweltprüfung abweichen. Der Leitfaden zur Umsetzung der SUP-Richtlinie schränkt jedoch insoweit ein, als es *“unwahrscheinlich (ist), dass ein hinreichend praktikabler Überwachungsplan entwickelt wird, der, es sei denn per Zufall, völlig unerwartete Auswirkungen (falls sich solche zeigen) zu Tage fördert“* (EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003). Wie bereits in den Abschnitten 2.1.3. und 2.1.4. näher erläutert, können zwar nicht sämtliche, jedoch ein großer Teil der unvorhersehbaren, als erheblich einzustufenden Umweltauswirkungen ermittelt werden.

2.2 Methodische Aspekte des Monitoring

2.2.1 Voraussetzungen

Zu den notwendigen Voraussetzungen eines Monitoring gehört die Prüf- und Evaluierbarkeit der zugrunde liegenden Maßnahmen, Wirkungsbeschreibungen oder sonstigen Programm- oder Planteile. Systematische Monitoringmaßnahmen lassen sich nicht beliebig einem darauf nicht vorbereiteten Plan anfügen. Ein Plan muss bestimmten Kriterien der Prüffähigkeit genügen. Dazu gehört u.a., dass Referenzzustände beschrieben und nach langfristig gültigen Maßstäben bewertet werden. Planungsmethodik und Monitoringskonzeption sollten sich insofern möglichst eng entsprechen. Nicht erst am Ende, sondern bereits im Erarbeitungsstadium eines Plans gilt es, die späteren Monitoringziele und -strategien zu bedenken.

Zu den Eckpunkten des Monitorings, die frühzeitig geklärt sein sollten und ggf. entsprechend § 14m UVPG bei Annahme des Plans oder Programms festgelegt werden, lassen sich zählen:

- **Ziele und Schwerpunktlegung**

Monitoring ist um so sinnvoller, je größer die mit den Ergebnissen einer Strategischen Umweltprüfung verbundenen Unsicherheiten sind, gleich ob diese auf objektiven Erkenntnisgrenzen oder der Einschränkung der Datenerhebung auf Literaturquellen beruhen. Monitoring sollte sich daher neben den bekannt oder potenziell erheblichen Umweltwirkungen (inklusive möglicher Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen) auf besonders unsichere Prognosen beziehen.

- **Finanzierung des Monitorings**

Die sich aus Untersuchungsmethodik und –frequenz ergebenden Ressourcenanforderungen müssen zu decken sein. Andernfalls ist ein Monitoringprogramm „Makulatur“. Die Klärung der Ressourcenanforderungen und deren Deckung erfordert ggf. frühzeitige Vorbereitungen (Anträge, Vorabstimmungen), die weitgehend außerhalb der eigentlichen Planerstellung liegen.

- **Durchführende Institutionen**

Die durchführenden Institutionen müssen eindeutig identifiziert werden. Hierbei reicht nicht die bloße Zuordnung. Das ausdrückliche erklärte Einverständnis der beauftragten Institutionen ist erforderlich.

- **Kontrollierende Institutionen**

Es ist kein zwingendes Erfordernis, dient jedoch der Akzeptanz von Plänen und Programmen, wenn unabhängige Experten, mit unterschiedlichen Interessenvertretern besetzte Beiräte und andere Teile der interessierten Öffentlichkeit in die Durchführung von Monitoringmaßnahmen eingebunden werden.

- **Zeitpunkte und Dauer der Einzelkontrollen und der Berichterstellung**

Um die Überprüfbarkeit des Monitorings zu gewährleisten, sollten frühzeitig Zeitpunkte und Dauer der vorgesehenen Untersuchungen festgelegt werden. Ebenso ist die Berichterstellung zu terminieren.

- **Methodik des Monitoring**

Die Methodik muss dem jeweiligen Plan und den thematischen Intentionen des Monitorings entsprechen.

- **Adressaten des Monitoringberichts**

Das Ergebnis der Strategischen Umweltprüfung wird einer Reihe von Trägern öffentlicher Belange zugestellt. Es spricht viel dafür, dass dies auch der Adressatenkreis des Monitoringberichts sein sollte.

- **Konsequenzen bei Plan- bzw. Programmabweichung**

Die Ergebnisse des Monitorings sollten Konsequenzen in Form von Korrekturmaßnahmen bei der weiteren Planverwirklichung ermöglichen. Es mag in der Gesamtheit möglicher Ergebnisse schwer vorauszubestimmen sein, welche Konsequenzen in welchen Fällen gezogen werden sollten. In Einzelfällen mögen aber bestimmte Konsequenzen mit bestimmten Wirkungsschwellen verknüpft werden können. Diese Möglichkeiten sollten weitestgehend ausgeschöpft werden.

2.2.2 Empirische Monitoringansätze

Die Strategien, die einem Monitoring zugrunde gelegt werden können, lassen sich mit HELLSTERN / WOLLMANN (1984) unterscheiden in:

- Experimente bzw. Quasi-Experimente, die maßgeblich einer Wirkungsanalyse mit Vergleichs-Kontrollgruppen entsprechen,
- statistische Verfahren, v. a. Korrelations- und Regressionsanalysen,
- qualitative Verfahren, die ganz oder teilweise auf Plausibilitätsargumenten beruhen.

Die Praxiserfahrung zeigt, dass eine empirische Überprüfung in der Form eines Experiments einer Idealvorstellung des Monitorings entspricht, der oftmals nicht genügt werden kann. Ein wesentliches, vorbereitendes Element für die Monitoringphase ist dabei die Formulierung nachprüfbarer Hypothesen in der Basisuntersuchung, die im Allgemeinen mit der Strategischen Umweltprüfung zusammenfallen dürfte. Da vage und allgemeine Vorhersagen in einem empirischen Monitoring nur schwer oder gar nicht nachprüfbar sind, ist bereits in der Basisuntersuchung darauf zu achten, dass die Planprognosen in einer hierarchischen Ordnung auf spezifische und damit nachprüfbare Aussagen "heruntergebrochen" werden.

Die Ansprüche an die empirische Nachprüfbarkeit bestehen mit CULHANE et al. (1987) im Einzelnen darin, dass eine Prognose:

- quantifiziert ist,
- sich technisch angemessener Maßeinheiten bedient,
- die gemessenen Objekte deutlich abgrenzt,
- Eintrittszeitpunkt und Dauer der Wirkung klar benennt,
- die Erheblichkeit der Wirkung beschreibt,
- die Wahrscheinlichkeit der Wirkung abschätzt.

Zuweilen werden diese Anforderungen auf die Formel: *“Besser quantitativ und falsch, als qualitativ und nicht nachprüfbar“* zugespitzt (DUINKER 1985). Ziel der empirischen Überprüfung ist nicht bloß die qualitative Unterscheidung und grobe Beurteilung „guter“ oder „schlechter“ Entwicklungen, sondern die präzise Messung

von Ergebnisabweichungen um Korrekturmaßnahmen ebenso präzise verorten zu können. Einmalige und punktuelle Untersuchungen sind dazu nicht ausreichend. Erforderlich ist stattdessen eine Prozessualisierung der naturwissenschaftlichen Grundlagenuntersuchungen. Empirische Untersuchungen sollten über lange Zeitspannen angelegt sein, bei der Planlegung beginnen und bei Plandurchführung übergangslos in ein kontinuierliches Monitoring übergehen. Der Aufwand für empirische Monitoringuntersuchungen kann sehr unterschiedlich ausfallen. Er ist zwar keineswegs allein ausschlaggebend für die Qualität der Ergebnisse, dient jedoch entscheidend der Präzision von Ergebnisaussagen.

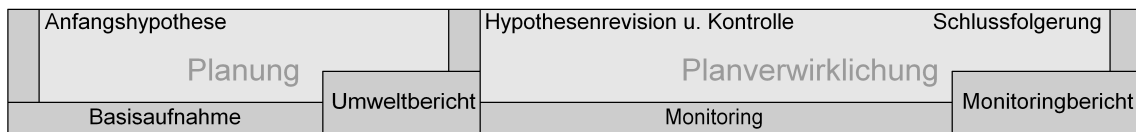


Abbildung 1: Monitoring als Teil eines empirischen Experiments.

2.2.3 Heuristische Monitoringansätze

Ein Plan- und Programmmonitoring muss sich dem Detailgrad der Aussagen des zugrunde liegenden Plans oder Programms anpassen. Die Detaillierung unterscheidet sich bei großräumigen, raumordnerischen Plänen deutlich von kleinräumigen, orts- oder projektbezogenen Plänen. Mit der Abdeckung ausgedehnter geographischer Räume durch höherstufiger Pläne ist immer auch eine strukturell bedingte Planungsunschärfe in Kauf zu nehmen, die sich einerseits in ungenaueren geographischen Abgrenzungen von Planaussagen, andererseits in rahmenhaften, ausfüllungsbedürftigen Zielaussagen ausdrückt. Die bei projektbezogenen Plänen mit hohem Handlungsbezug gegebene Evaluierbarkeit der Planaussagen wird daher bei höher gestuften Plänen zunehmend schwieriger. Auf der Ebene der Projekt-UVP mögen die Möglichkeiten für ein konsistentes, empirisch aufgebautes Monitoring noch vergleichsweise günstig sein. Dies gilt selbst angesichts der Tatsache, dass die ökologischen Basisuntersuchungen im Rahmen der Offshore-Windpark-UVPen fortbestehende Wissensunsicherheiten über Zustand und Dynamik der Meeresumwelt zeigen. Bei großräumigen, raumordnerischen Plänen erschweren die beschriebenen Unschärfen in Raumbezug und Aussagen über die auch hier geltenden thematischen Wissensunsicherheiten hinaus das Auffinden eindeutiger Ansatzpunkte für Prüfuntersuchungen.

Letztlich kommt hinzu, dass unter dem Aspekt eines vertretbaren Aufwands empirische Überprüfungen in ausgedehnten geographischen Räumen allenfalls auf einer sehr selektiven Basis durchgehalten werden können (Verkürzungen in der geographischen Auswahl oder in der Frequentierung der Einzeluntersuchungen). Es stellt sich daher grundsätzlich die Frage, ob bei einer großräumigen Planung in dem von hoher Variabilität geprägten Meeresbereich für das Monitoring statt empirischer nicht viel mehr heuristische Untersuchungsansätze angemessen wären, deren weniger gesicherte Schätzergebnisse mit einem geringeren Aufwand einhergingen, deren Durchführung daher sehr viel besser über lange Zeitreihen und ausgedehnte Räume zu streuen wären⁶¹.

BLAB, SCHRÖDER u. VÖLKL (1994) forderten aus einer ähnlichen Fragestellung heraus zur nachhaltigen Einführung von Erfolgskontrollen im Naturschutz verlässliche "Schnellbeurteilungsmethoden". Leitgedanke einer Erfolgsbeurteilung im Naturschutz dürfe nicht die Feinunterscheidung im Sinne einer restlosen Optimierung von Schutzmaßnahmen sein. Dies führe zu einer uneffektiven Kleinteiligkeit. Zur Verhinderung und Minimierung der selbst im Groben noch erkennbaren Fehlentwicklungen käme der Naturschutz schon mit einer sehr viel weniger anspruchsvollen Methodik klar. Ein lediglich geringer heuristischer Untersuchungsaufwand könne in vielen Fällen zu außerordentlich brauchbaren Vorergebnissen führen. Die hier für die Evaluation von Naturschutzmaßnahmen an Land gewonnene Erkenntnis lässt sich in großem Maße für das Monitoring der Strategischen Umweltprüfung in der AWZ verwenden. Auch hier ist absehbar, dass die zur Durchführung von Überprüfungsmaßnahmen zur Verfügung stehenden Mittel dem Umfang der Prüfaufgabe in dem weit erstreckten Meeresraum in nur ungenügender Weise gerecht werden. Es wird darauf ankommen, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln einen größtmöglichen Nutzen zu erzielen. Dies wird erreicht werden können, indem die offensichtlichsten Quellen für Missstände überprüft werden. Diese Über-

⁶¹ Frühen Untersuchungen von HELLSTERN et al. (1984) und HÜBLER (1984) zufolge werden Erfolgskontrollen innerhalb der räumlichen Planung insgesamt nicht nur in sehr geringem Maße praktiziert, sondern auch harte Bilanzen sind die Ausnahme. Die Mehrzahl der in der räumlichen Planung erstellten Erfolgskontrollen folgt einer „weichen“, bzw. qualitativen, deskriptiven Untersuchungsstrategie. Es gibt keine Hinweise darauf, dass sich daran seit diesen Untersuchungen etwas geändert hätte.

prüfungen werden ggf. wenig tiefschürfend sein, dafür aber vermehrt durchgeführt werden können.

Dass UVP-Monitoring nicht ausschließlich auf der Grundlage komplexer empirischer Erhebungen, sondern auch mit heuristischen Methoden erfolgreich durchführbar ist, machten u.a. SERAFIN, NELSON u. BUTLER (1992) deutlich. Mit stark eingeschränkten Ressourcen führten sie eine *“deskriptiv-analytische Nachuntersuchung“* der Auswirkungen eines Ölförderprojektes auf den Shetland-Inseln durch. Die Datenerfassung stand unter der schlichten Zielsetzung, soviel wie möglich an publizierten Informationen über die entsprechenden Entwicklungen zu sammeln und das Defizit eigener Untersuchungen über Interviews der Hauptbeteiligten und -betroffenen des Projekts auszugleichen. Wie SERAFIN et al. selbstkritisch einwenden, krankte die Beurteilung des Projekts ein Stück weit daran, dass die gewonnene fachliche Einschätzung der Gutachter nur schwach mit harten Fakten belegt werden konnte. Aus Zeit- und Personalgründen waren weder empirische Erhebungen möglich gewesen, noch konnten ausführliche Statements der unterschiedlichen Interessengruppen eingeholt werden. Gleichwohl wurde unter den zur Verfügung stehenden Mitteln eine Wissensbasis erarbeitet, die unter dem Vorbehalt einiger Unsicherheiten eine Einschätzung der Projektfolgen ermöglichte.

Aus einer rein naturwissenschaftlichen Perspektive können die beschriebenen heuristischen Ansätze ggf. als Notbehelfe fernab analysebezogener Wunschvorstellungen begriffen werden. Unter zusätzlich planungswissenschaftlichen Gesichtspunkten mögen diese Notbehelfe jedoch sinnvoller sein als eine „blinde“ Empirie, die mangels starker Selektivität der planerischen Gesamtfragestellung nicht gerecht wird. Ein unabweislicher Nachteil heuristischer Ansätze ist eine hohe Unsicherheit, die bei vielen Ergebnissen in Kauf genommen werden muss. Wenn jedoch, wie zuvor aufgezeigt, die Detektion von auch im Groben noch erkennbaren Fehlentwicklungen möglich ist, gebietet es der haushälterische Umgang mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen, zunächst diese Problempunkte anzugehen und es gibt wenig Anlass, stärker ins Detail zu gehen als notwendig.

Das minimale Ziel des durchzuführenden Monitorings sollte eine wiederholte und begründete Einschätzung von Wirkungszusammenhängen sein. Wenn aufwendigere Detailuntersuchungen aus unterschiedlichen Gründen nicht durchführbar

sind, sollten der Transparenz und Nachvollziehbarkeit halber zumindest die dabei offen bleibenden Wissens- oder Datenlücken dokumentiert werden.

2.2.4 Emissions- u. Immissionsmonitoring

Ein Umweltmonitoring ist grundsätzlich emissions- und immissionsseitig denkbar. Beim Immissionsmonitoring werden die Umweltauswirkungen, bzw. Veränderungen der Umweltmedien direkt ermittelt. Aus Erkenntnisgesichtspunkten ist dieses Monitoring stets vorzuziehen. Im Emissionsmonitoring dagegen werden Belastungsfaktoren, z.B. frei werdende Schadstoffe und Schall entweder direkt registriert oder aus bekannten Nutzungsdaten erschlossen. Aufgrund des geringeren Ressourcenaufwands könnte Emissionsmonitoring zumindest in Teilbereichen bei großräumigen Plänen und Programmen ein gangbarer Weg sein. Emissionsmonitoring setzt allerdings eine weitreichende und sichere Kenntnis der zu modellierenden Ursache-Wirkungszusammenhängen in der Umwelt voraus. Wo diese Voraussetzungen nicht gegeben sind, gibt es zum Immissionsmonitoring keine Alternative.

Die SUP-RL gibt in Art. 10 keine Auskunft darüber, ob und wann die Überwachung bestimmter Emissionen einer Anlage ausreicht, oder ob und wann eine aufwendigere Immissionsüberwachung im Sinne einer Beobachtung möglicher Veränderungen des jeweiligen Umweltmediums erforderlich ist. Gerade die Wechselbezüglichkeit von Umweltauswirkungen und Belastungsfaktoren, die in den von der Europäischen Umweltagentur und der OECD entwickelten Indikatorenmodellen zum Ausdruck kommt, stützen RÖDER (2003a) zufolge die Annahme, dass sich in vielen Fällen Monitoringziele auch schon mit einer indirekten Beobachtung sehr gut verwirklichen lassen. Im Falle des Umweltmonitorings bei der Offshore-Windenergienutzung wird schutzgutspezifisch zu unterscheiden sein, in welchen Fällen die Voraussetzungen für ein Emissionsmonitoring ausreichen und in welchen Fällen Immissionsmonitoring notwendig ist.

2.2.5 Referenzuntersuchungen

Die Europäische Kommission weist in ihrem IMPEL-Bericht (2002) über die bisherigen Erfahrungen mit der Implementation des § 10 der SUP-RL darauf hin, dass Umweltüberwachungspläne oftmals Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge nicht klar herausstellen können. Nur selten ist es möglich, eine Veränderung in der Umwelt eindeutig der Durchführung eines Plans oder Programms zuzuschreiben, da sie meist von vielerlei Faktoren bestimmt wird. Bei der Beurteilung, ob und wie sehr sich beispielsweise die Zusammensetzung der Benthosfauna durch den flächenhaften Betrieb von Offshore-Windparks verändert, ist zu berücksichtigen, wie stark gleichzeitig Schwankungen natürlicher Faktoren wie Meeresströmungen und Salzgehalt wirken.

Bei den ökologischen Untersuchungen für die projektbezogene Genehmigung von Offshore-Windparks wurde deshalb eine Umweltzustandsbeschreibung auch in vom Vorhaben unbeeinflussten Referenzgebieten vorgeschrieben. Bei der Überwachung von Plänen und Programmen im Rahmen der SUP sind angemessene Referenzuntersuchungen von entscheidender Wichtigkeit, sowohl um anthropogene von natürlichen Umweltveränderungen trennen zu können, als auch um kumulative Effekte zu entdecken.

2.2.6 Status Quo-Erfassung und Wiederholungszeiträume

Zeitpunkt und Häufigkeit bzw. Wiederholungsfrequenz der im Rahmen des Monitorings durchzuführenden Umweltuntersuchungen sind in Art. 10 der SUP-RL nicht näher benannt. Der Zeitpunkt des Eintretens der Umweltauswirkungen hängt vom Fortschritt der Umsetzung des Plans oder Programms ab. Im Falle von raumordnerischen Plänen mit Aussagen zur Offshore-Windenergienutzung ist davon auszugehen, dass die Planausführung an unterschiedlichen Standorten aufgrund der heterogenen Investorenstruktur kaum synchron erfolgen wird. Mit einer Planvollendung, wenn eine solche überhaupt je erfolgt, ist erst sehr viel später zu rechnen, als erste Umweltwirkungen durch Teilerrichtungen zu erwarten sind. Ein kontinuierliches bau- und betriebsbegleitendes Monitoring ist daher erstrebenswert, um relevante Umweltwirkungen zu erfassen und im Falle erheblicher Umweltwirkungen Einfluss auf den Gesamtplan nehmen zu können. Es wird von der

Anzahl kumulativ zu berücksichtigender Vorhaben abhängen, in wie weit das im Genehmigungsverfahren vorgeschriebene Monitoring im Einzelfall noch ausreicht, oder ab welchem Zeitpunkt regional angelegte Untersuchungen unausweichlich sind.

Da die SUP-RL explizit die Integration bestehender Überwachungsmechanismen ermöglicht (Art. 10 Abs. 2), stellt sich im Einzelfall die Frage, in wie weit bereits bestehende Überprüfungszyklen einzelner Monitoringssysteme übernommen werden können oder geändert werden müssen. In anderen Rechtsbereichen festgelegte gemeinschaftliche Überwachungs- und Monitoringbestimmungen, wie z.B. die Anlagenbezogenen Überwachungsmaßnahmen nach IVU-RL (RL 96/61/EG) oder das Monitoring nach Art. 8 der Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60/EG) bieten ggf. Anhaltspunkte für die Angemessenheit und Harmonisierung von Überwachungszyklen.

2.3 Existierende Monitoringansätze

Informationen über die Auswirkungen von Plänen und Programmen müssen nicht zwangsläufig speziell für diesen Zweck erhoben werden. Nach der SUP-RL sollen explizit bestehende Überwachungsmechanismen integriert werden, um Doppelarbeit bei der Überwachung zu vermeiden (Art. 10 Absatz 2). Natürlich können auch darüber hinaus gehende Informationsquellen verwendet werden (EUROPÄISCHE KOMMISSION 52:2003). Eine wesentliche Aufgabe besteht deshalb darin, geeignete Grundlagen für die Durchführung der Überwachungsanforderungen darzustellen und die Bestehenden gegebenenfalls an die Anforderungen der SUP-Richtlinie anzupassen.

Nicht alle zur Verfügung stehenden Umweltmonitoringdaten sind allerdings auch für das Monitoring der Umweltwirkungen von Plänen und Programmen verwendbar (EUROPÄISCHE KOMMISSION 64:2003). Es kommt vielmehr darauf an, diejenigen Daten zu ermitteln, die spezifisch für den Plan, bzw. das Programm relevant und repräsentativ sind. Zur Auswahl der erforderlichen Umweltinformationen bietet es sich daher an, einen Fragenkatalog zu entwickeln, aus dem anschließend die wesentlichen Indikatoren zur Umweltüberwachung gebildet werden können. Eine Rolle sollte dabei die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der betreffenden Daten spielen.

2.3.1 Datenquellen, Umweltdatenverfügbarkeit und Vergleichbarkeit

Grundlagen für umweltorientierte räumliche Planungen sind auf dem Meer bei weitem nicht in der gleichen Informationsfülle vorhanden wie auf terrestrischem Gebiet. Andererseits ist kaum ein anderes Seegebiet mit einem so engen Netz koordinierter Monitoring-Konzepte überzogen wie die Nord- und Ostsee. Etliche Untersuchungsvorhaben aus Vergangenheit und Gegenwart erlauben eine effizient funktionierende Systemforschung, die sowohl interdisziplinär wie auch international strukturiert ist. Um die verschiedenen Umweltparameter zu erfassen, werden unterschiedliche Messverfahren angewandt. Grundsätzlich zu unterscheidende Offshore-Messverfahren sind:

- periodische Messverfahren: Messungen, Probennahmen und Beobachtungen von fahrenden Schiffen oder Flugzeugen und ruhenden Schiffen. Je nach Bedarf variieren Ort und Frequenz, z.B. Meeressäuger- und Rastvogelmonitoring, Fischuntersuchungen, Benthosuntersuchungen, hydrographische Kenngrößen;
- Ship-of-opportunity sampling: Vollautomatische Messungen und Probenentnahmen auf regulär verkehrenden Fähren (Ferrybox) mit regelmäßigen Fahrplänen und anderen kommerziellen Schiffen. Dies ist eine kostengünstige Möglichkeit der Datengewinnung mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung, z.B.: hydrographische Parameter, SAS-Vogelzählung;
- automatisch arbeitende Fixstationen: feste Messstationen auf Bojen, Plattformen oder Leuchtschiffen mit zeitlich hoher, dafür nur punktueller Auflösung (MARNET⁶², FINO⁶³);
- Auswertung von Satellitenbildern (z.B. Chlorophyllkonzentration, Eisverbreitung, Ölverschmutzung).

Um die Daten für eine Auswertung zur Verfügung zu stellen, müssen die Meeresumweltdaten in einem Informationsmanagementsystem zusammengeführt und gespeichert werden. Die Messdaten werden optimalerweise in einer gemeinsamen

⁶² www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MARNET-Messnetz/index.jsp

Datenbank abgelegt, die von einer zentralen Stelle aus koordiniert wird. Zur räumlichen und zeitlichen Darstellung und multithematischen Verknüpfung werden geografische Informationssysteme (GIS) eingesetzt. Ein wesentliches Element des Informationsmanagements ist dabei die Qualitätssicherung der Messdaten. Die Metadaten beschreiben die Daten in Hinblick auf Arbeitsmethodik und damit verbundene Messgenauigkeiten.

Bei der Zusammenführung von Daten aus unterschiedlichen Quellen werden häufig Unterschiede deutlich, die eine Vergleichbarkeit und Verwendung im SUP-Monitoring nur nach eingehender Überprüfung erlauben:

- zeitlicher Bezug - welchen Zeitraum, bzw. -punkt repräsentiert das Datenmaterial?
- räumlicher Bezug - welches Gebiet wird mit den Daten beschrieben und ist die räumliche Auflösung für überregionale Aussagen ausreichend?
- thematischer Bezug -, zu welchem Zweck wurden Daten, von wem und mit welchen Methoden erhoben?
- Korrektheit - wurden aufgenommene Informationen exakt erhoben und korrekt identifiziert bzw. attribuiert?
- Verfügbarkeit - sind existierende Rohdaten (z.B. solche, die im Rahmen einer UVP aufgenommen wurden), im Rahmen einer SUP verfügbar?

Die Eignungsprüfung von Datenquellen ist vor der Inwertsetzung ein unumgänglicher Arbeitsschritt. In den folgenden Abschnitten werden für die AWZ existierende Monitoringansätze sowie Nutzungs- und Umweltdatenquellen näher vorgestellt und im Hinblick auf eine mögliche Integration in ein SUP-Monitoring beurteilt.

⁶³ www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MARNET-Messnetz/Stationen/fino.jsp

2.3.2 OSPAR, HELCOM und Internationale Nordseeschutzkonferenz

Die OSPAR-Konvention sieht in Artikel 6 die Beurteilung der Qualität der Meeresumwelt vor. In Anlage IV sind die Aufgaben der Vertragsparteien für eine gemeinsame Überwachung vorgegeben. Die Kommission übernimmt für den Bereich der Nordsee die Sammlung und Auswertung der von den OSPAR-Mitgliedstaaten erhobenen Zustandsdaten (JAMP, Joint Monitoring and Assessment Program). In enger Zusammenarbeit mit ICES (s. u.) und dem Sekretariat der Nordseekonferenz entsteht der Quality Status Report (QSR, aktueller Bericht aus dem Jahr 2000⁶⁴). Er stellt die beste übergreifende Datengrundlage zur Lage des Nordostatlantiks dar und beschreibt den Handlungsbedarf und die Prioritäten in Hinblick auf den Meeresumweltschutz.

Aufgrund des Helsinki-Übereinkommens sind die Vertragsstaaten dazu verpflichtet, regelmäßig der Helsinki-Kommission (HELCOM⁶⁵) über den Zustand der Ostsee zu berichten (Artikel 3, Absatz 5 und Artikel 24, Absatz 3). Die Bewertung und Wirksamkeit durchgeführter Maßnahmen erfolgt auf Basis nationaler Erhebungen. Die Ergebnisse werden in regelmäßigen Abständen in Zustandsberichten zusammengefasst und bewertet. Sämtliche Umweltdaten müssen jährlich innerhalb einer Abgabefrist an die zentrale COMBINE-Datenbank (Cooperative Monitoring in the Baltic Marine Environment) weitergeleitet werden. Die Datenbank bietet transparente und leicht zugängliche Daten für überregionale Studien an. Die HELCOM-Berichte stellen die umfangreichsten Grundlagen zur Einschätzung der Belastungslage dar.

Auch die Internationale Nordseeschutzkonferenz (INK) führt ein Monitoring zur Entwicklung der Nordseeumwelt durch. Hierbei werden neben staatlichen Forschungseinrichtungen auch NGOs und die Industrie eingebunden. Qualitative Auswertungen beruhen weitgehend auf ICES- und OSPAR-Daten. Auf der 5. Konferenz 2002 wurde ein sogenannter *Progress Report*⁶⁶ veröffentlicht.

⁶⁴ www.ospar.org

⁶⁵ www.helcom.fi

⁶⁶ www.dep.no/md/nsc

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass insbesondere OSPAR und HELCOM Meeresumweltdaten zusammenführen und länderübergreifende Zustandsberichte verfassen. Für die Mitgliedstaaten ergeben sich dabei hinsichtlich der Zustandsbeurteilung der Meeresumwelt unterschiedliche Überwachungspflichten. In Deutschland koordiniert das BSH den Vollzug der im Bund-Länder-Messprogramm zusammengefassten Überwachungsprogramme.

Die regelmäßig von OSPAR und HELCOM veröffentlichten Berichte zum Meeresumweltschutz geben einen wertvollen Gesamtüberblick zum Zustand und zur Bedrohungssituation von Nord- und Ostsee. Sie sind damit im Rahmen einer strategischen Umweltprüfung insbesondere für grenzüberschreitende Betrachtung wichtig. Aufgrund ihrer Grobmaßstäblichkeit sind sie im Rahmen eines SUP-Monitorings jedoch nur bedingt verwendbar.

2.3.3 Bund-Länder-Messprogramm (BLMP)

Als Ergebnis der 34. Umweltministerkonferenz Norddeutschland am 17. April 1997 gibt es in Deutschland das Bund-Länder-Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (BLMP). Ziel der Konferenz war, die nationale Koordination und Organisation der Meeresumweltüberwachung zu verbessern sowie den internationalen Verpflichtungen und den nationalen Anforderungen Rechnung zu tragen. So werden aktuelle Belastungen von Meerwasser, Sedimenten und Organismen mit schädlichen Stoffen festgestellt und weiter die Auswirkungen anderer, nicht schadstoffgebundener anthropogener Faktoren, wie zum Beispiel dem erhöhten Nährstoffeintrag, auf die Meeresumwelt dargestellt. Mit dem BLMP werden insbesondere die Pflichten erfüllt, die sich aus den Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebietes und des Nordostatlantiks sowie aus den Richtlinien der Europäischen Union ergeben. Sämtliche Daten und Untersuchungsergebnisse werden in der zentralen Meeresumweltdatenbank MUDAB gespeichert und in Zwei-Jahresberichten veröffentlicht. Die Datenbank ist ein gemeinsames Projekt von BSH und UBA und enthält Daten und Information von etwa 5.500 Reisen und 250.000 Stationen. Die ca. 13 Mio. Datensätze beschreiben die Meeresumwelt hauptsächlich durch physikalische Variablen wie Temperatur und Salzgehalt, chemische Variablen wie Nährstoffe und organische, anorganische und radiochemische Komponenten des Seewassers sowie physikalische und

chemische Variablen des Sediments (Stand: 2004). Die Datenbank ist im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum installiert (DOD) und kann über eine Internet-Nutzerschnittstelle abgefragt werden. Das Meeresumweltreportsystem - MURSYS - ist die Bibliothek der Meeresumweltberichte, die im Zuge des BLMP entstehen. Die Berichte informieren regelmäßig über meeresphysikalische, meereschemische, meeresbiologische Verhältnisse und außergewöhnliche Ereignisse, wie bspw. Schiffskollisionen, Phasen sehr starken Algenwachstums oder dem Einstromereignis von Nordseewasser in die Ostsee. Einen Überblick über vorhandene Umweltdaten gibt auch der virtuelle Umweltdatenkatalog der Bund-Länder-Kooperation (www.umweltdatenkatalog.de).⁶⁷

An dem BLM-Programm sind folgende Labore beteiligt:

- Bundesamt für Hydrographie (BSH)
- Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFA Fisch)
- Umweltbundesamt (UBA), Umweltprobenbank (UPB)
- Bundesamt für Naturschutz (BfN)
- Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)
- Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (NLÖ)
- Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (LANU)
- Landesamt für Umwelt, Natur und Geologie von Mecklenburg-Vorpommern (LUNG)
- Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Rostock (LFA-MV)
- Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung der Elbe (ARGE Elbe)
- Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung der Weser (ARGE Weser)
- Institut für Ostseeforschung, Warnemünde (IOW)
- Biologische Anstalt Helgoland in der Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI/BAH)

⁶⁷ www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/MURSYS-Umweltreportsystem/

- Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven (IfV)
- Senckenberg-Institut (SNG)
- Deutsches Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung (DZMB)
- Trilaterales Wattenmeer-Monitoring- und Assessment-Programm (TMAP)
- Internationale Naturschutzakademie Vilm, BfN (INA)

Die Tabellen 1 und 2 zeigen eine Übersicht der im BLMP beteiligten Labore und die Anzahl der von den Laboren betriebenen Messstationen.

Tabelle 1: Labore und Messparameter im BLMP der Nordsee (Quelle: BSH 2006a)

	BLMP Labore	ARGE Elbe	ARGE Weser	AWI/BAH	BSH	BFA Fisch	BfG	IfV	LANU	NLÖ	NPA (TMAP)	SNG/DZ MB	UPB
Nordsee	Nährstoffe	8	2	20	39				10	21			
	Phytoplankton			19					5	1			
	Zooplankton			2								1	
	Makrobenthos			2			26		8	19	k. A.		
	Organische Schadstoffe im Wasser		k. A.		37		3		4	17			
	Spurenmetalle im Wasser	7	k. A.		40		3		4	18			
	Organische Schadstoffe im Sediment	8	1		13		4		5	34			
	Spurenmetalle im Sediment	8	k. A.		13		4		5	34			
	Spurenmetalle im Schwebstoff	k. A.			k. A.		k. A.						
	Organische Schadstoffe im Schwebstoff	k. A.					K .A.						
	Organische Schadstoffe in Organismen	6					4		k. A.	3	23		8
	Spurenmetalle in Organismen	6					4		k. A.	k. A.	23		8
	Schadstoffe (Biologische Effekte)						4						

Tabelle 2: Labore und Messparameter im BLMP der Ostsee (Quelle: BSH 2004)

	BLMP Labore	BSH	BFA Fisch	BfG	INA	IOW	LANU	LFA-MV	LUNG	UPB
Ostsee	Nährstoffe im Wasser	16				23	14		42	
	Phytoplankton					8	6		8	
	Makrophytobenthos					k. A.	8		6	
	Makrozoobenthos					6	11		17	

Organische Schadstoffe im Wasser	10				16	10			
Spurenmetalle im Wasser					16	5		4	
Zooplankton					8				
Organische Schadstoffe im Sediment			11		8			7	
Spurenmetalle im Sediment			11		8	10		7	
Organische Schadstoffe in Organismen		1				k. A.	3	6	2
Spurenmetalle in Organismen		1				k. A.	3	6	2
Artenbestand				*			*		

* Küstengewässer

Hinsichtlich einer möglichen Verwendung der BLMP-Ergebnisse für die Überwachung im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung der Offshore-Windenergienutzung fällt zunächst ins Auge, dass die Einzelmessungen des BMLP vor allem auf die Detektion von stofflichen Belastungen von Meerwasser, Sedimenten und Organismen ausgerichtet sind. Stoffliche Belastungen sind aber durch Offshore-WEA allenfalls in sekundärem Maße zu erwarten. Das BLMP-Monitoring hat zwar für die Überwachung der Meeresumwelt im Hinblick auf chemische Veränderungen eine zentrale Funktion, zur Überwachung der Auswirkungen der Offshore-Windenergienutzung wird es aber nur am Rande beitragen können (HEINRICH 2006).

2.3.4 ICES

Der International Council for the Exploration of the Sea (ICES) ist die renommierteste Forschungseinrichtung auf dem Gebiet der Meeresforschung für die nordatlantische Region einschließlich Nordsee und Ostsee. Zahlreiche Arbeitsgruppen erarbeiten regelmäßig ökologische Zustandsberichte, vor allem den Gesamtbericht „Environmental Status of the European Seas“. Ein Schwerpunkt liegt in der Entwicklung von Empfehlungen zur Erhaltung der Fischbestände beziehungsweise zu der dazu jeweils erforderlichen Begrenzung des Fischereiaufwands. Dazu werden Erhebungsdaten aus den ICES-Mitgliedstaaten im ICES Environmental Data Centre⁶⁸ verwaltet. Die Daten enthalten umfassende Daten zum Grad der Kontamination von Fauna (Benthos, Fische, Vögel und Meeressäuger; ca.

⁶⁸ www.ices.dk/env/index.htm

370.000 Datensätze seit 1978), zum Wasserkörper (ca. 300.000 Datensätze) und zu Sedimenten (ca. 86.000 Datensätze). Weiterhin werden Daten zu Fischerkrankungen (ca. 788.000 Datensätze), fischereilicher Nutzung und Artendiversität der Fischfauna erfasst.

Der aktuelle ICES-Datenbestand kann im Internet recherchiert werden, z.B. die Fischfangstatistiken aus dem Zeitraum 1973 bis 2000. Die entsprechenden Daten der deutschen Seegebiete erhebt die Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFA Fisch). Auf zahlreichen Forschungsreisen werden regelmäßig Bestandsuntersuchungen durchgeführt. Im Mittelpunkt steht der anthropogene Einfluss auf die Fischfauna.

Im Oktober 2003 erschien der Bericht „Erfassung von FFH-Anhang II-Fischarten in der deutschen AWZ der Nord- und Ostsee“ der BFA Fisch Hamburg/Rostock (BFA Fisch 2003). Mit gezielten fischereilichen Aufnahmen sollte zunächst die Fischfauna in speziellen Seegebieten untersucht und beschrieben und Verbreitungsschwerpunkte für die Arten der Nord- und Ostsee identifiziert werden. Dazu wurden insgesamt drei Forschungsreisen unternommen. In der Nordsee wurden auf zwei Reisen 61 Hols in 5 Gebieten durchgeführt, in der Ostsee 38 Hols in drei Gebieten. Im gleichen Bericht werden auch die historischen Daten der BFA-Fisch analysiert. Es zeigt sich, dass der Untersuchungsaufwand räumlich unterschiedlich ist. Die Datendichte ist insgesamt für die Ostsee geringer als für die Nordsee.

Im Rahmen eines für die Strategische Umweltprüfung von Offshore-Windenergienutzungen ausgelegten Monitorings können die ICES Daten eine wichtige Hintergrundinformation darstellen. Es fragt sich jedoch, ob die Monitoringziele bereits mit der gegenwärtigen Untersuchungsfrequenz und -dichte erreicht werden können.

2.3.5 Seabirds at Sea

Im internationalen Seabirds at Sea-Programm (SAS) wird die Verbreitung und Häufigkeit von See- und Küstenvögeln sowie Meeressäugern auf See erfasst. Die Erfassung erfolgt nach einer standardisierten Methode in aller Regel vom fahrenden Schiff aus. Die erhobenen Daten fließen in eine gemeinsame Datenbank, die von der European Seabirds at Sea Coordinating Group in den Niederlanden (K. Camphuysen) koordiniert wird.

Das deutsche SAS-Programm wurde von 1990 bis 1998 von der Inselstation Helgoland des Instituts für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“ (Dr. O. Hüppop) in Zusammenarbeit mit dem „Institut für Meereskunde“ in Kiel (Dr. S. Garthe) koordiniert. Seit 1999 koordiniert S. Garthe das Programm.

Die Zählungen werden v.a. von haupt- und ehrenamtlichen Mitarbeitern des Forschungs- und Technologiezentrums Westküste, der Abteilung Marine Zoologie des Instituts für Meereskunde in Kiel, des Zoologischen Instituts und Zoologischen Museums der Universität Hamburg, des Instituts für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, der AG „Ökologie und Naturschutz“ sowie der „Ornithologischen Arbeitsgemeinschaft für Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.“ vorgenommen. Darüber hinaus fließen die Ergebnisse staatlich geförderter Projekte in die Datenbank ein. Hierzu zählten in den vergangenen Jahren u.a.: „Erfassung von Rastvögeln in der AWZ von Nord- und Ostsee“ (2002, vergeben durch BfN), „Erfassung von Meeressäugern und Seevögeln in Ost- und Nordsee“ (2003, vergeben durch BfN) und „Rastvogelvorkommen und Offshore-Windkraftnutzung: Analyse des Konfliktpotenzials für die deutsche Nord- und Ostsee“ (2002-03, vergeben durch BMU).

Als Kernpunkte des Seevogelmonitorings nennen GARTHE et al. (2003):

- Beschreibung der Verbreitung und Bestandsgrößen aller Arten
- Überprüfung bzw. Verbesserung der Monitoring-Methoden
- Analyse der natürlichen Variabilität (Klima, Hydrodynamik etc.) in der Verteilung und Häufigkeit (Raum-Zeit-Muster) der verschiedenen Seevogelarten in Nord- und Ostsee

Auf der Nordsee läuft das Programm seit ca. 1979 und auf der Ostsee wurden die Untersuchungen im Februar 2000 gestartet. GARTHE et al. (2003) bezeichnen den Kenntnisstand in der Nordsee nach vielen Jahren der Datenerhebung als grundsätzlich gut bis sehr gut. Auf der Datengrundlage sind flächige Verbreitungsangaben und Bestandsschätzungen aller regelmäßig vorkommenden See- und Küstenvogelarten möglich, jedoch ist die Datenlage, teilweise auch die Methodik recht heterogen und für Teilbereiche liegen saisonal nur wenig Daten vor. In der Ostsee ist der Kenntnisstand für den Winter gut. Für die übrigen Jahreszeiten werden v.a. im Rahmen der Offshore-Windenergie-Begleitforschung seit etwa 2000 intensiv Daten erhoben, was in Kürze zu einem zufrieden stellenden Kenntnisstand führen sollte.

Das Seabirds-at-Sea Programm hat bereits bei den ersten Genehmigungen von Offshore-Windparks in Deutschland Pate gestanden, insofern seine Methodik für die Rastvogeluntersuchungen im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudien adaptiert wurde. Die Seabirds-at-Sea Datenbank ist ein wichtiger Ausgangspunkt für seevogelbezogene Monitoringprogramme in der AWZ. Gleichwohl werden durch das Seabird-at-Sea Programm selbst keine Untersuchungen durchgeführt, die ein regelmäßiges Monitoring ersetzen könnten.

2.3.6 Begleitforschung der Offshore-Windenergienutzung

Das Bundesumweltministerium (BMU) fördert seit 2001 unterschiedliche Forschungsvorhaben, die Auswirkungen der Offshore Windenergie auf die Meeresumwelt untersuchen (vgl. www.erneuerbare-energien.de). Neben dem vom Alfred Wegener Institut geleiteten Verbundvorhaben BeoFINO, welches in den Jahren 2002-2004 v. a. Benthos und Vogelzug untersuchte, stellt das vom Nationalpark Schleswig Holsteinisches Wattenmeer geleitete MINOS-Verbundvorhaben (2002-2004, MINOSplus 2005-2007) einen Konzentrationspunkt der ökologischen Begleitforschung dar.

In dem Forschungsvorhaben MINOS⁶⁹ (Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee) wird das Konfliktpotenzial zwischen der Offshore-Windenergienutzung und Meeressäugern sowie wichtigen Rastvogelvorkommen auf See untersucht. Um belast-

bare und aussagekräftige Daten zu erhalten, werden die deutschen Seegewässer vom Flugzeug aus beobachtet und Hydrophone eingesetzt. Die Erfassungen werden mehrfach durchgeführt, so dass saisonale Einschätzungen der Verteilungsmuster und Dichten vorgenommen werden können. Zu den wissenschaftlich-technischen Ergebnissen zählt die Erarbeitung einer funktionsfähigen Messeinheit für Höruntersuchungen an Seehunden und Schweinswalen und Abschätzungen der Konfliktpotenziale zwischen Windenergieflächen und Rastflächen.

In einem MINOS-Teilprojekt werden Rastvögel erfasst, insbesondere Seetaucher in der deutschen Nordsee und Meerestenten in der deutschen Ostsee. Ziel ist es, das gesamte deutsche Seegebiet bzgl. einer möglichen Nutzung durch Offshore-Windenergie aus ornithologischer Sicht zu klassifizieren.

Ziel des Teilvorhabens EMSON (Erfassung von Meeressäugern und Seevögeln in Ost- und Nordsee) für Rastvögel/Seevögel ist eine räumlich und zeitlich umfassende Analyse des Seevogelvorkommens in ökologisch besonders wertvollen marinen Gebieten in der deutschen AWZ von Ost- und Nordsee. Das Projekt wird vom Bundesamt für Naturschutz, Bonn (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) finanziert und lief bis Ende 2003 (Projektleiter: S. Garthe).

Das Projekt SAMSON⁷⁰ (Stationsgestütztes Automatisches Monitoring von Schad- und Nährstoffen in Ostsee und Nordsee) dient der Verbesserung der Meeresumweltüberwachung vor den deutschen Küsten. Die Umsetzung erfolgt durch die Erweiterung eines bereits bestehenden automatischen Messnetzes (MARNET) um chemische Komponenten.

Die in der Offshore-Windenergie-Begleitforschung, insbesondere mit flächendeckenden Untersuchungen, gewonnenen Erkenntnisse haben den Wissensstand über den Zustand der Meeresumwelt in der deutschen AWZ in wenigen Jahren deutlich verbessert. Die Ergebnisse einzelner Untersuchungsreihen können in einem späteren SUP-Monitoring ggf. zur Beschreibung eines Referenzzustandes von Nutzen sein.

⁶⁹ www.minos-info.de

⁷⁰ www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Projekte/SAMSON/index.jsp

2.3.7 AIS – Realkartierung des Schiffsverkehrs

In der Deutschen Bucht (Nordsee) finden jährlich ca. 160.000 Schiffsbewegungen statt, davon sind 24.500 (15 %) auf Tanker zurück zu führen. Im Schnitt verzeichnet die Nordsee 21 Schiffsunfälle pro Jahr. In der Ostsee gilt besonders die Kadetrinne als schwieriges Fahrwasser, da den Schiffen mit sehr hohem Tiefgang ortsweise nur ein Fahrwasser von ca. 500 m Breite zur Verfügung steht. Dies bedeutet ein sehr hohes Risiko bei einem Gesamtverkehr zwischen 40.000 und 50.000 Schiffsbewegungen pro Jahr, wobei ca. ein Drittel Öltanker ausmachen. Vor dem Hintergrund einer zu erwartenden Zunahme des Ölunfallrisikos durch ein Anwachsen der Tankergrößen (HELCOM 2003) und des Gesamtverkehrs⁷¹ sowie der Erkenntnis, dass ca. 80 % aller Unfälle auf See durch menschliches Versagen herbeigeführt werden (International Maritime Organisation - IMO) wuchs die Notwendigkeit, automatisierte Hilfsmittel zur Vermeidung von Schiffsunfällen einzusetzen – Ausgangspunkt der Einführung des „Automatic Information System“ (AIS).

Im AIS, dem automatischen Schiffsidentifizierungssystem, werden allgemeine und sicherheitsrelevante Informationen unter Schiffen ausgetauscht, sowie zu Flugzeugen und Landstationen übermittelt. Die internationale Einführung des AIS beruht auf einer Vorgabe der IMO als der für weltweite Sicherheits- und Verhaltensstandards im Seeverkehr zuständigen Organisation⁷². Danach wurden nach einem Stufenplan AIS-Schiffsdatenschreibern (black box) zunächst für alle Schiffe über 300 BRZ (Bruttoreaumzahl) verpflichtend. Auf EU- Ebene wurden die entsprechenden IMO-Vorgaben über die Schiffsmelderrichtlinie 2002/59/EG im

⁷¹ Es ist mit einer weiteren Zunahme von Flüssiggastankern und mit weiter hohen Wachstumsraten im Containerverkehr zu rechnen. Für die Ostsee sind auf der einen Seite Zunahmen durchquerender Öltransporte aus russischen Häfen, und andererseits Abnahmen im Fährverkehr durch den Bau von Brückenverbindungen (z.B. Fehmarn-Belt) zu erwarten. Für die deutsche Nordsee wird der Ausbau der Containerumschlagkapazitäten und der Schifffahrtswege den Verkehr anwachsen lassen.

⁷² Neben der Einführung des AIS wurden von der IMO in den letzten Jahren zahlreiche weitere Vorschriften zur Verbesserung der Schiffsstandards veranlasst. Dazu gehört insbesondere das Ausphasen der Einhüllentankschiffe zum 1.1.2007. Als Folge des steigenden Kollisionsrisikos wurde im Jahr 2002 der Anhang V des SOLAR-Abkommens (International Convention for the Safety of Life an Sea) im Rahmen der IMO geändert.

August 2002 rechtskräftig. Schiffen, die den AIS-Verpflichtungen nicht nachkommen, wird der Zugang zu den Gemeinschaftshäfen verwehrt.

National liegen die AIS-Zuständigkeiten beim Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) sowie bei der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV). AIS wird den Küstenstaaten zukünftig die Überwachung des Schiffverkehrs in der Nord- und Ostsee erheblich erleichtern, denn das System ermöglicht prinzipiell den Schiffsverkehr ab einer bestimmten Größenordnung von Land aus simultan und lückenlos zu verfolgen und, wo erforderlich, zu unterstützen. Die über längere Zeiträume gesammelten AIS-Daten können auf Karten dargestellt und statistisch ausgewertet werden und sind auf diesem Wege als Planungshilfe für verschiedenste Anwendungen denkbar. Entsprechende Auswertungen wurden von der der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung bisher jedoch nur im Einzelfall vorgenommen.

Der AIS-Technik kommt u.a. hinsichtlich der Kennzeichnung von Offshore-Windparks eine Bedeutung zu. Durch die Ausstattung von Windparks mit AIS wird gewährleistet, dass Windparks an Bord von Schiffen mit AIS-Ausstattung in der elektronischen Seekarte bzw. auf dem Radarbild frühzeitig erkennbar und identifizierbar ist (BSH 2005).

In der Vergangenheit wurden AIS-Datenauswertungen verschiedentlich dafür genutzt, die Standortwahl von Offshore-Windparks zu optimieren. So wurden in den Genehmigungsverfahren zu den Offshore-Windparks „Kriegers Flak“ und „Arkona-Becken Südost“, bzw. „Ventotec Ost II“ umfassende AIS-Daten von der Wasser- und Schifffahrdirektion Nord im Hinblick auf hoch frequentierte Schifffahrtsrouten in der Umgebung der Projektgebiete ausgewertet. In der Folge wurde die Standortwahl so an die Verkehrssituation angepasst, dass zu den Hauptverkehrsströmen ein ausreichender Sicherheitsabstand von mehr als zwei Seemeilen bestehen wird (BSH 2005). Auch im Verfahren zur Ausweisung der besonderen Eignungsgebiete für Windenergieanlagen wurden Erkenntnisse über Routenverlauf, Struktur und Dichte des Schiffsverkehrs im Rahmen einer von der WSD Nord beim Schifffahrtsinstitut Warnemünde (SIW) in Auftrag gegebenen Studie erlangt. Dichte und Qualität der erhobenen AIS-Daten erlauben eindeutig eine belastbare, und repräsentative Einschätzung des Verkehrsgeschehens (BSH 2005).

Die mittels AIS erhobenen Daten geben im einzelnen Auskunft über den Namen, das internationale Funkzeichen, den Typ und die Abmessungen des Schiffes. Spezifisch für jede Reise werden außerdem Daten zum aktuellen Tiefgang, Bestimmungshafen, ETA („estimated time of arrival“) sowie ggf. zur Ladungskategorie übermittelt. Dynamisch übermittelte Daten geben darüber hinaus exakte Auskunft zu Position, Geschwindigkeit und Kurs des Schiffes. Zur Kollisionsverhütung wird außerdem die exakte Vorausrichtung oder auch das aktuelle Drehverhalten des Schiffes berechnet (s. Tabelle 3).

Die AIS-Daten werden in Form von Datentelegrammen auf zwei international festgelegten AIS-Funkfrequenzen übertragen und können innerhalb der UKW-Reichweite von 20 bis 35 Seemeilen (37 bis 65 km) von AIS-Stationen empfangen werden. Dabei wird situationsbezogen unterschiedlich oft gesendet: Befindet sich ein Schiff bspw. vor Anker, sendet es nur alle drei Minuten einen Report, ist es in Fahrt und ändert gleichzeitig den Kurs, sendet es bspw. in Zwei-Sekundenabständen. Stationäre AIS-Einrichtungen zeichnen die AIS-Signale auf und führen sie auf einem zentralen Server der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) des Bundes zusammen. Sie befinden sich jedoch ausschließlich an der Küstenlinie, so dass ein küstenferner Streifen der deutschen AWZ von diesen Stationen nicht erfasst wird. Zukünftig ist immerhin denkbar, dass eine flächendeckende kontinuierliche Erfassung mit Hilfe weiterer Empfangsstationen auf Offshore-Plattformen oder Messmasten realisiert wird.

Tabelle 3: Attribute des AIS.

Schiffsidentitätsdaten	Schiffsname IMO- Schiffsidentifikationsnummer Rufzeichen MMSI-Nummer (eindeutige Identifikationsnummer des jeweiligen AIS-Senders)
Schiffsbezogene Stammdaten	Schiffstyp Länge Breite
Status und Reisedaten	Status: fahrend, ankernd, festgemacht Zielhafen voraussichtliche Ankunft Tiefgang
Dynamische Daten	Position Kurs Geschwindigkeit Kurswechselrate

Über den Online-Dienst AISlive (www.aislive.com) sind Live-AIS-Daten für verschiedene Wasserstraßen jederzeit zugänglich. Die Verwendung von historischen AIS-Daten zur Erstellung von Karten oder zu statistischen Auswertungen ist auch privaten Interessenten in anonymisierter Form grundsätzlich möglich (WSD Nord und Nordwest; pers. Auskunft 2006). Die Anonymisierung der Daten stößt bei der WSD gegenwärtig jedoch noch auf technische Grenzen. Datenschutzrechtlich unbedenkliche Datenpakete werden voraussichtlich nicht vor Ende 2007 zugänglich sein (WSD Nord und Nordwest; pers. Auskunft 2006).

Die Einführung des AIS revolutioniert die planerische Regelung der Seeschifffahrt. Der heute noch unvollkommene, auf bestimmte Schiffsgrößen und auch nicht flächendeckende Ausbaustand wird in wenigen Jahren überholt sein. Erstmals lösen exakte geographische Messungen der Schifffahrtswege und -frequenzen die bisher üblichen Schätzungen und indirekten Berechnungen ab. Da der Sicherheit und Leichtigkeit der internationalen Seeschifffahrt nach dem UN-Seerechtsübereinkommen in der AWZ ein Vorrang einzuräumen ist, werden statistische AIS-Auswertungen und räumlich sowie zeitlich differenzierte AIS-Karten zukünftig eine wesentliche Voraussetzung raumordnender Planung in der AWZ darstellen.

Auch im Rahmen eines SUP-Monitorings dürfte die Nutzung von historischen AIS-Daten von Interesse sein. Ziel der räumlichen Auswertung von AIS-Daten im SUP-Monitoring wäre die grobmaßstäbliche Unterscheidung von Konfliktpotentialen. So können etwa im Rahmen einer Überwachung der Belastung biologischer Schutzgüter Gebiete mit erhöhtem Schiffsverkehr detektiert werden und entsprechend der jeweiligen Sensibilitäten tages- oder jahreszeitlich differenziert werden. Weiterhin könnten Herkunft der Schiffe, Größe und Gefahrenklasse der Ladung für eine Auswertung von Interesse sein. Folgende Arbeitsschritte scheinen zur Zielerreichung sinnvoll:

- Recherche der räumlich aufgelösten Nutzungsdaten (AIS-Erfassungsstand) und Prüfung ihrer Verwendbarkeit und Aussagekraft im Rahmen einer SUP;
- Auswahl der für die zu überwachenden Schutzgüter wichtigen Parameter, bspw. im Jahresverlauf auftretende Wetter- und Strömungsbedingungen,

Standardabweichungen der Fahrzeuge auf den jeweiligen Routenabschnitten, sensible Tages-oder Jahreszeiten;

- AIS-Analyse besonders gefährdeter Gebiete (Nationalpark, NATURA 2000, Ökologisch wertvolle Gebiete)
- Zur Feststellung eines Referenzzustands Darstellung der Verkehrsfrequenz und Verkehrsstruktur in den als prüfwürdig erkannten Gebieten vor der Plandurchführung;
- Regelmäßige Folgeauswertung von AIS-daten im Monitoring

2.3.8 CONTIS Informationssystem

Neben Strukturdaten der Schifffahrt, die in zunehmendem Maße über die zentrale AIS-Datenbank zur Verfügung stehen, können dem vom BSH entwickelten CONTIS-Informationssystem⁷³ (Continental Shelf Information System) weitere Daten zur Nutzung der AWZ entnommen werden. Die CONTIS Daten, beispielsweise zu Seeschifffahrt, Rohstoffabbau, geplanten Offshore-Windparks oder ökologischen Schutzgebieten, stehen gebündelt in Form digitaler Karten zur Verfügung. Visualisiert werden unter anderem der Flächenanteil der jeweiligen Nutzung, Schnittflächen zu anderen Nutzern sowie freie und bisher ungenutzte Seegebiete.

Das CONTIS-Informationssystem fasst den Informationsstand zur Nutzung der AWZ zusammen, der dem BSH aus laufenden Vorgängen, bspw. Vorhabensgenehmigungen, bekannt wird. Es ist nicht mit einem spezifischen Monitoringsystem verknüpft und wird für ein SUP-Monitoring daher auch nur von sekundärer Bedeutung sein.

2.3.9 UVS-Berichte

Seit einigen Jahren werden eine Reihe von Umweltverträglichkeitsuntersuchungen in der deutschen AWZ durchgeführt, um bau-, betriebs- und rückbaubedingte Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die marine Umwelt zu identifizieren. Die thematischen und technischen Mindestanforderungen an diese Untersuchungen werden durch das Standarduntersuchungskonzept des BSH (StUk)

festgelegt (BSH 2003). Kennzeichnend für die in der AWZ vorgeschriebenen Umweltverträglichkeitsstudien ist eine zeitlich wie räumlich sehr intensive, mindestens 2-jährige Untersuchung der jeweiligen Meeresgebiete im Hinblick auf die Schutzgüter: Sedimente, Benthos, Fische, Rastvögel, Vogelzug und Meeressäuger. Die Anforderungen an Umweltverträglichkeitsuntersuchungen im Küstenmeer orientieren sich zumeist am StUk.

Die Untersuchungsergebnisse laufender Umweltverträglichkeitsuntersuchungen können für übergeordnete Planungen zwar nicht zugrundegelegt werden. Im Falle abgeschlossener Untersuchungen (vgl. Tabelle 4) verfügt das BSH jedoch über die Rohdaten der durchgeführten Erhebungen. Für zentrale Regionen der deutschen Offshore-Windenergieplanung verfügt das BSH damit über eine umfangreiche Datenbank zu den von Offshore-Windenergie tangierten Schutzgütern, die in der ihr zugrunde liegenden Informationsdichte alle zuvor genannten Datensammlungen bei weitem übertrifft. Zumindest für die Kernbereiche der derzeitigen Offshore-Windenergieplanung dürfte diese Datenbank eine wichtige Basis für ein SUP-Monitoring darstellen.

Tabelle 4: Liste der Umweltverträglichkeitsuntersuchungen von genehmigten, bzw. im Raumordnungsverfahren planfestgestellten Offshore-Windenergieanlagen in Deutschland.

		Projekt	Standort	Projektentwickler
AWZ	Nordsee	Butendiek	30 km westlich von Sylt	Offshore Bürgerwindpark Butendiek
		DanTysk	60 km westlich von Sylt	Gesellschaft für Energie und Ökologie mbH
		Nördlicher Grund	86 km westlich von Sylt	Nördlicher Grund GmbH
		Sandbank 24	120 km westlich von Sylt	Sandbank 24 GmbH & Co KG
		Amrumbank West	35 km südwestlich von Amrum	Amrumbank West GmbH
		Nordsee Ost	30 km nordwestlich von Helgoland	WINKRA Offshore Nordsee Planungs- und Betriebsgesellschaft mbH
		Borkum Riffgrund West	45 km nordwestlich von Borkum	Energiekontor AG
		Borkum West	45 km nördlich von Borkum	Prokon Nord
		Borkum Riffgrund	34 km nördlich von Juist	Plambeck Neue Energien Riff I GmbH

⁷³ www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/index.jsp

		Projekt	Standort	Projektentwickler	
		Godewind	33 km nördlich von Norderney	Plambeck Neue Energien AG	
		Hochsee Windpark Nordsee	90 km nördlich von Borkum	EOS Offshore AG	
		Global Tech I	93 km nördlich von Juist	Nordsee Windpower GmbH & Co.KG	
		ENOVA Offshore Northsea Windpower	39 km nördlich von Juist	ENOVA Offshore Projektentwicklungsgesellschaft mbH & Co. KG	
	Ostsee	Arkonabecken Südost	32 km nordöstlich von Rügen	Arkona-Windpark Entwicklungsgesellschaft (AWE)	
		Kriegers Flak	30 km nördlich von Rügen	Offshore Ostsee Wind AG	
	Küstenmeer	Nords.	Riffgat	15 km nordwestlich von Borkum	ENOVA Offshore Projektentwicklungsgesellschaft mbH & Co. KG
			Nordergründe	Zwischen Wangerooge und Cuxhaven	Energiekontor AG
Ostsee		SKY 2000	15 km südöstlich von Fehmarn	1. SHOW-VG	
		GEOFReE	15 km südöstlich von Fehmarn	GEO mbH	
		Baltic I	15 km nördlich vom Darss	Offshore Ostsee Wind AG	

2.3.10 Zukünftige Umweltmonitoringsysteme in der AWZ

In einem großen Teil der AWZ (32%) wird zukünftig eine Überwachung nach Art. 11 der FFH-Richtlinie stattfinden. Diese vom BfN wahrzunehmenden Monitoring-Aktivitäten dienen der Aufrechterhaltung bzw. der Verbesserung des Erhaltungszustandes geschützter Arten und Lebensraumtypen. Wie in Abschn. 1.3.2.1 näher dargestellt, werden auch die Veränderungen der Windenergienutzung als potenzielle Gefährdung geschützter FFH-Güter im Rahmen dieser Aktivitäten erfasst werden.

Umfangreiche Monitoringaktivitäten werden darüberhinaus zukünftig in der AWZ auf Grundlage der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie zu erwarten sein.

Nach dem Entwurf des Rates der Europäischen Union vom 12.07.2007 (9388/07) führen die Mitgliedstaaten der EU zunächst eine umfassende Anfangsbewertung ihrer Meeresgewässer durch. Sie erfasst neben differenzierten physikalischen und chemischen Merkmalen (in Bestand und Störung) auch zahlreiche bioökologische Faktoren. Hierzu gehören u.a.:

- Erfassung der vorherrschenden Biotoptypen und der biologischen Gemeinschaften des Meeresbodens und der Wassersäule mit Beschreibung der charakteristischen physikalischen und chemischen Merkmale,
- Ermittlung und Kartierung besonderer Biotoptypen hinsichtlich biologischer Vielfalt und besonderer Lebensraumtypen,
- Biotope in Gebieten, die aufgrund ihrer Merkmale, geografischen Lage oder strategischen Bedeutung besonders zu erwähnen sind (spezifische Belastung oder besondere Schutzbedürftigkeit).

Weiterhin gehören zur Bestandsaufnahme Informationen über:

- Artzusammensetzungen, Biomasse, jährliche/jahreszeitliche sowie geographische Variabilität von u.a. Phytoplankton- und Zooplanktongemeinschaften, Angiospermen, Makroalgen und Wirbellose des Meeresbodens,
- den Aufbau der Fischpopulationen in Abundanz, Verteilung und Alters-/Größenstruktur,
- die Populationsdynamik, des natürlichen und tatsächlichen Verbreitungsraums und Zustands der Meeressäugerarten in der Meeresregion bzw.-unterregion,
- Populationsdynamik, des natürlichen und tatsächlichen Verbreitungsraums und des Zustands der Seevogelarten in der Meeresregion bzw. –unterregion,
- Vorkommen, Abundanz und räumliche Verteilung nicht einheimischer (exotischer) Arten in der Meeresregion oder -unterregion bzw. ggf. genetisch unterschiedlicher Formen einheimischer Arten in der Meeresregion oder -unterregion.

Das Monitoring der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie soll auf den vorgenannten Kriterien der Anfangsbewertung aufbauen. Es wird sich darüber hinaus an den ebenfalls nach der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie für Meeresregionen und –unterregionen spezifisch festzulegenden, messbaren und kohärenten Umweltzielen und Indikatoren (Aktionsplan) zur Erreichung eines „guten Zustands der Meeresumwelt“ orientieren. Für die Durchführung der Überwachungsprogramme gilt u.a.:

- Sie müssen auf einschlägigen Bewertungs- und Überwachungsbestimmungen, die in den Rechtsvorschriften der Gemeinschaft oder in internationalen Übereinkommen festgelegt sind, beruhen und mit diesen vereinbar sein.
- Die EU-Kommission spezifiziert standardisierte Methoden für die Überwachung und Bewertung und überprüft hinsichtlich einer Vergleichbarkeit die von den Mitgliedsstaaten entworfenen Überwachungsprogramme.
- Die Mitgliedsstaaten übermitteln der EU Informationen für eine Bewertung des Umweltzustands sowie zur Abschätzung der noch verbleibenden Aufgaben und der bereits erzielten Fortschritte in der Erreichung eines guten Umweltzustands.

Die Mitgliedsstaaten übermitteln der EU aggregierte Informationen über den Umweltzustand und die sich abzeichnenden Umweltveränderungen in den Meeresregionen und/oder -unterregionen.

2.3.11 Schlussfolgerungen zur Integration bestehender Monitoringansätze

Obwohl in den vorangegangenen Abschnitten eine Reihe von bereits existierenden Datensammlungen und Monitoringprogrammen für Umwelt und Nutzungsstrukturen in der deutschen AWZ vorgestellt werden konnten, zeigt sich bei näherer Betrachtung, dass es diesen Daten und Untersuchungen entweder an einem ausreichenden thematischen oder geographischen Bezug oder an einer ausreichenden geographischen Auflösung für eine Integration in einem SUP-Monitoring für die Offshore-Windenergienutzung mangelt. Darüber hinaus fällt auf, dass nur wenige Datensammlungen kontinuierlich fortgeführt werden. Das in dieser Hinsicht vorbildliche und mit hohem Aufwand betriebene Bund-Länder-Messprogramm wird leider aufgrund seiner thematischen Schwerpunktlegung auf stoffliche Belastungen nur im geringen Maße hinzuzuziehen sein.

Mit Blick auf die zukünftig einzurichtenden Monitoringprogramme im Rahmen des Natura 2000 Systems und der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie ergibt sich ein gänzlich anderes Bild. Die im Rahmen des Natura 2000 Systems einzurichtenden Monitoringprogramme beziehen sich zwar im Kern nur auf 32% der AWZ-Fläche. Aufgrund der generellen Möglichkeit von Fernwirkungen auf FFH- und Vogel-

schutzgebiete ist jedoch davon auszugehen, dass die Monitoringmaßnahmen über die eigentlichen Schutzgebietsgrenzen hinweg durchgeführt werden.

Kerninstrument eines zukünftigen Monitorings der Offshore-Windenergienutzung in der AWZ wird aller Voraussicht nach die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie werden. Die im Entwurf des Rates der Europäischen Union vom 12.7.2007 (9388/07) vorgeschlagene Monitoringmethodik erfordert sehr differenzierte Angaben. Zwar bleibt abzuwarten, in welchem Umfang und in welcher zeitlichen und geographischen Auflösung diese Anforderungen tatsächlich zur Realisierung gelangen. Doch aus heutiger Sicht erscheinen die Monitoringergebnisse der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie zum unumgänglichen Maßstab jeglicher auf Meeresbauten ausgerichteter Umweltmonitoringmaßnahmen in der AWZ zu werden. Kann man der eingeschlagenen Entwicklungsrichtung vertrauen, so wird sich das Monitoring der Strategischen Umweltprüfung am Monitoring der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie orientieren und diese Ergebnisse ggf. mittels einzelner ergänzender Untersuchungen verdichten.

Mit Blick auf ein möglicherweise flächendeckendes Monitoring in der AWZ ist auf den vielerorts noch lückenhaften Charakter der umweltbezogenen Datengrundlagen in der AWZ hinzuweisen. Daten wurden insbesondere dort erhoben, wo konkrete Fragestellungen dies erforderten, bspw. im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Kiesschürfung, Kabeltrassen oder Windenergie. Dem stehen insbesondere im küstenfernen Bereich ausgedehnte Meeresflächen mit einer deutlich schwächeren Datenlage gegenüber. Daran haben selbst großflächig angelegte Forschungsprojekte wie z.B. MINOS nicht grundsätzlich etwas ändern können, da sie erst seit kurzer Zeit, und dann nur zu wenigen Zeitpunkten im Jahresgang eine flächendeckende Erfassung ermöglichten. Die meisten die Großräume der AWZ flächendeckenden Datensätze zeichnen sich durch eine zeitlich und räumlich grobe Auflösung aus. Verlässliche Aussagen über langfristig sich verändernde Verbreitungsschwerpunkte und Populationsgrößen einzelner Arten werden dadurch erschwert. Im Rahmen des SUP-Monitorings sollten solche Kenntnisschwächen und Wissensunsicherheiten benannt und in ihrer Bedeutung abgeschätzt werden.

2.4 Berichtswesen und Managementansatz

2.4.1 Zugänglichkeit von Monitoringergebnissen

Artikel 9, Abs. 1c der SUP-RL bestimmt, dass „die Maßnahmen, die zur Überwachung gemäß Artikel 10 beschlossen wurden, bekannt gegeben werden“. § 14 m UVPG führt fort, dass Überwachungsmaßnahmen mit Annahme des Plans festgelegt werden. Die vorgeschriebene „Bekanntgabe“ erfolgt im Rahmen der Bekanntgabe der Entscheidung über die Annahme des Plans oder Programms (§ 14 l). Darüber hinaus legt § 14 m (4) fest, dass die Ergebnisse der Überwachung der Öffentlichkeit sowie den beteiligten Behörden zugänglich zu machen und bei Neuausstellung oder Änderung des Plans zu berücksichtigen sind.

Die vergangenen Jahre haben bereits gezeigt, dass große Teile der Öffentlichkeit die Offshore-Windenergieplanungen mit Interesse verfolgen, so dass der vorgeschriebene öffentliche Zugang zu den Monitoringergebnissen absehbar in großer Zahl in Anspruch genommen werden wird. Um die nachgesuchten Unterlagen mit wenig Verwaltungsaufwand effizient bereitzustellen sowie im Hinblick auf eine erleichterte Berücksichtigung bei Planänderungen empfiehlt es sich, die Monitoringergebnisse in einer über die Einzelerfassung hinweg einheitlichen und zusammenfassenden Berichtsform aufzubereiten.

Mit Blick auf wiederkehrende Monitoringberichte, die die Ergebnisse des SUP-Monitorings in der AWZ darstellen, stellt sich die Frage, in wie weit diese Berichte in ein existierendes Berichtswesen integriert werden können. Das BSH verfügt über ein Netzwerk internetgestützter Informationssysteme (CONTIS, MUDAB MURSYS). SUP-Monitoringberichte wären thematisch passend im MURSYS Informationssystem integrierbar. Darüber hinaus stellt sich jedoch grundsätzlich die Frage, ob nicht auch die Berichtssysteme der Bundesraumordnung dafür in Anspruch genommen werden können.

2.4.2 Raumordnungsbericht

Das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR) verfasst entsprechend §21 Abs. 2 ROG in regelmäßigen Abständen Berichte über:

- die bei der räumlichen Entwicklung zugrunde zu legenden Tatsachen (Bestandsaufnahme, Entwicklungstendenzen, vgl. § 21 Abs. 1 ROG),
- die räumliche Verteilung der raumbedeutsamen Planungen und Maßnahmen des Bundes und der Europäischen Gemeinschaft (vgl. § 21 Abs. 3 ROG),
- die Auswirkungen der Politik der Europäischen Gemeinschaft auf die räumliche Entwicklung (vgl. § 21 Abs. 4 ROG).

Die Berichterstattung des Raumordnungsberichtes erfolgt für das gesamte Bundesgebiet und somit in einer regional sehr allgemeinen Form. Die AWZ dürfte das einzige Gebiet sein, in dem die Bundesraumordnung aufgrund fehlender Landesraumordnungssysteme einen gewissen Detailgrad erreicht. Bei näherer Betrachtung erscheint es daher fragwürdig, ob der Bericht eines Monitorings erheblicher Plan- oder Programmwirkungen in der AWZ nicht den übergeordneten und allgemeinen Rahmen des Raumordnungsberichts sprengen würde. Eine Integration von SUP-Monitoringberichten für die AWZ in die bestehenden Umweltinformationssysteme des BSH erscheint somit als passendste Lösung.

Obwohl der Raumordnungsbericht kaum als primärer Ort der Berichterstattung zum SUP-Monitoring in Frage kommt, dient auch er der regelmäßigen Berichterstattung zur Bundesraumordnung und könnte von ggf. ergänzend integrierten zusammengefassten Ergebnissen der neuen Überwachungsinstrumente profitieren. Der z.Z. gültige Raumordnungsbericht 2000 umfasst Belange der AWZ noch nicht. Da sich die Berichtspflicht nach § 21 Abs. 2 ROG nicht ausschließlich auf das Bundesgebiet bezieht, dürfte aber einer Integration von Belangen der AWZ im Grundsatz nichts im Wege stehen.

2.4.3 Ausblick Umweltmanagementsystem

Die Überwachung erheblicher Umweltauswirkungen, die sich aus der Durchführung des Plans oder Programms ergeben, dient nach § 14 m UVPG insbesondere dem Ziel, frühzeitig unvorhergesehene, nachteilige Auswirkungen zu ermitteln und geeignete Abhilfemaßnahmen ergreifen zu können. Diese Art von kontinuierlicher Überwachung ist in vergleichbarer Form auch im Umweltmanagement bekannt, welches einer nachhaltigen Sicherung der Umweltverträglichkeit von Produkten und Prozessen dient. Die rechtlichen Vorgaben für das neue Instrument des SUP-Monitorings sind vom Gesetzgeber bewusst offen gehalten worden, um die Verwaltung nicht mit der Aufgabenlast zu überfrachten und Raum für unterschiedliche Herangehensweisen zu bieten. Wenn im Folgenden ein Ausblick in Richtung Umweltmanagement skizziert wird, so ist dies als eine mögliche Herangehensweise zu verstehen, die ggf. nicht auf Zusatzaufwand, sondern auf Arbeitseffizienz hinausläuft.

Überwachungsmaßnahmen sind dann Zusatzaufwand, wenn sie allein auf die zurückliegende Umweltprüfung bezogen bleiben. Sie können dann eine Arbeitersparnis bedeuten, wenn sie bereits wesentliche Teile der Bestandsaufnahme für eine Plan- oder Programmänderung bzw. Neuausstellung vorausnehmen. Inwieweit dieser Gedanke für eine Strategische Umweltprüfung in der AWZ von Relevanz sein kann, lässt sich derzeit schwer voraussagen. Idealerweise könnte sich aus dem SUP-Monitoring ein aus dem Umweltmanagement bekannter, kontinuierlicher Verbesserungsprozess entwickeln, der, wie an der folgenden Graphik dargestellt, auf den vier Schritten des Planens, des Ausführens, des Überprüfens und des Verbesserns aufbaut. Der Abschluss der ersten Bearbeitungsphase wäre als Beginn einer neuen Bearbeitungsphase anzusehen. Monitoring wäre ein integraler Teil fortschreitender Planung und nicht nur ein aufwendiger und damit leicht einmal lästiger Zusatz.



Abbildung 2: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess im Umweltmanagement.

2.5 Abgrenzung von Monitoringteilregionen

Monitoring wird sich auf die Kernfragen und Problembereiche des zugrunde liegenden Plans bzw. Programms beschränken müssen. Im Unterschied und in Ergänzung zu den eher punktuellen Monitoringuntersuchungen auf der Projektebene wird es im SUP-Monitoring darauf ankommen, diese Kernfragen und Problembereiche in ihren jeweiligen Regionalbezügen zu beleuchten. Es ist einerseits fragmentarisch und wenig aussagekräftig, Monitoring lediglich punktuell zu betreiben, es ist aber andererseits aus ökonomischen Gründen kaum durchführbar, eine jede Monitoringaufgabe flächendeckend über die gesamte Deutsche AWZ zu erstrecken. Monitoring sollte sich dort konzentrieren, wo die Bedeutung, bzw. Anzahl an Schutzgütern dies erfordert sowie Nutzungskonflikte und sonstige Problemlagen erkennbar sind.

Mit einer Konzentration bestimmter Monitoringaufgaben auf die jeweils spezifischen Problemregionen ergeben sich eine Reihe von Vorteilen. Zum einen reduziert sich der Untersuchungsaufwand v. a. im Hinblick auf Zeit und Personalkosten, zum anderen bietet sich die Chance für ein an die jeweils unterschiedlichen ökologischen Verhältnisse zugeschnittenes Monitoringdesign, das der Struktur und naturräumlichen Ausstattung der jeweiligen Region weit besser gerecht wird als ein übergeordnetes Design, welches auf alle Regionen gleichermaßen zugeschnitten ist.

Es erscheint schon heute absehbar, dass die zunehmende Inanspruchnahme der deutschen AWZ durch Meeresbauten und andere Nutzungen es zukünftig nahe legen wird, in ausgewählten Gebieten - über den derzeit in Erarbeitung befindlichen generellen Raumordnungsplan hinaus - regionalisierte Raumordnungspläne aufzustellen. Da nach dem in Abschnitt 2.4 skizzierten managementbezogenen Planungsverständnis, wonach das Monitoring des einen Plans bereits als Teil der Bestandsaufnahme der Planfortschreibung begriffen werden kann, empfiehlt sich schon heute, bei regionalisierten Monitoringaufgaben Bezugsregionen zu wählen, die zukünftig einmal als regionalisierte Verfahrensgebiete fungieren könnten.

Im Bericht des ersten Jahres (SCHOMERUS et al. 2006) wurden die Seeregionen der deutschen AWZ nutzungsbezogen und in ihren naturräumlichen Qualitäten synoptisch dargestellt. Der Bericht des MINOS+ Vorhabens zeigt ergänzend dazu eine Gliederung der Offshore-Windenergievorhaben der deutschen Nordsee AWZ nach unterschiedlichen Teilregionen. Vor allem auf diesen Grundlagen aufbauend wurden 3 Schwerpunktregionen identifiziert, die sich einerseits zu wichtigen Zentren der deutschen Offshore-Windenergienutzung zu entwickeln scheinen und andererseits über eine z.T. sehr unterschiedliche Naturraumausstattung verfügen, so dass sich spezifische auf diese Regionen zugeschnittene Monitoringprogramme empfehlen.

Ostsee

Beim Betrachten der Karten der Offshore-Planungen in Nord- und Ostsee (BSH 2006b) fällt ins Auge, dass 25 aktuelle Planungen in der deutschen Nordsee-AWZ nur 6 Ostsee-Planungen gegenüberstehen. Diese unterschiedliche Beplanung begründet sich nicht nur in der geringen Größe der in der Ostsee zur Verfügung stehenden Fläche, sondern auch in den besonderen naturräumlichen Bedingungen der Ostsee. Über weite Strecken (225 km) stellt sich die deutsche Ostsee-AWZ als ein schmales Band zwischen der dänischen und deutschen Küste mit einer Breite zwischen 1 und 10 km dar. Diese langgezogene Seeregion ist von starkem Schifffahrtsverkehr gekennzeichnet, was eine Installation von Offshore-WEA überwiegend aus Sicherheitsgründen nicht zulässt. Im Osten öffnet sich die AWZ zum Einen zum stark abfallenden und damit schwerlich bebaubaren Arkona-becken, zum anderen zur ökologisch hochwertigen Pommerschen Bucht, die ins-

besondere aufgrund ihrer Funktion als ein vorrangiges Rastvogelüberwinterungsgebiet für die Offshore-Windenergienutzung ausfällt. Die zwei bereits genehmigten Windparks (Arkona-Becken Südost und Kriegers Flak) befinden sich am Rande dieser offenen Seeregionen. Die Anzahl solcher Randlagen ist in der Ostsee-AWZ jedoch sehr beschränkt, so dass eine Unterteilung der Ostsee in spezifische Monitoringgebiete für die strategische Umweltprüfung aufgrund der geographischen Gegebenheiten eher zweitrangig erscheint.

Nordsee

Das Raummuster der zahlreichen Planungen in der geographisch kompakten deutschen Nordsee-AWZ wird von deutlich anderen Faktoren geprägt als in der Ostsee. Zum einen gliedern extrem stark frequentierte Schifffahrtswege die Planungen. Hier ist vor allem das Verkehrstrennungsgebiet „German Bight/Western Approach“ zu nennen, welches sich entlang dem 54°10' nördlicher Breite vor den ostfriesischen Inseln befindet. Ausschlussgebiete sind darüberhinaus militärische Sperrzonen, insbesondere Flugübungsgebiete. Zum anderen gliedern die für das NATURA 2000 System gemeldeten FFH- und Vogelschutzgebiete (an der Küstenmeergrenze die Nationalparke) die Planungen.

Weitere Planungsrestriktionen werden durch die Naturausstattung gesetzt. Hier stehen als zwei wesentliche Faktoren die Wassertiefe und die Entfernung zum Festland im Vordergrund. Die aktuellen Planungen liegen in Wassertiefen bis zu 40 m (Projekte südlich der „Weißen Bank“) auf im Allg. sandigem Grund. Größere Wassertiefen und schlickige Böden, wie sie im Elbeurstromtal mit bis zu 49 m Wassertiefe anzutreffen sind, werden aus technischen und monetären Gründen gemieden. Auch die Distanz zum Festland ist ein bei der Planung limitierender Faktor, da die Landanbindung das Verlegen von kostenintensiven Seekabeln voraussetzt. Im späteren Betrieb der Anlagen werden sich küstenferne Anlagen auch deswegen als weniger effizient erweisen, weil der Stromtransport mit erheblichen Leistungsverlusten einhergeht. Vor allem aus diesem Grund dürfte der nord-nordwestliche Bereich der deutschen Nordsee-AWZ bisher von Offshore-Windenergieplanungen gemieden worden sein. Einzig im „Entenschnabel“ ist ein Offshore-Windpark mit einem netzunabhängigen Betriebskonzept geplant.

Vor allem in Abhängigkeit von den oben genannten Faktoren hat sich in der Nordsee-AWZ eine Streuung von Windparkplanungen ergeben. Zwei Grenzlinien stehen in dieser Anordnung besonders hervor: Zum einen das Verkehrstrennungsgebiet vor den Ostfriesischen Inseln und zum anderen das Elbeurstromtal vor den Nordfriesischen Inseln. Diese beiden Leitstrukturen, sowohl anthropogen wie auch natürlichen Ursprungs, gliedern die Planungsgebiete in insgesamt drei Großregionen⁷⁴, die als nennenswerte Monitoringteilregionen aufgefasst werden können. Es sind die in der Abbildung 3 sowie in der Tabelle 5 gekennzeichneten Gebiete:

- A: Küstennahe ostfriesische AWZ,
- B: Zentrale ostfriesische AWZ,
- C: Nordfriesische AWZ.

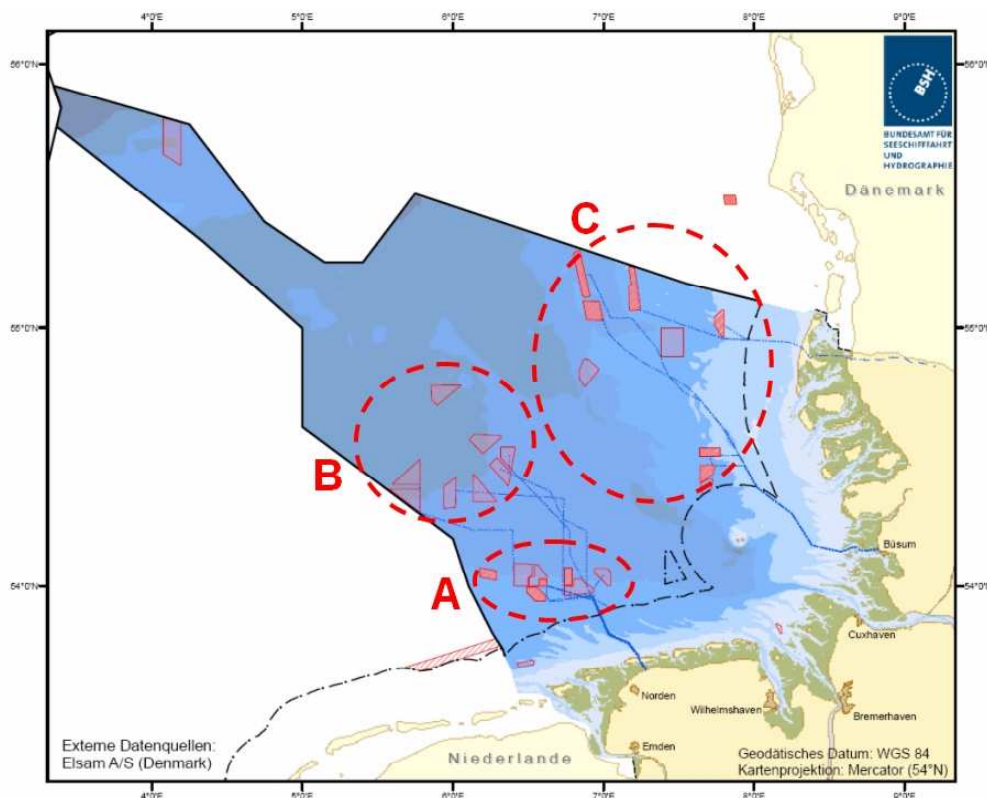


Abbildung 3: Drei Monitoringteilregionen gliedern die Offshore-Windparkplanung in der deutschen Nordsee-AWZ. Beschreibung der einzelnen Bereich siehe Tabelle 5.

⁷⁴ Minos+ unterteilt die der nordfriesischen Küste vorgelagerten Windparks in eine südliche und eine nördliche Region.

Tabelle 5: Beschreibung der drei Monitoringteilregionen gliedern die Offshore-Windparkplanung in der deutschen Nordsee-AWZ

	A	B	C
	Küstennahe ostfriesische AWZ	Zentrale ostfriesische AWZ	Nordfriesische AWZ
Naturräumliche Gliederung	Gebiet steht unter starkem Salzwassereinfluss; Ostströmung; Feinsand; im Südwesten auch grobsandige bis kiesige und z. T. steinige Sedimente	geringe Tidendynamik; geschichteter Wasserkörper; hoher Salzgehalt mit geringer Variabilität; Sauerstoffmangel möglich; geringer Tidenhub; Feinsand, sehr feiner Sand	Wechselnde Salinität mit Frontensystemen zwischen Nordseewasser und Süßwasser der großen Flüsse; hohe Nährstoffkonzentration, höhere Schadstoffkonzentration als im Rest der AWZ; Nordströmung (CCC); Fein-, Mittel- und Grobsand - aufgearbeitetes Moränenmaterial
MINOS, WSI	Hohe Schweinswaldden im Frühjahr im Bereich des Borkum Riffgrunds; im Herbst geringe Dichten	Geringe Schweinswaldden	Im Frühjahr und Sommer sehr hohe Schweinswaldden im Sylter Außenriff (nördlicher Bereich des Verfahrensgebiet)
Schutzgebiete	Westlicher Bereich ist FFH-Gebiet „Borkum-Riffgrund“	keine	FFH-Gebiet „Sylter Außenriff“ und EU-Vogelschutzgebiet „Östliche Deutsche Bucht“
Schifffahrt	Im Verkehrstrennungsgebiet gelegen	Geringer Verkehr	Schifffahrtsweg Esbjerg-Verkehrstrennungs-Gebiet teilt das Gebiet in einen NW- und SO-Bereich
Militär	U-Boot-Tauchgebiet im östlichen Teil	keine	Großräumiges Flugübungsgebiet
Rohstoffgewinnung	Keine	keine	Bewilligung und Abbau

Aktuelle Planung zur Offshore-Windenergie	4 Vorhaben genehmigt – 1 im Verfahren	6 Vorhaben im Verfahren – 4 noch nicht im Verfahren	6 Vorhaben genehmigt – 1 im Verfahren – 2 noch nicht im Verfahren
---	---------------------------------------	---	---

3 Überwachung biologischer Schutzgüter

Nach Art. 10 der SUP-Richtlinie sollen mögliche erhebliche Auswirkungen der Durchführung des Plans oder Programms durch ein Monitoring untersucht werden. Dessen Gegenstand ist dabei nicht eine breit angelegte Umweltüberwachung. Das Monitoring wird vielmehr auf die erheblichen Auswirkungen eingegrenzt, soll aber gleichzeitig in der Lage sein, auch unvorhergesehene Entwicklungen zu erfassen. Das SUP-Monitoring soll verschiedenen Zielen dienen, insbesondere sollen unvorhergesehene Umweltauswirkungen erkannt werden (Vorsorgeansatz), die Aussagen des Umweltberichts überprüft und somit ein Informationsgewinn für folgende Planungen erreicht werden (s. Kap. 2.1.). Die SUP-Richtlinie weist ausdrücklich darauf hin, dass laufende Überwachungsmechanismen für das SUP-Monitoring verwendet werden können und dass Doppelarbeit vermieden werden soll. Für die Prüfung, in welchem Umfang ein SUP-Monitoring für den Ausbau der Offshore-Windenergienutzung notwendig werden kann und wie dieses auszurichten wäre, stehen somit folgende Fragen im Vordergrund:

- Welche erheblichen Auswirkungen durch den geplanten Ausbau der Offshore-Windenergienutzung sind zu erwarten? Welcher Untersuchungsbedarf ergibt sich daraus für ein SUP-Monitoring?
- Welche Methoden zur Überwachung stehen derzeit zur Verfügung und welche Aussagekraft haben die Ergebnisse?
- In welchem Maße werden die Anforderungen an ein SUP-Monitoring bereits durch laufende Daueruntersuchungen und durch projektbezogene Untersuchungen abgedeckt?
- Besteht die Notwendigkeit für ein darüber hinaus gehendes SUP-Monitoring und wie ist dieses auszurichten?

Ziel dieses Kapitels ist es, prognostizierte großflächige Effekte des geplanten Ausbaus der Offshore-Windenergie in der deutschen AWZ auf biologische Schutzgüter darzustellen und die zu ihrer Überwachung möglichen Methoden zu analysieren. Dabei werden auch die Möglichkeiten zur Integration bereits bestehender Forschungs- und Monitoringprogramme dargestellt. Des Weiteren wird auf

die Frage der Erheblichkeit bei der Bewertung von Eingriffsfolgen im Offshorebereich eingegangen.

Abgrenzung des Betrachtungsraums

Für die Konzeption von Monitoringprogrammen innerhalb einer SUP ist zunächst zu bedenken, dass die SUP in der Praxis auf einen konkreten Plan und einen definierten Planungsraum zu beziehen ist. Ein Gesamtplan für den Ausbau der Offshore-Windenergienutzung in deutschen Gewässern oder ein Raumordnungsplan, der Gegenstand einer SUP sein könnte, liegt derzeit jedoch nicht vor. Betrachtungsraum für die weiteren Ausführungen ist daher zunächst die gesamte AWZ.

In vielen Fällen werden planungsbedingte Umwelteffekte prognostiziert, die weit über die im Projektmonitoring an einzelnen Windparks untersuchte räumliche oder zeitliche Skala hinausgehen. Dies betrifft insbesondere solche Effekte, die Verschiebungen in Größe und Verteilung von Populationen mobiler Organismen zur Folge haben können. Ebenso erfordert die angestrebte Erfassung kumulativer Effekte einen hinreichend bemessenen räumlichen und zeitlichen Betrachtungsrahmen, der die Feststellung entsprechender Wirkungen methodisch überhaupt erlaubt. Angesichts der ambitionierten Ausbauziele für die Offshore-Windenergienutzung in der deutschen AWZ muss dies daher auf großräumiger und langfristiger Ebene erfolgen.

Untersuchungsumfang und Erfassungsmethoden der projektbezogenen Begleituntersuchungen im Vorfeld sowie bei Bau und Betrieb der Offshore-Windparks werden im Standarduntersuchungskonzept für Begleituntersuchungen zu Offshore-Windkraftplanungen (StUK) des BSH (2003) dargelegt. Bei Erteilung einer Baugenehmigung werden die Antragsteller zur Errichtung eines Offshore-Windparks zur Durchführung baubegleitender sowie folgender Untersuchungen verpflichtet. Die dabei erzielten Ergebnisse sind wichtige Bausteine zur Effektbewertung im Rahmen der SUP. Im folgenden wird daher davon ausgegangen, dass ein projektbezogenes Monitoring tatsächlich durchgeführt wird, so dass die dort erzielten Ergebnisse in eine Umweltbewertung im Rahmen der SUP einbezogen werden können. Einige wichtige Fragen können mit den derzeit für das StUK angegebenen Techniken jedoch noch nicht beantwortet werden. Dies macht eine entsprechende Ausrichtung der im SUP-Monitoring verwendeten Methodik erforderlich.

3.1 Monitoring von Eingriffsfolgen auf biologische Schutzgüter in der SUP gegenüber der UVP

Der Umfang und die im Rahmen des SUP-Monitorings verwendeten Methoden müssen nach Art. 10 SUP-Richtlinie geeignet sein, prognostizierte Szenarien erheblicher negativer Auswirkungen mit hinreichender Sicherheit zu registrieren und unvorhergesehene erhebliche negative Folgen des Ausbaus der Offshore-Windenergie zu erkennen. Der Umweltbericht dient dabei als wesentliche Orientierung bei der Auswahl der zu untersuchenden Punkte. Unvorhersehbare Eingriffsfolgen können dann auftreten, wenn die Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge noch gering sind, etwa weil die Untersuchungsmethoden noch nicht ausgereift sind (Genauere Ausführungen zur Unvorhersehbarkeit s. Kap. 2.1.3 und 2.1.4). Daher wird im Folgenden bei der Beschreibung möglicher Umweltauswirkungen der Windenergienutzung im Offshorebereich auch besonders auf bestehende Wissenslücken und Mängel von Untersuchungsmethoden hingewiesen. Für eine Festlegung der – zusätzlich zur projektbezogenen Untersuchung – durch weitere Monitoringkonzepte in der SUP zu betrachtenden Effekte auf biologische Schutzgüter und den dabei anzuwendenden Methoden muss zunächst geprüft werden, inwieweit die Eingriffsfolgen für verschiedene Schutzgüter bereits hinreichend im Rahmen von projektbezogenen Untersuchungen erfasst werden.

Eine umfangreiche Übersicht der vorgesehenen projektbezogenen Untersuchungen gibt das Standarduntersuchungskonzept (StUK) des BSH (2003). Viele der dort vorgestellten Methoden sind grundsätzlich auch für ein längerfristiges Umweltmonitoring im Rahmen der SUP geeignet, wenn die räumlichen und zeitlichen Skalen den dabei erforderlichen Maßstäben angepasst werden. Innerhalb der SUP ist zu berücksichtigen, dass die geplanten Projekte **in den meisten Fällen wohl nicht** gleichzeitig, sondern voraussichtlich nacheinander bzw. zeitlich versetzt entstehen werden. Diese schrittweise Bebauung des Planungsraums bzw. ihre Folgen müssen im Rahmen der SUP dokumentiert werden. Dies macht bereits in dieser Phase ein regelmäßiges großräumiges Umweltmonitoring notwendig. Eine Verwendung teilweise gleicher Methodik und Vorgehensweisen in UVP und SUP ist anzustreben, um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten und eine Integration projektbezogener Untersuchungen in die SUP zu ermögli-

chen, was der Optimierung des gesamten Untersuchungsaufwands dienen kann. Dennoch kann es nötig sein, zur Beantwortung bestimmter Aspekte im Rahmen der SUP weitere Untersuchungen durchzuführen und dabei weitere Methoden bzw. Erfassungsstrategien anzuwenden. Eine detaillierte Beschreibung der Untersuchungsmethoden mit Vor- und Nachteilen folgt unten.

Eingriffsfolgen auf biologische Schutzgüter

Im Folgenden werden die prognostizierten Eingriffsfolgen der Offshore-Windenergienutzung auf marine Schutzgüter kurz dargestellt. Eine ausführliche Darstellung der prognostizierten und bei den ersten Offshore-Windparks festgestellten Effekte erfolgte bereits im Bericht des ersten Untersuchungsjahrs (SCHOMERUS et al. 2006). Der Fokus der Darstellung liegt daher auf möglichen großräumigen oder langfristigen Veränderungen, aus denen sich ein über das Projektmonitoring hinausgehender Untersuchungsbedarf ergeben könnte.

3.2 Prognostizierte Effekte auf Vögel und ihre Erfassung

Vögel sind aufgrund ihrer Reaktionen auf Umweltveränderungen, ihrer vergleichsweise einfachen Erfassbarkeit und ihrem hohen Stellenwert im öffentlichen Interesse ein Schutzgut von besonders hoher Bedeutung für die Planung sind. Sie sind im Hinblick auf die Offshore-Windenergienutzung zudem von besonderer Bedeutung, weil die Seeanlagenverordnung als Versagungsgrund für die Errichtung von WEA im Offshorebereich (SeeAnlVo) des BSH neben der Gefährdung der Meeresumwelt explizit eine mögliche „Gefährdung des Vogelzuges“ nennt. Darunter ist nicht die Gefährdung des Phänomens Vogelzug an sich zu verstehen, sondern eine Gefährdung der ziehenden Populationen (GELLERMANN 2004).

3.2.1 Lebensraumverlust durch Scheuchwirkung

Für einige Seevogelarten werden durch den Bau von Offshore-WEA Lebensraumverluste infolge von Scheuchwirkung durch die Anlagen selbst, aber auch durch den Wartungsverkehr prognostiziert, insbesondere wenn dieser durch bedeutende Rastgebiete führt. In Deutschland handelt es sich bei den betroffenen Arten vor-

wiegend um Rast- und Wintervögel, für welche die Hochsee als längerfristiger Lebensraum dient, die teilweise auch außerhalb geschützter Seegebiete in hohen Populationsanteilen vorkommen (NEHLS 2006, SCHOMERUS et al. 2006). Tab. 6 gibt eine Übersicht über die betreffenden Arten und Bestände. In der Ostsee ist darüber hinaus in manchen Bereichen mit dem Auftreten relevanter Mengen von Eis- und Trauerente zu rechnen. Diese sind zwar in sehr hohen Anteilen im Küstenmeer und in der AWZ in den Meeresschutzgebieten enthalten, aufgrund der sehr hohen Bestände von mehreren hunderttausend Exemplaren kommen aber auch in anderen Bereichen teilweise hohe Anzahlen vor. Vorbelastungen innerhalb des Untersuchungsraums liegen besonders in Form von Störwirkungen durch Berufsschifffahrt und Fischereiverkehr vor. Demzufolge sind das Verschwinden lokaler Vorkommen, Verlagerungen von Populationen, Verdichtungen in wenig gestörten Regionen und nachfolgend möglicherweise eine Abnahme des Gesamtbestands die Szenarien, die es im Monitoring zu betrachten und zu überprüfen gilt.

Tabelle 6: Bestände der See- und Küstenvogelarten mit relevanten Bestandsanteilen in der offenen See und außerhalb ausgewiesener Meeresschutzgebiete (NEHLS 2006). Ein W kennzeichnet Winterbestände, ein F Frühjahrsbestände.

Art (wissensch. Name)	Bestand Nordsee	Bestand Ost- see
Sterntaucher (<i>Gavia stellata</i>)	12600 (W) 9300 (F)	750 (W)
Prachtaucher (<i>Gavia arctica</i>)	1100 (W) 1200 (F)	800 (W)
Eissturmvogel (<i>Fumarus glacialis</i>)	?	
Basstölpel (<i>Sula bassana</i>)	1500 (S)	
Zwergmöwe (<i>Larus minutus</i>)	1800 (W)	50 (N)
Sturmmöwe	58400 (W)	

Art (wissensch. Name)	Bestand Nordsee	Bestand Ostsee
(Larus canus)		
Heringsmöwe (Larus fuscus)	58700 (B) 53500 (N)	
Mantelmöwe (Larus marinus)	25900 (W) 16600 (H)	
Dreizehenmöwe (Rissa tridactyla)	18800 (W) 12300 (B)	
Tordalk (Alca torda)	?	
Trottellumme (Uria aalge)	32800 (W) 6400 (B)	
Gryllteiste (Cepphus grylle)		750 (W)

Beispielhaft sei für die Seetaucher illustriert, wie sich für von der Offshore-Windenergienutzung betroffene Arten ein über das Projektmonitoring hinausgehender Untersuchungsbedarf darstellt, der in einem möglichen SUP-Monitoring zu berücksichtigen wäre. Die beiden Arten Stern- und Prachtttaucher, die im Anhang 1 der Vogelschutzrichtlinie geführt werden, kommen zu hohen Anteilen in den Meeresschutzgebieten vor (> 50%), sind aber aufgrund der verbreiteten Lebensweise ohne deutliche Konzentrationsgebiete, zu relativ hohen Bestandsanteilen vom Ausbau der Windenergienutzung betroffen (DIERSCHKE et al. 2006). Seetaucher waren in einer Reihe von Genehmigungsverfahren für Offshore-Windparks ein zentraler Punkt in der Prüfung der Zulässigkeit. Das BSH hat eine Reihe von Anträgen im Hauptverbreitungsgebiet der Seetaucher genehmigt und ist dabei davon ausgegangen, dass dieses nicht zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Bestände führt. Die Begründung der Genehmigungen des BSH lässt zugleich ei-

ne mögliche Obergrenze erkennen, ab der bei dem derzeitigen Wissenstand über die Meidungsreaktionen dieser Arten die Zahl der betroffenen Seetaucher Höhe keine weiteren Genehmigungen zulassen wird, da dann von einer erheblichen Beeinträchtigung auszugehen wäre. Eine exakte Untersuchung der Reaktionen von Seetauchern auf die Errichtung von Offshore-Windparks und die Ermittlung der Folgen für den Gesamtbestand sind daher von hoher Wichtigkeit sowohl für den Naturschutz als auch für die weitere Entwicklung der Offshore-Windenergienutzung. Das Hauptverbreitungsgebiet der Seetaucher in der deutschen Nordsee umfasst etwa 12.000 km², wobei die Abgrenzung unscharf ist. Im Rahmen projektbezogener Untersuchungen sollen nach STUK jeweils Gebiete von 2000 km² mit Flugzeugzählungen erfasst werden, so dass im Rahmen eines Projektes innerhalb des Seetaucherverbreitungsgebietes etwa 17% der Gesamtfläche erfasst werden würde. Dies ist zweifellos ausreichend, um Meidungsreaktionen und Verlagerungen erkennen zu können. Es muss jedoch bezweifelt werden, dass die projektbezogenen Untersuchungen ausreichen, um durch die Errichtung von Offshore-Windparks verursachte Veränderungen im Gesamtbestand zu erkennen. Da die einzelnen Projekte sehr wahrscheinlich nicht zeitgleich realisiert werden, ist keine synchrone Durchführung der projektbezogenen Untersuchungen zu erwarten. Dies erschwert die Erstellung eines Gesamtbilds beträchtlich, so dass sich hier vermutlich Bedarf für großflächigere Untersuchungen ergibt, wofür das SUP-Monitoring eine geeignete Plattform darstellen kann. Die Verbreitungsgebiete anderer Seevogelarten gehen teilweise weit über die der Seetaucher hinaus, so dass bei den projektbezogenen Untersuchungen geringere Anteile des Gesamtbestands erfasst werden können.

Während Untersuchungen an Einzelprojekten somit gute Erkenntnisse zu generellen Wirkungen vor Ort liefern, ist damit aufgrund des hierfür zu kleinen Betrachtungsraums jedoch keine Ermittlung von Größe und Verteilung von Populationen möglich, wie sie zur Abschätzung der Erheblichkeit von Effekten auf Ebene notwendig ist.

Für die Erfassung von Seevögeln sind Schiffstransektfahrten und Transektbefliegungen die wichtigsten anzuwendenden Methoden. Im Rahmen projektbezogener Untersuchungen sieht das StUK bereits Seevogelerfassungen mit beiden Methoden vor (BSH 2003). Während hierbei die Ermittlung der Auswirkungen einzelner

Planungen wie etwa die Registrierung von relativ kleinräumigen Verteilungsmustern von Vögeln sowie Meidedistanzen im Vordergrund stehen, ist im Rahmen der SUP von Belang, die Rolle der Offshore-Windenergienutzung als grundsätzlicher und großräumig wirkender Faktor für etwaige Populationsveränderungen oder -verlagerungen, auch im Zusammenspiel mit anderen Nutzungsformen des Meeres und natürlichen Fluktuationen zu ermitteln. Im Rahmen der SUP sind voraussichtlich Kompromisse zwischen einem den Planungen angemessenen Aufwand und einer möglichst häufigen Datenerhebung zu treffen.

Die Betrachtung weiterer Faktoren für Anzahl und Verteilung der Vögel als das Vorhandensein oder Fehlen von WEA ist notwendig, um kumulative Effekte darstellen und natürliche von anthropogenen Effekten trennen zu können. AIS-Daten zur Raumnutzung durch den Schiffsverkehr können je nach betrachteter Art wertvolle Zusatzinformationen über die Verteilung weiterer Störquellen sowie anziehend wirkender Faktoren liefern. Einige Rastvögel zeigen ausgeprägte Fluchtreaktionen gegenüber Schiffen (SCHOMERUS et al. 2006), während andere durch Schiffe angezogen werden, insbesondere, wenn es sich um Fischereifahrzeuge handelt, die leicht verfügbare Nahrung in Form von Abfällen bereitstellen. Daher kann die Berücksichtigung der AIS-Daten von Fischereifahrzeugen wichtige Informationen für eine umfassende Bewertung liefern.

In vielen Fällen wird sich die Verteilung von Seevögeln nicht monokausal auf eine anthropogene Nutzungsform des Meeres wie die Nutzung der Windenergie oder den Schiffsverkehr zurückführen lassen. Natürliche Faktoren spielen ebenfalls eine Rolle und müssen für eine Bewertung der Verteilung im Hinblick auf die Wirkung der Windkraftnutzung berücksichtigt werden. Hierzu gehört das gewissen Fluktuationen unterworfenen Auftreten hydrographischer Fronten im Gebiet, an denen sich einige der relevanten Vogelarten konzentrieren (z. B. CAMPHUYSEN, GARTHE 1997; SKOV, PRINS 2001). Eine Berücksichtigung solcher hydrographischer Parameter kann etwa durch Auswertung möglichst zeitnah aufgenommener Satellitenbilder, auf denen hydrografische Fronten sichtbar sind (SKOV, PRINS 2001) und ihre Verschneidung mit den ermittelten Aufenthaltsmustern erfolgen, um Verdrängungseffekte durch die anthropogene Meeresnutzung von natürlichen Bestandsverlagerungen unterscheiden und Fluktuationen erklären zu können. Andere abiotische Faktoren wie z. B. das Relief des Meeresbodens und die entspre-

chenden Wassertiefen, können für das Vorhandensein von Arten ebenfalls entscheidend sein.

Obwohl großräumige Erfassungen der genannten Arten von Schiff oder Flugzeug momentan das wichtigste Instrument zur Ermittlung von Verbreitungsschwerpunkten sowie planungsbedingten Verschiebungen in Abundanz und Verteilung von Seevögeln sind, muss bei der Interpretation bedacht werden, dass es sich bei den Erfassungen um Momentaufnahmen handelt, die nur bei geeigneten Wetterlagen möglich sind, so dass andere, aber nicht unbedingt seltene Umweltbedingungen (z. B. Starkwind, Nebel) nicht berücksichtigt werden können, obwohl diese starken Einfluss auf die Verteilung von Vögeln auf See haben können (z. B. KRÜGER, DIERSCHKE 2006). Als Ausweg bieten sich ergänzend Fallstudien an geeigneten Arten an. Darunter wäre beispielsweise die Telemetrie einer ausreichenden Anzahl von Einzeltieren zu nennen. Die Durchführung solcher Untersuchungen ist im Rahmen von projektbezogenen Untersuchungen kaum möglich. Insbesondere die SUP ist eine geeignete Plattform für solche Untersuchungen von großflächigerem Raumbezug.

Im Rahmen eines SUP-Monitorings ist weiterhin eine vergleichende Betrachtung der Ergebnisse der unterschiedlichen projektbezogenen Untersuchungen empfehlenswert, um die Allgemeingültigkeit der im Rahmen projektbezogener Untersuchungen gewonnenen Aussagen zu planungsbedingten Effekten und ihre Übertragbarkeit auf weitere Planungen überprüfen zu können. In Falle der hier betrachteten Seevögel sind dabei besonders Ergebnisse zu Meidedistanzen bzw. Gewöhnungseffekten sowie Aufenthaltsdauern von Arten im Gebiet von Bedeutung. Für den in der SUP angestrebten großräumigen Ansatz ist allerdings nicht nur die Entwicklung und Durchführung geeigneter Monitoringverfahren von Bedeutung, sondern auch die vergleichende Betrachtung der im Rahmen von projektbezogenen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse. Diese erlaubt ein Überprüfen der Allgemeingültigkeit kleinskalig erhobener Ergebnisse wie z. B. in diesem Fall Ergebnisse zu Meideabständen von Vögeln gegenüber Windenergieanlagen bzw. zu möglichen Gewöhnungseffekten. Um ein Erkennen etwaiger erheblicher Umwelteffekte durch die Installation von Offshore-Windenergieanlagen im durch die Bundesregierung angestrebten Maßstab sind im Falle rastender Seevögel Untersu-

chungen in einem weit größeren räumlichen und zeitlichen Maßstab notwendig als dies allein durch projektbezogenes Monitoring nach StUK gewährleistet ist.

3.2.2 Zugwegveränderungen durch Barrierewirkung

Für viele ziehende Vogelarten werden im Fall großflächig angelegter Offshore-Windparks Verlängerungen der Zugwege durch Barrierewirkung prognostiziert. Dies wird vor allem für größere Arten, insbesondere für Wasservögel wie die Eiderente *Somateria mollissima* vorhergesagt, die über Wasser in geringer Höhen ziehen und deutliche Ausweichreaktionen auf Offshore-Windparks zeigen, wie z. B. die Eiderente *Somateria mollissima* (ZUCCO, MERCK 2004, DESHOLM, KAH-LERT 2005, BLEW et al. 2006).. Auch für die Kurzschnabelgans *Anser brachyrhynchos*, die mit praktisch ihrer kompletten Zugwegpopulation die Deutsche Bucht überfliegt (DIERSCHKE et al. 2004) ist dies anzunehmen. Für viele Arten, die auch in deutlich größeren Höhen ziehen, ist davon auszugehen, dass der Anteil der in Windturbinenhöhe fliegenden Individuen in Abhängigkeit von den Wetterbedingungen stark schwankt und zumindest zeitweise hoch ist. So führen beispielsweise eine geschlossene Wolkendecke, Gegenwind oder schlechte Sicht zu einer starken Verringerung der Zughöhe (BLOKPOEL, BURTON 1975; KRÜGER, GARTHE 2001; GRUBER, NEHLS 2003; OREJAS et al. 2005). Viele Kleinvogelarten durchqueren jedoch die Offshore-Windparks (BLEW et al. 2006), so dass hier keine bedeutende Barrierewirkung zu erwarten ist. Der Effekt der Barrierewirkung misst sich in dem zusätzlichen Flugaufwand für die Vögel und damit an der Dimension der Windparks. Relevante Effekte können insbesondere dann erwartet werden, wenn mehrere Windparks hintereinander umflogen werden müssen (FOX et al. 2006). Die Beobachtung solcher Ausweichreaktionen an Einzelprojekten findet bereits innerhalb der projektbezogenen Untersuchungen nach dem StUK durch Sichtbeobachtungen und Radaruntersuchungen statt und wird im allgemeinen ausreichen, um direkte Effekte zu beschreiben. Sofern die projektbezogenen Untersuchungen Anhaltspunkte für relevante Effekte auf bestimmte Arten zeigen, kann sich jedoch Bedarf für großräumigere Untersuchungen ergeben. Innerhalb der SUP könnten dann durch geeignete Methoden auch auf großräumiger Ebene stattfindende Effekte wie Veränderungen im gesamten Zugweg untersucht werden, z. B. durch Telemetrie ziehender Arten vor und nach dem Bau von WEA.

Ein anderer Ansatz wäre die großräumige Erfassung des Vogelzuges, etwa mit weitreichenden Radargeräten (zur damit verbundenen Problematik s. u.).

3.2.3 Mortalität durch Kollision

Die von der Öffentlichkeit wohl am stärksten registrierte Auswirkung des Baus von Offshore-WEA auf Vögel ist vermutlich die Gefahr von Kollisionen. Zur Beurteilung von Kollisionsereignissen sind vor allem die Größenordnungen der hierdurch verursachten zusätzlichen Mortalität und ihre Folgen für Vogelpopulationen von Interesse. Auch aus dem Ausland, wo im marinen Bereich bereits Windturbinen existieren, fehlen oftmals noch fundierte Kenntnisse über das auf See von Kollisionen betroffene Artenspektrum und ihre Individuenzahlen.

Abgeleitet von den besser bekannten Zusammenhängen an Land wird trotz der bestehenden Unsicherheiten von einigen grundsätzlichen Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich der Kollisionswahrscheinlichkeit ausgegangen: Eine erhöhte Kollisionswahrscheinlichkeit wird insbesondere bei schlechter Sichtbarkeit (Nebel, Sprühregen, dunkle Nächte) der WEA sowie bei Massenzugereignissen und für Arten, die eine geringe Scheu vor den Anlagen zeigen oder davon angezogen werden, angenommen (LANGSTON, PULLAN 2004; HÜPPOP et al. 2006, NEHLS 2006). Von beleuchteten Objekten kann generell eine starke Anziehung auf Nachtzieher ausgehen, die zu Massenkollisionen führt. Dieses Phänomen ist vor allem beim Einsatz von intensiver bzw. stehender Beleuchtung (Leuchttürme, Offshore-Plattformen) bekannt geworden (GAUTHREAU, BELSER 2006; HÜPPOP et al. 2006; MONTEVECCHI 2006). Auf der mit starker stehender Beleuchtung ausgestatteten Forschungsplattform „FINO 1“ im Offshorebereich nördlich von Borkum wurden in 14 Monaten 442 tote Vögel aus 22 Arten gefunden, von denen ca. drei Viertel nachweislich durch Kollisionsereignisse zu Tode kamen. Für die übrigen Individuen ist die Todesursache unbekannt, möglicherweise spielt Erschöpfung durch orientierungslosen Flug im Lichtschein der Plattform die wichtigste Rolle (HÜPPOP et al. 2006). Die angegebene Zahl ist eine Mindestzahl, da nicht bekannt ist, wie viele weitere Kollisionsopfer vor dem Auffinden durch die Untersucher von Möwen gefressen wurden oder direkt ins Meer gefallen sind. Im Vergleich zu Kollisionsopferzahlen an besonders unfallträchtigen terrestrischen Windturbinen (HÖTKER et al. 2004) ist die angegebene Zahl bereits sehr hoch. Unter

den bei HÜPPOP et al. (2006) genannten Kollisionsopfern waren vorrangig Nachtzieher zu finden. Inwiefern die Befeuerung von Offshore-WEA zu grundsätzlich ähnlichen Effekten führen kann, ist momentan noch nicht bekannt (HÜPPOP et al. 2006), beim Einsatz ähnlich intensiver stehender Beleuchtung ist dies jedoch wahrscheinlich. Die Situation, dass Vögel im Offshorebereich durch Licht angelockt und dabei zusätzlich durch die drehenden Rotoren in einen größeren Bereich besonderer Kollisionsgefahr geraten können, ist neu, nicht zwangsläufig mit der Kollisionsgefahr mit feststehenden Strukturen vergleichbar und verdient gerade vor dem Hintergrund der Dimensionen geplanter Windparks besondere Beachtung.

Projektbezogen durchgeführte Untersuchungen zum Kollisionsrisiko von Vögeln mit Offshore-Windenergieanlagen liefern bisher noch unzureichende Daten (s. Kap. 5.10.8.9). Obwohl nach dem StUK gefordert, befindet sich die Erfassung von Kollisionen mit Wärmebildkameras, aber auch mit anderen Techniken, noch in der Entwicklungsphase (z. B. WIGGELINKHUIZEN et al. 2006). Bereits existierende Systeme decken vergleichsweise kleine Bereiche einzelner Anlagen ab, sind bisher meist nur in sehr geringer Zahl für kurze Zeit an einzelnen Turbinen zum Einsatz gekommen und sind auch (noch) recht teuer. Dennoch stellen sie momentan eine der wenigen Methoden dar, um tatsächlich Kollisionsraten zu ermitteln und betroffene Arten zu identifizieren. Ein systematisches Sammeln von Kollisionsopfern wie an terrestrischen Anlagen ist auf See aufgrund methodischer Probleme nicht durchführbar. Aus diesen Gründen ist auch noch nicht geklärt, in wieweit an Land beobachtete Unterschiede zwischen einzelnen Arten hinsichtlich ihrer Sensitivität für Kollisionen auf den Offshorebereich übertragen werden können. Ein Vergleich der vorrangig von Kollisionen mit terrestrischen Windenergieanlagen betroffenen Vogelarten (z. B. HÖTKER et al. 2004; GRÜNKORN et al. 2005) mit solchen, die als Anflugopfer anderer beleuchteter Strukturen auf See auftreten (HÜPPOP et al. 2006), deuten darauf hin, dass Nachtzieher auf See in deutlich stärkerem Maße als an Land von Kollisionen mit Windenergieanlagen betroffen sein könnten. Im Rahmen zukünftiger projektbezogener Untersuchungen wird daher die Entwicklung und Anwendung innovativer Methoden zur Registrierung von Kollisionsereignissen und Identifikation der betroffenen Arten von großer Bedeutung sein. Innerhalb der SUP müssen die Ergebnisse insbesondere solcher Unter-

suchungen aus verschiedenen Einzelprojekten zusammengetragen werden, um realistische Schlüsse auf die Effekte der Planungen zu gestatten.

Der Einsatz aufwändiger Techniken wie z. B. von Zielfolgeradargeräten oder militärischen Wärmebildkameras könnte dringend erforderliche Kenntnisse zu möglichen Lockwirkungen der Befeuerung von WEA liefern. Eine Maßnahme zur erforderlichen Verbesserung der Datenlage könnte die gemeinschaftliche Anschaffung solcher Geräte und ihr Einsatz in verschiedenen Windparks sein. Im Rahmen der SUP könnte eine geeignete Plattform für Vermittlung, Finanzierung und Organisation geschaffen werden.

3.3 Effekte auf Fledermäuse

Auch Fledermäuse treten im Offshorebereich auf. Dabei dürfte es sich ausschließlich um ziehende Tiere handeln. OREJAS et al. (2005) nennen für Helgoland Vorkommen von Zwergfledermaus *Pipistrellus pipistrellus*, Rauhautfledermaus *Pipistrellus nathusii*, Großem Abendsegler *Nyctalus noctua*, Breitflügelfledermaus *Eptesicus serotinus* und Zweifarbfledermaus *Vespertilio murinus*, ein Auftreten der Nordfledermaus *Eptesicus nilssoni* ist wahrscheinlich. Bei Umweltverträglichkeitsstudien im Offshorebereich von Schiffen aus wurden regelmäßig auch Fledermäuse registriert (Walter et al. 2005). Kenntnisse zu Phänologien, Intensität, Flughöhen usw. des Fledermauszuges im Offshorebereich sind bisher äußerst gering (ZUCCO, MERCK 2004; OREJAS et al. 2005). Ähnlich wie für Vögel wird auch für Fledermäuse eine generelle Kollisionsgefahr ziehender und jagender Tiere vermutet. Auf der Basis von Untersuchungen an Land werden z. T. von Turbinengeräuschen oder auch den Strukturen an sich ausgehende Lockwirkungen auf Fledermäuse vermutet (HÖTKER et al. 2004). Dies hätte eine Erhöhung des Kollisionsrisikos zur Folge, könnte auf See aber auch zudem eine Erhöhung der Mortalität durch Erschöpfung verursachen. Da Fledermäuse trotz ihrer Kleinheit recht langlebige Tiere mit nachgewiesenen Höchstaltern von mehr als 20 Jahren sind, ist zu vermuten, dass ihre Populationen auf eine Erhöhung der Mortalität verhältnismäßig empfindlich reagieren. Innerhalb der SUP sollten die bei projektbezogenen Untersuchungen gesammelten Erkenntnisse gesammelt und gebündelt betrachtet werden, da die Kenntnisse über das Auftreten von Fledermäusen auf See, wie bereits oben dargelegt, bisher gering sind.

3.4 Effekte auf Schweinswale

Der Schweinswal *Phocoena phocoena* verdient laut Anhang 2 und 4 der FFH-Richtlinie in Nord- und Ostsee einen besonderen Schutz und ist zudem nach dem Bonner Übereinkommen zur Erhaltung der wandernden wildlebenden Tierarten von besonderem Interesse. Mehrere Einflüsse durch WEA auf Schweinswale werden prognostiziert:

3.4.1 Physiologische Schädigungen und Störungen in der Bauphase

Durch starke lokale Lärmentwicklung beim Einbringen der Fundamente der WEA in den Meeresboden wird im Nahbereich bis in eine Entfernung von etwa 1,8 km von der Schallquelle eine Schädigung des Gehörapparates von Schweinswalen befürchtet (RICHARDSON et al. 1995; THOMSEN et al. 2006). Zur Abhilfe wurden verschiedentlich unmittelbar vor Rammarbeiten Warnsignale durch sogenannte Pinger ausgesandt, um den Tieren eine Flucht aus dem direkten Schädigungsbereich vor den eigentlichen Rammarbeiten zu ermöglichen. Maßnahmen zur Verminderung des Schalleintrages sind derzeit in Entwicklung. Mit Verhaltensreaktionen von Schweinswalen während der Rammarbeiten ist in einem Umkreis von bis zu 20 Kilometern zu rechnen (TOUGAARD et al. 2005; THOMSEN et al. 2006). Von besonderer Bedeutung ist hierbei, dass aufgrund der Vielzahl der Antragsteller, der zeitlich versetzt erteilten Genehmigungen und der ehrgeizigen Dimensionen der geplanten Offshore-Windparks mit einer insgesamt langen Bauphase zu rechnen ist. Obwohl das Einbringen eines einzelnen Piles in den Meeresboden mit entsprechendem Schalleintrag eine Dauer von lediglich ca. 1-2 Stunden in Anspruch nimmt, wird sich angesichts der hohen geplanten Turbinenzahl eine Beeinträchtigung der Meeresumwelt durch Schalleintrag über eine beträchtliche Dauer erstrecken, sofern nicht Fundamente verwendet werden, die kein Einbringen von Piles erforderlich machen (z. B. Schwerkraftfundamente). Die Dokumentation von Verhaltensreaktionen der Tiere, Dauer und räumliche Ausdehnung von Störwirkungen sowie der Effektivität von Schallminderungsmaßnahmen wird in erster Linie Gegenstand der projektbezogenen Untersuchung sein. Ergebnisse der ver-

schiedenen Untersuchungen sollten in der SUP zusammengetragen werden, um einen hinreichenden Überblick über die Eingriffsfolgen zu gestatten.

3.4.2 Lebensraumverlust und Verhaltensstörungen durch Lärmeintrag im Betrieb

Durch den kontinuierlichen Schalleintrag in die Wassersäule durch im Betrieb befindliche Windturbinen, möglicherweise aber auch durch magnetische Felder, wird von manchen Autoren eine mögliche Vergrämung von Schweinswalen aus dem Gebiet und eine Barrierewirkung von Windparks auf den Wanderungen der Wale prognostiziert (SCHEIDAT et al. 2003; TOUGAARD et al. 2005). Zudem könnten Betriebsgeräusche die innerartliche Kommunikation sowie den hauptsächlich akustisch erfolgenden Nahrungserwerb beeinträchtigen. Dem stehen Überlegungen gegenüber, dass infolge einer erhöhte Dichte von Beutefischen durch Riff-Effekte (BENKE et al. 1998; WILHELMSSON et al. 2006) Windparks verstärkt von Schweinswalen aufgesucht werden könnten. Beide Hypothesen werden derzeit an mehreren Windparks in Dänemark getestet.

Innerhalb projektbezogener Untersuchungen ist bereits eine Ermittlung der Flächennutzung durch Schweinswale in relativ kleinräumigem Maßstab vorgesehen. Falls aktuelle Untersuchungsergebnisse Hinweise auf deutliche Meidungsreaktionen geben, besteht Bedarf, die Auswirkungen der Offshore-Windenergienutzung auf Populationsebene in zeitlich und räumlich größeren Skalen innerhalb des SUP-Monitorings zu untersuchen. Zusätzlicher Untersuchungsbedarf für ein SUP-Monitoring kann sich auch dann ergeben, wenn kumulative Effekte mehrerer gleichzeitig realisierter Projekte, etwa durch überlagernde Wirkradien von Bautätigkeiten, zu Ausweichreaktionen führen, die durch projektbezogenes Monitoring nicht ausreichend erfasst werden. Gleiches gilt, wenn die Meidung eines Gebietes länger anhält, als es durch das projektbezogene Monitoring erfasst wird (wie es beispielsweise für den Windpark Nysted der Fall zu sein scheint) und wenn weitere Bautätigkeiten hinzukommen. Wie für andere Schutzgüter auch gilt es hier abzuschätzen, ob die kumulative Wirkung mehrerer Windparks ausreichend durch die einzelnen projektbezogenen Untersuchungen erfasst werden können, oder zusätzliche großräumigere und ggfs. länger dauernde Untersuchungen im Rahmen eines SUP-Monitorings durchzuführen sind.

3.5 Effekte auf Seehunde und andere Robben

Für Seehunde *Phoca vitulina* und andere Robben werden grundsätzlich ähnliche Effekte wie für Schweinswale vermutet. Eine mögliche Schädigung des Gehörapparates bei Rammarbeiten wird bis in eine Entfernung von 400 m um die Schallquelle prognostiziert (THOMSEN et al. 2006). Obwohl sich die Ruhe- und Wurfplätze vorwiegend küstennah auf Sandbänken befinden, findet der Nahrungserwerb nach neueren Erkenntnissen vor allem im Offshorebereich statt (ADELUNG et al. 2004), wo akustische und optische Störwirkungen durch Windturbinen denkbar sind. Auf der anderen Seite ist jedoch auch eine Anziehung durch eine möglicherweise durch Riff-Effekte erhöhte Dichte an Nahrungsfischen denkbar.

Sofern erste projektbezogene Untersuchungen relevante Auswirkungen auf Robben zeigen, wären zur Bewertung möglicher großräumiger Effekte in der SUP wiederum auch die Vorkommen von Robben im gesamten Plangebiet zu dokumentieren, da nur so langfristige Störwirkungen festgestellt werden können.

3.6 Effekte auf Fische

Während der Rammarbeiten bei der Installation der Fundamente werden im Nahbereich physiologische Schädigungen des Gehörapparates oder innerer Organe von Fischen mit evtl. letalen Folgen durch explosionsartige Geräusche prognostiziert (z. B. WAHLBERG, WESTERBERG 2005). Wahrnehmbar sind Rammgeräusche für gut hörende Fischarten wie Dorsch *Gadus morhua* und Hering *Clupea harengus* bis in eine Entfernung von 80 km. Inwiefern sie Verhaltensänderungen hervorrufen, ist so gut wie unbekannt (THOMSEN et al. 2006). Weiterhin kann es bei den Bauarbeiten durch Aufwirbelung von Sedimenten möglicherweise zur Schädigung von Laich oder Larven kommen (Umweltbericht des BSH 2005). Diese Auswirkungen beziehen sich jedoch auf die kurze und einmalige Situation der Bauarbeiten. Von den Windturbinen während der Betriebsphase ausgehende Geräusche können von Fischen je nach Art vermutlich bis in eine Entfernung von 25 km wahrgenommen werden (WAHLBERG, WESTERBERG 2005). Eine physiologische Schädigung durch die Betriebsgeräusche ist jedoch nicht zu erwarten, Aussagen zu Auswirkungen auf Kommunikation und Verhalten sind derzeit jedoch noch mit Wissensunsicherheiten behaftet (WAHLBERG, WESTERBERG 2005).

Eine Vertreibung von Fischen durch Turbinengeräusche wird von WAHLBERG, WESTERBERG (2005) in einem Umkreis bis ungefähr 4 m bei hohen Windgeschwindigkeiten vermutet. Der grundsätzliche Lärmeintrag im Betrieb hängt jedoch auch stark von der Größe der Turbinen ab und nimmt mit steigender Turbinengröße zu (THOMSEN et al. 2006). An weiteren Effekten von Windparks auf die Fischfauna ist eine Erhöhung von Abundanz, Artenzahl und Alter von Fischen durch Riff-Effekte und „neue“ Habitate sowie Schutzwirkungen durch voraussichtlich starke Verringerung des Fischereidrucks in den Windparkflächen zu erwarten (GELL, ROBERTS 2003; NEIGEL 2003; WILHELMSSON et al. 2006). Die meisten der genannten Effekte werden bereits innerhalb von projektbezogenen Untersuchungen abgedeckt. Allerdings fordert das StUK des BSH (2003) ein entsprechendes Monitoring lediglich bis 5 Jahre nach dem Bau. Innerhalb dieser Frist ist nach vorliegenden Kenntnissen jedoch vielfach noch kein Gleichgewichtszustand in den Lebensgemeinschaften an den neuen Strukturen und ihrem Umfeld zu erwarten (LEONHARD, PEDERSEN 2004; RUSS et al. 2005) und damit noch keine abschließende Bewertung der Eingriffsfolgen möglich. Aufgabe der SUP kann es daher sein, die Untersuchungen in geeigneten zeitlichen Intervallen weiter fortzuführen, bzw. andere Monitoringvorhaben auf mögliche anhaltende Wirkungen auszuwerten.

3.7 Effekte auf benthische Lebensgemeinschaften

Durch die Errichtung von WEA auf See finden eine Versiegelung des Meeresbodens im Bereich der Fundamente und eine Veränderung in den Sedimenteigenschaften in ihrem unmittelbaren Umfeld statt. Dabei geht Siedlungsraum für die an die ursprünglich vorhandene Bodenstruktur angepasste Fauna und Flora verloren (AWI 2005). Andererseits bieten die Fundamente selbst Siedlungsraum für Hartsubstratbewohner und mit ihnen assoziierte Arten. Dazu zählen u. a. opportunistische Räuber, die auch in Wechselwirkung mit Sedimentbewohnern der umliegenden Flächen treten (AWI 2005, IOW 2005). Bedeutsam erscheint vor allem der starke Aufwuchs mit Miesmuscheln an den Gründungsstrukturen der Windenergieanlagen. Die Biomasse der Miesmuscheln erreicht hier Werte, die mit bis zu 60 kg/m² produktive Muschelbänke des Wattenmeeres übertrifft (LEONHARD et al. 2006). Durch voraussichtlich starke Einschränkung des Fischereidrucks innerhalb

von Windparks insbesondere durch in den Boden eindringendes Fischereigerät (z. B. Baumkurren mit Scheuchketten) wird der verbleibende Boden deutlich weniger gestört, so dass hier mit einer Zunahme von Abundanz, Alter und Strukturvielfalt von Benthosorganismen zu rechnen ist (GELL, ROBERTS 2003a). Insbesondere eine Zunahme dünnschaliger epibenthischer Arten ist anzunehmen. Durch Veränderungen in den Sedimenteigenschaften und Erwärmung des Meeresbodens im Bereich der Stromkabel werden auf kleinskaliger Ebene Änderungen in der lokalen Benthoszusammensetzung erwartet. Im Rahmen des Monitorings einzelner Projekte werden die genannten Effekte bereits durch eine Reihe unterschiedlicher Methoden untersucht. Besonders hier gilt jedoch – wie bereits im Zusammenhang mit der Fischfauna erwähnt – dass mit einem Gleichgewichtszustand erst nach Abschluss der nach StUK geforderten Untersuchungszeit von 5 Jahren zu rechnen ist (LEONHARD, PEDERSEN 2004; RUSS et al. 2005). Viele Benthosorganismen erreichen ein hohes Lebensalter und bieten ihrerseits wieder Substrat für viele Lebensformen. Um eine Beurteilung der langfristigen Effekte der WEA auf benthische Lebensgemeinschaften und die beeinflusste Fläche zu erlauben, sollte innerhalb eines SUP-Monitorings in angemessenen zeitlichen Intervallen ein Weiterführen eines Teils der im Projektmonitoring durchgeführten Untersuchungen sowie eine zusammenfassende Betrachtung projektbezogener Ergebnisse erfolgen.

3.8 Methoden zur Erfassung biologischer Schutzgüter

Die in der Umweltüberwachung benutzten Methoden müssen geeignet sein, die o. g. Effekte der Installation von Offshore-Windparks auf biologische Schutzgüter mit hinreichender Sicherheit zu erkennen, zu quantifizieren und ihre Erheblichkeit zu beurteilen. Hierzu zählt auch die Registrierung räumlicher und zeitlicher Verschiebungen im Vorkommen sowie Bestandsveränderungen biologischer Schutzgüter. Nur so können Veränderungen (z.B. in der Abundanz oder der Verbreitung von Arten) erkannt, im Rahmen der weiteren Raumordnung berücksichtigt und gegebenenfalls Vermeidungs-, Verminderungs- und Ausgleichsmaßnahmen veranlasst werden. Nicht alle Methoden eignen sich gleich gut für ein großräumiges Monitoring, wie es für die Durchführung einer SUP in der AWZ notwendig ist. Die Methoden unterscheiden sich u.a. in den Kosten, dem Zeitaufwand, dem möglichen Detailgrad der erhobenen Daten, der Handhabbarkeit und etwa der Möglichkeit von

Dichte- und damit Bestandsermittlungen. Tabelle 7 zeigt beispielhaft die zur Erfassung von Vögeln und Meeressäugern bewährten sowie neu entwickelte Methoden auf. Besonders die flächig einsetzbaren Methoden werden voraussichtlich für das SUP-Monitoring eine hohe Bedeutung haben. Im Folgenden sollen diese Methoden mit ihren Vor- und Nachteilen kurz vorgestellt werden. Eine Auswahl für das SUP-Monitoring muss dann in Abhängigkeit von den noch zu erarbeitenden Anforderungen getroffen werden.

Tabelle 7: Auswahl von Erfassungsmethoden für Vögel und Meeressäuger.

Methode	Untersuchter Parameter	Vorteile	Nachteile	Literatur
<i>Flugzeugtransektzählungen</i>	Abundanz und Verbreitung von Seevögeln und Meeressäugern	Große Flächenabdeckung in relativ kurzer Zeit Einsetzbar in schwer erreichbaren Gebieten Empfehlenswert bei störungsempfindlichen Arten (Meeresenten, Seetauchern)	Artbestimmung schwierig Begrenzte Informationen über Verhalten möglich Kein direkter Vergleich mit Schiffszählungen möglich Nur bei geringem „sea state“ einsetzbar	CAMPHUYSEN et al. (2004), THOMSEN et al. (2004), DIEDERICHS et al. (2002), GARTHE et al. (2002), HAMMOND et al. (2002)
<i>Schiffstransektzählungen</i>	Abundanz und Verbreitung von Seevögeln und Meeressäugern	Artbestimmung, Verhaltensbeobachtungen möglich Gleichzeitige Erhebung weiterer Umweltparameter möglich	Geringere Flächenabdeckung/ Zeiteinheit als bei Flugzeugzählungen Kein direkter Vergleich mit Flugzeugzählungen möglich Nur bis ca. 5 Beaufort Windstärke möglich	CAMPHUYSEN et al. (2004), GARTHE et al. (2004), HAMMOND et al. (2002)
<i>Schiffsradar vertikal</i>	Vertikale Ausweichbewegungen von Vögeln,	Detaillierte Erfassung des Vogelzuggeschehens auch nachts möglich	Nicht bei schlechtem Wetter einsetzbar (Bildstörungen)	GRUBER, NEHLS (2003), DESHOLM et al. (2005)

	Flugrichtung, Flughöhe		Niedrige Flughöhen (<50m) nicht erfassbar Keine Artbestimmung möglich	
<i>Schiffsradar horizontal</i>	Horizontale Ausweichbewegungen, Flugrichtung	Detaillierte Erfassung des Vogelzuggeschehens auch nachts möglich	Nicht bei schlechtem Wetter einsetzbar (Bildstörungen) Nicht bei Wellengang einsetzbar Keine Artbestimmung möglich	GRUBER, NEHLS (2003), DESHOLM et al. (2005)
<i>Sicht-erfassungen</i>	Verteilung und Flugbewegungen von Rast- und Zugvögeln	Arterkennung möglich Detaillierte zeitliche und räumliche Aussagen zu Verhalten und Verteilung möglich	Hoher Arbeitsaufwand Nur tagsüber und unter guten Witterungsbedingungen	u.a. CHRISTENSEN, HOUNISEN (2004)
<i>Akustisches System</i>	Vogelkollisionen	Automatische, kontinuierliche Registrierung	Noch keine Erfahrungen aus dem Offshorebereich	WIGGELINKHUIZEN et al. (2006)
<i>Wärmebildkamera</i>	Vogelkollisionen	Automatische, kontinuierliche Registrierung	Derzeit noch kostenintensiv Kleiner Erfassungsbereich Wenig Erfahrung im Offshorebereich	DESHOLM et al. (2005), NERRI (2003)
<i>PODs</i>	Vorkommen von Schweinswalen, Saisonalität	Relativ unabhängig von Seegangsbedingungen Geeignet für Langzeitdaten aus einem Ge-	Hohes Verlustrisiko durch Wettereinflüsse, Fischereiaktivitäten oder Vandalismus Reichweite we-	THOMSEN, PIPER (2004)

		biet Untersuchun- gen auch nachts möglich	nige 100m	
<i>Schleppdetek- tor</i>	Vorkommen von Schweins- walen, Saisonalität	Vergleich mit Schiffszählun- gen möglich	Derzeit noch in Erprobung Geringe Reich- weite	THOMSEN, PIPER (2004), LUDWIG et al. (2004)

3.8.1 Zählung von Rastvögeln entlang von Transekten mit Schiff und Flugzeug

Zur Beurteilung der Auswirkungen von Offshore-Windparks auf Abundanz und Verteilung von Rastvögeln im Offshorebereich von Nord- und Ostsee sind großflächige Bestandserfassungen notwendig. Aufgrund der jahreszeitlich unterschiedlichen Verteilung der Vögel sind diese ganzjährig durchzuführen. Verbreitung und Abundanz von Rastvögeln auf See können vom Schiff sowie vom Kleinflugzeug aus erfasst werden. Sowohl bei der Schiffs- als auch bei der Flugzeu-gerfassung wird das zu untersuchende Gebiet mit einer ausreichenden Anzahl von Transektlinien festgelegter Breite abgedeckt, die abgefahren bzw. abgeflogen werden. Von den Transektlinien aus werden die Vögel nach standardisierten Methoden gezählt. Genauere Beschreibungen der verwendeten Methoden und der dabei erfassten Parameter liefern z. B. DIEDERICHS et al. (2002), GARTHE et al. (2002) sowie CAMPHUYSEN et al. (2004).

CAMPHUYSEN et al. (2004) bewerten in ihrem Bericht die existierenden Erfassungsmethoden und geben detaillierte Empfehlungen für standardisierte Seevogelerfassungen mit Schiff oder Flugzeug. Beide Herangehensweisen eignen sich, um generelle Aussagen über die Verbreitung von Seevogelarten zu treffen, unterscheiden sich jedoch im möglichen Detail- und Flächenabdeckungsgrad.

Im Hinblick auf die abdeckbare Fläche pro Zeiteinheit sind Flugzeugzählungen kostengünstiger und effektiver, da große Flächen in kurzer Zeit abgesucht werden können. Gerade zum Erkennen großräumiger Verteilungsmuster im Rahmen der SUP sind Flugzeugzählungen daher eine geeignete Methode (DIEDERICHS et al.

2002). Gleichzeitig bringt die Vogelerfassung vom Flugzeug aus jedoch einige erhebliche Probleme mit sich: So können eine Reihe von Arten vom Flugzeug aus nicht sicher unterschieden werden, darunter einige, die durch ihren besonderen Schutzstatus hohe Bedeutung für die Beurteilung von Gebieten haben. Dies macht einen besonders kritischen Umgang mit den Daten bei der Darstellung auf Artebene erforderlich. Zudem können Zählflüge nur bei schwachem Wind (bis ca. 3 Beaufort) durchgeführt werden (DIEDERICHS et al. 2002; GARTHE et al. 2004) und eine Berechnung absoluter Vogeldichten an Hand von Flugzeugdaten zur Ermittlung von Bestandszahlen ist bislang kaum erprobt. Ein Methodenstandard für die Auswertung, wie bei Schiffszählungen gegeben, fehlt. Durch die insgesamt kürzere Erfassungsdauer kann der Charakter der Erfassung als Momentaufnahme stärker zu Tage treten als bei Schiffserfassung, so dass sich punktuell auftretende Ereignisse wie z. B. starke Zugtage bestimmter Arten, stärker in den Daten niederschlagen könnten (GARTHE et al. 2004). Die Flughöhe des eingesetzten Flugzeuges muss niedrig genug sein, um eine hinreichend sichere Bestimmung schwimmender Vögel zu erlauben. Dies bringt aber mit sich, dass über Flughöhe fliegende Vögel, insbesondere Zugvögel oder Ausschau haltende Möwen, vom Flugzeug aus nicht erfasst werden können.

Die Vorteile von schiffsgestützten Untersuchungen liegen im deutlich höheren Detailgrad. Eine sichere Unterscheidung ähnlicher Arten ist in einigen Fällen nur vom Schiff aus möglich (z.B. bei der Bestimmung der See- und Lappentaucherarten). Die Berechnung von absoluten Vogeldichten, wie sie für eine Bewertung der Individuenzahlen in einem Gebiet für den Gesamtbestand erforderlich ist, ist auf der Basis von Schiffsdaten im Vergleich zu Flugzeugdaten besser erprobt (DIEDERICHS et al. 2002; GARTHE 2003), für Flugzeugzählungen fehlt ein Standard für die Berechnung von Beständen. Des weiteren erlaubt die langsamere Schiffsfahrt eine simultane Erhebung weiterer Umweltparameter sowie detaillierte Beobachtungen der Vögel, z.B. zu Verhalten und kurzfristigen Veränderungen in ihrer Verbreitung. Obwohl auch die Schiffstransekterfassung relativ gute Wetterbedingungen voraussetzt und die Entdeckbarkeit einiger Artengruppen bei zunehmendem Wellengang deutlich sinkt (GARTHE et al. 2004), ist sie immerhin bis zu einer Windstärke von ca. 5 Beaufort möglich. Nachteile von Schiffsfahrten liegen vor allem im höheren Zeit- und Personalaufwand. Zur Erfassung von Rastvögeln im

Offshorebereich sollte eine Kombination von Flugzeug- und Schiffserfassungen durchgeführt werden. Diese erlaubt auch eine Kalibrierung der mit beiden Methoden erhobenen Daten.

Ein methodisches, derzeit nicht zu lösendes Problem ist, dass der Kartieraufwand bei Flugzeug- wie Schiffserfassungen über das Jahr hinweg durch die in beiden Fällen gegebene Abhängigkeit von günstigen Wetterlagen häufig nicht konstant gehalten werden kann. Insgesamt liegen daher z. B. von projektbezogenen Untersuchungen meistens deutlich weniger Daten aus den häufig stürmischen Herbst- und Wintermonaten vor, da die für Erfassungsfahrten und -flüge zur Verfügung stehenden Zeitfenster oft nur kurz sind. Entsprechend fehlen Daten aus den übrigen, für Erfassungen ungünstigen Perioden, obwohl diese durchaus längere Zeiträume umfassen können und Einflüsse ‚schlechter‘ Wetterlagen auf die Verteilung von Vögeln auf See belegt sind (KRÜGER, GARTHE 2002; KRÜGER, DIERSCHKE 2006).

3.8.2 Standardisierte Sichtbeobachtung fliegender Vögel vom Schiff aus

Zur Erfassung von Artenspektrum, Zugrouten, Flugrichtung und -höhe sowie räumlichen und zeitlichen Veränderungen in der Verbreitung von Vögeln eignen sich Sichtbeobachtungen nach standardisierten Methoden (zur genaueren Beschreibung der Methodik und der dabei registrierten Parameter siehe z. B. HÜPPOP et al. (2002) und GARTHE et al. (2002)). Sichtbeobachtungen finden in der Regel an festgelegten Positionen vom ankernden Schiff aus statt und setzen, ebenso wie die Erfassung von Rastvögeln, hinreichend ruhige Wetterverhältnisse voraus. Eine Beobachtung von feststehenden Plattformen aus ist daher, wo möglich, zu empfehlen, um auch bei stärkerem Wind noch Daten erheben zu können. Dass das eingesetzte Personal eine ausreichende Artenkenntnis besitzen muss, versteht sich von selbst. Sichtbeobachtungen haben einen hohen Detailgrad. Reaktionen fliegender Vögel auf Windparks können direkt erkannt und auch sonstiges Verhalten der Vögel registriert werden. Ein grundsätzliches Problem bei Untersuchungen ziehender Vögel ist die Tatsache, dass der Zug in den meisten Fällen in Schüben erfolgt, die nicht nur von den örtlichen Wetterbedingungen, sondern auch denen im Herkunftsgebiet abhängen. Dies macht eine ausreichende

Erfassungshäufigkeit notwendig, um bestimmte Arten nicht zu verpassen. Schwierig zu erfassen sind Arten, bei denen sich der überwiegende Anteil des Zuges einer Saison innerhalb einzelner Tage abspielt wie z. B. bei der Kurzschnabelgans (DIERSCHKE et al. 2004). Nachteilig beim Einsatz von Sichtbeobachtungen ist grundsätzlich die Abhängigkeit von guten Sichtbedingungen bzw. Tageslicht. Erfahrungen mit optischen Hilfsmitteln wie z. B. Nachtsichtgeräten liegen so gut wie nicht vor. Viele Vogelarten ziehen fast ausschließlich nachts und machen quantitativ mehr als die Hälfte der insgesamt ziehenden Individuen aus (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004). Gerade unter schlechten Sichtbedingungen wie z. B. bei Nebel bzw. bei Dunkelheit wird aber für die meisten Arten von einem erhöhten Kollisionsrisiko ausgegangen (LANGSTON, PULLAN 2004). Sichtbeobachtungen liefern in der Regel nur Informationen über ein relativ kleines Gebiet, und die Erfassbarkeit von Vögeln nimmt mit zunehmender Entfernung vom Beobachter schnell ab. In der Regel werden bei den üblichen Erfassungen keine genauen Entfernungs- und Höhenmessungen, sondern lediglich grobe Schätzungen und Einteilung in Klassen vorgenommen. Gerade auf See sind Flughöhen und Entfernungen von Vögeln zum Beobachter relativ schwer zu schätzen.

3.8.3 Standardisierte Sichtbeobachtung fliegender Vögel von Land aus („Seawatching“)

Beim sogenannten Seawatching werden von Küstenlinien, Inseln oder Plattformen aus nach einem standardisierten Schema mit einem Spektiv alle Vögel erfasst, die bis in eine Entfernung von 5 km vorbeiziehen. Für eine genauere Methodenbeschreibung siehe z. B. HÜPPOP et al. (2002) oder DIERSCHKE et al. (2005). Verglichen mit der Vogelerfassung von Schiff oder Flugzeug aus ist die Methode aufgrund der minimalen notwendigen Infrastruktur sehr viel preisgünstiger. Sie ist unabhängiger von Wetterbedingungen und erlaubt bei ebenfalls genauer Artbestimmung und hohem Detailgrad eine häufigere und regelmäßige Datenerhebung, auch unter Wetterbedingungen, bei denen sich der Einsatz eines Kleinflugzeugs oder eines Schiffes üblicher Bauart verbietet. Dadurch lässt sich auch der generelle Einfluss von Wetterereignissen auf das Zuggeschehen besser beschreiben (KRÜGER, GARTHE 2002). Nachteilig ist, dass die eigentlichen Planungsgebiete aufgrund ihrer küsten- und inselfernen Lage mit dieser Methode in den meis-

ten Fällen nicht abgedeckt werden können und ein räumlicher Bezug bei der Erfassung ziehender Vögel in den meisten Fällen nicht herstellbar ist.

3.8.4 Erfassung fliegender Vögel mit Radargeräten

Der Einsatz von Schiffsradargeräten hat sich als eine praktikable und vergleichsweise kostengünstige Methode herausgestellt, um das Zug- bzw. Fluggeschehen sowohl an Land als auch auf See rund um die Uhr zu untersuchen, insbesondere auch bei Nacht oder Nebel (PETTERSON, STALIN 2002). Methodische Beschreibungen finden sich z. B. in GRUBER, NEHLS (2003) und DESHOLM et al. (2005). Dabei werden in der Regel zwei Radargeräte verwendet, von denen eines in vertikaler und das andere in horizontaler Position betrieben wird. Vereinfacht gesagt, erlaubt der Betrieb des Vertikalradars vor allem die Erhebung von Daten zur Höhenverteilung von Vögeln im Raum, während mit dem horizontal betriebenen Gerät Aussagen zu Flugrichtungen getroffen werden können. Die Höhenverteilung der erfassten Echos kann z. B. Informationen zum grundsätzlich vorhandenen Risikopotenzial gegenüber Kollisionen geben und etwaige Änderungen in der Flughöhe bei der Überwindung von Windparks anzeigen. Zur direkten Beobachtung von Kollisionen und zur Ermittlung von Kollisionsraten eignet sich das Radargerät jedoch nicht. In der Horizontalen registrierte Bewegungen von Vögeln erlauben u. a. ein Erkennen von Ausweichreaktionen. In beiden Positionen sind in den entsprechenden räumlichen Ebenen räumliche und zeitliche Unterschiede bzw. Veränderungen in der Intensität des Zuges erfassbar. Die festgestellten Entfernungen und Flughöhen der registrierten Echos sind absolut messbar und unterliegen keinen Schätzfehlern. Problematisch ist beim Einsatz des Vertikalradars, dass die Erfassung von Vögeln in den untersten ca. 50 Metern kaum und direkt über der Wasseroberfläche gar nicht möglich ist, da in diesem Höhenbereich Störungen durch die schwankenden Bewegungen des Schiffes sowie durch die Wellen selbst auftreten („sea clutter“). Die Darstellung solcher Störungen auf dem Radarschirm kann zwar durch Herabsetzen der Empfindlichkeit des Gerätes reduziert werden, gleichzeitig sinkt aber auch die grundsätzliche Detektierbarkeit von Vögeln, insbesondere, wenn es sich um kleine Arten handelt. Niedrig fliegende Vögel machen auf See einen bedeutsamen Anteil aus. Einige Artengruppen bewegen sich über Wasser fast ausschließlich in geringen Höhen und werden daher mit dem Radar-

gerät unzureichend erfasst (z. B. BLEW et al. 2006). Bei Regen kann keine Vogelerfassung stattfinden. Im Horizontalbetrieb ist das Radargerät noch wesentlich anfälliger gegenüber Schiffsbewegungen und Wellengang, so dass bereits bei geringem Wellengang durch zu starke Störechos keine Erfassung mehr möglich ist. Durch Installation des Radargerätes auf einer festen Plattform statt auf einem (schwankenden) Schiff können die durch Eigenbewegung entstehenden Probleme mit Störsignalen reduziert werden.

Sowohl bei Vertikal- wie auch Horizontalbetrieb besteht die Problematik, dass in bereits bestehenden Windparks zusätzliche Störechos durch eine Abbildung der WEA entstehen, hinter denen außerdem möglicherweise Abschattungseffekte bei der Erfassung von Vögeln auftreten, so dass die relative Anzahl von Vögeln im Windpark unterschätzt werden könnte. Zudem ist die Wahrscheinlichkeit für einen Vogel, als Echo durch das Radargerät dargestellt zu werden, auch von seiner (durch die Flugrichtung bedingten) Körperhaltung relativ zum Gerät abhängig (GRUBER, NEHLS 2003; POOT et al. 2006). Theoretisch können solche Effekte nicht gegebene Verteilungsmuster vortäuschen und müssen bei der Interpretation von Ergebnissen berücksichtigt sowie die Probleme an sich experimentell näher betrachtet werden. Insgesamt können mit Schiffs-Radargeräten nur relativ kleine Bereiche (Umkreis von 1,5 Nautischen Meilen) abgedeckt werden.

Beim Einsatz von Radargeräten ist es bislang nicht möglich, von der Anzahl registrierter Echos auf die absolute Anzahl pro Zeiteinheit ziehender Vögel zu schließen, zur Erfassung relativer Zugintensitäten sind Radargeräte aber gut geeignet. Radaruntersuchungen mit den erwähnten Geräten haben den grundsätzlichen Nachteil, dass keine Artbestimmung statt finden kann. Zudem stellen Radargeräte auch andere fliegende Objekte wie Insekten und Staubpartikel oder sogar Luftschichten unterschiedlicher Temperatur dar (BRUDERER 1997; HARMATA et al. 1999). Eine hinreichend sichere Abgrenzung solcher Signale von Vogelsignalen setzt eine gewisse Erfahrung und einen Abgleich mit Sichtbeobachtungen voraus. Ziehende Fledermäuse dürften von Vögeln auf dem Radarbild eines Schiffsradars nicht unterscheidbar sein.

Aus diesen Gründen sowie durch die oben erwähnte, unzureichende Erfassung niedrig fliegender Vögel sind zur Erfassung fliegender Vögel Radarerfassungen mit Sichtbeobachtungen nach standardisierten Methoden zu kombinieren. Für die

Bewertung möglicher Auswirkungen von Offshore-Windparks auf fliegende Vögel sind Sichtbeobachtungen unerlässlich (CHRISTENSEN, HOUNISEN 2004).

Das bisher Gesagte bezieht sich auf Schiffsradargeräte, die mit einem rotierenden Radarstrahl arbeiten. Zum Teil werden auch fest stehende Radargeräte verwendet. Diese können helfen, neben der Registrierung von Höhe und Anzahl von Echos eine gewisse automatisierbare Gruppenzuordnung an Hand registrierter Flügelschlagfrequenzen vorzunehmen (BRUDERER 1997).

Eine Auswertung von Signalen, die durch militärische Radargeräte zur Überwachung des nationalen Luftraums registriert wurden, erlauben Aussagen über Flugbewegungen auf einer wesentlich größeren räumlichen Skala (zwei- bis dreistellige Kilometerentfernungen, JELLMANN 1977; JELLMANN, VAUK 1978; KNUST et al. 2003), was im Hinblick auf die Dimensionen eines in der SUP zu betrachtenden Raumes grundsätzlich vorteilhaft ist. Problematisch ist, dass solche Radargeräte infolge der Erdkrümmung in größerer Entfernung allerdings nur noch höhere Luftschichten abdecken (BUURMA 1995), so dass zum Teil kaum Informationen über die für WEA relevanten Höhen vorliegen. Des Weiteren wurden zu unterschiedlichen Zeitabschnitten Filter verwendet, über die aus Gründen militärischer Geheimhaltung keine Informationen erhältlich sind. Daher sind Aussagen zur quantitativen zeitlichen, aber wahrscheinlich auch räumlichen Verteilung des Vogelzuges mit hoher Unsicherheit behaftet. Eine Artbestimmung ist an Hand der registrierten Signale nicht möglich. Aus den genannten Gründen ist eine Auswertung solcher Daten im Rahmen einer Umweltüberwachung in der SUP höchstens ergänzend zu empfehlen. Theoretisch könnte ein zeitweiliger Einsatz solcher Geräte für zivile Zwecke wie einer SUP bei Offenlegung der zur Interpretation der Ergebnisse unabdingbaren Geräteeinstellungen hervorragende Möglichkeiten eröffnen.

Militärische Zielfolgeradargeräte, wie sie vor allem von schweizerischen Arbeitsgruppen seit einiger Zeit eingesetzt werden (BRUDERER 1997), eignen sich zur Verfolgung einzelner Radarechos über eine zweistellige Anzahl von Kilometern. Da z. B. Flügelschlagfrequenzen erkannt werden können, ist eine Einteilung der registrierten Echos in grobe Artengruppen möglich. Eine Kombination der Methode mit Sichtbeobachtungen erlaubt entsprechende Aussagen über das Flugverhalten von Arten über längere Strecken (BRUDERER et al. 1994).

Probleme bei der Nutzung militärischer Geräte liegen verständlicherweise in ihrer schlechten öffentlichen Nutzbarkeit. Dennoch eröffnen sie viel versprechende Möglichkeiten, insbesondere für die innerhalb der SUP relevanten Fragestellungen.

3.8.5 Akustische Erfassung von Nachtziehern

Einige Zugvögel stoßen auf dem Zug charakteristische Zugrufe aus. Während der Sichtbeobachtungen am Tag können diese zusätzlich der Bestimmung des vorhandenen Arteninventars dienen. Das Verhören von Zugrufen bei Nacht ist eine einfache und weithin eingesetzte Methode, Nachtzieher zu bestimmen. Auch eine automatisierte Aufzeichnung nächtlicher Zugrufe ist möglich (OREJAS et al. 2005), allerdings stellt sich dabei das grundsätzliche Problem, Störgeräusche von vornherein herauszufiltern sowie tatsächlich alle hörbaren Zugrufe tatsächlich zu registrieren (SCHRAMA et al. 2006). Zugrufe können nur Aufschluss über das grundsätzliche Auftreten bestimmter Arten geben, da bei weitem nicht alle nachts ziehenden Arten Zugrufe ausstoßen. Ebenso sind quantitative Aussagen nur sehr eingeschränkt möglich, da nicht alle Individuen einer Art rufen.

3.8.6 Wärmebildkameras

Zu Erfassung des nächtlichen Vogelzuges können auch Wärmebildkameras eingesetzt werden (Zehnder, Karlsson 2001). Die Möglichkeit zur Arterkennung ist je nach verwendetem Geräte unterschiedlich. Hervorragende Möglichkeiten sowohl zur Erfassung von nächtlichem Vogelzug als auch zur Registrierung von Vogel-schlagereignissen bieten theoretisch Wärmebildkameras, wie sie u. a. von der Deutschen Marine eingesetzt werden. Mit Hilfe solcher Kameras können fliegende Vögel bis in eine Entfernung von mehreren Kilometern verfolgt und als Filmsequenz gespeichert werden. Flughöhe und -richtung können automatisch ermittelt werden. Die gute Bildauflösung erlaubt eine Bestimmung auf Gruppen-, in vielen Fällen auch auf Artniveau. Auch Fledermäuse können hiermit erkannt werden. Die Geräte sind allerdings teuer, erfordern eine entsprechende Gerätekenntnis und die Verfügbarkeit für zivile Zwecke ist sehr begrenzt.

3.8.7 Weitere Erfassungsmöglichkeiten des nächtlichen Vogelzugs

Zur Untersuchung des nächtlichen Vogelzugs können auch Beobachtungen ziehender Vögel vor der sichtbaren Mondscheibe dienen, die Aussagen über Zugintensität, Flugrichtungen und in gewissem Maße das Artenspektrum erlauben (LIECHTI et al. 1995). Aussagen zur Flughöhe sind jedoch schwierig und die erreichbare Datenmenge ist durch die Kleinheit des eingesehenen Bereichs und die Abhängigkeit von guten Sichtbedingungen und einer mehr oder weniger vollen Mondscheibe sehr begrenzt. Weiterhin sind zur Erfassung des nächtlichen Vogelzugs auch Ceilometer eingesetzt worden (ABLE, GAUTHREAU 1975). Hierbei werden Vögel gezählt, die einen himmelwärts gerichteten Starklichtstrahl durchfliegen. Problematisch ist dabei, dass der Lichtstrahl eine unbekannte (und eventuell bedeutsame) Lockwirkung auf Vögel ausüben kann und der einsehbare Bereich in verschiedenen Höhen unterschiedlich groß ist. Eine Abwandlung dieser Methode zur Erfassung des nächtlichen Vogelzuges wurde in Nordamerika in den 70er Jahren eingesetzt. Dabei wurden an einem Kleinflugzeug zwei zusätzliche Landestrahler montiert, so dass im Lichtkegel auftauchende vorbeifliegende Nachtzieher vom Flugzeug aus während nächtlicher Transektflüge durch zwei Beobachter gezählt werden konnten (BELLROSE 1971). Diese Methode hat gegenüber den bisher genannten Methoden den großen Vorteil, dass sie eine flächenhafte Abdeckung des Untersuchungsgebietes mit gleich bleibender Erfassungswahrscheinlichkeit gestattet, so dass postulierte Gradienten in der Dichte des Vogelzuges auf See (vgl. BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 2006) auch nachts getestet und relevante Höhenbereiche gezielt aufgesucht werden können. Eine Artbestimmung ist insbesondere bei Kleinvögeln allerdings kaum möglich, da die Vögel aufgrund der Geschwindigkeit des Flugzeugs nur für sehr kurze Momente als helle Lichtstreifen im Lichtkegel sichtbar werden. Manche Artengruppen wie z. B. Gänse werden möglicherweise mit geringerer Wahrscheinlichkeit erfasst, was bei einer Interpretation der Ergebnisse beachtet werden muss (BELLROSE 1971).

3.8.8 Telemetrie

Die Ausstattung von Seevögeln und Meeressäugern mit Sendern kann wertvolle Hinweise über den Aktionsraum der Tiere und Gebiete verstärkter Nutzung liefern und bietet sich besonders für Fallstudien an, in denen planungsrelevante Fragen mit den herkömmlichen Mitteln nicht zu klären sind. Zudem werden dabei Aussagen über evtl. populationsspezifische Raumnutzung von Tieren möglich, die gerade für Schutzaspekte von besonderer Bedeutung sind. Für Schweinswale und Seehunde konnten mit Hilfe von Sendern und Fahrtenschreibern bereits wertvolle Erkenntnisse zu Wanderungsbewegungen bzw. Gebietsnutzung gesammelt werden (ADELUNG et al. 2004). Für See- und größere Zugvögel ist der Einsatz von Fahrtenschreibern zur Ermittlung ihrer Bewegungen nicht möglich. Herkömmliche Satellitensender, deren Ortsbestimmung auf dem sog. Doppler-Phänomen basiert, liefern für die hier relevanten Fragestellungen zu ungenaue Ortsangaben. Um Erkenntnisse zur Nutzung von Windparkarealen und das grundsätzliche Kollisionsrisiko zu gewinnen sind vor allem GPS-Satellitensender geeignet, wie sie z. B. in neuester Zeit bereits mehrfach zur Telemetrie von Greifvögeln eingesetzt wurden (www.Raptor-Research.de). Bei den meisten der genannten Arten handelt es sich um große Vögel, deren Ausstattung mit Sendern herkömmlicher Größe kein Problem darstellt. Bei ziehenden Arten könnte hiermit die vielfach diskutierte, aber bisher nur in wenigen Fällen (DESHOLM, KAHLERT 2005) nachgewiesene Barrierewirkung von WEA auf individuellem Niveau untersucht und Kenntnisse zur Mindestbreite frei zu lassender Zugkorridore zwischen Einzelturbinen, aber auch Turbinenclustern gewonnen werden. Der Reichweite von Sendern und ihrer Betriebsdauer sind durch die entsprechend notwendige Batterieleistung und – damit zusammenhängend – das mögliche Höchstgewicht Grenzen gesetzt. Trotz erheblicher technischer Fortschritte auf diesem Gebiet ist daher die Telemetrie kleiner Tiere über weite Strecken bzw. lange Zeiträume nach wie vor mit Schwierigkeiten bzw. hohen Kosten verbunden. Viele Tierarten, für die telemetrische Untersuchungen im Zusammenhang mit der Eingriffsbewertung von Offshore-WEA von Interesse sind, sind jedoch ausreichend groß, um Geräte üblichen Gewichts einsetzen zu können. Die Telemetrie ist als Methode vor allem für Fallstudien geeignet.

3.8.9 Stationäre Erfassung von Vogelkollisionen

Um noch relativ neue und derzeit noch nicht ganz ausgereifte Techniken handelt es sich bei der stationären Erfassung von Vogelschlag mittels Vorrichtungen, die das Geräusch eines mit der Windkraftanlage kollidierenden Vogels registrieren (WIGGELINKHUIZEN et al. 2006), und/oder Kameras (z.B. Wärmebildkameras), die das Vogelschlagereignis aufzeichnen (NERI 2003; DESHOLM 2005; DESHOLM et al. 2005; WIGGELINKHUIZEN et al. 2006). Nachteile dieser Methoden sind die noch relativ hohen Kosten der Messeinheiten und der hohe Zeitaufwand, der mit Installation, Auslesen und Auswerten der Daten verbunden ist. Dennoch kann eine stationäre Kollisionserfassung in Zukunft möglicherweise wertvolle Hinweise geben. So könnte bei einem Einsatz solcher kollisionsregistrierender Vorrichtungen an einer größeren Anzahl von Windkraftanlagen in einem Windpark in Kombination mit anderen Methoden (z.B. Radar) eine Quantifizierung des (lokalen) Vogelschlags ermöglicht werden.

3.8.10 Erfassung von Fledermäusen mit Ultraschall-detektoren

Zur akustischen Erfassung eignen sich automatische Bat-Detektoren (OREJAS et al. 2005). Probleme treten dabei durch ebenfalls aufgezeichnete Turbinengeräusche ähnlicher Frequenzen oder andere Störgeräusche auf. Dies macht eine Auswertung recht zeitaufwendig. Bat-Detektoren, die eine automatische Arterkennung erlauben, sind in der Entwicklung und werden in naher Zukunft für den Einsatz auf Windturbinen und anderswo verfügbar sein (MARCKMANN, mündliche Mitteilung). Unbekannt ist jedoch auch, inwiefern ziehende Fledermäuse überhaupt durchweg durch Orientierungslaute kenntlich sind (OREJAS et al. 2005), so dass ein Abgleich mit hoch auflösenden optischen Systemen (s. Kap. 5.10.1.6) unabdingbar ist. Im Gegensatz zu Vögeln wird für Fledermäuse eine mögliche akustische Anlockung durch Turbinengeräusche angenommen (HÖTKER et al. 2004; MARCKMANN, mündliche Mitteilung).

3.8.11 Schiffs- und Flugzeugtransektzählungen von Schweinswalen

Schweinswale werden wie Rastvögel ebenfalls vom Schiff wie vom Flugzeug aus erfasst. Während die neuesten Erkenntnisse über Schweinswalvorkommen in der deutschen AWZ auf Ergebnissen des Projektes MINOS basieren, das Flugzeugzählungen durchführte (SCHEIDAT et al. 2003), stellen die im Rahmen von SCANS (HAMMOND et al. 1995, 2002) durchgeführten Erfassungen eine Kombination aus Schiffs- und Flugzeuferfassungen dar. Eine detaillierte Beschreibung von Schweinswalzählungen entlang von Transekten vom Flugzeug aus findet sich in HAMMOND et al. (2002) und THOMSEN et al. (2004).

Zählungen von Walen vom Flugzeug sowie vom Schiff aus haben – ähnlich wie bei Rastvogelerfassungen - den Nachteil, dass sie nur bei einem geringen „sea state“ durchgeführt werden können, da Schweinswale bei höherem Wellengang nicht mehr gesichtet werden können. Erfassungen im Herbst und Winter sind daher aufgrund der ungünstigeren Witterungseinflüsse selten, so dass Wissenslücken über die Verbreitung von Schweinswalen im Winterhalbjahr existieren. Um jedoch im Rahmen der Überwachung saisonale Wanderungen der Schweinswale erfassen zu können, sollte angestrebt werden, die Erfassungen zu unterschiedlichen Jahreszeiten durchzuführen und damit Wissenslücken zu vermeiden.

3.8.12 Akustische Erfassung von Schweinswalen mit Klickdetektoren (T-PODs)

Zur Erfassung von Schweinswalen werden seit geraumer Zeit auch automatisierte Schweinswaldetektoren (z. B. Typ T-POD; Chelonia-Marine-Research, UK) eingesetzt. Nach Aktivierung zeichnen die Geräte Ultraschallsignale wie die Ortungslaute (Klicks) der Schweinswale, die sich innerhalb eines einstellbaren Frequenzbereiches befinden, automatisch auf. Für den stationären Einsatz werden die Geräte unter Wasser mit Hilfe von Ankervorrichtungen positioniert und stehen, an einer Leine befestigt, frei in der Wassersäule. Durch eine eigene Energieversorgung über Batterien sind die Geräte von einer Verbindung vom Schiff unabhängig und können wochen- bis monatelang am Ort stationiert bleiben. Für die Auswertung der registrierten Signale werden diese mit Hilfe eines integrierten Algorithmus

in verschiedene Wahrscheinlichkeitsklassen, ob es sich bei ihnen um Schweinswallaute handelt, eingeteilt. Eine ausführliche Beschreibung der Methode zur Erfassung von Schweinswalen mittels Klickdetektoren findet sich bei DIEDERICHS et al. (2002) sowie THOMSEN, PIPER (2004).

Akustische Methoden wie der T-POD haben gegenüber Sichterfassungen vom Schiff bzw. Flugzeug aus mehrere Vorteile. So sind sie relativ unabhängig vom Wetter und damit stärkerem Seegang und können auch tauchende Schweinswale, die vom Schiff oder Flugzeug nicht gesehen werden, erfassen. Ein weiterer Vorteil von akustischen Methoden besteht darin, dass mit stationär ausgebrachten Detektoren eine Sammlung von Langzeitdatenreihen aus einem Gebiet möglich ist. Die Datenreihen können Aufschluss über die saisonale Nutzung bestimmter Gebiete durch Schweinswale geben. Nachteile bestehen darin, dass die Detektoren nur eine begrenzte Reichweite von wenigen 100 m haben und somit nur punktuell Informationen zum Vorkommen von Schweinswalen liefern können, sowie in der Tatsache, dass sie nicht in der Lage sind, anhand der Klicklaute zwischen einem oder mehreren Tieren zu unterscheiden. Die bisherigen Betrachtungen gehen davon aus, dass an Hand der registrierten Signale auf die Häufigkeit von Schweinswalen in dem jeweiligen Gebiet geschlossen werden kann.

Die Verwendung von Schleppdetektoren befindet sich noch in Erprobung (LUDWIG et al. 2004; THOMSEN, PIPER 2004, BERGGREN ET AL. 2006). Sie soll die Aufnahme von zusätzlichen Daten zum Schweinswalvorkommen bei der Durchführung von Schiffstransektzählungen ermöglichen. Der Vorteil akustischer Methoden ist, dass sie unabhängig von den Wetterbedingungen eingesetzt werden können, und eine gleichmäßigere Datenaufnahme als optische Methoden erlauben (BERGGREN ET AL. 2006).

3.8.13 Erfassung von Robben

Robben (in den deutschen Seegebieten Seehund und Kegelrobbe) werden in langjährigen Erfassungsprogrammen vom Flugzeug aus gezählt. Zur Ermittlung der Populationsgröße werden dabei in der Nordsee bei Niedrigwasser die bekannten Liegeplätze auf Sandbänken abgeflogen und die auf dem Trockenen liegenden Tiere gezählt (Hauled-out-Population). Zur Nahrungssuche schwimmen Seehunde jedoch in den Offshorebereich (ADELUNG et al. 2004). Zur Ermittlung

der Nutzung von Flächen geplanter oder existierender Windparks dienen Schiffstransektfahrten bzw. Transektflüge. Hierzu können die bereits im Rahmen der Schweinswal- bzw. Seevogelerfassung durchgeführten Fahrten bzw. Flüge genutzt werden. Um von der Anzahl der dabei gesehenen auf die Anzahl der tatsächlich vorhandenen Tiere schließen zu können, sind entsprechende Korrekturfaktoren anzuwenden (KIESS 2004; TROST 2004).

3.8.14 Untersuchungen an Fischen

Zur Erfassung der Fischfauna sind Untersuchungsfänge üblich. Mit verschiedenen Netzen, z.B. Schleppnetz-Typen wie Scherbrettnetzen und Baumkurren, kann die Fischfauna verschiedener Bereiche punktuell untersucht werden, um Aufschluss über Arten, Altersklassenverteilungen und die Bedeutung eines Untersuchungsgebietes für den Lebenszyklus der Arten, z.B. als „Kinderstube“, Nahrungs- oder Laichgebiet zu bekommen. Scherbrettnetze können dabei pelagische und in einem gewissen Maße bodennahe Wasserschichten befischen, während zur gezielten Befischung der bodenorientierten Arten die Baumkurre zum Einsatz kommen kann. Zum Nachweis großer Räuber wie z. B. für große Dorsche sind Stellnetze zu empfehlen (EHRICH 2003). Die Verteilung der Arten ist z. T. wesentlich vom Charakter des Untergrunds abhängig (z. B. BAGGE 2004). Zur Bewertung müssen hierüber Kenntnisse vorliegen bzw. erworben werden. Die jahreszeitliche Verteilung der Fische kann über mehrmals im Jahr stattfindende Fangfahrten ermittelt werden. Unterschiede in der Selektivität der eingesetzten Fanggeräte müssen bekannt sein und berücksichtigt werden. Je nach Fangmethode könnte die dabei eintretende Veränderung des (benthischen) Lebensraums ein Problem für folgende Fänge an der selben Position sein. Die Anzahl der notwendigen Fänge ist weniger von der Größe des zu untersuchenden Gebietes als von der Variabilität der einzelnen Hols abhängig (EHRICH 2003).

Zur Erfassung der in der Wassersäule schwimmenden Fische kann – prinzipiell ähnlich der Erfassung fliegender Vögel durch Radargeräte – Echolot eingesetzt werden. Die Methode kann einen guten Überblick über räumliche und zeitliche Auftretensmuster geben, erfasst allerdings auch andere Organismen, die sich in der Wassersäule befinden. Die Geräte können z. B. stationär an den Gründungen der Anlagen installiert werden. Beim Einsatz vom fahrenden Schiff aus kann die

davon ausgehende Scheuchwirkung problematisch sein. Da Artbestimmungen nicht möglich sind, sind ergänzende Untersuchungen mit anderen Methoden notwendig. Die Einsetzbarkeit von Echolot kann durch die in der Wassersäule vorhandene Sedimentfracht begrenzt sein.

Untersuchungen zu möglichen Auswirkungen magnetischer bzw. elektrischer Felder, die im Bereich von Kabeln auftreten, insbesondere auf wandernde Fischarten, machen besondere Betrachtungsansätze notwendig, die auch telemetrische Untersuchungen und experimentelle Ansätze einschließen (EHRICH 2003; IOW 2005a).

3.8.15 Untersuchungen benthischer Lebensgemeinschaften

Benthische Lebensgemeinschaften des Sublitorals können mit diversen Methoden untersucht werden, auf die hier jedoch nicht im Detail eingegangen werden soll. Dazu gehören der Einsatz von Unterwasserkameras und Sonar, Probennahmen mit Baumkurren, Bodengreifern und Dredgen sowie der Einsatz von Tauchern. Die genannten Techniken werden u. auch im StUK des BSH (2003) aufgeführt und wurden auch im Rahmen der Forschungsprojekte des BfN bei der Identifizierung und Abgrenzung ökologisch besonders wertvoller Gebiete in der AWZ von Nord- und Ostsee eingesetzt.

Um repräsentative Aussagen über die Entwicklung von benthischen Gemeinschaften und Populationen treffen zu können, ist es von großer Bedeutung, die Beprobungen auf einer angemessenen räumlichen und zeitlichen Skala vorzunehmen. Die ungleichmäßige Verteilung mariner Organismen ist ein gut bekanntes Phänomen (u.a. DE WOLF 1989), das ein zeitlich und räumlich gut durchdachtes Monitoring nötig macht. ARMONIES (2000) weist auf die Notwendigkeit großflächiger Monitoringansätze bei den Untersuchungen benthischer Gemeinschaften und Populationen in Küstenmeerbereichen der Nordsee hin, und dies dürfte größtenteils auch für küstenfernere Bereiche zutreffen. Zu klein gewählte Untersuchungsflächen führen dazu, dass die Entwicklungen aufgrund ungleichmäßigen Larvenfalls, Wanderungen der Organismen und je nach Gebiet unterschiedlichen Mortalitätsraten nicht repräsentativ für die zu bewertende Region sind. Um eine Überbewertung zufälliger interannueller Unterschiede in Ereignissen wie z. B. Larvenfall und sturminduziertem Organismentransport zu vermeiden, sollten die Untersuchungs-

flächen weit größer sein als 180 km² und Beprobungsstationen nach dem Zufallsprinzip ausgewählt werden (ARMONIES 2000).

Spezielle Fragestellungen, z. B. der Einfluss von Kabelwärme sowie von an den Kabeln entstehenden elektrischen Feldern auf benthische Lebensgemeinschaften, müssen mit geeigneten lokalen Untersuchungen betrachtet werden, wie z. B. Temperaturmessungen, Auswertung von Bodenproben und evtl. experimentellen Ansätzen. Solche Untersuchungen werden in erster Linie auf Projektebene vorzunehmen sein. Innerhalb der SUP sollten die erzielten Ergebnisse zusammengetragen und überblicksartig betrachtet werden.

3.9 Integration bestehender Monitoringprogramme

Für die Meeresgewässer der Nord- und Ostsee bestehen zahlreiche Verpflichtungen für das Monitoring unterschiedlicher Schutzgüter, die sich beispielsweise aus Abkommen wie HELCOM oder OSPAR oder gesetzlichen Verpflichtungen der EU-Richtlinien (Natura 2000, WRRL) ergeben. Diese Verpflichtungen werden in einer Reihe laufender Monitoringprogramme und Forschungsvorhaben abgedeckt. Eine Koordination der verschiedenen Vorhaben ist in der Fortschreibung des Bund-Länder-Messprogramms vorgesehen (s. BROCKMANN et al. 2007). Insbesondere für die Ausweisung der Meeresschutzgebiete sowie für die Ermittlung von Grundlagen zur Erkennung möglicher Konflikte mit dem geplanten Ausbau der Offshore-Windenergienutzung wurden in den vergangenen Jahren verschiedene Forschungsvorhaben in den deutschen Meeresgewässern durchgeführt, die als Grundlage für ein künftiges Natura 2000 Monitoring dienen können (s.a. NEHLS et al. 2007). Im Folgenden werden einige derzeit laufende Programme vorgestellt, die innerhalb der SUP Berücksichtigung finden könnten:

3.9.1 Bund-Länder-Messprogramm (BLMP)

Mit der Überwachung und Bewertung des Zustandes von Nord- und Ostsee wurde in Deutschland in den 70er Jahren begonnen. Hierbei werden Schad- und Nährstoffe registriert sowie die Ergebnisse dokumentiert und dargestellt. Eine Erfassung biologischer Parameter, die im Rahmen der SUP direkt für ein Monitoring genutzt werden könnten, findet nicht statt, jedoch können die präsentierten Daten

gut als Hintergrundinformation zur möglichen Erklärung von während des SUP-Monitorings registrierten Phänomenen herangezogen werden. Das Bund-Länder-Messprogramm wird derzeit überarbeitet und aktualisiert, u.a. um es an Berichtspflichten für Natura 2000 und Wasserrahmenrichtlinie (Küstengewässer) anzupassen und die Berichtspflichten aus zahlreichen Abkommen wie HELCOM und OSPAR zu koordinieren (BROCKMANN et al. 2007).

3.9.2 Natura 2000-Monitoring

Für Natura 2000-Gebiete und Natura 2000 Schutzgüter, das sind die in den betreffenden Anhängen der EU-Vogelschutzrichtlinie und FFH-Richtlinie benannten Arten und Lebensraumtypen, besteht eine Berichtspflicht in sechsjährigen Abständen. Die Mitgliedstaaten haben der EU in diesen Zeiträumen über die Entwicklung und den Erhaltungszustand von geschützten Arten und Lebensräumen zu berichten und müssen daher ein geeignetes Monitoringprogramm entwickeln und umsetzen. Ausrichtung und Umfang eines künftigen Natura 2000-Monitorings in der AWZ wurden bislang noch nicht festgelegt und befindet sich auch für die Küstengewässer noch in der Vorbereitung. Aus den von der EU formulierten Berichtspflichten für Bund und Länder lässt sich jedoch erkennen, dass ein künftiges Natura 2000-Monitoring auf Arten und Lebensraumtypen auszurichten ist, die auch in einem möglichen SUP-Monitoring von Interesse wären. Dies gilt insbesondere für bedrohte Arten und Lebensräume mit einem ungünstigen Erhaltungszustand, für die im Rahmen eines Natura 2000 Monitorings ein höherer Untersuchungsaufwand anzusetzen wäre. Ein mögliches SUP-Monitoring sollte daher auf dem künftigen Natura 2000 aufbauen.

Monitoringprogramme für Fischbestände

Die Bestände verschiedener Fischarten werden seit mehreren Jahrzehnten jährlich im Rahmen von internationalen Ansätzen untersucht. Die dabei gewonnenen Daten werden bei Beibehaltung des groben Erfassungsrasters nur schwer in Beziehung zu windparkspezifischen Effekten zu setzen sein. In jedem Fall sind sie jedoch eine wertvolle Referenz. Eine gezielte zusätzliche Beprobung windparknaher Flächen in der SUP könnte geeignet sein, mit relativ geringem Zusatzaufwand die Auswirkungen der Errichtung von WEA auf die Fischfauna vor dem Hinter-

grund langjährig bekannter Bestandsuntersuchungen mit bekannten Schwankungsbreiten zu untersuchen, wie er für keine andere Tiergruppe existiert.

Programme in der Nordsee:

- International Bottom Trawl Survey (IBTS): Im Auftrag des ICES werden zur Untersuchung von Fischbeständen in der Nordsee jährliche internationale Befischungen mit dem Grundsleppnetz durchgeführt. Diese existieren seit 1960 und wurden seitdem mit stark wechselndem Aufwand und unter mehrfach wechselnden Namen und Mitgliedstaaten durchgeführt. Seit 1977 wird ein Standardnetz (Chalut à Grande Ouverture Verticale = GOV) verwendet. Der Survey wird aktuell in gesamter Nordsee incl. Kattegat bis zur 200m-Tiefenlinie durchgeführt und umfasst je eine Fahrt im Februar und August/September. Das Gesamtgebiet schließt die Gebiete der Windkraftplanungen mit ein. Im Internet werden momentan Verbreitungskarten verschiedener Fischarten für die Jahre 1983-2004 veröffentlicht. Das dabei verwendete Raster wäre zu grob, um in Zukunft Reaktionen von Fischarten auf großflächige Windparks sichtbar zu machen, lassen aber sehr gut allgemeine Trends in Veränderungen in Beständen und Verschiebungen ihrer Verbreitungsgebiete erkennen.
- Beam Trawl Survey (BTS): Koordiniert von der ICES Working Group on Beam Trawl Surveys (WGBEAM), werden seit 1985 ebenfalls im Auftrag des ICES im August Beprobungen mit der Baumkurre durchgeführt. Das Gebiet des ursprünglich nur in der SE Nordsee durchgeführten Surveys wurde seit 1996 nach Norden erweitert und schließt die Gebiete geplanter Offshore-WEA mit ein.
- Befischung bestimmter Gebiete durch die Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFA-Fi) seit 1986. In der Deutschen Bucht wird dabei jährlich zwischen Juni und August die sog. Box A durch das FFS „Walter Herwig“ beprobt.

Programme in der Ostsee:

- Internationaler Fisch-Survey in der Ostsee: Durch die Baltic International Fish Survey Working Group (WGBIFS) werden hydroakustische Surveys und Beprobungsfänge (Baltic International Trawl Surveys = BITS) kommerziell wichtiger Arten seit (mindestens) 1991 durchgeführt. Zur Erfassung wurden internationale Methoden festgelegt, um die vom ICES geforderte Datenqualität sicher stellen zu können. In deutschen und dänischen Gewässern statt findende Schleppnetzfänge werden dabei durch das FFS „So-lea“ durchgeführt.

3.9.3 Projekt SCANS

Im Rahmen des Programmes SCANS (Small Cetaceans in the North Sea) wurde in den Jahren 1994 (SCANS I) und 2004 (SCANS II) durch eine kombinierte Erfassung mit Schiffen und Kleinflugzeugen Abundanz und Verbreitung von Kleinwalen und Robben in der gesamten Nordsee dokumentiert. Die verwendete Methodik kann Grundlage für ein SUP-Monitoring sein. Der internationale Erfassungsansatz geht weit über die deutsche AWZ hinaus. Gerade bei der Betrachtung so mobiler Organismen wie Wale und Seevögel ist dies im Zusammenhang mit der international aufkommenden Nutzung von Offshore-Windkraft in einem bereits vielfältig anthropogen genutzten Meer anzustreben. Die Frequenz der Erfassungen müsste allerdings erhöht werden, um dem Anspruch eines Umweltmonitorings gerecht zu werden, das eine zeitnahe Feststellung von durch WEA hervorgerufenen Effekten erlaubt.

3.9.4 Projekte zur Erfassung Mariner Warmblüter in Nord- und Ostsee (MINOS und MINOS+)

In diesen durch das Forschungs- und Technologiezentrum (FTZ) Westküste Büssum durchgeführten Projekten werden seit mehreren Jahren räumliche und zeitliche Verteilungsmuster von Meeressäugern und Seevögeln in der deutschen AWZ mit Hilfe von Transekterfassungen ermittelt. Diese Erfassungen erfolgen insbesondere auch vor dem Hintergrund der im Gebiet geplanten WEA und dienen der Erweiterung der aktuellen Kenntnisse in Bezug auf aktuelle Fragen, sind aber

nicht als langfristig durchgeführtes Monitoring mit gleich bleibender Methodik angelegt. Der im Rahmen dieser Programme abgedeckte Raum erfüllt bereits weitgehend den für die SUP vorgesehenen großräumigen Betrachtungsansatz. Die erzielten Ergebnisse sind eine gute Referenz für ein SUP-Monitoring. Ein Teil der Methoden könnte in einem ähnlichen räumlichen Rahmen im SUP-Monitoring weiter fortgeführt werden.

3.9.5 Monitoring von Schweinswalen anhand von Strandungsfunden

Seit Anfang der 1990er Jahre werden Strandungen von Schweinswalen an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste mit konstantem Aufwand registriert (ABT 2005). Diese können als Zeiger für die Schweinswaldichte dienen, und können daher eine gute Referenz zur Bewertung von mit anderen Methoden erfassten Zahlen sein. Eine Ausweitung entsprechender Zählungen auf andere Küstengebiete ist anzustreben.

3.9.6 Forschungsplattformen

In den letzten Jahren wurden in den deutschen Meeresgebieten die Forschungsplattformen Fino 1 (Nordsee, 45 km nördlich Borkum, Gebiet Borkum Riff) und Fino 2 (Ostsee, 40 km nordwestlich Rügen, Meeresgebiet Kriegers Flak, Fertigstellung 2007) errichtet, eine weitere Plattform Fino 3 – Neptun (Nordsee, 80 km westlich von Sylt) ist in Planung. Die Plattformen 1 und 2 befinden sich am Rand von Windpark-Eignungsgebieten. Unter anderem werden auf den Forschungsplattformen durch verschiedene unabhängige Institute, darunter das Alfred-Wegener-Institut (AWI) Bremerhaven, das Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, Wilhelmshaven, und das Institut für Ostseeforschung in Warnemünde (IOW) voraussichtliche Auswirkungen der Errichtung von Offshore-Windparks auf die belebte Umwelt mit innovativen Methoden erforscht. Schwerpunkte sind dabei Auswirkungen auf ziehende Vögel und zu erwartende Prozesse an den Gründungen der Windturbinen und in ihrem näheren Umfeld (s. auch Internetseite www.fino-offshore.de). Plattformen haben gegenüber der Datenerhebung von Schiffen oder Flugzeugen aus u. a. den Vorteil, dass viele Erfassungen weitgehend unabhängig von Wind und Wetter durchgeführt werden können. Obwohl die

Datenerhebung dort stationär statt findet und nur einen vergleichsweise kleinen Bereich abdecken kann, hat sie den Vorteil, dass über das ganze Jahr hinweg Daten erhoben werden können. Zudem liefert der Einsatz von Forschungsplattformen umfangreiche Datengrundlagen für den Vergleich der Situation vor und nach dem Bau der geplanten Windparks.

3.10 Einsatz von Indikatoren und Fallstudien im Monitoring

Bei der Errichtung von Windenergieanlagen im Offshorebereich werden für verschiedene taxonomische und ökologische Gruppen lebender Schutzgüter spezifische Effekte prognostiziert. Grundgedanke bei der Auswahl von Indikatoren ist es, gezielt Arten bzw. Artengruppen zu betrachten, an denen bestimmte Effekte möglichst einfach zu erkennen sind, so dass mit relativ einfachen Mitteln großräumige Muster aufgezeigt werden können (NIEMEIJER 2002; NIEMI, MCDONALD 2004). Inwiefern es möglich sein wird, eine Indikatorart stellvertretend für eine Anzahl weiterer Arten oder Gruppen im SUP-Monitoring zu nutzen, müsste im Einzelfall geprüft werden.

Im Rahmen der OSPAR-Konvention zum Schutz der marinen Umwelt des Nordostatlantiks wurde eine Liste von 10 Zielgruppen ökologischer Schutzgüter zur Ermittlung des ökologischen Zustands entwickelt (OSPAR Commission 2006). Zur Auswahl der hierbei zu verwendenden Umweltqualitätszeiger wurden durch den ICES folgende Kriterien formuliert (ICES 2001; OSPAR Kommission 2006):

- A Relativ leicht verständlich für Nicht-Wissenschaftler und Entscheidungsträger
- B Sensitiv gegenüber regulierbarer menschlicher Aktivität
- C Relativ schnelle Reaktion auf menschliche Aktivität
- D Einfach und genau messbar, mit geringer Fehlerquote
- E Reaktionen hauptsächlich durch anthropogenen Einflüsse hervorgerufen, geringe Rolle anderer Einflüsse
- F Messbar in einem hohen Anteil des Gesamtgebietes, für das der Umweltqualitätszeiger Verwendung finden soll

G Erhobene Daten knüpfen an bereits bestehende Datenbanken oder Zeitreihenmessungen an, so dass realistische Zielsetzungen formuliert werden können.

Für in der SUP verwendete Indikatoren bieten sich vergleichbare Auswahlkriterien an. Problematisch ist, dass Auswirkungen von Offshore-WEA-Anlagen erst seit jüngster Zeit erforscht werden und in sehr vielen Fällen noch keine klaren Zusammenhänge zwischen Wirkung und Effekt bekannt sind. Daher ist es momentan auch noch kaum möglich, bereits Zeigerorganismen zu nennen, die für bestimmte Effekte durch den Faktor „Offshore-Windenergienutzung“ typisch sind. Weiterhin ist beim Einsatz von Indikatoren zu beachten, dass durch die Beschränkung auf wenige Arten oder Parameter immer nur ein kleiner Ausschnitt der eintretenden Effekte betrachtet wird und möglicherweise andere gravierende Folgen unerkannt bleiben (ICES 2001), was nicht im Sinne einer SUP sein kann. Zur Untersuchung der Wirkung einzelner grundsätzlich besser bekannter Faktoren, die in der Praxis mit der Errichtung von Offshore-WEA assoziiert werden, wie z. B. den möglichen Stellenwert von Offshore-Windparks als fischereifreie Zonen, kann es jedoch sinnvoll sein, bereits derzeit Indikatorarten zu nutzen.

Die Nutzung derselben Messgrößen wie für die OSPAR-Untersuchungen kann bei hinreichender Eignung helfen, bereits bestehende Datenbanken zu komplettieren und vorliegende Daten zumindest zur vergleichenden Betrachtung zu nutzen. Für einige der genannten OSPAR-Indikatoren müssen Schwellenwerte, die als Alarm-signal dienen könnten, noch entwickelt werden.

Tabelle 8: Parameter zur Ermittlung des ökologischen Zustands für verschiedene Gruppen und die angestrebten Zielsetzungen (EcoQOs, OSPAR Kommission 2006).

Nr.	Gruppe	Parameter	Ziel
1	Kommerziell genutzte Fischarten	Biomasse des Laichbestands in der Nordsee	Oberhalb von durch Fischerei-behörde festgelegtem Schwellenwert
2	Bedrohte und zurückgehende Fischarten	Anwesenheit und Anzahl	
3	Meeressäuger	Robben: Populationsentwicklung, Nutzung v. Wurfplätzen i. d. Nordsee	Kein Rückgang von Anzahl oder Geburtenrate um $\geq 10\%$ in 10 Jahren
		Beifang von Schweinswalen	Jährlicher Beifang $< 1.7\%$ d. höchsten geschätzten Populationsgröße
4	Seevögel	Anteil veröfter Individuen an insgesamt tot oder sterbend am Strand gefundenen Trottellummen	Anteil in allen Gebieten der Nordsee $\leq 10\%$
		Hg-Konzentration in Eiern und Federn	
		Plastikpartikel im Magen	
		Lokale Verfügbarkeit von Sandaalen für Dreizehenmöwen	
		Populationstrends als Index für Gesundheitszustand der Seevogelgemeinschaft	
5	Fische	Veränderungen i. Anteil großer Fische, Durchschn.gewicht und durchschn. Maximallänge	
6	Benthos	Veränderungen/Absterben des Zoobenthos infolge Eutrophierung	Kein Absterben durch Sauerstoffmangel oder giftige Algen
		Imposex bei der Nordischen Purpurschnecke <i>Nucella lapillus</i>	$< 2\%$ Imposex bei weiblichen Schnecken, gemessen als Vas Deferens Sequenz Index
		Dichte empfindlicher (z. B. zerbrechlicher) Arten	
		Dichte opportunistischer Arten	
7	Plankton	Chlorophyll a –Gehalt in der Wachstumsperiode	Gehalt unterhalb Schwellenwert (Schwelle: $> 50\%$ über Umgebung (Offshore) oder historischem Wert)
		Anwesenheit gebietsspezifischer Eutrophierungszeiger	Unterhalb gebietsspezifischer Schwellenwerte in Anzahl und Dauer, die auf Störung des Systems und/oder toxisch erhöhte Werte hinweisen
8	Habitat		Wiederherstellung oder Beibehalten des Habitatzustands

9	Nährstoffgehalt und -produktion	Nährstoffgehalt im Winter (DIN und DIP)	Unter Schwellenwert, der Erhöhung anzeigt (>50% über salinitätsbedingter oder gebietstypischer Konzentration)
10	Sauerstoffzehrung	Sauerstoffgehalt	Je nach Region Konzentration >4–6 mg/l

3.11 Fallstudien in der SUP

Während bei der Auswahl von Indikatoren angestrebt wird, ein regelmäßig durchgeführtes Umweltmonitoring durch eine gezielte Auswahl leicht zu untersuchender Beispielarten zu vereinfachen, können Fallstudien helfen, an Hand weniger, aber dafür z. T. aufwendigerer Untersuchungen an voraussichtlich repräsentativen Arten grundlegende Erkenntnisse für besonders dringende Fragestellungen zu gewinnen. Wie bereits oben dargelegt, ist hierzu die Beeinflussung von Zugwegen und Beständen wandernder Vögel durch Offshore-Windparks zu zählen, da diese laut Seeanlagenverordnung einen Versagungsgrund für ihre Errichtung darstellt und da zur Bewertung ihrer Erheblichkeit große Wissenslücken bestehen (s. auch HÖTKER et al. 2004).

Detaillierte Fallstudien an einzelnen Arten können helfen, Auswirkungen des Ausbaus der Offshore-Windenergie in Deutschland auf ihre Bestände aufzuzeigen und möglicherweise zu quantifizieren. Inwiefern diese Untersuchungen auch Schlüsse auf andere Arten oder sogar andere Gruppen zulassen, muss jedoch im Einzelfall geklärt werden. Für Methoden, die den Fang von Individuen erfordern (z. B. individuelle Markierung durch Beringung, Telemetry) sind die meisten relevanten Arten in erster Linie am Brutplatz zugänglich. Dabei erleichtert das Brüten in hoher Dichte, z. B. in Kolonien, die Untersuchung einer hinreichenden Stichprobe. Weiterhin ist die Kontrolle von Brutbeständen einfacher für Arten, die an relativ wenigen Brutplätzen in großer Dichte (insbesondere Kolonien) brüten als solche mit großflächig, aber nach unbekanntem Muster dünn besiedelten Brutgebieten.

Vor dem Hintergrund der angestrebten Ziele begünstigen aus deutscher Perspektive einige Eigenschaften einer Art generell die Auswahl für eine Fallstudie. Dazu zählen:

- relativ stabiler Bestand
- Brutplätze in Deutschland
- Koloniebrüter
- Relative Häufigkeit
- Zeitlich und/oder räumlich bedeutende Verbreitung in der AWZ
- gute vorhandene Kenntnisse über die Art und ihre Vorbelastungen

Zur Abschätzung der Effekte erhöhter Mortalität durch Kollisionen auf Größe und Fortbestand von Seevogelbrutpopulationen bieten sich aus deutscher Perspektive insbesondere mehrere Möwenarten an. Für den deutschen Nordseebereich dürfte die Heringsmöwe *Larus fuscus* eine relativ gut geeignete Modellart darstellen. Im Gegensatz zu den meisten anderen Arten nutzt die Art zur Nahrungssuche insbesondere auch das offene Meer (GARTHE et al. 2004; GARTHE, SCHWEMMER 2005) und frequentiert dabei auch Windparks (CHRISTENSEN, HOUNISEN 2004; BLEW et al. 2006). Von Untersuchungen an Land ist bekannt geworden, dass Möwen, darunter die Heringsmöwe, in Windparks relativ häufig Opfer von Kollisionen werden (LANGSTON, PULLAN 2004; GRÜNKORN et al. 2005). Für die Ostsee bietet sich als dortige Charakterart die Sturmmöwe *Larus canus* als mögliche Modellart an. Allerdings erfüllen beide Arten das Kriterium eines relativ stabilen Brutbestands nur bedingt, da die Heringsmöwe über die letzten Jahre im deutschen Nordseeraum stark zugenommen hat, während die Sturmmöwe im Nordseeraum zugenommen hat, im deutschen Ostseeraum und in Skandinavien jedoch in neuerer Zeit rückläufig ist (BAUER et al. 2005).

Um die Auswirkungen erhöhter Mortalität abzuschätzen, könnte modellhaft die Populationsdynamik möglichst mehrerer Möwenkolonien untersucht werden, die im „Einzugsbereich“ von Offshore-Windparks liegen. Dies kann z.B. durch die Farbberingung einer ausreichenden Anzahl von Individuen pro Jahr voraus, so dass an Hand der Wiederfund- bzw. Sichtungsrates auf die Überlebenswahrscheinlichkeit geschlossen werden kann und Änderungen durch zusätzliche Mortalität

(wie z. B. durch Kollisionen an WEA) sichtbar werden können. Vor allem die Beringung nicht flügger Jungvögel ist zu empfehlen, da diese relativ einfach in größerer Anzahl zu markieren sind und auch die altersabhängige Mortalität ermittelt werden kann. Besonders zu Beginn einer solchen Studie, in der dann noch keine Daten von Altvögeln vorliegen, bietet sich zusätzlich die Beringung von Altvögeln an, die aber ungleich aufwändiger ist, da die Vögel einzeln am Nest gefangen werden müssen. Als untersuchte Kolonien sind solche Kolonien zu bevorzugen, von denen bereits Kenntnisse vorliegen. In Deutschland ist hier besonders an die Heringsmöwenkolonien auf den Inseln Mellum, Minsener Oog, Helgoland und Amrum zu denken.

Die für Vögel im aktiven Zug prognostizierten negativen Auswirkungen durch Barriereeffekte von Offshore-Windparks sind bisher nur punktuell anhand von Individuen, welche einzelne WEA umfliegen, nachgewiesen worden (DESHOLM, KAHLEERT 2005). Effekte auf den Zugweg an sich bzw. erhebliche Zugwegverlängerung durch mehrere nacheinander zu umfliegende Windparks sind bisher weder gezeigt noch widerlegt worden. Zum Nachweis auf individueller Ebene ist die Telemetrie von Individuen mit Sendern hinreichender Auflösung (GPS-Sender) notwendig. Hierfür wäre die Kurzschnabelgans *Anser brachyrhynchos* vermutlich eine geeignete Art, da praktisch die gesamte Brutpopulation Spitzbergens auf ihrem Weg in die niederländischen Winterquartiere die Deutsche Bucht überquert (DIERSCHKE et al. 2003). Daher ist – im Gegensatz zu anderen Gänsearten – die Wahrscheinlichkeit ausreichend hoch, dass mit einem Sender markierte Vögel während des Zuges auch tatsächlich über dem Untersuchungsgebiet im Offshorebereich erscheinen und Reaktionen auf die WEA beobachtet werden können. Gänse haben ebenso wie Möwen den Vorteil, dass sie aufgrund ihrer Größe gut mit Sendern hoher Reichweite ausgerüstet werden können.

3.12 Weiterentwicklung der Bewertungsgrundlagen – Erheblichkeit von Eingriffsfolgen

Die Entwicklung und Weiterentwicklung von Bewertungsgrundlagen für die Beschreibung des Umweltzustands und die Bewertung von Eingriffen in marinen Lebensräumen ist ein Prozess von anhaltender Bedeutung und wichtiger Gegenstand im Prozess der Europäischen Meeresstrategie. Ziel der SUP in der deut-

schen AWZ ist, die erheblichen Umweltfolgen der Offshore-Windenergienutzung im Voraus abzuschätzen und ihr Eintreten während und nach dem Bau zu überprüfen. Hierbei ist festzuhalten, dass die Erheblichkeit von Eingriffen auch außerhalb von Natura 2000 Schutzgebieten ein wichtiges Entscheidungskriterium sein sollte, ohne dass dies direkt die Bedeutung eines Ausschlusskriteriums hat. Im Rahmen des Screenings wurde die Errichtung von Offshore-WEA Anlagen bereits als Bauvorhaben mit möglicherweise erheblichen Umweltfolgen identifiziert, welche die Durchführung einer SUP notwendig machen. Die Erheblichkeit ist juristisch ein bislang wenig konkretisierter Rechtsbegriff. Er hebt wesentlich darauf ab, ob die Folgen eines Eingriffs auf den Bestand eines Schutzguts innerhalb eines definierten Bereichs oder aber auf die Population einer Art dauerhaft zu deutlichen negativen Veränderungen führen, also ‚erheblich‘ sind. Vereinfachend ausgedrückt, werden nach Anhang 1 der Umwelthaftungsrichtlinie, auf die in diesem Zusammenhang verwiesen wird, da sie die am weitesten präzisierende Annäherung an eine Definition bietet (s. SCHOMERUS ET AL. 2006), unter anderem folgende Schädigungen als nicht erheblich gewertet:

- Nachteilige Abweichungen durch die betreffende menschliche Aktivität sind geringer als normale natürliche Fluktuationen
- Nachteilige Abweichungen gehen auf Ursachen zurück, die natürlich oder für das Gebiet bei herkömmlicher Nutzung normal sind.
- Geschädigte Arten oder Lebensräume werden sich in kurzer Zeit regenerieren und einen gleichwertigen oder besseren Zustand erreichen.

Die Definition der Umwelthaftungsrichtlinie hebt damit wesentlich auf die Regenerationsfähigkeit von Beständen und Lebensräumen ab. Im Umkehrschluss können nachteilige Abweichungen, welche die genannten Kriterien nicht erfüllen, als erheblich gewertet werden. Als solche sind dauerhafte Verringerungen von Flächen, Beständen oder Einschränkungen der ökosystemaren Funktionen von Lebensgemeinschaften und Habitaten zu bewerten. Bei Eingriffen in Schutzgebieten, kann die Bewertung zudem wesentlich gegenüber den Erhaltungszuständen und prognostizierten Veränderungen als Folge eines Eingriffs erfolgen (s. TRAUTNER, LAMBRECHT 2005). In dem Entwurf des Rates der Europäischen Union vom 12.7.2007 (9388/07) werden die EU-Mitgliedsstaaten aufgefordert, für ihre Mee-

resgewässer Kriterien eines guten Umweltzustands festzulegen und diesen danach zu beschreiben und zu bewerten. Auch dieser kann dann als Referenz für die Bewertung von Eingriffen dienen, wie auch Erhaltungszustände, bzw. Bestandstrends von Arten berücksichtigt werden können. Die oben genannten Kriterien setzen belastbare Angaben zu Bestandszahlen und Fluktuationsbreiten der zu betrachtenden Schutzgüter voraus. Gerade im Offshorebereich sind mit den üblichen Methoden und praktikablem Aufwand solche Zahlen jedoch nicht leicht zu erfassen. Bei manchen Erfassungsmethoden schwanken die erhobenen Zahlen stärker als dies für die tatsächlich vorhandenen Bestände wahrscheinlich ist (z. B. VAN DER MEER, CAMPHUYSEN 1996). Für viele Arten sind bisher nur unzureichende Kenntnisse zur räumlichen und zeitlichen Dynamik ihrer Populationen vorhanden. Obwohl nach dem Verständnis der Umwelthaftungsrichtlinie artspezifische Erheblichkeitsschwellen angestrebt werden sollen, was aus biologischer Sicht grundsätzlich zu begrüßen ist, werden belastbare Werte, ab wann ein Eingriff eine bestimmte Wirkung auf den Bestand einer Art oder einen Lebensraum erreicht, in der Praxis in vielen Fällen nur schwer zu ermitteln sein. Aus diesem Grund kann es nötig werden, sich auch an Schwellenwerten zu orientieren, die zwar nicht direkt auf der Biologie einzelner Arten basieren, wohl aber die zu erwartende Größenordnung des Eingriffs berücksichtigen. Feste Schwellenwerte, wie ein bestimmter Anteil eines Bestandes, haben vor dem Hintergrund sehr unterschiedlicher Verhältnisse bei den einzelnen Schutzgütern jedoch immer das Problem, den realen Verhältnissen nicht gerecht werden zu können, so dass eine weitmögliche Annäherung an eine Bewertung anhand biologischer Daten anzustreben ist. Eine pauschale Betrachtung der Erheblichkeit von Eingriffen, wie sie in unterschiedlichen Formen vorgeschlagen worden ist (DIERSCHKE et al. 2003, s.a. LAMBRECHT et al. 2004,) erscheint vor dem Hintergrund der oben genannten Aspekte als weniger geeignet. Auch wenn feste Normen vor dem Hintergrund unvermeidlicher Wissensunsicherheiten zweifellos Vorteile haben können, sollten sie nicht mehr als Orientierungswerte sein.

3.12.1 Biologische Hintergründe zur Erheblichkeit von Eingriffen im Offshorebereich

Die Bewertung der Erheblichkeit von Eingriffen kann auf unterschiedlichen Ebenen erfolgen, die in Bezug zur zeitlichen und räumlichen Wirkung der Eingriffe festzulegen sind. Dies können die Bestände eines Schutzguts in einem definierten Gebiet, etwa einem Meeresschutzgebiet, die Vorkommen eines Schutzgutes innerhalb der nationalen Gewässer oder die Population einer Art, bzw. die Gesamtvorkommen eines Lebensraumtyps im Gesamtverbreitungsgebiet sein. Im Rahmen einer SUP können grundsätzlich alle Ebenen von Belang sein, zumal wenn die Umsetzung des betrachteten Plans in Einzelprojekten erfolgt. Da letzteres für die Entwicklung der Offshore-Windenergienutzung in deutschen Gewässern zutrifft, wird in jedem Einzelprojekt die Erheblichkeit der Eingriffe zu prüfen sein. Auf der Ebene der SUP stehen damit großräumige und langfristige Effekte im Zentrum der Betrachtung, die etwa durch die kumulative Wirkung der Einzelprojekte entstehen können, und Betrachtungsgegenstand werden damit eher Populationen als regional begrenzte Bestände sein. Im Rahmen des geplanten Ausbaus der Offshore-Windenergienutzung in Nord- und Ostsee sind die Eingriffsfolgen insbesondere in drei Bereichen zu ermitteln und zu bewerten:

- Eingriffe in Lebensräume
- Störwirkungen, insbesondere auf Vögel und marine Säugetiere
- Kollisionen von Vögeln und andere Beeinträchtigungen des Vogelzugs

Aufbauend auf den vorangehenden Ausführungen wird vorgeschlagen, die Bewertung der Erheblichkeit von Eingriffen durch die Offshore-Windenergienutzung auf folgenden vier Schritten aufzubauen:

1. Bedeutung der deutschen AWZ für das jeweilige Schutzgut
2. Status (Erhaltungszustand) des Schutzguts
3. Sensitivität gegenüber dem Ausbau der Offshore-Windenergienutzung
4. Regenerationsfähigkeit, bzw. Kompensationsfähigkeit des Schutzguts

Anhand dieser Werte lassen sich Aussagen über die Wirkung und die Bedeutung der mit dem Ausbau der Offshore-Windenergienutzung verbundenen Eingriffe tref-

fen. Die beiden ersten Punkte lassen sich anhand vorliegenden Daten relativ einfach ermitteln. Sowohl im Zuge zahlreicher Untersuchungen zur Offshore-Windenergienutzung wie zur Ausweisung von Meeresschutzgebieten wurden hierzu umfangreiche Datensätze erhoben (s. SCHOMERUS ET AL. 2006, IÖR, IFAÖ 2006). Bezüglich des Status einzelner Arten wird darüber hinaus auf vorliegende Bewertungen verwiesen, wie etwa in Roten Listen, die sich auch in den Anhängen der EU-Richtlinien niederschlagen, oder aber konkrete Hinweise auf kurz- und langfristige Bestandsentwicklungen geben (z.B. NORDHEIM, MERCK 1995, BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004). Der Status bzw. die Bestandsentwicklung sind dabei unter Umständen bessere Indikatoren für die Wirkung von Eingriffen auf Populationen, da die Erhaltungszustände in einem bestimmten Gebiet zunächst dessen Zustand wiedergeben.

Die Sensitivität eines Schutzguts gegenüber dem Ausbau der Offshore-Windenergienutzung ergibt sich zum einen aus dem Flächenbedarf der Windenergie innerhalb seines Verbreitungsgebietes, und zum anderen aus der prognostizierten Wirkung auf das jeweilige Schutzgut. Dabei sind reversible Wirkungen, wie etwa die Umlagerung von Sedimenten oder Störungen während der Bauphasen, von dauerhaften Wirkungen fester Installationen zu unterscheiden.

Ein wichtiger Punkt für die Bewertung von Eingriffen ist die Frage der Regenerationsfähigkeit der betroffenen Schutzgüter. Dieser betrifft zum einen reversible Eingriffe der Bauphase, aber auch kontinuierliche Effekte wie Individuenverluste durch Kollisionen an den Anlagen bei Vögeln. Weiterhin ist unter diesem Punkt auch zu prüfen, in welchem Maße eine betroffenen Population einer Art in der Lage ist, etwa die Verdrängung von Teilbeständen zu kompensieren. Für diese Abschätzung ist eine tiefer gehende Analyse der jeweiligen Lebensstrategien der einzelnen Arten notwendig, die jedoch auf die Arten beschränkt bleiben kann, bei denen eine hohe Betroffenheit vom Ausbau der Offshore-Windenergie und ein ungünstiger Erhaltungszustand erhebliche Auswirkungen erwarten lassen. Pauschal ist für die meisten Arten schwer abschätzbar, inwiefern sich eine Vertreibung aus bestimmten Bereichen durch Windparks und Wartungsarbeiten auf das Überleben der betroffenen Individuen auswirkt und ob die Populationsgröße durch den im Offshorebereich verfügbaren Lebensraum limitiert ist. Je nach Art und Lebens-

strategie können Populationen durch die Bedingungen im Brut-, Rast- oder Überwinterungsgebiet limitiert sein (NEWTON 2004).

Zur Abschätzung der Wirkung erhöhter Mortalität und der Frage, ob dies von Vogelbeständen kompensiert werden kann, besteht zunächst das Problem, dass bisher nur für einzelne wenige Arten (z. B. die Eiderente *Somateria mollissima*) tatsächlich Daten vorliegen (DESHOLM, KAHLERT 2005). Für die meisten im Gebiet anzutreffenden Vogelarten fehlen Informationen zu Kollisionsraten. Eine Übertragbarkeit vorliegender Untersuchungen an Land ist eingeschränkt möglich, soweit es sich um küstennahe Windparks oder ein vergleichbares Artenspektrum handelt. Eine Bewertung der eigentlichen Offshore-Situation ist dagegen insbesondere für nachziehende Arten und Hochseevögel nicht möglich. Aus diesem Grund gibt es auch noch keine verlässlichen Schätzungen zu den Auswirkungen der durch Kollisionen oder Lebensraumverlust verursachten zusätzlichen Mortalität auf Populationsniveau. Zur grundsätzlichen Wirkung zusätzlicher Mortalität bietet sich zum Vergleich z. B. eine Betrachtung der besser untersuchten Auswirkungen der Bejagung auf Vogelpopulationen an. Diese kann sehr hohe Populationsanteile erreichen. Beispielhaft sei hier auf die Ringeltaube verwiesen. Der Brutbestand in Deutschland wird derzeit mit bis zu 4 Millionen Brutpaaren, der europäische mit bis zu 15 Millionen Brutpaaren angegeben. Bei einer jährlichen Jagdstrecke von 900.000 Exemplaren in Deutschland und 15 Millionen Exemplaren in Europa (HIRSCHFELD, HEID 2006) nimmt der Bestand derzeit zu. Selbst wenn Verluste durch Kollisionen mit Windenergieanlagen gravierend unterschätzt würden, wäre ein Einfluss auf die Population auszuschließen. Die Höhe der jährlichen Jagdstrecke verdeutlicht dabei zugleich, wie zusätzliche Mortalität durch menschlichen Einfluss kompensiert werden kann. In Nordamerika wird seit einigen Jahrzehnten die nachhaltige jagdliche Nutzung von Wasserwild angestrebt. Insbesondere die Stockente *Anas platyrhynchos* als häufige Zielart ist dabei ein regelmäßiges Studienobjekt. PÖYSÄ (2004) betont, dass nur unter bestimmten Voraussetzungen eine zusätzliche jagdliche Mortalität durch erhöhte Reproduktion kompensiert werden kann. Bei ohnehin rückläufigen Populationen kann sich zusätzliche Mortalität additiv auswirken, so dass ein Effekt auf den Bestand erzielt wird. PÖYSÄ (2004) fordert daher eine den populationsbiologischen Voraussetzungen angepasste Festlegung der Jagdstrecke. Ähnliches ist für die Bewertung der Erheblichkeit von

Eingriffen denkbar und dem Status einer Art (s. BirdLife 2004) muss bei der Bewertung besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Im Falle der Offshore-Windenergienutzung muss berücksichtigt werden, dass eine hierdurch verursachte Mortalitätserhöhung für bestimmte Arten konstant sein wird und nach Installation der Anlagen nicht kurzfristig den Gegebenheiten angepasst werden kann.

Zudem bestimmt die Lebensstrategie die Empfindlichkeit von Arten gegenüber einer Erhöhung der Mortalität ausgewachsener Individuen, wie er durch Kollisionen mit Windkraftanlagen zustande kommen könnte. Dabei wirkt sich eine Erhöhung der Mortalität grundsätzlich umso stärker auf Populationsebene aus, je langlebiger die Art und je niedriger die Reproduktionsrate ist. Ein Beispiel hierfür sind drastische Bestandsrückgänge von (sehr langlebigen) Albatrossarten, die durch eine Erhöhung der Altvogelmortalität infolge von Beifängen in der Langleinenfischerei verursacht werden (z. B. TUCK et al. 2001). Allerdings vermuten DUNN, STEEL (2001) noch keine Änderungen im Bestandszustand des ebenfalls als langlebig einzustufenden Eissturmvogels *Fulmarus glacialis* im Nordostatlantik durch eine jährliche zusätzliche Mortalität, die bei einer Größenordnung von ca. 1-3 % liegen dürfte und ebenfalls durch Beifang in der Langleinenfischerei bedingt ist. Schätzungen sowohl von Populationsgrößen als auch der fischereibedingten Mortalität sind bei dieser Art mit einer großen Unsicherheit behaftet. Zudem führt die Fischereiaktivität des Menschen für diese Art neben einer Erhöhung der Mortalität (im Falle der Langleinenfischerei) gleichzeitig zu einer starken Erhöhung des Nahrungsangebots durch Fischereiabfälle. Letzteres wird für einen starken Bestandsanstieg des Eissturmvogels im vorigen Jahrhundert verantwortlich gemacht. Nicht für alle Arten dürfte zudem zutreffen, dass eine anthropogene Nutzungsform des Meeres gleichzeitig positive wie negative Effekte zeigt, so dass eine zusätzliche Mortalität von 1-3 % nicht automatisch als unbedeutend eingestuft werden kann. Generell zeigt dieses Beispiel auch, dass die generelle Populationsentwicklung bzw. der Erhaltungszustand einer Population entscheidend dafür sein kann, wie hoch eine zusätzliche Mortalität – etwa durch Kollisionen mit Windkraftanlagen – sein darf, um langfristig gerade noch verkraftet werden zu können.

Die Ausführungen verdeutlichen, dass eine pauschale Bewertung der Erheblichkeit von Eingriffen anhand von Populationsanteilen bei Arten oder Flächenanteilen bei Lebensgemeinschaften nicht möglich ist und, dass stets eine Einzelbetrach-

tung notwendig ist. Da eine fachlich fundierte Analyse Regenerations-, bzw. Kompensationsfähigkeit gegenüber Eingriffen und eine darauf aufbauende Bestimmung der Sensitivität gegenüber dem Ausbau der Offshore-Windenergienutzung jedoch aufwendig ist, wird empfohlen, anhand des Status der betroffenen Arten eine erste Einschätzung vorzunehmen. Tabelle 9 zeigt eine Übersicht der Bestandstrends der deutschen Populationen von 30 im Offshorebereich Deutschlands bedeutsamen Vogelarten zwischen 1990 und 2000 nach BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004).

Tabelle 9: Bestandstrend (nach BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004) der im Offshorebereich Deutschlands bedeutsamen Vogelarten zwischen 1990 und 2000.

Art	Wiss. Arname	Status in D B = Brutvogel, R = Rastvogel bzw. Durchzügler W = Wintergast	Bestandstrend	Status
Sterntaucher	<i>Gavia stellata</i>	R, W	Stable	Depleted
Prachtaucher	<i>Gavia arctica</i>	R, W	Unknown	Vulnerable
Haubentaucher	<i>Podiceps cristatus</i>	B, R, W	Moderate decline	Secure
Rothalstaucher	<i>Podiceps griseus</i>	B, R, W	Small decline	Secure
Ohrentaucher	<i>Podiceps auritus</i>	B, R, W	Moderate decline	Declining
Eissturmvogel	<i>Fulmarus glacialis</i>	B, R, W	Unknown	Secure
Basstölpel	<i>Morus bassanus</i>	B, R, W	Large increase	Secure
Kormoran	<i>Phalacrocorax</i>	B, R, W	Large increase	Secure
Eiderente	<i>Somateria mollissima</i>	B, R, W	Small increase	Secure
Trauerente	<i>Melanitta nigra</i>	R, W	Small decline	Secure
Samtente	<i>Melanitta fusca</i>	R, W	Moderate decline	Declining
Eisente	<i>Clangula hyemalis</i>	W	Stable	Secure
Mittelsäger	<i>Mergus serrator</i>	B, R, W	Small decline	Secure
Zwergmöwe	<i>Larus minutus</i>	R, W	Moderate increase	Secure
Lachmöwe	<i>Larus ridibundus</i>	B, R, W	Moderate decline	Secure
Sturmmöwe	<i>Larus canus</i>	B, R, W	Unknown	Depleted
Heringsmöwe	<i>Larus fuscus</i>	B, R,	Large increase	Secure
Silbermöwe	<i>Larus argentatus</i>	B, R, W	Moderate increase	Secure
Mantelmöwe	<i>Larus marinus</i>	B, R, W	Large increase	Secure
Dreizehenmöwe	<i>Rissa tridactyla</i>	B, R	Moderate decline	Secure
Brandseeschwalbe	<i>Sterna sandvicensis</i>	B, R	Small decline	Depleted

Flusseeeschwalbe	<i>Sterna hirundo</i>	B, R	Stable	Secure
Küstenseeschwalbe	<i>Sterna para-</i>	B, R	Unknown	Secure
Trottellumme	<i>Uria aalge</i>	B, R, W	Large increase	Secure
Gryllteiste	<i>Cephus grylle</i>	R, W	Stable	Depleted
Tordalk	<i>Alca torda</i>	B, R, W	Unknown	Secure

Auffällig ist in Tabelle 9, dass die meisten der angegebenen Arten, die als Rastvögel, Durchzügler oder Wintervögel im deutschen Offshorebereich in Erscheinung treten, im Bestand zunehmen oder stabil sind, wobei jedoch für die deutschen Gewässer spezifische Angaben meist fehlen. Dies ist vornehmlich darin begründet, dass für die meisten Arten der Zustand der Brutbestände in den einzelnen europäischen Ländern verhältnismäßig gut bekannt ist, jedoch weitgehend unbekannt ist, inwiefern sich Entwicklungen in den Brutbeständen in den im deutschen Offshorebereich auftretenden Rast- und Winterbeständen niederschlägt. Anhand dieser Informationen wäre eine tiefergehende Prüfung bei den Arten vorzunehmen, für die ein ungünstiger Status vermerkt ist, sofern diese Arten durch den Ausbau der Offshore-Windenergienutzung betroffen sind. Für die in den deutschen Meeresgebieten anzutreffenden Zugvögel lassen sich den genannten Quellen analoge Angaben entnehmen und es lässt sich leicht ermitteln, ob Populationen gefährdeter Arten in bedeutenden Anteilen die Seegebiete überqueren, die für den Ausbau der Offshore-Windenergienutzung vorgesehen sind. Der Status einer Art kann insbesondere für die Bewertung von Kollisionen eine wichtige Rolle spielen, da anzunehmen ist, dass eine bereits im Rückgang befindliche Art weniger Möglichkeiten hat, zusätzliche Mortalität auszugleichen.

Für die in Anhang 1 der Vogelschutzrichtlinie aufgeführten Arten und die in den Anhängen 1 und 2 der FFH-Richtlinie aufgeführten Lebensraumtypen und Arten wird künftig in regelmäßigen Abständen eine Bewertung des Erhaltungszustands auf der Basis von laufenden Bestandserfassungen (Natura 2000 Monitoring) erfolgen, so dass künftig mit laufend aktualisierten Daten zu rechnen ist.

3.12.2 Eingrenzung des Betrachtungsraums – regionale, nationale oder internationale Ebene?

Für eine Eingriffsbewertung auf Populationsebene ist zunächst eine klare Definition und Abgrenzung der zu betrachtenden Population bzw. Teilpopulation vorzunehmen. In der Ostsee bilden einige Tierarten beispielsweise eigene Unterarten aus, deren Populationen naturgemäß relativ klein und angesichts des von vornherein begrenzten und bereits intensiv anthropogen genutzten Lebensraums in einigen Fällen bereits stark gefährdet sind (WESLEY ANDERSEN et al. 2001). Hierzu gehören Arten mit grundsätzlich größerer Verbreitung, die jedoch in der Ostsee eine gewisse genetische Isolation erfahren haben. Beispiele sind die Ostseepopulationen von Seehund *Phoca vitulina baltica*, Kegelrobbe *Halichoerus grypus balticus*, Ringelrobbe *Phoca hispida baltica*, in ähnlicher Weise wird dies für den Schweinswal angenommen (z. B. BORKENHAGEN 2001). Für Vogelarten, deren Überwinterungsgebiete in Nord- und Ostsee liegen, ist z. T. noch wenig bekannt, inwiefern die unterschiedlichen Überwinterungsgebiete tatsächlich auch eine genetische Differenzierung widerspiegeln, bzw. inwiefern die Individuen beider Überwinterungsgebiete miteinander im Austausch stehen. Auch wenig abgeschlossene Meeresgebiete wie die Nordsee können mehr oder weniger abgeschlossene Populationen grundsätzlich weit verbreiteter Arten beherbergen. Ein Beispiel sind die verschiedenen Laichbestände des Herings *Clupea harengus*.

Die Eingrenzung des Betrachtungsraums ist damit von zentraler Bedeutung für die Bewertung von Eingriffen. Angesichts fehlender Grenzen auf See, hochmobiler Arten und weiträumiger Reproduktionsprozesse ist die Zuordnung von Beständen und Populationen zu räumlichen Einheiten auf See jedoch deutlicher schwieriger als an Land. Für die Abgrenzung des Betrachtungsraums zur Bewertung der Erheblichkeit von Eingriffen gibt es keine vorzugsweise zu empfehlende Herangehensweise, da die zeitliche und räumliche Verbreitung der einzelnen Schutzgüter sehr unterschiedlich ist. Ein kleiner Betrachtungsraum kann tendenziell dazu führen, die Erheblichkeit eines Eingriffs relativ früh zu konstatieren, wenn man die Eingriffsfläche in Bezug zur Fläche des Betrachtungsraums setzt. Der Nachteil kleiner Betrachtungsräume ist dabei, dass sie oft nicht auf biologisch begründbaren Einheiten beruhen. Grundsätzlich erscheint es als vorteilhaft, sich auf die Bereiche zu beschränken, über die belastbare Daten vorliegen bzw. erhoben werden

können und die Gegenstand des nachfolgenden Monitorings sein können, so dass die getroffenen Annahmen auch überprüfbar sind. Dies werden in vielen Fällen nationale Gewässer sein. Auf der anderen Seite sind die Vorkommen hochmobiler mariner Arten in den meisten Fällen räumlich schwer abgrenzbar und ihre Dynamik berücksichtigt keine politischen Grenzen, so dass eine Beschränkung auf nationale Gewässer (bzw. die AWZ eines Landes) nicht immer ermöglicht, die Wirkung einer Maßnahme auf eine Population tatsächlich abzuschätzen. Dies gilt schon für die noch relativ gut abgrenzbaren Bestände von Seetauchern und Meerestintenfischen. Die bedeutendsten Gebiete dieser Arten in Nord- und Ostsee (SPA Östliche Deutsche Bucht und SPA Pommersche Bucht) müssen grenzübergreifend betrachtet werden, und die Bewertung muss sich an geomorphologischen und hydrologischen Einheiten orientieren, denn in beiden Fällen decken die Schutzgebiete nur einen Teil der bedeutenden Vorkommen ab. Dies ist kein Einzelfall und bei vielen marinen Arten wird mit den nationalen Gewässern nur ein geringer Teil der Populationen erfasst und aufgrund der hohen räumlichen und zeitlichen Dynamik kann bei Meeressäugern wie dem Schweinswal, oder bei Seevögeln wie etwa dem Basstölpel oder dem Eissturmvogel nicht von nationalen Beständen gesprochen werden. Hier kommt jedoch erschwerend hinzu, dass Populationsgrößen nicht immer gut bekannt, und Erfassungsmethoden und -genauigkeiten in den verschiedenen Ländern häufig unterschiedlich sind. Die Ausdehnung des Betrachtungsraums führt dabei tendenziell dazu, die Erheblichkeit eines Eingriffs relativ spät zu konstatieren.

Für die Einschätzung der Erheblichkeit von Eingriffen in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone erscheint es daher als vorteilhaft, zunächst die Eignung nationaler Vorkommen für die Bewertung der Erheblichkeit zu prüfen. Die Orientierung an nationalen Vorkommen entspricht auch der Vorgehensweise bei der Bewertung der Erhaltungszustände von Arten im Rahmen der Natura 2000 Berichtspflichten, bei denen die einzelnen Staaten Angaben über die Bestände der verschiedenen Schutzgüter in ihren Territorien, bzw. ihrer Ausschließlichen Wirtschaftszonen machen und den Erhaltungszustand bewerten müssen. Das SUP-Monitoring kann sich bei der Überwachung der Folgen dann auch wesentlich auf das Natura 2000 Monitoring stützen. Über die Vorgehensweise muss in vielen Fällen jedoch hinausgegangen werden, etwa wenn es sich um klar grenzüberschrei-

tende Vorkommen handelt sowie generell bei der der Betrachtung des Vogelzugs, bei dem grundsätzlich nicht von nationalen Beständen gesprochen werden kann sondern stets Populationen Gegenstand der Betrachtung sein müssen. Insbesondere auf der Ebene der SUP, in der es vorrangig um die Beschreibung möglicher erheblicher Effekte gilt, ohne dass damit über Einzelprojekte entschieden wird, erscheint die Wahl großer Betrachtungsräume, die sich an biologisch, bzw. hydrologisch-morphologischen Einheiten orientieren, als angemessen. Da die Aufgabe der SUP als Informationsinstrument jedoch primär darin liegt, mögliche erhebliche Auswirkungen zu beschreiben, ohne dass dies die gleiche Bedeutung wie in der Verträglichkeitsprüfung nach FFH-Richtlinie hat, kann auch eine mehrstufige Betrachtung unter Berücksichtigung unterschiedlicher geographischer Räume durchaus angebracht sein.

3.12.3 Bedeutung kumulativer Effekte

Die Bedeutung kumulativer Effekte wurde bereits im ersten Untersuchungsjahr des FuE-Vorhabens ausführlich dargelegt (SCHOMERUS ET AL. 2006). DIERSCHKE et al. (2006) zeigen für verschiedene im Offshorebereich vorkommende und bei der Errichtung von WEA voraussichtlich von Lebensraumverlusten betroffenen Seevogelarten auf, dass es aufgrund der unterschiedlichen Wertigkeit der verschiedenen Seegebiete stark von der Auswahl der für die Planungen vorgesehenen Flächen abhängt, ab welcher Anzahl verwirklichter Projekte ein Effekt einer bestimmten Größenordnung eintritt. Die Untersuchung belegt, dass bereits durch die Umsetzung relativ weniger Projekte für manche Arten Populationsanteile betroffen sein können, die sich im zweistelligen Bereich befinden. Im Zusammenhang mit dem fortschreitenden Ausbau der Offshore-Windenergienutzung in den Nachbarstaaten Deutschlands, in denen mehrere Offshore-Windparks bereits bestehen bzw. derzeit (2007) im Bau sind, ist eine grenzüberschreitende Betrachtung kumulativer Effekte für die Bewertung der Erheblichkeit von besonderer Bedeutung und es wird empfohlen, die Betrachtungsräume für die Bewertung erheblicher Eingriffe im Rahmen der SUP so zu wählen, dass sie entsprechend der Disposition einzelner Schutzgüter für kumulative Wirkungen (s. SCHOMERUS ET AL. 2006) und ihrer Verbreitung in Nord- und Ostsee geeignet sind, auch kumulative

Wirkungen durch den Ausbau der Offshore-Windenergienutzung und anderer Eingriffe zu berücksichtigen.

Teil B: Integration globaler und überregionaler Umwelteffekte

4 Rechtlicher Rahmen der Integration von globalen und überregionalen Umwelteffekten in den Umweltbericht

Für die Berücksichtigung von globalen und überregionalen Umwelteffekten, wie z. B. Fragen des Klimaschutzes sowie anderer überregionaler Wirkungen in der Raumordnung für die AWZ kommen verschiedene Gesichtspunkte zum Tragen. Im Vordergrund steht die Frage, auf welche rechtlichen Grundlagen sich diese Aspekte in der raumordnungsrechtlichen Abwägung stützen können. Neben internationalen und europäischen Vorgaben z. B. zur Reduktion von Treibhausgasen sind dabei auch solche des nationalen Rechts in die Abwägung mit einzubeziehen.

Darüber hinaus ist zu untersuchen, wie Klimaschutzaspekte und weitere großräumige Effekte wie z. B. die Wirkung der Ferntransporte von Luftschadstoffen in die planerische Abwägung integriert werden können. Werden Klimaschutz und großräumige Wirkungen in die Planung mit einbezogen, kommt der Strategischen Umweltprüfung entscheidende Bedeutung zu. Im Einzelnen geht es z. B. darum, in welcher Art und Weise und in welchem Umfang bei der Alternativenprüfung die Belange des Klimaschutzes in die Entwicklung der zu prüfenden Alternativen eingehen. Auch wird zu prüfen sein, inwieweit zwischen verschiedenen Planalternativen auch im Hinblick auf ihren jeweiligen Nutzen als Maßnahmen zur Förderung des Klimaschutzes auszuwählen ist. Zu untersuchen ist dabei neben den „vernünftigen“ Alternativen vor allem auch, welche Bedeutung die Prüfung der sog. Nullvariante – also der voraussichtlichen Entwicklung des Plangebietes ohne Vollzug des vorgesehenen Plans – haben kann.

4.1 Übereinkommen und Zielbestimmungen im Überblick

Bei der Analyse rechtlicher Grundlagen und Vorgaben für die Bewertung und Einordnung globaler und überregionaler Umwelteffekte im Zusammenhang mit der Strategischen Umweltprüfung für die Offshore-Windenergienutzung in der AWZ kommen im Wesentlichen Fragen luft- und klimarelevanter Emissionen in Betracht. Zum einen handelt es sich hierbei um die Emission und den Ferntransport von Luftschadstoffen, zum anderen um Aspekte des globalen Klimawandels in Gestalt von CO₂- und anderen Treibhausgasemissionen. Wenngleich auch der Einfluss von Schadstoffemissionen wie z. B. durch den Ausstoß von Blei, Cadmium oder Quecksilber auf (marine) Ökosysteme nicht zu vernachlässigen ist, wird im Folgenden insbesondere der rechtliche Rahmen für die Integration von Klimaschutzaspekten in die Abwägung der räumlichen Planung untersucht. Dies ist einerseits der aktuell besonders hervorgehobenen Bedeutung der Problematik des Klimawandels geschuldet, andererseits folgt die Berücksichtigung von Fragen des Klimaschutzes in der Raumordnung für die AWZ den gleichen Ansätzen wie die Berücksichtigung großräumiger Wirkungen.

4.1.1 Internationale Vorgaben zum Klimaschutz

Ein erster Schritt zur Verabschiedung eines internationalen Klimaschutzregimes war die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen vom 9. 5. 1992 in Rio de Janeiro/Brasilien.⁷⁵ In dieser Konvention wurde erstmals die Notwendigkeit von Maßnahmen gegen die Ursachen des anthropogenen Klimawandels herausgestellt sowie Instrumente zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen eingeführt.⁷⁶ 1998 wurde der Vertrag über das Kyoto-Protokoll geschlossen.⁷⁷ Im Rahmen dieses Protokolls wurden verbindliche Ziele zur Minderung von Treibhaus-

⁷⁵ Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen v. 9.5.1992 BGBl. II, 1993, S. 1784.

⁷⁶ BAIL/MARR/OBERTHÜR in: Rengeling (Hrsg.), Europäisches und Deutsches Umweltrecht, 2003, S. 258.

⁷⁷ Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, FCCC/CP/1997/Add.1 S. 7 ff. v. 18. 3. 1998, verabschiedet auf der 3. Vertragsstaatenkonferenz der VN-Klimarahmenkonvention vom 11. Dezember 1997.

gasemissionen aufgestellt.⁷⁸ Das Kyoto-Protokoll trat am 16. Februar 2005 in Kraft.⁷⁹ In ihm sind globale Obergrenzen für die Emission von Treibhausgasen festgelegt: Unter anderem haben sich die Mitgliedstaaten der EU dazu verpflichtet, die Emissionen der wichtigsten Treibhausgase⁸⁰ im Zeitraum von 2008 bis 2012 um durchschnittlich 5,2 % unter das Niveau von 1990 zu senken. Insbesondere die Erforschung, Entwicklung und Ausweitung der Nutzung Erneuerbarer Energien soll nach Art. 2 Abs. 1 Uabs. IV des Kyoto-Protokolls zum internationalen Klimaschutz beitragen.

Vor allem in der Absicht, ein Nachfolgeregime für das im Jahre 2012 auslaufende Kyoto-Protokoll zu entwickeln, wurden in den letzten Jahren weitere internationale Konferenzen durchgeführt. So wurde – Anfang Dezember 2005 – in Montréal/Kanada die Weiterführung des Klimaschutzes mit den Instrumenten des Kyoto-Protokolls durch die Vertragsstaaten betont. Ziel war es, über die Umsetzung des Vertrages zu beraten und ihn durchzusetzen. Zudem wurden neue Grenzwerte für Treibhausgasemissionen ausgehandelt. Mitte November 2006 haben sich auf dem Klimagipfel in Nairobi nochmals die Vertragsunterzeichner des Kyoto-Protokolls zusammengefunden, um eingehender über das Kyoto-Nachfolgeregime zu debattieren. Auch wurde die Einrichtung von Fonds zur Unterstützung insbesondere der afrikanischen Länder erreicht.⁸¹

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass den Belangen des Klimaschutzes auf internationaler Ebene eine immer größere Bedeutung beigemessen wird. Da es sich bei dem Kyoto-Protokoll um ein sog. gemischtes Abkommen handelt, das sowohl von der Europäischen Gemeinschaft als auch von der Bundesrepublik unterzeichnet wurde, ergeben sich hieraus unmittelbare konkrete Anforderungen, insbesondere für die Reduktion des CO₂-Ausstoßes in der Bundesrepublik.⁸² Zudem gewinnen auch die Vorbereitungen zu einem Folgeabkommen gerade auch

⁷⁸ BAIL/MARR/OBERTHÜR in Rengeling (Hrsg.): Europäisches und Deutsches Umweltrecht, 2003, S. 268.

⁷⁹ Die Schwelle für das In-Kraft-Treten war erreicht, nachdem mindestens 55 Staaten, auf die mindestens 55 % der CO₂-Emissionen der Annex I-Staaten nach dem Stand von 1990 entfallen, den Vertrag ratifiziert hatten.

⁸⁰ Dabei handelt es sich um die sechs wichtigsten Treibhausgas Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid, teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe, perfluorierte Kohlenwasserstoffe und Schwefelhexafluorid.

⁸¹ Siehe hierzu im Einzelnen die Pressemitteilung des BMU vom 06.11.2006.

auf Europäischer Ebene, wie sie derzeit vor allem im Rahmen und im Nachgang des Frühjahrsgipfels der Staats- und Regierungschefs der Mitgliedstaaten der Europäischen Union, zunehmend an Bedeutung in der Debatte um internationale Klimaschutzvorgaben.⁸³ Aus dem Kyoto-Protokoll können sich auch Konsequenzen für die raumordnerische Abwägung in der AWZ ergeben.

4.1.2 Gemeinschaftsrechtliche Vorgaben zum Klimaschutz

Zur Durchführung von Planungen in der AWZ sind die Klimaschutzziele der Europäischen Union⁸⁴ zu beachten. Im Jahre 2000 verfasste die Europäische Kommission ein europäisches Programm zur Klimaänderung (ECCP).⁸⁵ Ein wesentliches Ziel dieses Programms ist es, eine europäische Strategie zur Erreichung der Kyoto-Ziele zu entwickeln und die geeigneten Handlungsinstrumente auf europäischer Ebene herauszuarbeiten.⁸⁶ Ab dem 24. 10. 2005 wurde das Programm als ECCP II fortgeschrieben und umfasst neben einem Review der Inhalte und Maßnahmen in den Bereichen Transport, Energieversorgung, Energieverbrauch, Nicht-CO₂ Gase und Landwirtschaft der Programmlaufzeit von 2000-2003 nunmehr auch Arbeitsgruppen zum Luftverkehr, zu CO₂ und Automobilen sowie zu CCS⁸⁷, möglichen Anpassungsstrategien an einen Klimawandel und zur Überprüfung der europäischen Emissionshandelssysteme.⁸⁸

Die EU und ihre derzeitigen Mitgliedstaaten haben das Kyoto-Protokoll am 31. 5. 2002 ratifiziert.⁸⁹ Die Europäische Union hat sich in diesem Rahmen zu einer Reduktion ihrer CO₂-Emissionen von 8 % gegenüber dem Niveau von 1990 verpflichtet. Im Rahmen der sog. Lastenverteilung (Burdensharing) hat sich die Europäische Union dazu entschlossen, dieses gemeinsame Reduktionsziel auf die Mit-

⁸² Vgl. RENGELING, DVBl. 2000, 1725 ff.

⁸³ Vgl. Kapitel 1.1.2.

⁸⁴ Siehe u.a. die Richtlinie 2001/77/EG; zum EU-Burdensharing: BMU 2004, S. 13

⁸⁵ Mitteilung der Kommission an den Rat und an das Europäische Parlament vom 08. März 2000 „Politische Konzepte und Maßnahmen der EU zur Verringerung der Treibhausgasemissionen: zu einem Europäischen Programm zur Klimaänderung (ECCP)“ (KOM(2000) 88 endg.). Zum Europäischen Programm zur Klimaänderung siehe auch z.B. <http://ec.europa.eu/environment/climat/eccp.htm>.

⁸⁶ BAIL/MARR/OBERTHÜR 2003, S. 288.

⁸⁷ CCS - Carbon Capture and Storage ist ein technischer Ansatz zur Abscheidung von CO₂ aus Abgasen und deren Endlagerung im Untergrund (Sequestrierung).

⁸⁸ Vgl. <http://ec.europa.eu/environment/climat/eccpii.htm>.

gliedstaaten nach einem bestimmten Schlüssel, der sich aus dem bisherigen Emissionsvolumen, dem erwarteten Wirtschaftswachstum, dem Energiemix und der Industriestruktur berechnet, zu verteilen.⁹⁰

Als ein wesentliches Mittel zur Erreichung dieser Zielvorgaben sieht die Europäische Union den Ausbau Erneuerbarer Energien. Daher legte sie als Ziel bereits im Weißbuch der Europäischen Kommission "Erneuerbare Energien"⁹¹ bis 2010 eine Verdopplung des Anteils Erneuerbarer Energien am gesamten Energieverbrauch auf 12 % fest. Flankiert wird dieses Ziel durch die am 27. 10. 2001 in Kraft getretene EU-Richtlinie zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen.⁹²

Ein weiteres Instrument des Klimaschutzes auf europäischer Ebene ist der Emissionshandel. Zum 1. 1. 2005 ist nach den Vorgaben der Emissionshandelsrichtlinie (EHRL)⁹³ der EU-weite Handel mit Emissionszertifikaten gestartet worden. Es handelt sich dabei um ein marktwirtschaftliches Handlungsinstrument zur Reduzierung der CO₂-Emissionen.⁹⁴

Zusätzliche Bestrebungen zur CO₂ –Reduktion finden sich in den europäischen Vorgaben zur Erhöhung der Energieeffizienz. Durch die Richtlinie 2002/91/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden wurden weitreichende Anforderungen an die Erhöhung der Energieeffizienz im Gebäudesektor geschaffen.⁹⁵ Auch die Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. 4. 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen bietet einen weitreichenden Ansatz zur Erhöhung des Klimaschutzes: das wesentliche Ziel besteht in einer Ener-

⁸⁹ AZUMA-DICKE 2005, S. 12.

⁹⁰ WITTHOHN 2005, S. 50 f.; zu den einzelnen Verpflichtungen siehe Entscheidung des Rates v. 25.4.2002 (2002/358/EG).

⁹¹ Mitteilung der Kommission "Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger - Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und Aktionsplan" (KOM/97/0599 endg.).

⁹² Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2001 zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt.

⁹³ Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13.10.2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionsberechtigungen in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 25.10.2003.

⁹⁴ Zum Emissionshandelssystem und den Vermeidungskosten im Vergleich zu anderen Systemen siehe AZUMA-DICKE 2005, S. 167 ff.

⁹⁵ BAIL/MARR/OBERTHÜR 2003, S. 288.

gieeinsparung von 9 % in jedem EU-Mitgliedstaat im Jahre 2015. Die Erreichung des Ziels wird von der EU überwacht. So muss jeder Staat erstmals zum 30. 6. 2007 einen „Energieeffizienz-Allokationsplan (EEAP)“ aufstellen und aktualisieren. Ferner soll die Erreichung des Einsparziels durch vielfältige Instrumente forciert werden. Dazu gehören u. a. Förderprogramme, Energieberatungen, die Bereitstellung von Finanzinstrumenten sowie ein Verbot für Maßnahmen, die das Energiesparen behindern.

Neueste Ziele der Europäischen Klimaschutzpolitik ergeben sich aus dem Frühjahrsgipfel der Staats- und Regierungschefs (Europäischer Rat) am 8. und 9. 3. 2007. In den Schlussfolgerungen des Präsidiums des Europäischen Rates⁹⁶ wird der enge Zusammenhang zwischen den Klimaschutzzielen der Europäischen Klimaschutzpolitik und der Energiepolitik für Europa (EPE)⁹⁷ festgestellt (Ziff. 27 ff.), so wird z. B. ein integrierter Ansatz der Klima- und Energiepolitik gefordert (Ziff. 28). Auch verpflichtet sich die EU auf einen gesteigerten Beitrag zum internationalen Klimaschutz (Ziff. 29-35), markiert u. a. durch den Beginn von Verhandlungen für die Errichtung eines „Post-Kyoto-Protokolls“ für die Zeit nach 2012 in Vorbereitung auf die Ende 2007 stattfindende internationale UN-Klimakonferenz. In Ziff. 30 nennt der Europäische Rat als Zielwert der EU die Reduzierung der Treibhausgase um 30% bis 2020 gegenüber dem Basisjahr 1990⁹⁸, hält sich aber die Möglichkeit der Steigerung der Zielvorgaben für die Zukunft offen. Die individuelle Lastenverteilung der Mitgliedstaaten soll dabei fair und transparent erfolgen und sich an nationalen Umständen sowie den Beiträgen der ersten Umsetzungsperiode des Kyoto-Protokolls orientieren (Ziff. 33).

Auf europäischer Ebene stehen damit verschiedene Instrumente zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes zur Verfügung. Neben Anforderungen an die Einsparung von Energie (Energieeffizienz) sind dies insbesondere auch solche an die Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch. Die Förderung Erneuerbarer Energien stellt damit ein wesentliches Instrument der europäischen Klima-

⁹⁶ „An integrated climate and energy policy“ (7224/07 CONCL 1 vom 09. März 2007).

⁹⁷ Zu den wesentlichen Inhalten der EPE siehe Ziffer 36 ff.

⁹⁸ Unter der Bedingung, dass weitere wichtige entwickelte Länder sich dieser Zielvorgabe nach 2012 anschließen – andernfalls will die EU im Alleingang eine Reduktion um 20% erreichen (Ziff. 32).

schutzpolitik dar,⁹⁹ was durch die Ergebnisse des „Energiegipfels“ des Europäischen Rates vom März 2007 deutlich betont wird.

4.1.3 Nationale Instrumente und Vorgaben zum Klimaschutz

Als zwingende Zielvorgaben im Bereich des Klimaschutzes ergeben sich für die Bundesrepublik die aus der Lastenteilungsvereinbarung 2002/358/EG vom 25. 4. 2002 resultierenden Reduktionsverpflichtungen.¹⁰⁰ Im Rahmen dieses sog. Burdensharings hat sich die Bundesrepublik verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen im Durchschnitt der Periode 2008 – 2012 um 21% gegenüber den Emissionen im Referenzjahr 1990 bzw. 1995 zu reduzieren. Bis 2020 wird eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 40% angestrebt.¹⁰¹ Ausgehend hiervon sollen auf der Basis des Nationalen Allokationsplans eine längerfristige Perspektive für die Verteilung der CO₂-Emissionsminderung auf verschiedene Sektoren entwickelt werden und konkrete Reduktionsziele festgelegt werden.¹⁰² Zur Erreichung dieser Ziele werden unterschiedliche Modelle diskutiert und angewendet. Zum einen bestehen Bestrebungen zur Energieeinsparung, z. B. durch die Erhöhung der Energieeffizienz.¹⁰³ In diesem Rahmen wurden anlagenbezogene Regelungen zur Erhöhung der Energieeffizienz erlassen. Anzuführen ist hier z. B. das Energieeffizienzgebot des § 5 Abs. 1 Nr. 4 BImSchG.¹⁰⁴ Weiterhin gibt es Anreizmodelle durch finanzielle Instrumente wie Steuern und sonstige Abgaben. Als Instrument zur Schaffung ökonomischer Anreize zur Energieeinsparung ist die so genannte

⁹⁹ BAIL/MARR/OBERTHÜR 2003, S. 289 f.

¹⁰⁰ Lastenteilungsvereinbarung v. 25. 4. 2002, ABl. EG 2002 Nr. L 130, S. 1 ff.

¹⁰¹ Vgl. UMWELTBUNDESAMT, Neue Ergebnisse zu regionalen Klimaänderungen (2007), <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/Regionale-Klimaaenderungen.pdf>.

¹⁰² KOCH/ZIEHM, Hohe Mobilität – umweltgerechter Verkehr, in: ZUR 2005, 406, 409.

¹⁰³ Z. B. auf Grundlage der Richtlinie 2002/91/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 16.12.2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden; Richtlinie 2006/32/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 5.4.2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates.

¹⁰⁴ BRITZ, Zur Effektivität der Energieeinsparinstrumente des BImSchG, in: UPR 2004, S. 55 ff.

ökologische Steuerreform von 1998¹⁰⁵ anzuführen. Ein weiteres Instrument zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen ergibt sich aus der Einführung des Emissionshandels durch das Treibhausgasemissionshandelsgesetz (TEHG).¹⁰⁶

In erster Linie wird aber der Ausbau erneuerbarer Energiequellen als ein unverzichtbares Element einer nachhaltigen Entwicklung angesehen.¹⁰⁷ Aufgrund der Erkenntnis, dass die Nutzung Erneuerbarer Energien einen wichtigen Beitrag zur Reduzierung von CO₂-Emissionen leistet¹⁰⁸, ist schon seit langem deren Ausbau ein anerkanntes und von der Bundesregierung erklärtes Ziel. Schon im nationalen Klimaschutzprogramm vom 18. 10. 2000 ist als allgemeines Ausbauziel der Erneuerbaren Energien die Verdopplung ihres Anteils bis 2010 genannt. Mittlerweile ist Zweck des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), dazu beizutragen, dass der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2020 auf mindestens 20 Prozent erhöht wird. Auf längere Sicht – bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts - soll die Hälfte des gesamten Energieverbrauchs aus Erneuerbaren Energien gedeckt werden.¹⁰⁹ Um dieses Ziel erreichen zu können, sind stabile und zuverlässige rechtliche Rahmenbedingungen für die Energiebereitstellung aus Erneuerbaren Energien erforderlich. So sind die Förderregelungen des EEG wichtige Instrumente des Klimaschutzes.¹¹⁰

¹⁰⁵ Die Einführung des Stromsteuergesetzes vom 24. März 1999 (BGBl. I S. 378, 2000 I S. 147), sowie die darauf fußende Stromsteuerverordnung vom 31. 5. 2000 (BGBl. I 2000, 794); relevant in diesem Zusammenhang auch das Energiesteuergesetz i. d. F. vom 15. 7. 2006 (BGBl. I 2006, 1534).

¹⁰⁶ Gesetz über den Handel mit Berechtigungen zur Emission von Treibhausgasen (Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz) vom 08. 07. 2004, BGBl. I 2004, 1578; kritisch zur Effizienz des TEHG SCHLEMMERMEIER/SCHWINTOWSKI, Das deutsche Handelssystem für Emissionszertifikate: rechtswidrig?, ZNER 2006, 195 ff.

¹⁰⁷ WITTHOHN, Förderregelungen für erneuerbare Energien im Lichte des europäischen Wirtschaftsrechts, Berlin 2005, S. 41.

¹⁰⁸ Nach Berechnungen konnten z. B. im Jahre 2004 schätzungsweise rund 70 Mio. Tonnen CO₂ durch den Einsatz erneuerbarer Energien vermieden werden, siehe BT-Drs. 15/4014, S. 4 m. w. N.

¹⁰⁹ BUNDESREGIERUNG, Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung, Berlin 2002, S. 97 f.

¹¹⁰ Nach SCHLEMMERMEIER/SCHWINTOWSKI, ZNER 2006, 195 ff. ist die Förderung nach dem EEG weitaus effizienter im Sinne des Klimaschutzes als der Emissionshandel.

4.2 Klimaschutz im Planungs- und Zulassungsrecht

Um schließlich für die Windenergienutzung insbesondere Vorranggebiete in der deutschen AWZ ausweisen zu können, sind die oben dargestellten Klimaschutzziele von großer Bedeutung. Zumindest einen Anhaltspunkt für die Gewichtung der Klimaschutzziele in der planerischen Entscheidung bietet deren Verankerung im Planungs- und Naturschutzrecht. Dabei geht es vor allem um den Stellenwert von Klimaschutz Gesichtspunkten im Rahmen der innerhalb des Planungsverfahrens durchzuführenden SUP. Im Bereich der Planung – hauptsächlich im Bauplanungsrecht – gibt es bereits mehrere Gerichtsentscheidungen, die den Stellenwert des Klimaschutzes im Genehmigungsverfahren sowie in der planerischen Gestaltung der Entwicklung des Raumes thematisieren.¹¹¹ Die sich hier zeigenden Tendenzen können grundsätzlich auch auf die großräumigen Effekte der Offshore-Windenergienutzung in der AWZ übertragen werden.

4.2.1 Klimaschutz in der Bauleitplanung

Im Bereich des Bauplanungsrechts finden sich Vorgaben zur Berücksichtigung des Klimaschutzes in § 1 Abs. 5 BauGB. Danach sollen die Bauleitpläne u. a. eine nachhaltige städtebauliche Entwicklung gewährleisten. Das heißt, sie sollen die sozialen, wirtschaftlichen und auch die umweltschützenden Anforderungen in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen miteinander in Einklang bringen. Konkret bedeutet dies, dass die Bauleitpläne so gestaltet sein müssen, dass eine menschenwürdige Umwelt gesichert ist und die natürlichen Lebensgrundlagen geschützt sind. § 1 Abs. 5 S. 2 BauGB sagt ausdrücklich, dass diese Ziele „auch in Verantwortung für den allgemeinen Klimaschutz“ zu verwirklichen sind. § 1 Abs. 6 Ziff. 7 lit. a BauGB besagt darüber hinaus, dass bei der Berücksichtigung der Belange des Umweltschutzes auch Auswirkungen auf das Klima in die Abwägung einzustellen sind.¹¹² Der Begriff des „Klimaschutzes“ wurde im Rahmen der Novel-

¹¹¹ So unter anderem Urteil des BVerwG v. 13. 03. 2003, BVerwGE 118, 33 = NVwZ 2003, 738; s. auch die Urteile des VG Lüneburg (2. Kammer) vom 29.06.2004, AZ 2 A 167/03 sowie des VG Oldenburg (4. Kammer) vom 26.09.2002, AZ 4 A 4195/00 und vom 26.09.2002, AZ 4 A 4197/00.

¹¹² Vgl. BATTIS/KRAUTZBERGER/LÖHR 2005, § 1 Rn. 64.

le des BauGB durch das EAG Bau¹¹³ vom Gesetzgeber eingefügt, der dadurch betont hat, dass neben dem lokalen auch das globale Klima von Bedeutung für die Bauleitplanung ist.¹¹⁴

Damit wird deutlich, dass in die planerische Abwägung über allgemeine umweltrelevante Gesichtspunkte hinaus Aspekte des Klimaschutzes Abwägungskriterien bilden. Zu beachten ist indes, dass die Bauleitplanung unter der Prämisse der Sicherung der städtebaulichen Entwicklung nach Maßgabe des § 1 Abs. 3 BauGB steht: so ist bei der Berücksichtigung von Umweltgesichtspunkten in der Abwägung immer das Ziel der städtebaulichen Entwicklung im Blick zu behalten. Das bedeutet nach wohl noch herrschender Meinung, dass klimaschützende Aspekte stets einer städtebaulichen Begründung bedürfen, d. h., dass diese sich in ein schlüssiges städtebauliches Konzept einpassen müssen.¹¹⁵

4.2.2 Klimaschutz in der Raumordnung

Auch die Raumordnung kann einen Beitrag zum Klimaschutz, d. h. zur Verringerung von Treibhausgasemissionen, leisten.¹¹⁶ Neben anderen klimaschützenden Maßnahmen auf Raumordnungsebene, wie der Schaffung und Erhaltung von Freiflächen, Wäldern etc., kommt der raumordnerischen Steuerung der Nutzung Erneuerbarer Energien eine erhebliche Bedeutung zu. So sind in raumordnerischen Regionalplänen Ausweisungen für Konzentrationszonen für Windenergie möglich. Dies ist gängige Praxis bei Onshore-Windenergieparks. § 7 Abs. 4 Nr. 3 ROG sieht als raumordnerisches Instrument hierfür die Eignungsgebiete vor, bei denen eine Nutzung in diesen ausgewiesenen Gebieten konzentriert wird und in anderen Teilen des Plans nach § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB regelmäßig unzulässig ist (Ausschlusswirkung).

¹¹³ Europarechtsanpassungsgesetz Bau (EAG Bau) v. 24.7.2004 BGBl. I, Nr. 34.

¹¹⁴ FLEISCHHAUER/BORNEFELD 2006, S. 163; ausführlich SCHMIDT, NVwZ 2006, 1354 ff.

¹¹⁵ FLEISCHHAUER/BORNEFELD 2006, S. 163; a. A. SCHMIDT, NVwZ 2006, 1354 (1357 f.).

¹¹⁶ FLEISCHHAUER/BORNEFELD 2006, S. 161.

Dies führt zwar nicht immer zur planungsrechtlichen Unzulässigkeit, da es insoweit auf die Raumbedeutsamkeit der Nutzung ankommt. Größere Windenergieparks sind aber i. d. R. als raumbedeutsam anzusehen.¹¹⁷ Die Frage, ob eine raumbedeutsame Windenergieanlage abweichend vom Regelfall des § 35 Abs. 3 Satz 3 BauGB andernorts als auf der für sie raumordnerisch ausgewiesenen Vorrangfläche errichtet werden darf, ist unter Berücksichtigung etwaiger Besonderheiten am geplanten Standort einzelfallbezogen zu überprüfen.¹¹⁸

Daraus folgt, dass auch auf der Ebene der Raumordnung eine Auseinandersetzung mit den Belangen der Windenergienutzung erforderlich ist.¹¹⁹ Die zentrale Leitvorstellung der Raumordnung ist die nachhaltige Raumentwicklung, welche sowohl die sozialen und wirtschaftlichen wie auch die ökologischen Ansprüche an die Entwicklung in Einklang bringt und dadurch eine dauerhafte und nachhaltig ausgewogene Ordnung des Raumes herstellt.¹²⁰ Nach § 1 Abs. 2 Ziff. 2 ROG werden der Schutz und die Entwicklung der natürlichen Lebensgrundlagen als eine der Aufgaben und Leitvorstellungen der Raumordnung ausdrücklich aufgeführt. Auch die Belange des Klimaschutzes werden hiervon umfasst.¹²¹ Ausdrücklich wird das Klima bei den Grundsätzen der Raumordnung in § 2 Abs. 2 Ziff. 3 S. 2 ROG genannt. Dies bezieht sich aber nur auf die Sicherung von Freiräumen in der Raumordnung. Einen ausdrücklichen Bezug zur Entwicklung Erneuerbarer Energien unter Klimaschutzgesichtspunkten enthält das ROG nicht. Eines solchen Hinweises bedarf es jedoch auch nicht, da der Klimaschutz bereits von dem Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen nach Ziff. 2 umfasst ist. Eine gesonderte Hervorhebung der Bedeutung bestimmter Instrumente des Klimaschutzes, wie sie z. B. in § 2 Abs. 1 Ziff. 6 BNatSchG vorgenommen wird, erübrigt sich insoweit.

Das Bundesverwaltungsgericht hat in seinem Urteil vom 13. 3. 2003, in dem es auch um die raumordnerische Ausweisung von Vorranggebieten für Windenergie-

¹¹⁷ Hierzu eingehend ERBGUTH/MÜLLER, Raumordnung in der Ausschließlichen Wirtschaftszone?, DVBl. 2003, 625 ff..

¹¹⁸ Niedersächsisches Oberverwaltungsgericht Urte. v. 28.03.2006 - 9 LC 226/03 (Juris).

¹¹⁹ So bereits ERBGUTH/MÜLLER, Raumordnung in der Ausschließlichen Wirtschaftszone?, in: DVBl. 2003, 625 ff.; KENZLER, 11. Rostocker Gespräch zum Seerecht, Nutzungs- und Schutzkonflikte in der Ausschließlichen Wirtschaftszone, in: DVBl. 2004, 293 f.; MAIER, Zur Steuerung von Offshore-Windenergieanlagen in der Ausschließlichen Wirtschaftszone, in: UPR 2004, 103 ff.

¹²⁰ SPARWASSER/ENGEL/VOßKUHLE 2003, § 2 Rn. 105.

anlagen ging,¹²² darauf hingewiesen, dass Zielvorgaben des Klimaschutzes, wie sie sich unter anderem aus den Verpflichtungen des Kyoto-Protokolls ergeben, als Abwägungskriterien in die Planung einbezogen werden können. Ausdrücklich wird dort gesagt, dass „quantitative Zielvorgaben in Gestalt vertraglich vereinbarter Richtwerte ... als Abwägungskriterien in der Planung richtungweisende Bedeutung erlangen“ können. Raumordnung – wie auch die Bauleitplanung – kann damit von den Planungsträgern dazu benutzt werden, um im Rahmen ihrer jeweiligen planerischen Instrumente Klimaschutzpolitik zu betreiben und zur Umsetzung der Klimaschutzziele beizutragen.¹²³ Großräumige, d. h. überregionale und globale Umweltwirkungen können somit ausdrücklich Berücksichtigung in raumordnungsrechtlichen Abwägungsprozessen finden. Den Ausführungen des Bundesverwaltungsgerichts lag zwar eine raumordnerische Ausweisung von Vorranggebieten für Onshore-Windparks zugrunde. Es spricht aber nichts dagegen, dass sich diese Auffassung nicht auf die Raumordnung für die AWZ, insbesondere im Hinblick auf die Ausweisung von Vorranggebieten für die Offshore-Windenergienutzung, übertragen ließe.

Andere Aspekte der Förderung des Klimaschutzes – wie z. B. Flächenverbrauch, Siedlungsdispersion oder räumlich-funktionale Entflechtung¹²⁴ – spielen im Rahmen der Raumordnung nach § 18 a ROG in der AWZ derzeit keine wesentliche Rolle und können hier von der näheren Betrachtung ausgenommen bleiben. Zu erwägen ist aber, wie weit die durch die Errichtung und den Wartungsverkehr zusätzlich entstehenden CO₂-Emissionen bei Windparks – die in der AWZ in großer Entfernung zum Festland liegen – in der Abwägung mit berücksichtigt werden können.¹²⁵ Ebenso könnten Aspekte des Netzverlustes berücksichtigt werden: Windparks, deren Kabelanbindung über große Strecken verläuft, haben bspw. höhere Netzverluste als Windparks, deren Anbindung an das Netz geringere Strecken zurücklegen muss. Dadurch verringert sich das CO₂-Reduktionspotenzial,

¹²¹ FLEISCHHAUER/BORNEFELD 2006, S. 162.

¹²² S. o. (Fn. 36).

¹²³ So ausdrücklich auch SCHMIDT, NVwZ 2006, 1354 (1357).

¹²⁴ Zu den einzelnen Belangen vgl. BBR 2005, S. 53 ff.

¹²⁵ ERBGUTH/MÜLLER, Raumordnung in der Ausschließlichen Wirtschaftszone?, in: DVBl. 2003, 625.

das mittels der Substitution von konventionellen Kraftwerken durch regenerative Energien bzw. den Offshore-Windenergieparks erreicht werden kann.

Anders als das BauGB hat das ROG einen unmittelbaren Bezug zur AWZ, denn im Bereich der deutschen AWZ wird eine Raumordnung auf Grundlage des § 18 a ROG durchgeführt.¹²⁶ Hierbei können Grundsätze und Ziele der Raumordnung in Bezug auf die wirtschaftliche und wissenschaftliche Nutzung, hinsichtlich der Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit der Seeschifffahrt sowie zum Schutz der Meeresumwelt aufgestellt werden.

Gegenstand der Raumordnung ist auch die Ausweisung von bestimmten Gebieten für die Nutzung der Windenergie. Nach § 18 a Abs. 3 i. V. m. § 7 Abs. 4 Nr. 1 ROG können als Ziele der Raumordnung Vorranggebiete für Windenergieanlagen festgelegt werden, die dann im Verfahren zur Genehmigung einer Anlage nach der Seeanlagenverordnung im Hinblick auf die Wahl des Standortes die Wirkung eines Sachverständigengutachtens haben.¹²⁷ Hierdurch wird zum einen eine Steuerung des Ausbaus in Bezug auf die Gebietswahl erstrebt, zum anderen eine Förderung des Ausbaus durch eine Erleichterung des Genehmigungsverfahrens für Windenergieanlagen erreicht. Zudem besteht nach dem ROG die Möglichkeit der Ausweisung von Vorbehaltsgebieten gemäß § 18 a Abs. 1 i. V. m. § 7 Abs. 4 Nr. 2 ROG, in denen bestimmten raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen bei der planerischen Abwägung mit konkurrierenden Nutzungen besonderes Gewicht beigemessen werden soll. Des Weiteren kommen im Rahmen der raumordnerischen Gebietsausweisungen in der AWZ auch Eignungsgebiete nach § 18 a Abs. 1 i. V. m. § 7 Abs. 4 Nr. 3 ROG in Frage, welche eine Ausschlusswirkung entfalten.¹²⁸ Eignungsgebiete nach § 7 Abs. 4 Nr. 3 ROG sind trotz der Wortgleichheit nicht mit den besonderen Eignungsgebieten für Windkraftanlagen nach § 3a SeeAnIV zu verwechseln. Letztere entfalten keine Ausschlusswirkung und sind in ihrer Wirkung vielmehr den Vorranggebieten nach § 7 Abs. 4 Nr. 1 ähnlich.¹²⁹

¹²⁶ Hierzu WOLF 2005, S. 176 ff.

¹²⁷ MAIER, Zur Steuerung von Offshore-Windenergieanlagen in der Ausschließlichen Wirtschaftszone, in: UPR 2004, 103, 108.

¹²⁸ Die in Eignungsgebieten festgelegten raumbedeutsamen Maßnahmen sind an anderer Stelle im Planungsraum ausgeschlossen.

¹²⁹ Hierzu ausführlich SCHOMERUS et al. 2006, S. 73.

4.2.3 Klimaschutzgesichtspunkte im Naturschutzrecht

Nach § 1 BNatSchG ist Ziel des Naturschutzes und der Landschaftspflege der Schutz von Natur und Landschaft auf Grund ihres eigenen Wertes und als Lebensgrundlage des Menschen auch zukünftiger Generationen. Nach Ziff. 1 gehört zu diesem Schutzauftrag auch die Erhaltung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts.¹³⁰ Gemäß § 10 Abs. 1 Ziff 1 BNatSchG wird von dem Begriff des Naturhaushalts neben anderen Naturbestandteilen – wie z. B. Boden, Wasser, Luft, Tiere und Pflanzen – auch das Klima umfasst. Dazu gehört auch das Wirkgefüge zwischen den einzelnen Faktoren der Umwelt. Diese stehen grundsätzlich gleichrangig nebeneinander. Der Schutz des Klimas ist daher als Teil des Naturhaushalts dauerhaft zu sichern. Aus diesem Grunde ist das Prinzip der Förderung Erneuerbarer Energien in § 2 Abs. 1 Nr. 6 BNatSchG aufgenommen worden.¹³¹ Hierbei wird erkannt, dass die naturschutzbezogenen Klimaschutzgesichtspunkte in einem Zielkonflikt mit anderen Zielvorgaben des Naturschutzes, wie z.B. der Sicherung der Tier- und Pflanzenwelt (§ 1 Nr.3 BNatSchG) oder der Bewahrung des Landschaftsbildes für den Erholungswert der Natur (§ 1 Nr. 4 BNatSchG), stehen können.¹³² Jedoch ist nicht davon auszugehen, dass die Herausstellung der Bedeutung Erneuerbarer Energien der Intention des Naturschutzes zuwiderläuft.¹³³ Durch die Erwähnung der Erneuerbaren Energien wird zunächst auf deren Bedeutung hingewiesen. Zudem ergibt sich aus der Erwähnung des Klimaschutzes in § 2 Abs.1 Nr. 6 BNatSchG, dass die Nutzung Erneuerbarer Energien nicht per se im Konflikt zu den Zielen des Naturschutzes steht, sondern in diese integriert werden kann. Der Naturhaushalt wird als ein komplexes Wirksystem unterschiedlichster Naturbestandteile gesehen, die mehr oder weniger zwangsläufig in einem Konflikt miteinander stehen können. Die Förderung eines Naturbestandteils kann stets den Rückgang eines anderen zur Folge haben. Aus diesem Grunde ist bei der Betrachtung stets das gesamte Wirkgefüge im Blick zu behalten. Insoweit ist ggf. eine Abwägung zwischen den möglichen Beeinträchtigungen für bestimmte

¹³⁰ LANDMANN/ROHMER/GELLERMANN 2006, § 1 BNatSchG Rn. 19.

¹³¹ LANDMANN/ROHMER/GELLERMANN 2006, BNatSchG § 2 Rn. 17.

¹³² LANDMANN/ROHMER/GELLERMANN 2006, BNatSchG § 2 Rn. 17 m.w.N.

¹³³ So, aber in der Begründung nicht überzeugend WEIHRICH 2001, S. 388.

Teile des Naturhaushalts und den positiven Auswirkungen auf andere Elemente des Naturhaushalts vorzunehmen.

Eine Verknüpfung zwischen Naturschutzrecht und der Windenergienutzung in der AWZ besteht insoweit, als nach § 38 BNatSchG auch im Bereich der AWZ zum Schutz von Meeresflächen die §§ 33 und 34 BNatSchG angewendet werden können. Durch die Unterschutzstellung von ca. 32 % der Meeresfläche der deutschen AWZ¹³⁴ wird eine erhebliche Beschränkung für den Ausbau der Windenergienutzung in der AWZ herbeigeführt. Damit könnten aber neben dem unbestrittenen Nutzen für bestimmte Naturbestandteile auch negative Auswirkungen für die Natur im Hinblick auf das ebenfalls vom BNatSchG umfasste Klima die Folge sein. Zumindest wenn man davon ausgehen würde, dass ein Mehr an regenerativer Energieerzeugung durch den Ausbau von Windenergie in der AWZ unmittelbar zu einer Einsparung fossiler Energieträger und damit zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen führen würde, bestünde hier ein naturschutzinterner Zielkonflikt.

§ 10 Abs. 7 EEG sieht eine Ausnahme für Windenergieanlagen in Schutzgebieten i. S. d. § 38 BNatSchG vor; die Regelungen des § 10 Abs. 1-6 EEG finden hiernach keine Anwendung.¹³⁵ Diese Regelung geht insoweit über die Anforderungen des Naturschutzrechts hinaus, als bereits im Rahmen einer FFH-Verträglichkeitsprüfung die Vereinbarkeit von Anlagen mit den Schutzziele des Gebietes überprüft wird.¹³⁶ Von der Windenergiebranche ist wiederholt gefordert worden, diese Regelung in Zukunft zu novellieren oder ganz zu streichen.¹³⁷ Entsprechend der Zweckbestimmung des EEG, das als Gesetz auf Zeit angelegt ist, besteht die Chance, dass die Errichtung von Windenergieanlagen in Zukunft auch ohne die nach dem EEG gewährten erhöhten Einspeisevergütungen wirtschaftlich sein wird.

¹³⁴ Wobei zwei EU-Vogelschutzgebiete (Pommersche Bucht und Östliche Deutsche Bucht) bereits als Naturschutzgebiete ausgewiesen wurden; die FFH-Gebietsvorschläge wurden zum EU-Auswahlverfahren im Mai 2004 an die Europäische Kommission gemeldet, siehe SCHOMERUS et al. 2006, S. 28.

¹³⁵ RESHÖFT/STEINER/DREHER 2005, § 10 Rn. 45.

¹³⁶ RESHÖFT/STEINER/DREHER 2005, § 10 Rn. 46.

¹³⁷ Hierzu PRALL, ZNER 2005, S. 26 ff.

Daran schließt sich die Frage der Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte bei der planerischen Ausweisung von Gebieten für die Windenergienutzung in der AWZ an. Einer Ausweisung von Gebieten für die Windenergienutzung dürfen abgeschlossene Schutzgebietsausweisungen nicht entgegenstehen.¹³⁸

Im Rahmen der FFH-Verträglichkeitsprüfung des entsprechend bei Raumordnungsplänen anwendbaren § 34 BNatSchG (siehe § 35 S. 1 Nr. 2 BNatSchG) ist zu überprüfen, ob das Vorhaben bzw. die Planung zu erheblichen Beeinträchtigungen des Schutzzwecks nach § 34 Abs. 1 BNatSchG führt (§ 34 Abs. 2 BNatSchG). Nach § 34 Abs. 3 BNatSchG darf ein Projekt abweichend von Abs. 2 zugelassen werden, soweit es (1.) aus zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses notwendig ist und (2.) zumutbare Alternativen, den mit dem Projekt verfolgten Zweck an anderer Stelle ohne oder mit geringeren Beeinträchtigungen zu erreichen, nicht gegeben sind. Hier stellt sich die Frage, wie weit als solche zwingenden öffentlichen Interessen auch Aspekte des Klimaschutzes Berücksichtigung finden können. Insoweit ist auf die Vorgaben der FFH-Richtlinie zurückzukommen. Artikel 6 Abs. 4 der FFH-Richtlinie gibt vor, dass trotz negativer Ergebnisse der Verträglichkeitsprüfung aus zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses einschließlich solcher sozialer oder wirtschaftlicher Art und in Ermangelung einer Alternativlösung ein Plan oder Projekt durchgeführt werden kann. Der Mitgliedstaat hat alle notwendigen Ausgleichsmaßnahmen zu ergreifen, um sicherzustellen, daß die Kohärenz des gemeinschaftsrechtlichen Natura 2000-Systems geschützt ist. Nach Art. 6 Abs. 4 S. 2 der FFH-Richtlinie hat der Mitgliedstaat die Kommission über die von ihm ergriffenen Ausgleichsmaßnahmen zu unterrichten. Weitere Einschränkungen enthält Satz 3: wenn das betroffene Gebiet einen prioritären natürlichen Lebensraumtyp und/oder eine prioritäre Art einschließt, können nur genau bestimmte Gründe geltend gemacht werden. Dies gilt für Erwägungen im Zusammenhang mit der Gesundheit des Menschen und der öffentlichen Sicherheit, maßgeblichen günstigen Auswirkungen für die Umwelt oder anderen zwingende Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses.

¹³⁸ Umfassend hierzu SCHOMERUS et al. 2006, S. 68 ff.

Sofern eine Nutzung von ausgewiesenen Schutzgebieten angedacht wird, ist zunächst zu prüfen, ob die beabsichtigte Nutzung zu erheblichen Beeinträchtigungen des Schutzzwecks führen wird. Wenn das Vorhaben ohne Verstoß gegen artenschutzrechtliche Vorschriften der FFH-RL zugelassen werden kann, weil keine erhebliche Beeinträchtigung eines Gebietes von gemeinschaftlicher Bedeutung zu erwarten ist, erübrigt sich eine weitere Prüfung.¹³⁹

Sofern aber eine erhebliche Beeinträchtigung des Schutzzwecks vorliegt, ist anschließend zu prüfen, ob die Nutzung aus zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses notwendig ist und zumutbare Alternativen zur Verfügung stehen, den mit dem Projekt verfolgten Zweck an anderer Stelle ohne oder mit geringeren Beeinträchtigungen zu erreichen. Dem steht nicht entgegen, dass die geplanten Windparks durch private Betreiber realisiert werden, da öffentliche Interessen auch durch private Träger verwirklicht werden können.¹⁴⁰

Ein Aspekt können wirtschaftliche Interessen sein, sofern keine prioritären Arten in dem Gebiet betroffen sind. Insbesondere die Frage der Nutzung der küstennäheren Gebiete könnte dabei zu berücksichtigen sein, da deren Erschließung kostengünstiger ist und zudem durch die geringere Entfernung zum Land geringere Netzverluste auftreten würden. Auf der anderen Seite ist zu berücksichtigen, dass die bloße Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen in diesem Zusammenhang nicht ausreichen kann.¹⁴¹ Das bedeutet, dass überwiegende öffentliche Interessen i. S. d. FFH-RL allein aus Gründen der Kosteneinsparung bzw. der Gewinnoptimierung nicht angenommen werden können.

Aspekte der Versorgungssicherheit, welche grundsätzlich als Gründe des Allgemeinwohls herangezogen werden könnten, finden auf Grund der derzeit noch bestehenden Möglichkeit der hinreichenden Versorgung mit Energie aus konventionellen Energieträgern noch nicht in nennenswertem Umfang Eingang in die planerische Abwägung. Diese Belange können aber bei einer langfristigen strategischen Betrachtung in Zukunft in das Blickfeld geraten. Gerade in

¹³⁹ Siehe z. B. VG Dresden v. 07.07.2005 - 3 K 922/04 in: Juris.

¹⁴⁰ Hierzu RAMSAUER/BIEBACK 2002, S. 277.

¹⁴¹ Dazu GELLERMANN 2001, S. 69 ff m. w. N.; BVerwG, Urt. vom 27.1.2000 - 4 C 2.99 - DVBl. 2000, 814.

Anbetracht des weltweiten Anstiegs des Verbrauchs an Öl, Gas und anderen konventionellen Primärenergieträgern könnte in Zukunft zu beachten sein, dass diese nicht mehr in gleichem Umfang wie heute zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit in der Stromerzeugung zur Verfügung stehen werden und somit Erneuerbare Energien auch aus energiewirtschaftlichen Notwendigkeiten heraus verstärkt ausgebaut werden müssen. In einem solchen Szenario ist es durchaus denkbar, dass solche Gründe des Allgemeinwohls in der Abwägung bei Planungsprozessen zu Vorhaben der Nutzung regenerativer Energien zukünftig von großer Bedeutung sein werden.

Fraglich ist somit, inwieweit die Einhaltung der (naturschutzbezogenen) Klimaschutzziele als zwingender Grund des überwiegenden öffentlichen Interesses in dem vorliegenden Zielkonflikt mit anderen Zielvorgaben des Naturschutzes angeführt werden kann. Zum Tragen käme hier die weltweite Bedeutung der Reduktion des CO₂-Ausstoßes. Ein weiterer Aspekt könnte die Erfüllung der Klimaschutzziele, die der Bundesrepublik aufgrund des Burdensharings obliegen, sein. Die Bundesrepublik hat zur Einhaltung der für sie geltenden Klimaschutzziele u. a. den Weg der CO₂-Reduktion durch die Förderung erneuerbarer Energien gewählt. Die Förderung erneuerbarer Energien kann sich aber nicht allein durch die Schaffung der Anreize für Betreiber durch festgelegte Mindestvergütungen stützen. Es müssen darüber hinaus auch die rechtlichen Voraussetzungen für die Errichtung von Anlagen zur Gewinnung regenerativer Energien in geeigneten Gebieten gewährleistet sein. Wenn erkennbar wird, dass nicht in hinreichender Menge Gebiete zur wirtschaftlichen Energiegewinnung zur Verfügung stehen und so die Einhaltung der verbindlichen Klimaschutzziele in Frage steht, könnte daraus folgen, dass im Einzelfall nach Art: 6 Abs. 4 FFH-RL zwingende Gründe des überwiegenden öffentlichen Interesses für die Gewinnung von regenerativen Energien in Schutzgebieten sprechen.

Dabei ist aber auch zu prüfen, ob zumutbare Alternativen zur Verfügung stehen. Eine Alternativlösung i. S. d. Art. 6 Abs. 4 FFH-RL ist nach der Rechtsprechung des BVerwG dann gegeben, wenn sich das Planungsziel trotz hinnehmbarer Abstriche auch mit der geprüften Alternative erreichen lässt. Von einer Alternativlösung, die technisch machbar und rechtlich zulässig ist, darf nur dann Abstand genommen werden, wenn durch die Umsetzung der Alternative im

Einzelfall Opfer abverlangt werden, die außer Verhältnis zu dem mit ihr erreichbaren Gewinn für Natur und Umwelt stehen. Zudem darf eine Alternativlösung z. B. aus oben genannten Erwägungen auch aus "naturschutzexternen Gründen" als unverhältnismäßiges Mittel verworfen werden. Ob diese Opfer z. B. als erhebliche finanzielle Mehrkosten oder aber eben auch als negative Auswirkungen auf Klimaschutzaspekte gegenüber den Belangen des Naturschutzes in der Verhältnismäßigkeitsprüfung durchschlagen, hängt von dem Gewicht ab, das ihm im konkreten Fall zukommt. Somit kann z. B. ein Vorhaben in Schutzgebieten trotz zunächst negativem Ergebnis der Verträglichkeitsprüfung zulässig sein.¹⁴² In der heutigen Praxis werden die hierfür notwendigen Voraussetzungen aber selten anzutreffen sein.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Klimaschutz vom Schutzzweck des BNatSchG umfasst ist. Naturschutz i. S. d. BNatSchG ist somit mehr als bloß die Erhaltung des Landschaftsbildes und einzelner Tier- und Pflanzenarten, sondern vielmehr beinhaltet er das gesamte Wirkgefüge der einzelnen Naturbestandteile einschließlich des alle Naturbestandteile beeinflussenden Klimas. Durch den Gesetzgeber wurde insbesondere im EEG eine rechtlich eindeutige, wenn auch politisch nicht unumstrittene) Wertung hinsichtlich der Bedeutung der erneuerbaren Energien in Bezug auf den Klimaschutz vorgenommen. Es wird aber auch erkennbar, dass die Schutzziele des BNatSchG nicht einheitlich erreichbar sind, sondern sich z. T. konträr gegenüberstehen. Innerhalb der vom Gesetzgeber in das BNatSchG einbezogenen Schutzgüter obliegt es den jeweiligen Entscheidungsträgern, im Rahmen einer gerechten Abwägung eine für den konkreten Einzelfall sachgerechte Gewichtung zwischen den verschiedenen Interessen auch innerhalb des Naturschutzes zu treffen.

Besondere Bedeutung erhalten diese Überlegungen bei der Beeinträchtigung von Natura 2000 Schutzziele – innerhalb und außerhalb der jeweiligen Gebiete. Natura 2000 Gebiete selbst werden vor allem aufgrund der Regelung des § 10 Abs. 7 EEG in den nächsten Jahren voraussichtlich frei von Windenergienutzung bleiben. Da hierin kein Verbot der Offshore-Windenergienutzung in Schutzgebieten ausgesprochen wird, ist langfristig eine Nutzung nicht grundsätzlich ausgeschlossen. Im

¹⁴² BVerwG, Urt. v. 17.5.2002 – 4 A 28.01, BVerwGE 116, 254/268 [= NuR. 2002, 739]

Rahmen der auch außerhalb von Natura 2000 Gebieten vielfach erforderlichen FFH-Verträglichkeitsprüfungen müssen Aspekte des Klimaschutzes durch Windenergienutzung stets berücksichtigt werden.

4.3 Globale Klima- und überregionale Luftschadstoffwirkungen in der planerischen Abwägung

Wie oben festgestellt, sind Belange des Klimaschutzes sowie Einflüsse überregionaler Luftschadstoffwirkungen im Planungs- und Zulassungsrecht, aber auch im Naturschutzrecht zu berücksichtigen. Bei der raumordnerischen Abwägung sind die sich aus den verschiedenen Zielbestimmungen ergebenden Belange auch in der AWZ zu beachten und zu integrieren.

4.3.1 Die planerische Abwägung

Aus großräumigen Umweltwirkungen resultierende Belange können an etlichen Stellen in der planerischen Abwägung Berücksichtigung finden. Bereits innerhalb der Naturschutzaspekte kann eine Abwägung zwischen z. B. den klimaschützenden Wirkungen und den Beeinträchtigungen anderer geschützter Teile der Natur erfolgen. Weiterhin sind Aspekte der großräumigen Umweltwirkungen und vor allem des Klimaschutzes bei der Raumordnung in Bezug zu den anderen Grundsätzen und Zielen der Raumordnung zu setzen. Hier müssen auch die besonderen Belange des Naturschutzes einbezogen werden, die sich aus der Unterschutzstellung bestimmter Gebiete ergeben.

Probleme, die zwischen Belangen des Naturschutzes auf der einen Seite und den Interessen an der Nutzung der Windenergie auf der anderen Seite entstehen können, sind bereits frühzeitig in der Planung herauszuarbeiten und zu berücksichtigen. Eine Verlagerung dieser Problematik auf spätere Zulassungsverfahren ist grundsätzlich nicht zulässig.¹⁴³ Dies ergibt sich u.a. aus dem Gebot der planerischen Konfliktbewältigung. Danach sind die aus dem Plan resultierenden potentiellen Konflikte innerhalb der für diese Planungsebene bestehenden Zuständigkeiten so weit wie möglich zu lösen und durch planerische Gestaltung zu vermei-

¹⁴³ So VG Göttingen Urt. v. 9.3.2006 – 2 A 194/04 in: Juris.

den.¹⁴⁴ Es soll nur das auf eine andere Planungsebene verschoben werden, was dort angemessen gelöst werden kann.¹⁴⁵ Es besteht also die Notwendigkeit, sich bereits auf der Ebene der Raumordnung mit den Beeinträchtigungen der Belange des Naturschutzes auseinanderzusetzen und diese in der Abwägung hinreichend zu berücksichtigen.

Anders als an Land gibt es in der AWZ aufgrund der engen und speziellen Änderungen des ROG durch das EAG Bau und durch die Zuständigkeit des Bundes kein horizontal und vertikal gestuftes Planungssystem mit hierarchisch gestuften Raumordnungsplänen und den unterschiedlichen Fachplänen. Relevant sind in der AWZ also nur die Ebene der Raumordnung nach § 18 a ROG und das Instrument der besonderen Eignungsgebiete nach § 3a SeeAnIV, deren alleinige Steuerungswirkung allerdings als vergleichsweise gering einzustufen ist,¹⁴⁶ und die im Rahmen der Umsetzung der Bundesraumordnung in der AWZ in Vorranggebiete gemäß § 7 Abs. 4 Nr. 1 ROG überführt werden. Daraus folgt, dass die voraussehbaren Konflikte planerisch auf der Ebene der Raumordnung nach § 18 a ROG bewältigt werden müssen. Bei der Raumordnung in der AWZ müssen daher bei der Auswahl von Gebieten für die Windenergienutzung die Belange des Naturschutzes, insbesondere im Hinblick auf die mögliche Beeinträchtigung von Natura 2000-Gebieten, frühzeitig einbezogen werden. Zu berücksichtigen ist auch, dass für die Nutzung der Offshore-Windenergie hinreichend geeignete Flächen zur Verfügung stehen müssen.

¹⁴⁴ UEBBING 2004, S. 285 m. w. N.

¹⁴⁵ UEBBING 2004, S. 285 m. w. N.

¹⁴⁶ Vgl. z. B. SCHWARZ 2003, m. w. N.

4.3.2 Berücksichtigung des Klimaschutzes und weiterer großräumiger Wirkungen in der SUP

Ein effektiver Ansatz zur Einbeziehung von Klimawirkungen in die Raumordnung in der AWZ kann sich aus der bei der Raumordnung in der AWZ durchzuführenden SUP (siehe Anhang 3 Ziff. 1.9 UVPG) ergeben.¹⁴⁷

Dem Schutzgüterkatalog der SUP liegt mit § 2 Abs. 1 S. 2 UVPG ein weit gefasster Umweltbegriff zugrunde, der neben anderen Umweltgütern ausdrücklich auch das Klima abdeckt (siehe § 2 Abs. 1 S. 2 Ziff. 2 UVPG). Das Schutzgut Klima umfasst das Makro-, Meso- und Mikroklima. Während für die Umweltverträglichkeitsprüfung vornehmlich das Mikro- und Mesoklima von Belang ist¹⁴⁸, erhält im Rahmen der SUP auch eine Betrachtung des Makroklimas Bedeutung. Gegenstand der SUP sind gerade nicht die kleinräumigen Auswirkungen eines einzelnen Vorhabens, sondern die großräumigen Wirkungen eines Plans, welcher ggf. in einem Gesamtkontext mit anderen Plänen und Programmen gesehen werden muss. Die SUP erfasst gemäß § 14 g Abs. 1 UVPG „die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Durchführung des Plans [...] sowie vernünftiger Alternativen“. Dem Wortlaut ist also nicht zu entnehmen, dass hierbei nur negative erhebliche Umweltauswirkungen erfasst werden sollen, auch die SUP-RL lässt sich nicht gegenteilig deuten. Ziel und Aufgabe der SUP ist es, alle Auswirkungen sowie deren Wirkzusammenhänge innerhalb des Plangebietes und vor allem auch darüber hinaus zu ermitteln und zu bewerten. Gegenstand der Untersuchung sind also alle erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt, die bei der Durchführung der Projekte entstehen, für die der betrachtete Plan einen Rahmen setzt. Die Erfassung und Bewertung von positiven Umweltwirkungen ist somit ebenfalls Bestandteil der SUP. Insbesondere in der AWZ gewinnt die Berücksichtigung von positiven Wirkungen eine besondere Bedeutung, da die geplanten Projekte in den auszuweisenden Gebieten als Projekte der regenerativen Energieerzeugung eine Vielzahl von positiven Effekten auf die überregionale und globale Umwelt aufweisen, die ihre Wirkung durchaus auch im betrachteten Plangebiet selbst entfalten können.

¹⁴⁷ S. u. a. LOUIS, Die Strategische Umweltprüfung für Landschaftspläne, UPR 2006, 285 ff.

¹⁴⁸ RUNGE 1998, S. 104 f.

Zu nennen sind hier vor allem das Einsparpotenzial an Treibhausgasen (insb. CO₂) und die Vermeidung von Luftschadstoffemissionen wie z. B. Stickstoffverbindungen oder Schwermetallen, die in die Abwägung mit einbezogen werden müssen. Im Rahmen der SUP bei der Raumordnung ergeben sich dadurch also gesteigerte Anforderungen an die Ermittlung und Bewertung von großräumigen Wirkungen. Verfahrensmäßiger Anknüpfungspunkt ist hierbei der nach § 14 g UVPG zu erstellende Umweltbericht.

4.4 Anforderungen an den Umweltbericht unter Berücksichtigung des Klimaschutzes

Der Umweltbericht ist das zentrale inhaltliche Dokument der Strategischen Umweltprüfung.¹⁴⁹ Gemäß § 14 g Abs.1 UVPG erstellt die zuständige Behörde frühzeitig einen Umweltbericht, dessen Inhalt in § 14 g Abs.2 Nrn. 1 bis 9 UVPG dargelegt ist. Die Erstellungspflicht und die notwendigen Inhalte eines solchen Umweltberichtes sind seit dem 25. 06. 2005 zumindest für die in der Gesetzgebungskompetenz des Bundes liegenden SUP-pflichtigen Planverfahren geregelt.¹⁵⁰ Im Umweltbericht werden im Kern die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen sowie vernünftige Alternativen ermittelt, beschrieben und bewertet. Somit beinhaltet er eine Prognose über die zukünftige Entwicklung der Umwelt in dem Plangebiet sowie möglicher Auswirkungen über das Plangebiet hinaus.¹⁵¹

Der Umweltbericht übernimmt also eine ähnliche Funktion wie die Unterlagen des Vorhabenträgers nach § 6 UVPG in der Umweltverträglichkeitsprüfung. Beide Unterlagen – also solche nach § 6 UVPG, wie auch der Umweltbericht nach § 14 g UVPG – sind gleich zu Beginn des Verfahrens zu erstellen und bilden jeweils die inhaltliche Grundlage für die Behörden- und Öffentlichkeitsbeteiligung. Inhaltlich geht der Umweltbericht aber über die Unterlagen nach § 6 UVPG hinaus: ein wesentlicher Unterschied besteht bspw. darin, dass der Umweltbericht gemäß § 14 g Abs.1 und 3 UVPG bereits eine Bewertung der Umweltauswirkungen enthält. Zu-

¹⁴⁹ BALLA, Der Umweltbericht in der Strategischen Umweltprüfung nach dem neuen UVPG, NuR 2006, 485 ff.

¹⁵⁰ Ausführlich hierzu PETERS/BALLA 2006, § 14 g Rdnr. 1 ff..

¹⁵¹ Umfassend zu den Anforderungen an die Erstellung des Umweltberichts SCHOME-RUS et al. 2006, S. 211 ff.

dem ist der Umweltbericht konsequent an bestehenden Umweltzielen auszurichten, er muss eine echte Alternativenprüfung enthalten und hat Überwachungsmaßnahmen vorzusehen.¹⁵²

4.4.1 Umweltauswirkungen

Unter Durchführung des Plans wird vornehmlich die Durchführung der Projekte, für die der Plan einen Rahmen setzt, verstanden.¹⁵³ Soweit der Plan Elemente enthält, die für den Plan zwar wichtig, aber nicht direkt auf die Projekte bezogen sind, müssen auch die Auswirkungen dieser Aspekte im Rahmen des Umweltberichts berücksichtigt werden.¹⁵⁴ Gefordert ist damit eine über die bloßen Auswirkungen der Projekte hinausgehende Betrachtung des Plans oder Programms. Der Bezugspunkt bei der Erstellung des Umweltberichts ist stets der konkrete Plan und die mit der Realisierung dieses Plans einhergehenden prognostizierten Umweltauswirkungen.

Nach § 14 g Abs. 1 S. 2 UVPG ist zunächst keine Differenzierung zwischen positiven und negativen erheblichen Umweltauswirkungen vorzunehmen. Für die Aufnahme in den Umweltbericht kommt es einzig auf die Frage der Erheblichkeit der Umweltauswirkungen an. Dies folgt dem Verständnis des Auswirkungsbegriffes der SUP-Richtlinie.¹⁵⁵ Die SUP ist hiernach ein beschreibendes, die Entscheidung des Planungsträgers begleitendes und vorbereitendes Instrument.¹⁵⁶ Dem Entscheidungsträger soll das für die Einbeziehung der Umweltauswirkungen des Plans oder Programms wesentliche Material zur Verfügung gestellt werden.¹⁵⁷ Die bewusst nicht vorzunehmende Differenzierung zwischen positiven und negativen erheblichen Umweltauswirkungen hat für die Betrachtung der Windenergienutzung im Umweltbericht eine erhebliche Bedeutung, denn gerade die Erzielung erheblich positiver Umweltwirkungen ist eine der wesentlichen Motivationen für den Windenergieausbau. Als Umweltauswirkungen von Windenergieanlagen sind also

¹⁵² Hierzu eingehend BALLA, Der Umweltbericht in der Strategischen Umweltprüfung nach dem neuen UVPG, NuR 2006, 485 ff.

¹⁵³ PETERS/BALLA 2006, § 14 g Rn. 19.

¹⁵⁴ EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, Rn. 5.9.

¹⁵⁵ PETERS/BALLA 2006, § 14 g Rn. 19.

¹⁵⁶ EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003.

¹⁵⁷ PETERS/BALLA 2006, § 14 g Rn. 3.

grundsätzlich auch die berechenbaren Einsparpotentiale an CO₂-Emissionen, die durch den Ersatz konventioneller Energieträger bei planmäßigem Ausbau der Offshore-Windenergie entstehen können, im Umweltbericht aufzuführen.

4.4.2 Umweltziele

Gemäß § 14 g Abs.2 S.1 Nr.2 UVPG sind die für den Plan oder das Programm geltenden Ziele des Umweltschutzes sowie die Art, wie diese Ziele und sonstigen Umwelterwägungen bei der Ausarbeitung des Plans oder Programms berücksichtigt wurden, im Umweltbericht darzustellen.

Dazu zählen im Falle der Offshore-Windenergienutzung auch die aktuellen Klima- und Luftreinhalteziele, insbesondere die Klimaschutzziele, zu denen sich die Bundesrepublik auf internationaler Ebene, u. a. durch die Ratifizierung des Kyoto-Protokolls sowie im Rahmen des auf diesem gründenden gemeinschaftsrechtlichen Burdensharings verpflichtet hat. Als weitere maßgebliche Umweltziele sind die nationalen Ziele zum Klimaschutz, zur nachhaltigen Entwicklung sowie zum Ausbau Erneuerbarer Energien einzubeziehen.¹⁵⁸

Die Plan- und Programmziele sind ein integraler Bestandteil der Umweltprüfung und die wesentliche Grundlage eines jeden Planungs- und Bewertungsprozesses.¹⁵⁹ Im Rahmen der Bewertung nach § 14 g Abs. 3 UVPG muss sich die Planung auch an der Geeignetheit hinsichtlich der Erreichung der im Umweltbericht dargestellten und für den Plan maßgeblichen Ziele messen lassen.¹⁶⁰ Wesentlich sind diese für die sich anschließende planerische Abwägung.¹⁶¹

¹⁵⁸ Hierzu vgl. auch die Ausführungen in Kapitel 1.2.1. zum Urteil des BVerwG v. 13. 03. 2003, BVerwGE 118, 33 = NVwZ 2003, 738.

¹⁵⁹ PETERS/BALLA 2006, § 14 g Rn. 14.

¹⁶⁰ PETERS/BALLA 2006, § 14 g Rn. 14.

¹⁶¹ Zum Abwägungsgebot siehe SPARWASSER/ENGEL/VOßKUHLE 2003, § 4 Rn. 186 ff.

4.4.3 Alternativenprüfung

Mit der Umsetzung der SUP-Richtlinie ergeben sich für die räumliche Planung besondere Aufgaben im Bereich der Alternativenprüfung. Der Vergleich von planerischen Alternativen ist nunmehr ein obligatorischer Bestandteil des Planungsprozesses und muss in deutlich größerem Umfang als bisher dokumentiert werden. Ebenfalls müssen die getroffenen Auswahlentscheidungen im Rahmen des Umweltberichts begründet werden.

So sieht § 14 g Abs. 1 UVPG vor, dass der Umweltbericht die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen nicht nur für den zur Durchführung vorgesehenen Plan- bzw. das Programm, sondern auch für vernünftige Alternativen zu ermitteln, zu beschreiben und zu bewerten hat. Damit wird eine Alternativenprüfung vorgeschrieben¹⁶², soweit unter Berücksichtigung der Ziele und des geographischen Anwendungsbereichs des Plans oder Programms vernünftige, d. h. realisierbare Alternativen zur Verfügung stehen.¹⁶³

Vorliegend sollen im Rahmen der Alternativenprüfung insbesondere mögliche Klimaauswirkungen Berücksichtigung finden. Vorab wird dazu die Prüfung „vernünftiger“ Alternativen behandelt, ihr folgend werden Klimaschutzgesichtspunkte im Lichte der sog. „Null-Variante“ oder auch „Null-Alternative“ betrachtet.

4.4.4 Vernünftige Alternativen

Art. 5 Abs. 1 SUP-Richtlinie fordert, „vernünftige Alternativen, die die Ziele und den geographischen Anwendungsbereich des Plans oder Programms berücksichtigen“, zu ermitteln, beschreiben und zu bewerten. § 14 g Abs. 1 S. 2 UVPG verlangt die Ermittlung und Beschreibung von „voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen der Durchführung des Plans oder Programms sowie vernünftiger Alternativen“. Im Kontext der Bedeutung und Zielsetzung der SUP weist dies darauf hin, dass die zu prüfenden Alternativen die grundlegenden Ziele und den

¹⁶² BUNGE/NESEMANN, Das Gesetz zur Einführung einer strategischen Umweltprüfung und zur Umsetzung der EG-Richtlinie 2001/42/EG, Handbuch der UVP, Band 1, Berlin 2005, S.39.

¹⁶³ BALLA, Der Umweltbericht in der Strategischen Umweltprüfung nach dem neuen UVPG, NuR 2006, 485, 490.

räumlichen Geltungsbereich eines Plans oder Programms berücksichtigen.¹⁶⁴ Auch ist darauf hinzuweisen, dass politische Zielvorgaben in der Alternativenprüfung der SUP eines planerischen Verfahrens nicht zu hinterfragen sind. Insoweit ist darauf hinzuweisen, dass die Einbeziehung von Politiken in den Anwendungsbereich der SUP-Richtlinie durch den Richtliniengeber ausgeschlossen wurde, da diese nicht auf Grund von Rechts- oder Verwaltungsvorschriften erstellt werden müssen (s. Art. 2 a 2. Spiegelstrich). Dies kann vor dem Hintergrund konkreter politischer Zielvorgaben, z. B. in Bezug auf die Klimaschutzpolitik im Verfahren der Raumordnung in der AWZ durchaus von Bedeutung sein. Daher und aufgrund der möglichst frühzeitigen Berücksichtigung der Auswirkungen von Plänen und Programmen, eines weiteren wesentlichen Ziels der SUP-Richtlinie, hat der Alternativenvergleich eine erhebliche Bedeutung für die Strategische Umweltprüfung.¹⁶⁵ Ziel der Alternativenprüfung im Rahmen der SUP ist es, eine möglichst umweltschonende Alternative auszuwählen. Schon aus den Erwägungsgründen der SUP-Richtlinie ergibt sich, dass die SUP dazu beitragen soll, ein hohes Umweltschutzniveau zu sichern und eine umsichtige und rationelle Verwendung der Ressourcen herbeizuführen.

Es sind also alternative Planinhalte im Rahmen des Alternativenvergleichs zu prüfen, die „vernünftigerweise“ in Betracht kommen, um die Planziele umzusetzen. Die Ziele des Plans selbst sollen nicht (mehr) Gegenstand des Alternativenvergleichs sein. So ist insbesondere im Rahmen des Abschichtungsgebots eine Wirkung auf den Alternativenvergleich anzunehmen. Ergebnisse einer höheren Planungsebene, so eben auch dort bereits verworfene Alternativen, müssen auf der konkreten Planungsebene, die bei der SUP betrachtet wird, nicht mehr neu geprüft werden. Alternativenarten, die ihrer Natur nach stark projektbezogenen Charakter haben, können auf der Ebene der UVP geprüft werden. Üblicherweise sind also „vernünftige Alternativen“ innerhalb des betrachteten Plangebiets zu suchen¹⁶⁶

¹⁶⁴ Da im Rahmen der Beschreibung innerhalb des Umweltberichts neben dem Zustand der Umwelt nicht nur die umwelterheblichen Inhalte des Plans, sondern auch seine Planungsziele zu beschreiben sind, entfalten diese auch eine Rahmensetzende Bedeutung für den Alternativenvergleich.

¹⁶⁵ EUROPÄISCHE KOMMISSION 2003, Rn. 5.11.

¹⁶⁶ Dies entspricht der wörtlichen Bedeutung und dem Sinngehalt der Formulierung des Richtlinien textes in Bezug auf den geographischen Anwendungsbereich des Plans oder Programms.

und stellen die Grundausrichtung und die wesentlichen Ziele des Plans nicht mehr in Frage. Dass die grundlegenden Ziele nicht mehr zur Debatte stehen, bedeutet aber nicht, dass die Gesamtkonzeption des Plans ebenfalls von der Prüfung ausgenommen wäre.¹⁶⁷ Im Gegenteil, es ist vor dem Hintergrund eines vorsorgenden Umweltschutzes, des Konflikt- und Interessenausgleichs und des großen planerischen Gestaltungsspielraums der Planungsverfahren wichtig, nicht nur Alternativen für die Ausweisung von Standorten zu finden, sondern auch alternative Entwicklungskonzepte zu erarbeiten und zu prüfen. Grundsätzlich müssen alle „vernünftigen Alternativen“ in tatsächlicher und rechtlicher Hinsicht geeignet sein, die Ziele des Plans umzusetzen.¹⁶⁸ Zudem muss eine vernünftige Alternative auch wirtschaftlich umsetzbar, also finanzierbar sein. Gegenstand der Alternativenprüfung sind also vernünftige, realisierbare Alternativen. Es ist dabei davon auszugehen, dass nur solche Alternativen in den Blick zu nehmen sind, die nach Lage der Dinge ernsthaft in Betracht kommen, d. h. die sich der Sache nach anbieten.¹⁶⁹ Dies trifft nur für solche Alternativen zu, die mit zumutbarem Aufwand ermittelt und umgesetzt werden können.¹⁷⁰ Dies bedeutet jedoch nicht zwingend, dass „vernünftige Alternativen“ nach eher „engen“ Kriterien auszuwählen sind. Zwar müssen die zu prüfenden Alternativen den oben genannten Anforderungen in jedem Fall genügen. Da es sich bei der SUP in der AWZ um einen Verfahrensteil einer vorgelagerten Entscheidungsebene handelt, muss der Suchhorizont für geeignete Alternativen in jeder Hinsicht viel „weiter“ gefasst sein, als dies in Umweltprüfungen auf nachgelagerten Planungsebenen oder bei Planfeststellungsverfahren der Fall ist.

¹⁶⁷ So auch SCHOMERUS/BUSSE: Zur Umsetzung der Richtlinie über die Strategische Umweltprüfung in nationales Recht, in: NordÖR 2005, S. 398 ff.

¹⁶⁸ So z.B. SCHINK: Umweltprüfung für Pläne und Programme – Verfahrensanforderungen, in: NuR 2005 S. 143 ff.

¹⁶⁹ BALLA, Der Umweltbericht in der Strategischen Umweltprüfung nach dem neuen UVPG, NuR 2006, 485, 490.

¹⁷⁰ BUNGE/NESEMANN, Das Gesetz zur Einführung einer strategischen Umweltprüfung und zur Umsetzung der EG-Richtlinie 2001/42/EG, Handbuch der UVP, Band 1, Berlin 2005, S.28.

Daraus ergibt sich, dass unterschiedlichste Arten von Alternativen betrachtet werden können oder müssen. Neben der Null-Variante, die im folgenden Kapitel näher betrachtet wird, sind im Kontext des Alternativenvergleichs generell noch weitere Alternativentypen denkbar, so z. B.:

- Strategische oder konzeptionelle Alternativen, bei denen grundsätzliche Überlegungen angestellt werden, die für planerische Abwägungsprozesse typisch sind. Diese lassen sich nur angemessen prüfen und ggf. umsetzen, wenn es einen weiten Planungsspielraum gibt, da hier im Rahmen der Alternativenprüfung völlig unterschiedliche Plankonzepte entwickelt werden können. Übergeordnete Zielkonzepte wie etwa politische Vorgaben oder vorrangige Zielsetzungen aus vorgelagerten Planungsverfahren können hier jedoch nicht mehr verändert werden.
- Dimensionierungsalternativen, die z. B. die flächenhafte Ausdehnung, die Nutzungsdichte oder andere Fragen der Größenordnung umfassen. Vorgaben und Einschränkungen ergeben sich wiederum aus übergeordneten Plänen und Programmen sowie aus den grundlegenden Zielsetzungen des Plans.
- Standortalternativen in Abhängigkeit von Kriterien des Zustands und der Art der Umwelt in unterschiedlichen räumlichen Bereichen des zu untersuchenden Gebiets.
- Zeitalternativen bezüglich der Dauer der Nutzung oder der Wahl des Zeitpunkts für die einzelnen Umsetzungsabschnitte des Plans.
- Materialalternativen zum Einsatz anderer Materialien bei der Umsetzung von Vorhaben (Bau, Betrieb, Rückbau etc.), für die die Planung einen Rahmen setzt.¹⁷¹

Prinzipiell kommen alle diese Alternativentypen für den Alternativenvergleich in der SUP für die Offshore-Windenergienutzung in Frage. Die konkrete Auswahl der tatsächlich zu prüfenden Typen sowie deren Umfang und Konkretisierungsgrad ergibt sich im Einzelfall aus Art, Ebene und Zielen des Plans. Der Planung ist das Denken in Alternativen immanent. Bei der SUP der Raumordnung in der AWZ

muss die Suche nach möglichen Alternativen daher eher weit angelegt sein.¹⁷² Wie bereits gezeigt wurde, bedeutet dies jedoch nicht, die politische Zielvorgaben oder konzeptionelle Entscheidungen, die bereits auf einer anderen Planungsebene getroffen wurden, zu hinterfragen.¹⁷³ Vor dem Hintergrund der Integration großräumiger Wirkungen in den Umweltbericht der SUP würde z. B. ein Hinterfragen des Konzeptes des Klimaschutzes durch die Förderung Erneuerbarer Energien bedeuten, dass die bis dahin bereits getroffenen politischen Entscheidungen ausgehebelt werden könnten. Auf der konzeptionellen Grundentscheidung – dem Klimawandel u. a. mit der Förderung Erneuerbarer Energien zu begegnen – beruht letztlich auch das EEG. Nicht zuletzt ist die Entscheidung zur Förderung Erneuerbarer Energien aus Gründen des Klimaschutzes auf europäischer Ebene durch die Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. 9. 2001 zur Förderung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt vorgegeben. Es kann nicht Aufgabe der SUP sein, die Zielvorgaben europäischer Richtlinien und deren Umsetzung in nationales Recht in Frage zu stellen. Auch kann sich die SUP nicht über zwingende gesetzliche Rahmenbedingungen hinwegsetzen.

4.4.5 Nullvariante

Nach Anhang I lit. b) SUP-RL bzw. § 14 g Abs. 2 Nr. 3 UVPG wird der Prüfung der sog. „Null-Variante“¹⁷⁴ eine besondere Bedeutung zugemessen. So ist im Rahmen der SUP nicht nur der aktuelle Zustand der Umwelt zu beschreiben, sondern auch deren wahrscheinliche Entwicklung bei Nichtdurchführung des Plans oder Programms.¹⁷⁵ Ein Aspekt der Null-Variante kann damit die Begründung des Planerfordernisses sein,¹⁷⁶ denn es ist durchaus denkbar, dass der Zustand der Umwelt

¹⁷¹ Vgl. SCHOMERUS et al. 2006, S. 326 ff.

¹⁷² So auch BALLA, Der Umweltbericht in der Strategischen Umweltprüfung nach dem neuen UVPG, NuR 2006, 485, 490.

¹⁷³ SCHOMERUS et al. 2006, S. 318 ff.; SCHINK 2005, S. 146.

¹⁷⁴ Auch als „Null-Alternative“, „Null-Option“ oder „Fall der Unterlassung“ bezeichnet.

¹⁷⁵ Hier ist auch die Wirkung von anderen Plänen und Vorhaben auf den Zustand der Umwelt zu berücksichtigen, so diese voraussichtlich Auswirkungen auf das Planungsgebiet haben werden und nicht nur auf das Unterlassen der in der SUP betrachteten Planung abzustellen.

¹⁷⁶ So z. B. JACOBY, C.: Die Strategische Umweltprüfung (SUP) in der Raumplanung, S. 196 ff. und S. 482.

im Planungsgebiet ohne die Verwirklichung des Plans eine negative Entwicklung nimmt. Die Null-Variante ist nicht automatisch die „umweltfreundlichste Alternative“. Mit der prognostischen Beschreibung der Null-Variante kann ermittelt werden, ob der Plan insgesamt zu einer Verbesserung oder zu einer Verschlechterung des Umweltzustandes führt. Somit kann insbesondere die Null-Variante einen Referenzmaßstab für die eigentliche Alternativenprüfung darstellen. Neben dieser losgelösten Stellung vom Alternativenvergleich in der SUP kann die Null-Variante aber durchaus auch Teil der konkreten Alternativenprüfung sein. Dies ist dann der Fall, wenn die Null-Variante selbst eine realistische Alternative darstellt und die Prüfung und Beschreibung der Nullvariante in umfangreicher Weise nach der Art einer „Status-quo-Prognose“ durchgeführt wird.¹⁷⁷ Diese Prognose ist generell bedeutend für die SUP, da hier aufgrund des Angebotscharakters von räumlicher Planung im Regelfall deutlich längere Zeiträume bis zur teilweisen oder vollständigen Durchführung des Plans als bei einzelnen Projektvorhaben vergehen werden. Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied zur Beschreibung des Zustands der Umwelt in der UVP. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird sich in dieser Zeitspanne der Zustand der Umwelt bereits durch andere Faktoren geändert haben, so dass diese Entwicklung in der SUP berücksichtigt werden muss, um realitätsnahe Vergleichsmaßstäbe ansetzen zu können.

Für die Betrachtung der Klimaauswirkungen bedeutet dies, dass ein Vergleich zwischen der prognostizierten Klimaentwicklung bei Vollzug des Plans, d. h. Substituierung fossiler Energieträger durch die Nutzung der Offshore-Windenergie in dem Umfang, den der Plan vorsieht, und den entsprechenden Auswirkungen eines Nichtausbaus der Offshore-Windenergie stattfinden muss. Daraus folgt, dass in die Prüfung der Nullvariante eine Abschätzung der Auswirkungen der Offshore-Windenergie auf die Entwicklung der CO₂-Emissionen einzubeziehen ist.

¹⁷⁷ Insbesondere muss dann die Betrachtung der Null-Variante einen vergleichbaren Umfang und Zeithorizont umfassen wie die Prüfung sonstiger Planalternativen oder alternativer Planinhalte.

4.5 Ergebnis

Der Integration von globalen und überregionalen Umwelteffekten in den Umweltbericht bei der Strategischen Umweltprüfung in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone kommt eine besonders hervorgehobene Rolle im Hinblick auf die Umsetzung eines vorsorgenden Umweltschutzes unter Berücksichtigung insbesondere der Klimaschutzziele der Europäischen Union und der Bundesrepublik Deutschland zu. Das bisherige Defizit der Genehmigungsverfahren nach der SeeAnIV mit ihren – nur auf die Projektebene bezogenen – Umweltverträglichkeitsprüfungen bei der notwendigen Berücksichtigung großräumiger Wirkungen kann durch die Einführung der SUP weitestgehend ausgeglichen werden. Strukturelle Probleme vor der Einführung des neuen Rechtsregimes des § 18 a ROG ergaben sich z. B. aus der lediglich standortbezogenen Betrachtungsweise bei der UVP und dem Fehlen von planerischen Gestaltungsspielräumen. Die SUP hingegen ermöglicht eine frühzeitige, projektübergreifende, Wirkungszusammenhänge über die Grenzen des Einzelprojekts hinausgehend erfassende und somit strategisch ausgerichtete Prüfung auch von globalen und überregionalen Umwelteffekten. Dass quantitative internationale, gemeinschaftsrechtliche sowie nationale Vorgaben des Klimaschutzes und zur Förderung der Erneuerbaren Energien in der planerischen Abwägung eine wesentliche Bedeutung erlangen können, hat das Bundesverwaltungsgericht in einer Entscheidung zur Ausweisung von Vorranggebieten für die Windenergienutzung bestätigt.

Das Kernelement zur effektiven Berücksichtigung großräumiger Umwelteffekten wie den Klimawirkungen und dem Einfluss von Luftschadstoffen bildet die Prüfung, Bewertung und Auswahl von Alternativen im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung. Der Alternativenvergleich baut auf der Notwendigkeit der Koordinierung und Abwägung von verschiedensten (Fach-) Zielen und Nutzungsansprüchen auf. Kennzeichnend für den Alternativenvergleich in der SUP ist der große planerische Gestaltungsfreiraum. Anders als in Verfahren bei gebundenen Genehmigungen, bei denen Alternativen ggf. ermittelt werden, aber aufgrund des Charakters des Zulassungsverfahrens keine entscheidungsbestimmende Bedeutung erlangen, erfährt der Alternativenvergleich in der SUP eine deutliche Aufwertung. Hier gleicht er der Alternativenprüfung in der FFH-Verträglichkeitsprüfung, unterschei-

det sich aber auch deutlich, da die dortige Prüfung viel mehr an eine eng gefasste Verhältnismäßigkeitsbetrachtung gekoppelt ist und den Schutzgütern der Natura-2000-Gebiete gegenüber sonstigen Belangen eine stärkere Position zukommt, als dies bei der Raumordnung der Fall ist. Bei der Raumordnung ergeben sich Umfang und Konkretisierungsgrad der zu prüfenden Alternativen aus der Art und Zielsetzung der Planung und aus dem Gewicht der zu berücksichtigenden und gegeneinander abzuwägenden Belange. Wesentlich ist auch die Bedeutung der Null-Variante in ihrer Funktion als Planrechtfertigung und als Referenzalternative sowie ihr Potenzial, ggf. auch Bedeutung als vernünftige Alternative zu erlangen und somit für die Alternativenauswahl in Betracht kommen zu können. Eine eindeutige Verpflichtung zur Prüfung der umweltfreundlichsten Alternative besteht nicht, jedoch könnte diese in der Praxis ebenfalls – wie auch die Null-Variante – eine große Bedeutung als Referenz bei der Betrachtung alternativer Entwicklungsszenarien haben.

Die konkreten Planziele und die übergeordneten Zielsetzungen der Pläne selbst sind durch die Alternativenprüfung nicht mehr zu diskutieren, vielmehr kommt es im wesentlichen auf die Identifizierung „vernünftiger Alternativen“ innerhalb des betrachteten Plangebiets an. Dabei darf und soll aber auch die Gesamtkonzeption des Plans hinterfragt werden. Die Alternativenprüfung soll sich nicht nur auf Standortalternativen und andere Variationen marginaler Reichweite beschränken, sondern auch alternative Entwicklungsszenarien entwickeln und bewerten.

Im Sinne der SUP-Richtlinie und zur Umsetzung politischer Zielvorgaben sollten sich die Ermittlungen, Beschreibungen und Bewertungen im Rahmen des Umweltberichts nicht alleine auf potenzielle negative Umweltauswirkungen der Plandurchführung beschränken, sondern auch die zu erwartenden positiven Effekte berücksichtigen. An erster Stelle ist hier der Beitrag der Offshore-Windenergieerzeugung zum Klimaschutz und zur Vermeidung von Luftschadstoffemissionen zu nennen. Auch und gerade vor dem Hintergrund der Abwägung konkurrierender Interessen und Belange in der räumlichen Planung ist insbesondere ein Vergleich der Auswirkungen der raumordnerischen Überplanung der AWZ mit großräumigen Gebieten zur Verwirklichung der Ausbauziele der Offshore-Windenergienutzung mit alternativen Szenarien der Energieerzeugung angezeigt.

5 Integration von globalen und überregionalen Umwelteffekten der Offshore-Windenergie in den Umweltbericht

5.1 Überblick

An der Belastung der Umwelt durch Folgen des globalen Klimawandels hat die heutige Energieproduktion einen erheblichen Anteil. Eine strategische Umweltprüfung, die mit der Offshore-Windkraft nennenswerte Planungen im Stromsektor zum Inhalt hat, sollte daher auch der Produktion oder Einsparung von luft- und klimarelevanten Emissionen Beachtung einräumen – schließlich produziert der deutsche Stromsektor 38 % der gesamten energieerzeugungsbedingten Treibhausgasemissionen sowie einen hohen Anteil der Schadstoffemissionen, die im Ferntransport über den Luftpfad verbreitet werden. Hier zeigt sich auch ein charakteristischer Unterschied zwischen der großräumigen und auf lange Zeitskalen ausgerichteten SUP gegenüber der projektbezogenen UVP. Die SUP beinhaltet damit auch eine Erfassung und Betrachtung schleichender, ubiquitärer Umweltbelastungen, die dem Klimawandel und dem Ferntransport von Schadstoffen zuzuschreiben sind.

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Umweltwahrnehmungen auf verschiedenen Entscheidungsebenen sowie die spezifischen Rechtsgrundlagen der Berücksichtigung von Klimawirkungen in der SUP zur Offshore-Windenergienutzung zum Ausgangspunkt für einen quantitativen Vergleich der Kohlendioxidemission des aktuellen deutschen Kraftwerkparks mit den möglichen Einsparungen der Offshore-Windkraft in Nord- und Ostsee genommen. Dabei steht nicht allein im Vordergrund, das Einsparpotenzial und den mit Offshore-Windenergie leistbaren Beitrag zum Klimaschutz und zur Schadstoffreduktion zu beziffern, sondern vor allem auch die Frage, ob die methodischen Wege zur Berechnung eines solchen Ergebnisses überhaupt ausreichend standardisierbar sind. Des Weiteren stellt sich die Frage, welche der globalklimatischen Wirkungen allgemein und insbesondere im Meeresraum zu erwarten sind und wie die metho-

dischen Möglichkeiten der Berücksichtigung entsprechender Wirkungen einzuschätzen sind.

5.1.1 Wechselnde Betrachtungsschwerpunkte auf unterschiedlichen Entscheidungsebenen

Mit Blick auf unterschiedliche Entscheidungsebenen zeigt sich, dass nicht nur die räumlichen Grenzen der Betrachtung, sondern auch die Schwerpunkte der Umweltwahrnehmung wechseln.

Nationale Umweltpolitik ist in Deutschland vorrangig durch internationale Verpflichtungen globaler Art oder der EU geprägt. Eine wesentliche Rolle spielen dabei vor allem die aus dem Kyotoprotokoll abgeleiteten Verpflichtungen zum Klimaschutz. Auf dieser Ebene steht die Offshore-Windenergie der fossilen und atomaren Energieerzeugung als eine umweltfreundlichere Alternative gegenüber. Internationale Verträge zum Naturschutz werden auf dieser Ebene bei weitem nicht so deutlich wahrgenommen wie diejenigen zum Klimaschutz.

Auf der Genehmigungsebene, auf der es im Teilbereich der UVP weitgehend um lokale und regionale Standortfragen geht, dominieren dagegen Naturschutzfragen. Das wesentliche Instrument des Naturschutzes ist traditionell der Flächenschutz. Schutzgebiete oder Schutzgebietsansprüche sind räumlich konkret und planerisch greifbar. Klimaschutz dagegen geht meist gar nicht in die UVP ein, erscheint allenfalls als formloses umweltpolitisches Statement im Begründungsteil des eigentlichen Genehmigungsantrags. Wie auch andere Wirkungen ubiquitärer Umweltbelastungen fallen auch die des globalen Klimawandels im Allgemeinen durch das Erfassungsraster einer Projekt-UVP.

Auf der nunmehr neu einzuführenden Raumordnungsebene treffen sich beide Betrachtungsdimensionen. Hier ist neben standörtlichen Fragestellungen auch der überregionale Überblick wichtig. Je nach Ausdehnung der SUP-Planvorlage (kleinräumig wie bei den bestehenden Eignungsgebieten oder großräumig bei einem Raumordnungsplan für die deutsche Nordsee-AWZ) wechseln die Schwerpunkte der Umweltwahrnehmung. So dürfte der SUP-Umweltbericht eines Eignungsgebietes, welches kaum mehr Raum als die Pilotphase eines Offshore-Windparks umfasst, den Inhalten der Umweltverträglichkeitsstudie eines einzelnen Windpark

nahezu gleichen. Andererseits entspricht es der Intention der strategischen Umweltprüfung, auf frühzeitige und grundsätzliche Entscheidungen so Einfluss zu nehmen, dass der Umweltbericht eines Planes, welcher großen Teilen der deutschen Offshore-Windenergienutzung einen Rahmen setzt, auch konzeptionelle Alternativenvergleiche beinhaltet und erzielbare CO₂-Einsparungen benennt. Dies ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass der Klimaschutz nach Art. 6 und Art. 174 EG-Vertrag als ein besonders hervorgehobener Belang des Umweltschutzes gilt.

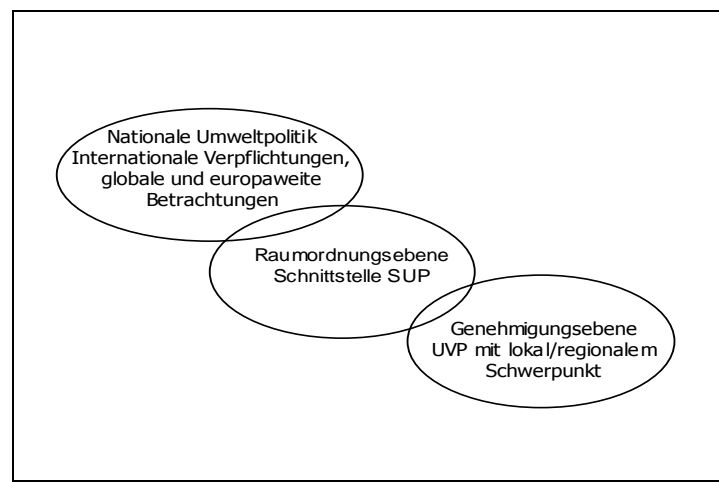


Abbildung 4: Unterschiedliche Umweltwahrnehmungen auf unterschiedlichen Entscheidungsebenen.

5.1.2 Methodische Schwerpunkte

Dem Schutzgüterkatalog des UVPG liegt gemeinsam für UVP und SUP ein Ökosystemmodell zugrunde, welches neben Klima und Luft alle erdenkbaren Umweltgüter der Geo-, Öko- und Anthroposphäre umfasst. Im Unterschied zu vielen Fachgesetzen, die Einzelelemente oder Einzelwirkungen der Umwelt beinhalten, ist dem UVPG somit ein integraler Geltungsanspruch zu eigen. Das gemeinsame Ziel von UVP und SUP ist eine umfassende Betrachtung der Umwelt, um umweltgerechte Planungsentscheidungen vorzubereiten.

Da sich sowohl Prüfungsinhalte als auch Berichtsformen von UVP und SUP sehr ähneln, ist es methodisch vergleichsweise unkompliziert, Methoden der UVP in der SUP zu verwenden. Eine weitaus anspruchsvollere Fragestellung ist aber, wie weit sich die in der UVP unüblichen Fragestellungen hinsichtlich globaler und überregionaler Umweltaspekte konkretisieren und auf Prüfungs- und Berichtsebene

einer SUP übertragen lassen¹⁷⁸. Dabei stellen sich im Einzelnen auch Fragen danach, wie zuverlässig sich die Brücke zwischen Emissions- und Immissionsbetrachtungen schließen lässt oder ob sich Planungsalternativen auf der Basis erzielbarer CO₂-Einsparung pro Flächeneinheit vergleichen lassen. Neben einem Überblick über die bekannten Klima- und Luftschadstoffwirkungen auf marine Schutzgüter sollen diese Fragen in den nächsten Abschnitten behandelt werden.

Die Möglichkeit und Notwendigkeit des Alternativenvergleichs wird in der Gesetzesbegründung zum SUPG als ein kennzeichnendes Merkmal von Plänen und Programmen herausgestellt. Auf dem Alternativenvergleich liegt ein besonderer Schwerpunkt des Umweltberichts, weil sich die SUP vor allem dadurch von der UVP unterscheiden soll, dass Erstere zu einem frühzeitigen Planungszeitpunkt ansetzt, zu dem grundsätzliche Weichenstellungen noch möglich sind, während sich im weiteren Verlauf der Planung die Einflussmöglichkeiten auf Umweltentscheidungen beständig verringern.

Wie bereits oben erwähnt, hängt es von der Betrachtungsebene, bzw. vom Planinhalt ab, wie grundsätzlich Alternativenprüfungen im Umweltbericht sein dürfen, bzw. sein müssen. Bei grundsätzlichen und rahmengebenden Festsetzungen sind grundlegende Konzeptionen, d.h. ggf. auch unterschiedliche Energieerzeugungstechnologien zu vergleichen. Die alleinige Tatsache, dass die dann zur Diskussion kommenden Alternativen den Rahmen des in Betrachtung stehenden Planes sprengen können, hat den Europäischen Gerichtshof bereits in einem niederländischen Vergleichsfall nicht davon abgehalten, entsprechende Alternativenbetrachtungen für notwendig zu erachten.¹⁷⁹

Eine besondere Form des Alternativenvergleichs ist der Abgleich mit der Nullvariante. Entsprechend der SUP-Richtlinie Anhang I b soll die voraussichtliche Entwicklung der Umwelt bei Nichtdurchführung des Plans/Programms (Nullvariante) einer Plan- oder Programmbewertung als Maßstab zugrunde gelegt werden. Der

¹⁷⁸ Klimateffekte als Inhalte einer Strategischen Umweltprüfung sind verschiedentlich beispielhaft thematisiert worden. (u.a. Giegrich 2004; Stein 2004; Günnewig 2004, Gerlach et al. 2004). Die britischen Planer LEVETT / THERIVAL (2004) verfassten eine Anleitung zur Berücksichtigung von Klimawirkungen bei Strategischen Umweltprüfungen im Vereinigten Königreich.

Umweltbericht erfordert somit eine Status-Quo-Analyse mit einer Darstellung der wesentlichen Veränderungen bei Nichtdurchführung des Plans. Ausschlaggebend für die Umweltbewertung ist also ein Abgleich mit der zukünftigen Umweltentwicklung – im Falle der Offshore-Windenergienutzung ist dies die Umweltentwicklung, wie sie über eine Periode von 10-20 Jahren (raumordnungstypischer Planungszeitraum) hinweg unter Beibehaltung eines herkömmlichen Energiemixes anzunehmen wäre.

5.2 Eckpunkte der Bilanzierung von Einspareffekten hinsichtlich freigesetzter Klimagase und Luftschadstoffe

Der umwelt- und naturverträgliche Ausbau erneuerbarer Energien gilt als ein Eckpfeiler einer nachhaltigen Energieversorgung und einer konsequenten Klimaschutzpolitik. Die Offshore-Windenergie soll dabei den Zielen der Bundesregierung zufolge als Schwerpunktbereich entwickelt werden. Die Einsparung von luft- und klimarelevanten Emissionen, die dabei ein treibendes Motiv ist, muss innerhalb der Strategischen Umweltprüfung von Plänen für Offshore-Windenergienutzungen Beachtung finden. Die grundsätzlichen Schritte einer Bilanzierung von Einspareffekten sind der Abbildung 5 zu entnehmen.

5.2.1 Ziele der deutschen Klimapolitik

Die heutige Energieproduktion hat einen erheblichen Anteil am Klimawandel, der sich zunehmend deutlicher als eine der bedeutendsten, weltweit fortschreitenden Umweltbelastungen darstellt. Mit dem Inkrafttreten des Protokolls von Kyoto am 16. Februar 2005 besteht für die Industriestaaten eine völkerrechtlich verbindliche Verpflichtung, ihre Treibhausgas-Emissionen im Zeitraum 2008 bis 2012 um 5 % gegenüber dem Niveau von 1990 zu reduzieren. Für die gesamte EU lautet das selbstgesteckte Minderungsziel 8 %. Deutschland hat sich sogar zu einer Minderung um 21 % verpflichtet (BUNDESREGIERUNG 2005). Die Bundesregierung

¹⁷⁹ Arend J. Kolhoff, Niederländische UVP-Kommission, Utrecht, in einem Vortrag am 24.5.2006 auf der 26. Jahresversammlung der International Association for Impact Assessment in Stavanger, Norwegen.

schlägt zudem für die zweite Verpflichtungsrunde des Kyoto-Protokolls eine EU-weite Reduktion bis zum Jahr 2020 von 30 % (gegenüber 1990) und für Deutschland einen Beitrag von -40 % vor (dies.).

Vor dem Hintergrund der Klimaschutzziele ist die Realisierung einer nachhaltigen Energieversorgung ein erklärtes Politikziel der Bundesregierung. Es gilt insbesondere den Anteil der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung deutlich zu steigern.

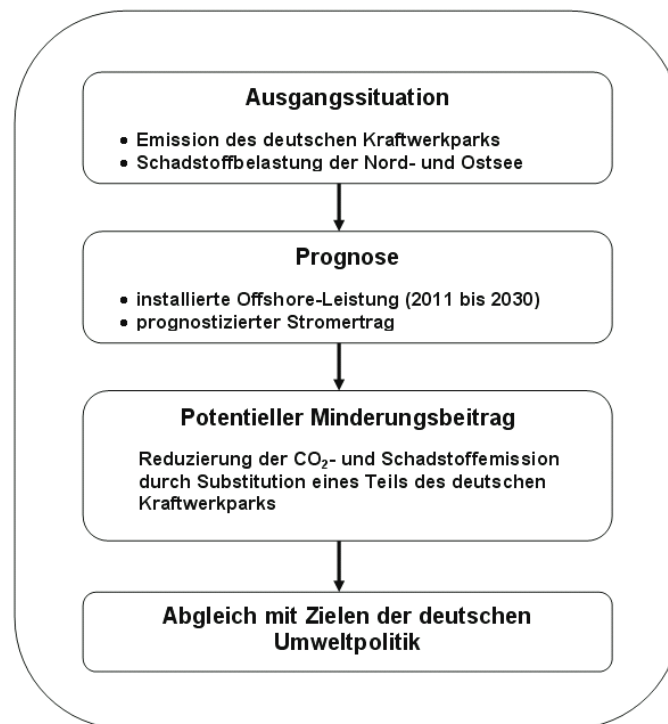


Abbildung 5: Bilanzierung von Einspareffekten durch Offshore-Windenergie.

Im Rahmen der Umsetzung hat der Gesetzgeber in § 4 des Zuteilungsgesetzes 2007 die allgemeinen Ziele für die Emission von Kohlendioxid (CO₂) festgelegt und auf die einzelnen Sektoren verteilt (s. Tabelle 10).

Tabelle 10: Nationales CO₂-Emissionsziel und deren Verteilung auf die Sektoren (§ 4 Zuteilungsgesetz 2007 und Nationaler Allokationsplan für Deutschland, Berlin 2004).

	2005-2007	2008-2012
Energie und Industrie	503 Mio. t/a	495 Mio. t/a
Verkehr und Haushalte	298 Mio. t/a	291 Mio. t/a
Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	58 Mio. t/a	58 Mio. t/a
Insgesamt	859 Mio. t/a	844 Mio. t/a

Im Nationalen Klimaschutzprogramm (Oktober 2000) wurde ein Maßnahmenbündel für alle klimaschutzpolitisch relevanten Bereiche verabschiedet (BUNDESREGIERUNG 2005). Auf Basis der zu diesem Zeitpunkt vorhandenen Daten und Studien wurde davon ausgegangen, dass die neu beschlossenen Maßnahmen bis zum Jahr 2010 zu einer Reduktion von mindestens 115 Mio. t CO₂-Äquivalenten führen werden. Ein wesentlicher Minderungsbeitrag ist, neben den Auswirkungen der Ökologischen Steuerreform, Maßnahmen im Bereich privater Haushalte, Industrie und Verkehr, der Ausbau der Erneuerbaren Energien. Deren Anteil an der Stromversorgung bis zum Jahr 2010 soll auf mindestens 12,5 % und bis zum Jahr 2020 auf mindestens 20 % steigen (BUNDESREGIERUNG 2005). Im Nationalen Klimaschutzprogramm vom 13. Juli 2005 wurde das Minderungspotenzial der erneuerbaren Energien mit 20 Mio. t CO₂-Äquivalenten bemessen und liegt damit in gleicher Größenordnung wie andere Maßnahmen und Instrumente (Ökologische Steuerreform: 20, Haushalte: 18 bis 25, Industrie: 15 bis 20, Verkehrssektor: 15 bis 20, Energiewirtschaft: 20, Abfallbereich: 20 Mio. t). Das Minderungspotenzial der Energiewirtschaft macht bei einem Ausbau der erneuerbaren Energien in der genannten Größenordnung insgesamt ca. ein Drittel des Minderungspotenzials aus.

5.2.2 Ziele der deutschen Luftreinhaltepolitik

Die Bundesregierung hat 2002 ein Programm mit konkreten Maßnahmen zur Verminderung wichtiger Luftschadstoffe vorgelegt (UBA 2002). Mit diesem Programm soll die Einhaltung der in der EG-Richtlinie 2001/81/EG (NEC-Richtlinie) festgelegten Begrenzungen der nationalen Emissionshöchstmengen bis 2010 erreicht werden. In dem Programm werden konkrete Höchstmengen an Schwefeldioxid (520 kt), Stickoxid (1051 kt), Ammoniak (550 kt) und flüchtige organische

Verbindungen (NMVOC; 995 kt) festgelegt. Das bedeutet Emissionsminderungen um etwa drei Viertel der Schadstoffmenge gegenüber dem Basisjahr 1990 und von 2002 an gerechnet für Stickstoffdioxide und NMVOC eine Reduzierung um ca. 30 %, für Schwefeldioxid um ca. 20 % und für Ammoniak um ca. 10 %. Zur Schwermetallemission werden keine Angaben gemacht. Das Maßnahmenprogramm wird als der wichtigste Schritt auf dem Weg zur Einhaltung der kritischen Belastungswerte für Versauerung, Eutrophierung und bodennahes Ozon in Europa angesehen.

5.2.3 Ausgangssituation

Der Primärenergieverbrauch wurde im Jahr 2004 zu 36 % durch Mineralöl, zu 25 % durch Kohle, zu 23 % durch Gas, zu 13 % durch Kernenergie und zu 3,6 Prozent durch erneuerbare Energien gedeckt (BMU 2007). Im letzten Jahrzehnt haben die größten Veränderungen im Energieträgermix durch eine Halbierung des Braunkohlenanteils und eine Steigerung des Gasanteils um etwa ein Drittel stattgefunden.

2005 lag der Anteil erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch bei 4,7 % und am Bruttostromverbrauch bei 10,4 %. Für den gesamten Endenergieverbrauch bedeutete das einen Anteil von 6,6 %.

Die Bedeutung unterschiedlicher Energieträger bei der deutschen Energieproduktion 2005 (Bruttostromerzeugung) wird in Tabelle 11 ersichtlich.

Tabelle 11: Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern 2005 (Quelle: AG Energiebilanzen, Daten verfügbar unter www.ag-energiebilanzen.de).

	Stromproduktion [Mrd. kWh]	Anteile
Braunkohle	154,1	24,9 %
Steinkohle	134,1	21,6 %
Erdgas	71,0	11,5 %
Öl	11,6	1,9 %
Kernkraft	163,0	26,3 %
Wasserkraft einschl. Pumpspeicher	26,7	4,3 %
Wind	27,2	4,4 %
Übrige	32,0	5,2 %
Gesamt	619,7	100 %

Eine Berechnung der genauen Emissionswerte wird durch die Umstände erschwert, dass es sich zum einen in Deutschland um einen Kraftwerkspark handelt, der sich zur Abdeckung der ständig wechselnden Stromnachfrage aus Kraftwerken verschiedener Technologien zusammensetzt. Eine längerfristig anteilig gleich bleibende Aufteilung der Stromproduktion auf die unterschiedlichen Kraftwerkstypen gibt es daher nicht. Man bedient sich deshalb einer Mittelwertbildung der relevanten Kenngrößen. Zum Anderen bestehen zum Teil erhebliche altersabhängige Differenzen in den Wirkungsgraden der Kraftwerke, was in dem Moment zu Tragen kommt, wenn die Emissionswerte in Relation zur erzeugten Stromleistung gesetzt werden. Bei den Berechnungen kommen daher Werte für Kraftwerkstypen mit mittleren Wirkungsgradfunktionen zum Einsatz. Des Weiteren hängt die Emission von der Qualität der importierten Rohstoffe ab.

Als eine Grundlage für die Ermessung der Klimagas- und Luftschadstoffemissionen bietet sich das „Globale Emissions-Modell Integrierter Systeme“ (GEMIS) in der Version 4.2 (Stand 13.12.04) an. GEMIS wurde als Instrument zur vergleichenden Analyse von Umwelteffekten der Energiebereitstellung und -nutzung vom Öko-Institut und der Gesamthochschule Kassel (GhK) in den Jahren 1987-1989 entwickelt und seitdem kontinuierlich fortentwickelt und aktualisiert. Die in Tabelle 12 und 13 aufgeführten Werte wurden den für GEMIS-Berechnungen bereitstehenden Kenndaten entnommen. Zum Vergleich sind noch weitere Angaben anderer Quellen für die Kohlendioxid-Emissionswerte aufgeführt.

Auch der seit Anfang 2005 eingeführte Emissionshandel liefert Angaben über die CO₂-Emissionen in Deutschland. Grundgedanke des Emissionshandels ist, die Atmosphäre im Hinblick auf die Emission von Treibhausgasen in ein kostenpflichtiges Gut zu verwandeln, indem die Emission solcher Gase an den Besitz von Berechtigungen zur Emission von Treibhausgasen verknüpft wird. Auf Basis der Richtlinie 2003/87/EG entstand der Nationale Allokationsplan (NAP), und inzwischen sind seit 2005 die Betreiber von ca. 1.850 Anlagen in Deutschland (Verursacher von ca. 58 % der CO₂-Emission in Deutschland) durch das Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG) zur Teilnahme am Emissionshandel verpflichtet.

Für den Handel mit Emissionen muss zunächst die Emission von CO₂ erfasst werden. Das TEHG sieht hier die betreibereigene Überwachung der durch die Tätig-

keit verursachten Emissionen vor (§ 5). Dem zufolge muss jeder Anlagenbetreiber jeweils zum 1. März einen Emissionsbericht für das Vorjahr vorlegen, der über die Immissionsschutzbehörden der Länder an die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) weitergeleitet wird. Diese von unabhängigen Sachverständigen geprüften Berichte sind Grundlage für die jährliche Abrechnung, bei der geprüft wird, ob für die tatsächlich von einer Anlage ausgestoßene CO₂-Menge auch ausreichend Emissionszertifikate vorliegen. Ab 2008 werden auch die übrigen vom Kyoto-Protokoll erfassten Gase Methan, Distickstoffoxid, Fluorkohlenwasserstoff, perfluorierte Kohlenwasserstoffe und Schwefelhexafluorid in das Emissionshandelssystem einbezogen.

Für die Ermittlung der energiebedingten Emissionen werden im Rahmen der Datenerhebung zwei verschiedene Verfahren angewendet: die Berechnung über den Brennstoffeinsatz oder über direkte Messungen. Die Erfassung erfolgt anlagenscharf, in Abhängigkeit von der Aktivitätsrate und dem massen- oder volumenbezogenen Emissionsfaktor. Dabei stehen dem Betreiber sogenannte Standard-Emissions- und Standard-Konversions- bzw. Oxidationsfaktoren aus einem bundeseinheitlichen Stoffkatalog zur Verfügung. Ein Leitfaden vom BMU listet Emissionsfaktoren ausgewählter Brennstoffe gemäß IPCC auf (BMU 2003).¹⁸⁰

Tabelle 12: Spezifische CO₂-Emissionen in kg/MWh (Bezugsjahr: 2000).

Braunkohle	1.141*	985	1.203	1.027	933	1.081
Steinkohle	862	759	954	844	812	812
Gas	374	348	386	424	368	396
Kraftwerkspark (Mix aus verschiedenen fossilen Kraftwerken)	594	542	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Quelle	GEMIS 4.2 Bezugsjahr 2000	GEMIS 4.2 Bezugsjahr 2020	HEINZOW et al. (2005)	VOß, A. (Universität Stuttgart)	WEsEr- Modell	Universität Saarland

* rheinische Braunkohle

¹⁸⁰ Flözspezifische Standardwerte für Kohle und EU-spezifische oder erzeugerspezifische Standardwerte für Erdgas werden derzeit noch weiter ausgearbeitet.

Tabelle 13: Spezifische Emissionen in kg/MWh (Status Quo; Bezugsjahr: 2000; Quelle: GEMIS).

	CH ₄	N ₂ O	SO ₂	NO _x	Arsen	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb
Kraftwerkspark (2000)	922	21,6	401,7	653,1	0,01	0,003	0,009	0,01	0,024	0,03

Inwiefern sich die Kraftwerkslandschaft in Zukunft ändern wird - und damit auch die Gesamtemission - ist unter aktuellen politischen Verhältnissen schwer vorherzusagen. Im Koalitionsvertrag vom 11.11.2005 ist der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung bis 2010 von mindestens 12,5 % und bis 2020 von mindestens 20 % festgeschrieben. Gleichzeitig soll bis 2020 eine Verdoppelung der Energieproduktivität gegenüber 1990 erreicht werden und die finanziellen Unterstützungen der Kohleförderung ab 2008 zurückgefahren werden. Sollten bis zum Jahr 2020 Kernkraftwerke vom Netz genommen werden, so wird zwangsläufig die emittierte Kohlendioxid-Menge im Verhältnis zur gesamten Stromproduktion steigen.

5.2.4 Schadstoffeinträge der Energiewirtschaft auf dem Luftpfad in die Nord- und Ostsee

Die Luftschadstoffe der Energiewirtschaft wirken nicht nur lokal, sondern großräumig, so dass die Minderung von Emissionen nur über große geografische Räume betrachtet und bewertet werden kann. Die von deutschen Kraftwerken ausgehenden Emissionen verteilen sich über den Luftpfad auf einer nicht näher definierbaren Fläche, in Abhängigkeit von Windrichtung und Stärke. Sie verteilen sich über den Luftpfad auch über der Nord- und Ostsee. Daneben wird ein Teil der landseitig von Kraftwerken emittierten Schadstoffe in die Flüsse ausgewaschen und über den Wasserpfad in Nord- und Ostsee eingetragen. Die fossil befeuerten Kraftwerke gehören neben der Eisen- und Stahlindustrie und anderen Industrien zu den wichtigsten Emittenten von Blei, Cadmium, Quecksilber und Kupfer in die deutsche See (SRU 2004).

Die Schwermetallbelastung der Meere ist im wesentlichen auf den Eintrag über Flüsse und über die Atmosphäre zurückzuführen, eine Verschmutzung durch Schifffahrt und andere Quellen spielt dagegen nur eine untergeordnete Rolle. Die relative Bedeutung der Eintragspfade variiert für einzelne Elemente in den verschiedenen Teilgebieten der Nord- und Ostsee erheblich und kann nur schwerlich quantifiziert werden. Mit zunehmender Entfernung zur Küste nimmt die relative Bedeutung des Lufteintragspfades zu (SRU 2004).

5.2.4.1 Nordsee

Für die Belastung der Nordsee sind die vor allem von Kraftwerken emittierten hochtoxischen Schwermetalle Cadmium, Blei und Quecksilber von Bedeutung (SRU 2004). Des Weiteren ist auch Kupfer in höheren Konzentrationen für biologische Organismen schädlich.

In den vergangenen 20 Jahren wurden für Rhein, Weser und Ems starke Rückgänge der Schwermetallgehalte beobachtet. Im Rhein sind die Emissionen im Zeitraum von 1972 bis 1987 für Blei und Zink um den Faktor fünf und für Cadmium und Quecksilber um den Faktor 16 zurückgegangen. Diese positive Entwicklung ist vor allem auf den seit den 50er Jahren intensiv betriebenen Bau von Kläranla-

gen und auf die zunehmende Überwachung und Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften und deren Erweiterung zurückzuführen. Dagegen zeigt die zeitliche Entwicklung der Blei-, Cadmium-, Quecksilber- und Kupferkonzentrationen seit 1990 weder einen ab- noch zunehmenden Trend (BSH 2003). Auch der SRU stellt fest, dass die bislang erreichte Reduzierung von Schwermetallemissionen aus landseitigen Quellen seit 1997 nicht mehr zu weiteren Reduzierungen der Schwermetallimmissionen über den Wasserpfad geführt hat und führt dies auf ungenügende Belastungsreduzierungen von schwer abzuschätzenden diffusen Quellen zurück (SRU 2004). Eine Zusammenstellung der unterschiedlichen Eintragspfade und Emissionsquellen zeigt Tabelle 14.

Tabelle 14: Punkt-Emissionsquellen und mögliche Emissionspfade (SRU 2004).

Punktquellen	Quelle und Verwendung	Eintragspfade
Blei	Eisen-/Stahlindustrie, Nichteisenindustrie, Stein-/Erdenindustrie, Müllverbrennungsanlagen, Verbrennung von fossilen Brennstoffen (weitere Quelle: Öl- und Gas-Offshoreplattformen)	Luft/Wasser
Cadmium	Verbrennung von fossilen Brennstoffen, Abfallverbrennung, Eisen-/Stahlindustrie, Nichteisenmetallindustrie (weitere Quellen: Bergbau, Düngung, Klärschlamm, Zinkdächer)	hauptsächlich Luft, z.T. auch über das Abwasser
Quecksilber	Verbrennung von fossilen Brennstoffen, Abfallverbrennung, Nichteisenmetallindustrie, Holzverbrennung (weitere Quelle: Chlor-Alkali-Elektrolyse)	hauptsächlich Luft

Nach OSPAR (2005) gelangen auf dem Luftpfad jedes Jahr 86 Tonnen Arsen, 37 Tonnen Cadmium und 530 Tonnen Blei in die (gesamte) Nordsee. Diese Werte werden aus den Daten von über 40 Luftmessstationen auf der Nordsee erhoben und über eine Modellrechnung in Angaben zur Deposition ermittelt. Weitere Daten sind in Tabelle 15 aufgeführt. Bezogen auf die Gesamtbelastung der Nordsee werden ca. 29 bis 39 % des Cadmiums und 58 bis 61 % des Bleis über die Atmosphäre eingetragen (OSPAR 2000a). Der Anteil der atmosphärischen Depositionen von Quecksilber an den Gesamteinträgen betrug 1995 ca. 25 % und bei Kupfer 44 % (OSPAR 2000b).

Tabelle 15: Jährliche Schwermetall-Deposition der gesamten Industrie (t/Jahr) auf dem Luftpfad in die Nordsee (OSPAR 2005) und abgeleitete Werte für den Flächeninhalt der deutschen AWZ und des deutschen Küstenmeeres.

	Arsen	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Blei	Zink
Nordsee, gesamt (525.000 km ²)	86	37	93	309	176	530	3760
bez. auf dt. AWZ (29.000 km ²)	4,7	2	5,1	17	9,7	29,1	206,8
bez. auf dt. Küstenmeer (12.000 km ²)	2	0,9	2,2	7,1	4	12,2	86,5
bez. auf dt. Nordsee (AWZ+Küstenmeer; 41.000 km ²)	6,7	2,9	7,3	24,1	13,7	41,3	293,3

Am Verteilungsmuster von Schwermetallen in der Nordsee lässt sich ableiten, dass die höchsten Konzentrationen im Bereich der Flußmündungen von Rhein, Weser und Elbe auftreten. Die dominierenden Strömungsverhältnisse in der Nordsee verteilen die aus den Flusssystemen stammenden Wassermassen effektiv in der Deutschen Bucht. Die Deutsche Bucht stellt bei der Sedimentkontamination mit Quecksilber, Cadmium, Zink und Silber den Schwerpunkt der Nordsee dar (ALBRECHT / SCHMOLKE 2003). Der genaue Anteil der Schwermetallbelastung durch die Energiewirtschaft lässt sich nur schwer quantifizieren. Aus Gründen der schlechten Nachweisbarkeit gibt es keine verlässlichen Daten von Emissionspfaden. Für den grundsätzlichen Vergleich von Belastungswirkungen unterschiedlicher Energiesysteme ist es zwar gleichermaßen bedeutend, ob Schadstoffbelastungen an Land oder im Meer auftreten; ein Vergleich der Größenordnung von Immissionen auf dem Meer kann jedoch in besonderer Weise Anhaltspunkte für Bewertungen in einer Strategischen Umweltprüfung für die Offshore-Windenergie geben.

5.2.4.2 Ostsee

Ähnlich zu den Verhältnissen in der Nordsee werden auch in die Ostsee Blei, Cadmium und Quecksilber in relevanten Mengen eingebracht. Nach starken Rückgängen der Schwermetall-Konzentrationen bis Mitte der 90er Jahre stagnieren die Werte seitdem. Durch den geringen Wasseraustausch mit der Nordsee

werden die Schwermetalle in höherem Maße als in der Nordsee im Sediment abgelagert – seit dem Jahr 1900 sind die Konzentrationen in tieferen Sedimentschichten um ungefähr das zwei- bis vierfache gestiegen (SRU 2004). Schwerpunkte höchster Konzentrationen liegen für die verschiedenen Schwermetalle an unterschiedlichen Stellen der Ostsee. Die Lübecker Bucht weist bspw. mit 198 mg/kg die höchsten Bleikonzentrationen im Sediment auf. Die Schwermetall-Maximalwerte der Ostsee liegen zum Teil erheblich über denen der Nordsee.

Tabelle 16: Jährliche Schwermetall-Deposition der gesamten Industrie auf dem Luftpfad in die Ostsee (HELCOM 2002).

	Cadmium	Blei	Quecksilber
Gesamte Ostsee	7,43 t/a	149,3 t/a	3,14 t/a
Deutscher Anteil an Gesamteintrag	0,6 t/a (6 %)	23,2 t/a (16 %)	0,61 t/a (19 %)
Westliche Ostsee (Western Baltic)	24 g/km ² *a	0,56 kg/km ² *a	13 g/km ² *a
bez. auf dt. AWZ (4.500 km ²)	0,108 t/a	2,5 t/a	0,06 t/a
bez. auf dt. Küstenmeer (10.440 km ²)	0,250 t/a	5,8 t/a	0,14 t/a
bez. auf dt. Ostsee (AWZ+Küstenmeer; 14.940 km ²)	0,358 t/a	8,4 t/a	0,2 t/a

Die Schwermetalle werden über die Flüsse, über direkte Einleitungen sowie über die Luft in die Ostsee eingetragen. Regionale Schwermetalleinträge über die Luft haben sich in den letzten Jahren kaum verändert (BARTNICKI et al. 2003), zeigen aber regional stark schwankende Werte. Für die gesamte Ostsee beträgt der Anteil der Schwermetallbelastung über den Luftpfad im Vergleich zu den Gesamtmissionen für Blei 34 %, für Cadmium 29 % und für Quecksilber 18 %. Die Quellen für die Einträge von Schwermetallen entsprechen denen der Nordsee und umfassen insbesondere die Verbrennung fossiler Energieträger, Industrietätigkeiten sowie Bergbau, Abfallverbrennung und die Verwendung schwermetallhaltiger Pflanzenschutz- und Düngemittel. Hauptemittenten luftgetragener Schwermetalle sind Russland, Polen und Deutschland (SRU 2004).

Von HELCOM werden die Immissionsdaten für die Ostsee zusammengestellt. Sie beziehen sich auf sechs verschiedene Teilregionen der Ostsee. Die deutsche Ostsee hat Anteile an der Region ‚Western Baltic‘ und in geringerem Maße an ‚Baltic Proper‘. Die zuletzt genannte Region schließt zwar den Bereich rund um Rügen bis zur Odermündung ein, umfasst aber insgesamt einen bis zu den baltischen

Staaten und Russland reichenden Großraum, der durch deutlich andere Einflüsse geprägt ist. In Tabelle 16 sind deshalb nur die Werte der Region ‚Western Baltic‘ aufgeführt.

5.2.5 Prognostizierte Stromerträge durch Offshore-Windenergieparks

Erklärtes Ziel der Bundesregierung in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie ist der Ausbau der Offshore-Windenergieerzeugung auf eine Kapazität von 25 Gigawatt im Zeitraum von 2011 bis 2030 unter den gegenwärtigen Bedingungen auf den aus heutiger Sicht voraussichtlich verfügbaren Flächen. Im Vergleich mit der heute in Deutschland (terrestrisch) installierten Windenergieleistung von 17,1 Gigawatt (Stand: 30.6.05, www.DEWI.de) wird deutlich, dass die Erweiterung der Windenergieproduktion auf See ein erhebliches Potenzial beinhaltet. Eine solche Nutzung der Windenergie auf dem Meer entspräche 15 % des Stromverbrauchs in Deutschland gemessen am Bezugsjahr 1998. Insgesamt wird es damit möglich sein, dass die Windkraft auf dem Land und auf der See in ca. 25 Jahren mit einem Anteil von 25 % zur gesamten Stromerzeugung Deutschlands beiträgt (BMU 2005).

Eine genaue Prognose des Energiegewinnungspotentials wird aufgrund der mangelhaften Datenlage zu den Windverhältnissen erschwert. Die Forschungsplattform FINO 1 liefert zwar seit September 2003 kontinuierliche Profilmessungen des Windes und der Schichtung bis zu 100 m Höhe für die Nordsee, allerdings muß die Meßperiode als kurz angesehen werden. Sicherheiten entstehen erst bei der Beurteilung eines ganzen oder halben NAO-Zyklusses (4 bzw. 8 Jahre; RIEDEL et al. 2005). Einen weiteren Unsicherheitsfaktor stellt die eingesetzte Technik dar, da es maßgeblich von der Entwicklung der Windenergietechnologie abhängt, wie effizient und beständig die Anlagen Strom produzieren werden (Parkwirkungsgrad). Legt man die Abschätzung der Bundesregierung von 2002 zugrunde, werden die Offshore-Anlagen mit einer Nennleistung von 25 Gigawatt einen Jahresenergieertrag von 85 Terawattstunden (TWh) produzieren (s. Tabelle 17). Zum Vergleich: der Stromverbrauch des Landes Berlin beträgt pro Jahr rund 13 TWh.

Die Projektgruppe der DENA-Netzstudie (2005) rechnet mit einer maximalen Offshore-Leistung von 10 Gigawatt im Zeitraum bis 2015. Bis 2025/2030 sollen 25 bis 30 Gigawatt installiert sein.

Tabelle 17: Schrittweise Erschließung der Windenergienutzung auf See (Quelle: BMU et al. 2002).

Phasen	Zeitraum	Mögliche Kapazität	Möglicher Stromertrag
1. Vorbereitungsphase	2001 - 2003	-- MW	-- TWh p.a.
2. Startphase (Erste Baustufen)	2003/4-2006	mindestens 500 MW (<i>nicht mehr zu erreichen</i>)	ca. 1,5 TWh p.a.
3. Erste Ausbauphase	2007-2010	2.000 - 3.000 MW	ca. 7 - 10 TWh p.a.
4. Weitere Ausbauphasen	2011-2030	20.000 - 25.000 MW	ca. 70 - 85 TWh p.a.

Zum Vergleich werden in Tabelle 18 prognostizierte sowie bereits erbrachte Ertragsleistungen von Offshore-Windparks aufgeführt. Die Erfahrungen von dänischen (Nysted, Horns Rev) und englischen Parks zeigen, dass die jährlichen Erträge mit bis zu 4 GWh pro installiertem Megawatt durchweg über den Erwartungen des BMU (2002) von 3,4 GWh liegen. HEINZOW et al. (2005) legen den Berechnungen von CO₂-Vermeidungskosten im Mittel 3.350 Jahresnettovolllaststunden zugrunde. Dieses entspricht einem Ertrag von 83.750 GWh/a, was gegenüber den Angaben des BMU (2002) einen geringfügig niedrigeren Wert darstellt.¹⁸¹

¹⁸¹ In diesen Daten ist der Herstellungsaufwand und der Kraftwerkseigenverbrauch der Windkraftanlagen enthalten, nicht jedoch die Netz- und Umspannverluste, die bei der Lieferung des Stroms aus Kraftwerken zu Verbrauchern entstehen.

Tabelle 18: Prognostizierte Jahresenergieerträge verschiedener Offshore-Windparkprojekte.

Windpark	installierte Leistung [MW]	Jahresertrag [GWh/a]	Ertrag pro installierter Nennleistung pro Jahr [GWh/MW]	Quelle
BMU (Prognose)	25.000	85.000	3,4	BMU et al. 2002
North Hoyle (UK)	60	240	4	Wind farm operators
Nysted (DK)	165,6	595	3,6	ENERGI E2
Horns Rev (DK)	160	600	3,8	Wind farm operators
Arlow Bank (EI)	25	95	3,8	Wind farm operators
existierende Offshore-Windparks in S, DK, UK	80	0,1765	2,2	www.offshorewindenergy.org

5.2.6 Potenzieller Minderungsbeitrag

Auf See installierte Windenergieanlagen erzeugen CO₂-emissionsfreie Energie. Es stellt sich die Frage, welche Auswirkungen die Substitution anderer klimarelevanter Energieerzeugungssysteme, insbesondere die als gängige Alternative übliche Verstromung von fossilen Brennstoffen, wie Braun- und Steinkohle, hat. Im Überblick können an dieser Stelle die bei der Gewinnung von Windenergie notwendigen Reservekraftwerkskapazitäten in windschwachen Perioden genauso wenig Berücksichtigung finden wie die zukünftige Entwicklung der Energiepreise oder des CO₂-Zertifikat-Handels. Die Berechnung der Menge der dann eingesparten Klima- und Schadstoffgase findet daher auf der Basis des heutigen Kraftwerksparks statt. Insgesamt können im oben skizzierten Szenario von 25 in Form von Offshore-Windenergie installierten Gigawatt 14,6 % der derzeitigen deutschen Emissionen (CO₂, SO₂, Schwermetalle, etc.), vermieden werden, bezogen auf den aktuellen Kraftwerkspark, darunter jährlich rund 50 Mio. Tonnen CO₂ (s. Tabelle 19). Zum Vergleich wurden im Jahr 2004 durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien insgesamt etwa 52,2 Mio. Tonnen CO₂ und andere Schadstoffe vermieden (BMU 3:2005). Die DENA-Netzstudie (2005) gibt ein etwas geringeres CO₂-Verringerungspotential von 39,5 Mio. Tonnen bei einem jährlichen Ertrag von 32,5 TWh für das Jahr 2015 an.

Tabelle 19: Jährliche Einsparpotenziale von CO₂ und Luftschadstoffen bei einer installierten Offshore-WE-Leistung von 25 GW und einer Bruttostromerzeugung von 85 TWh/a auf Basis von GEMIS-Daten (vgl. Tabelle 13).

	Emissionsminderung durch deutsche Offshore-Windkraft	Gesamtemission in Deutschland (Basis 2002; Quelle: UBA) -bezogen auf den gesamten deutschen Kraftwerkspark zur Energieerzeugung
CO ₂ (Kraftwerkspark)	50,5 Mio. t ≈ 14,6 %	345,1 Mio. t
CO ₂ (nur Braunkohle)	97 Mio. t ≈ 28,1 %	
CO ₂ (nur Steinkohle)	73,3 Mio. t ≈ 21,2 %	
CO ₂ (nur Gas)	31,8 Mio. t ≈ 9,2 %	
CH ₄	78,4 t ≈ 14,6 %	535.682 t
N ₂ O	1.836,9 t ≈ 14,6 %	12.555,41 t
SO ₂	32.764,9 t ≈ 14,6 %	223.958,07 t
NO _x	53.670,7 t ≈ 14,6 %	366.855,02 t
As	0,85 t ≈ 14,6 %	5,81 t
Cd	0,25 t ≈ 14,6 %	1,743 t
Cr	0,76 t ≈ 14,6 %	5,229 t
Hg	0,85 t ≈ 14,6 %	5,81 t
Ni	2,04 t ≈ 14,6 %	13,944 t
Pb	2,55 t ≈ 14,6 %	17,43 t

5.2.7 Abgleich mit den Zielen der deutschen Umweltpolitik

Laut UBA sind im Jahr 2002 insgesamt 345,1 Mio. t CO₂ durch Energieerzeugung und -umwandlung emittiert worden (gesamte Emission: 834 Mio. t; BMU 2004). Das im vorherigen Abschnitt ermittelte CO₂-Einsparvolumen von 50,5 Mio. t pro Jahr durch Offshore-Windenergie würde die energieerzeugungs- und umwandlungsbezogene Emission demnach um 14,6 % reduzieren. Gemessen am Jahr 2002 wäre die Gesamtemission (863,8 Mio. t CO₂) dann um rd. 6 % reduziert. Das Ergebnis läge dann deutlich über dem Ziel im Nationalen Klimaschutzprogramm vom 18. Oktober 2000 für den Zeitraum 2008 bis 2012, nämlich einem Minderungspotential erneuerbarer Energien von etwa 20 Mio. t. Das im Nationalen Klimaschutzprogramm der BUNDESREGIERUNG (2005) erklärte Ziel eines Anteils von 20 % erneuerbarer Energien wäre dann, zusammengenommen mit der schon jetzt installierten Leistung, erreicht.

Die durch die Windenergiegewinnung auf See reduzierte Emission von Luftschadstoffen ist auch ein Schritt hin zum Erreichen des auf der 5. Internationale Nordsee Konferenz (2002) definierten Ziels einer kontinuierlichen Reduzierung der Schadstoffe. Zum Erreichen der im „Nationalen Programm zur Einhaltung von Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe nach der Richtlinie 2001/81/EG“ (UBA 2002) gesetzten Ziele, von z.B. 520.000 t Schwefeldioxid-Gesamtemission pro Jahr, kann die Offshore-Windkraft mit einem Einsparpotenzial von jährlich rd. 33.000 t SO₂ einen wichtigen Beitrag leisten (s. Tabelle 19).

Der Beitrag der Schwermetall-Emissionsminderung durch Offshore-Windenergie kann bemessen werden, indem der prognostizierte Schwermetallminderungsbeitrag den immittierten Werten gegenübergestellt wird. So werden nach Angaben von OSPAR und HELCOM rd. 3,258 t Cadmium jährlich über den Luftpfad in die deutsche Nord- und Ostsee eingebracht. Das Minderungspotential durch die Offshore-Windkraft wurde mit 0,25 t pro Jahr ermittelt. Theoretisch könnte die Cadmiumimmission also um ca. 8 % gesenkt werden. Für Blei liegt das Verminderungspotential bei 2,55 t pro Jahr gegenüber einem Gesamtimmisionswert von ca. 50 t pro Jahr (Verminderung um ca. 5 %). Auch wenn es sich hierbei um eine theoretische Annahme handelt, da naturgemäß die in Deutschland emittierten Luftschadstoffe nicht ausschließlich auf der deutschen See eingebracht werden, so kann aufgezeigt werden, dass durch den Betrieb von Offshore-Windkraftanlagen die Emission größerer Mengen verschiedener Luftschadstoffe vermieden werden kann.

5.2.8 CO₂-Einsparpotenziale der Offshore-Windenergie bei unterschiedlichen Bezugswerten

Legt man die Zielvorstellungen der Bundesregierung über den Aufbau und weiteren Ausbau der Offshore-Windenergieerzeugung gemäß der Strategie zur Windenergienutzung auf See zugrunde, so ist ein Ausbau der Offshore-Windenergieleistung auf 25 GW frühestens bis zum Jahr 2030 zu erwarten. Hieraus ergäbe sich ein Stromerzeugungspotenzial von ca. 85 TWh pro Jahr (BMU 2002). Orientiert man sich an der Bruttostromerzeugung Deutschlands des Jahres 2002 mit 581 TWh (UBA 2005) und einer durchschnittlichen spezifischen CO₂-Emissionsrate des deutschen Kraftwerksparks von 594 g/kWh (GEMIS 2005), er-

gibt sich auch auf diesem Rechnungsweg ein CO₂-Einsparpotenzial von ca. 50,5 t pro Jahr.

Um diese mögliche Minderung von Kohlenstoffdioxidemissionen zu der Gesamtemissionssituation in Relation zu setzen, sind vor allem vier unterschiedliche Betrachtungsebenen interessant.

Zunächst ist der globale Ausstoß von klimarelevanten Gasen zu nennen – hierzu gehören neben CO₂ vor allem CH₄, N₂O, HFCs, PFCs und SF₆ (UNFCCC 2005). Von den Ländern des Annex I des Kyoto-Protokolls wurden im Jahr 2002 laut eigenen Angaben im Rahmen der Berichte an das United Nations Framework Convention on Climate Change 17.094 Mt CO₂-Äquivalente dieser Treibhausgase emittiert. Für die Länder, die nicht dem Annex I angehören, gibt es nur weniger aktuelle Daten. Diese Länder haben dem UNFCCC unregelmäßig jeweils in unterschiedlichen Jahren des letzten Jahrzehnts Bericht erstattet. Summiert man die Angaben der jeweils zuletzt gemeldeten Jahre, so ergibt sich für diese Länder ein jährlicher Ausstoß von Treibhausgasen in einer Größenordnung von ca. 11.000 Mt CO₂-Äquivalenten. Insgesamt kann man näherungsweise also von einer jährlichen Emissionsmenge von ca. 28.000 Mt CO₂-Äquivalenten ausgehen. Demgegenüber bedeutet das deutsche Einsparpotenzial durch Offshore-WEA eine Reduktion um ca. 0,18 %.

Zu den auch in Abb. 6 im obersten Feld dargestellten weltweiten Treibhausgasemissionen gehören neben Kohlenstoffdioxid und – äquivalenten Gasen zusätzlich zu energieerzeugungsbedingten Emissionen auch Emissionen aus Industrieprozessen, Landwirtschaft etc. Laut BMWA (2005) lassen sich davon die weltweiten energiebedingten CO₂-Emissionen des Jahres 2002 auf 25.874 Mt und die deutschen auf 901 Mt beziffern. Das zukünftig erzielbare Einsparpotenzial durch deutsche Offshore-Windenergieerzeugung ergibt gemessen an den weltweit energiebedingten CO₂-Emissionen eine Reduktion von 0,2 %. An den deutschen energieerzeugungsbedingten CO₂-Emissionen gemessen ergibt sich aber bereits eine Reduktion um 5,6 %.

Neben energieerzeugungsbedingten Emissionen bei Industrieprozessen und -feuerungen, Haushalten und aus dem Verkehr entsteht nur ein bestimmter Anteil der CO₂-Emissionen aus der Erzeugung von Kraftwerksstrom. Daher wird als vierte Betrachtungsebene die durchschnittliche, durch deutsche Bruttostromprodukti-

on verursachte, CO₂-Emission herangezogen. Wie eingangs bereits aufgezeigt, betrug die deutsche Bruttostromproduktion im Jahr 2002 581 TWh und die spezifische CO₂-Emissionsrate des eingesetzten Kraftwerksparks kann mit 594 g/kWh angesetzt werden. Daraus ergibt sich eine jährliche CO₂-Emission von ca. 345 Mt. Allein durch einen (dem Strategiepapier der Bundesregierung folgenden) Auf- und Ausbau der Offshore-Windenergieerzeugung ließe sich also im Jahr 2030 eine Reduktion des jährlichen CO₂-Ausstoßes der deutschen Stromwirtschaft um ca. 14,6 % gegenüber dem Referenzjahr 2002 erzielen.

Auch ausgehend vom Jahr 2005 ergibt sich noch ein (in Abbildung 6 veranschaulichtes) Reduktionspotenzial von 14 %.

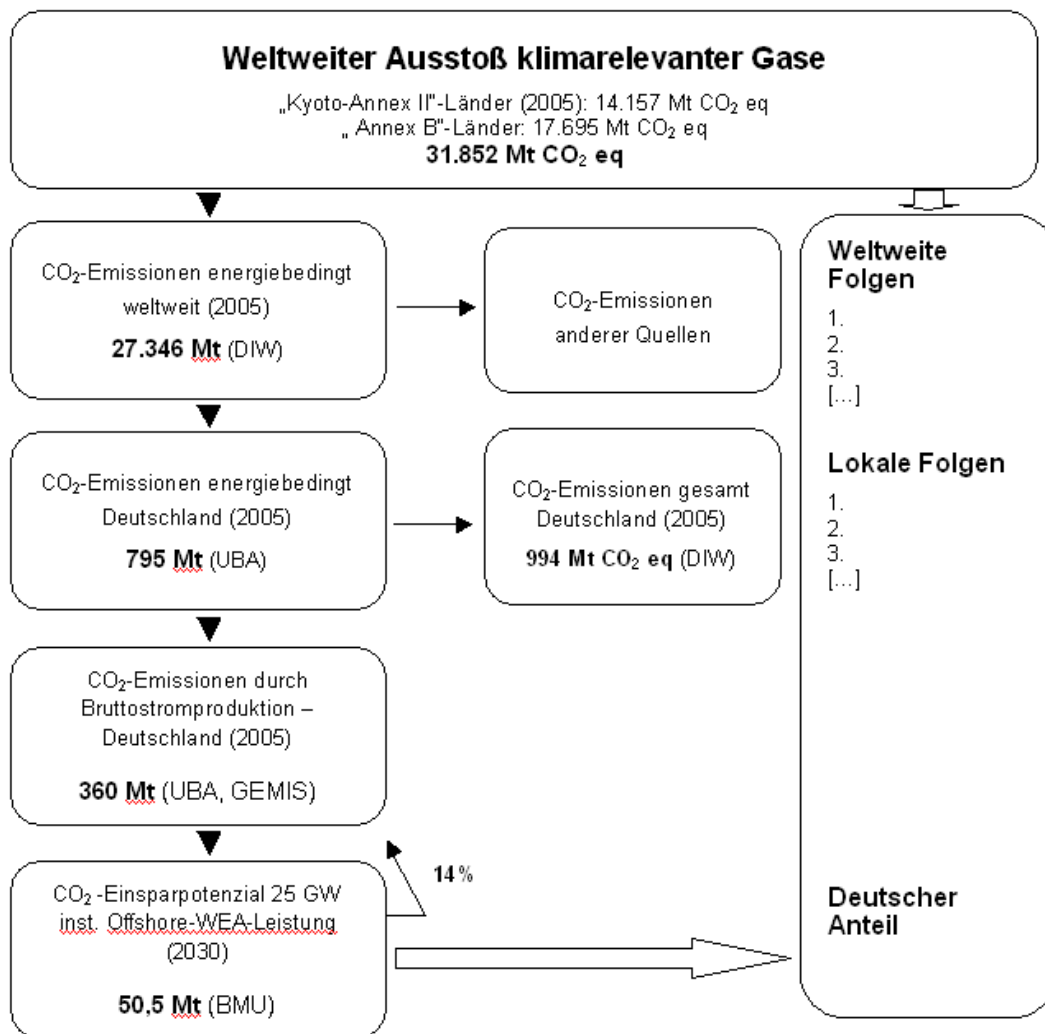


Abbildung 6: Treibhausgasemissionen, CO₂-Einsparpotenzial durch Offshorewindenergieerzeugung und Klimafolgen auf Basis des Jahres 2005 (Quellen: BMU, BMWA, DIW, UBA, UNFCC,

GEMIS).

Eine Umrechnung der Emissionseinheiten auf lokale Immissionsgrößen (wie in Abb. 6 angedeutet), um noch konkreter darzulegen, wie hoch die durch CO₂-Einsparung erreichbare Schadensvermeidung einzustufen ist, erscheint allerdings aufgrund der unsicheren Datenlage und aufgrund der nur ebenfalls mit großen Unsicherheiten behafteten Ursache-Wirkungsketten als zu hypothetisch.

5.2.9 Schlussfolgerungen und Bewertung zur Methodik der Emissionsberechnungen

Eine Prognose der anzurechnenden Einspareffekte ist gut reproduzierbar und sollte daher Teil einer Abschätzung von mittelbaren Wirkungen der Windenergienutzung auf Flächen und Schutzgüter der Meeresregion sein. Diese quantifizierte Darstellung der Luft- und Klimawirkungen dient der umfassenden Informationsaufgabe der SUP im Rahmen der Plan- bzw. Programmabwägung und stellt auf der Planungsfläche zugleich eine wichtige Grundlage für einen Alternativenvergleich dar. Sie kann insbesondere als Inhalt einer Darstellung der Nullvariante betrachtet werden. Das Ergebnis der Berechnung ist in dem Fall derjenige Teil der Klimagas- und Luftschadstoffe, die bei Nichterfüllung des Planes weiterhin vom deutschen Kraftwerkspark emittiert werden.

Die Daten über den zukünftigen deutschen Kraftwerkspark wie auch die der im Offshorebereich installierten Windenergie-Leistung stellen Prognosen dar und beinhalten naturgemäß Unsicherheiten. Die Ergebnisse sind daher als Hinweise auf mögliche positive Auswirkungen zu lesen.

Aufgrund der weiten räumlichen Ausbreitung von Klimagasen und Luftschadstoffen kann eine auf abgegrenzte Räume bezogene Spezifizierung von Einspareffekten nicht erzielt werden. So hängt es vielmehr von den großräumigen Luftbewegungen ab, ob Schadstoffe aus deutschen Kraftwerken direkt auf die deutsche Meeresumwelt Einwirkungen haben können. Vielmehr steht der untersuchte Meeresraum unter dem Einfluss einer vorherrschenden Westwinddrift, so dass über den Luftpfad in die deutsche See eingebrachte Schadstoffe nur selten auch aus deutschen Quellen stammen. Betrachtet man die Aufgabenstellung aber aus einer internationalen, also grenzüberschreitenden Perspektive, so wird schnell klar, dass sich Einspareffekte der deutschen Klimapolitik auch jenseits der Staatsgrenzen positiv auswirken werden. Der deutsche Nordseeraum könnte hinsichtlich einer Verminderung von Luftschadstoffen dagegen beispielsweise von britischen Offshore-Tätigkeiten profitieren, wenn klima- und luftschädigende Kraftwerke durch Offshore-Windparks ersetzt werden können.

Die Prognose der anzurechnenden luft- und klimarelevanten Einspareffekte kann Ausgangspunkt einer Einschätzung von mittelbaren Wirkungen der Windenergienutzung auf Flächen und Schutzgüter der Meeresregion sein (gerade die Endglieder der Nahrungskette, z.B. Kleinwale, jagende Seevögel, akkumulieren eine Reihe der über den Luftpfad eingetragenen Schadstoffe). In jedem Fall vervollständigen Angaben im Umweltbericht zu global und überregional wirksamen Einspareffekten die in der Gesamtabwägung notwendigen Beurteilungskriterien. Die quantifizierte Darstellung der Luft- und Klimawirkungen im Vergleich zum Referenzszenario ist Teil der umfassenden Informationsaufgabe der SUP in Vorbereitung der Plan- bzw. Programmabwägung.

5.3 Überblick globaler Klima- und überregionaler Luftschadstoffwirkungen auf die Meeresumwelt

Im Folgenden geht es um eine Kurzdarstellung der Wirkungen, die voraussichtlich in einer SUP der Offshore-Windenergie (rahmengebende Funktion) zu berücksichtigen sind. Hinsichtlich der Eingrenzung von zu betrachtenden Umweltwirkungen gilt es in UVP und SUP als fachlicher Konsens, dass der zu betrachtende Wirkungsraum nicht an den Plangrenzen Halt macht, sondern ausreichend groß ist, um die jeweilige Wirkung angemessen zu erfassen. Bei globalen Wirkungen allerdings wird dieser Grundsatz ad absurdum geführt. Hier müssen willkürliche Grenzen der Wirkungsbeschreibung gezogen werden, um den Untersuchungsaufwand in zumutbaren Grenzen zu halten. Grundsätzlich sind zwar globalklimatische Effekte an Land ebenso zu berücksichtigen wie globalklimatische Effekte auf dem Meer, gleichwohl kommt der Betrachtung der auf den meerespezifischen Planungsraum entfallenden Umwelt(entlastungs)wirkungen sicherlich eine besondere Bedeutung in einer SUP zur Offshore-Windenergie zu. Grundsätzlich könnte eine Einzeldarstellung der eingesparten Immissionsanteile für bestimmte Regionen, bspw. für die deutsche Nord- oder Ostsee, der Verdeutlichung von Wirkungen/Entlastungswirkungen für das meeresökologische Gefüge dienen. Eine solche Betrachtung gewänne für Meeresgebiete besondere Bedeutung, weil eine Reihe von Schutzgütern des Meeresraums (Vögel, Meeressäuger) einen regional weit erstreckten Lebensraum beansprucht, so dass messbare Größen von Immissi-

onseinsparungsanteilen diesen ausgedehnten Lebensräumen zugeordnet werden können.

5.3.1 Klimafolgen für abiotische Faktoren der Meeresumwelt

Eine Vielzahl von Hinweisen deutet darauf hin, dass die anthropogene Belastung der Atmosphäre mit CO₂ und anderen Klimagasen zu einer globalen Klimaveränderung führt, die in erheblichem Maße auch die Meeresumwelt verändern wird (z.B. Sondergutachten des WBGU 2006). Es ist mit meteorologischen Veränderungen der Temperatur, Niederschlags- und Windverteilung zu rechnen. Infolge der zunehmenden Erwärmung wird der Meeresspiegel durch das Abschmelzen von Inlandeis und Polkappen ansteigen. Der Prozess der Klimaveränderung verläuft langsam und wird für Menschen vor allem in Form von Extremereignissen sichtbar (Sturmfluten, Trockenheit, usw.). Um gesellschaftliche Handlungsstrategien zu entwerfen, werden deshalb von diversen wissenschaftlichen Einrichtungen Prognosen und Szenarien erstellt, um mögliche Änderungen in den Ökosystemen vorhersehbar zu machen. Zur Zeit steht das aus einem Globalklimamodell verfeinerte und regionalisierte Klimamodell REMO des Hamburger Max-Planck-Instituts für Meteorologie in der Öffentlichkeit im Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion. Es stellt unter der Annahme verschiedener Entwicklungsszenarien mögliche Klimaveränderungen für Deutschland bis zum Jahr 2100 dar. Neben diesem Klimamodell existieren andere, wie etwa das Ozean-Atmosphären-Modell des Alfred Wegener Instituts für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven, welches unter meeresspezifisch differenzierteren Annahmen jedoch zu anderen Ergebnissen kommt. Grundsätzlich erscheinen danach zwei sehr unterschiedliche Möglichkeiten einer Klimaänderung für Deutschland denkbar: mediterraneres Wetter mit nasserem Wintern, wobei eine erhöhte Sturmzunahme eher die nördlichen Nachbarstaaten tangiert (REMO) oder aber Abkühlung und Sturmzunahme auch in Deutschland (AWI).

Im folgenden Abschnitt werden in einem ersten Schritt die absehbaren hydrographischen und meteorologischen Entwicklungen und Konsequenzen für die Nord- und Ostsee erörtert, bevor darauf die potenziellen Wirkungen auf Fauna und Flora angesprochen werden.

5.3.1.1 Erwärmung des Wasserkörpers

Bereits in der Vergangenheit hat sich die durchschnittliche Lufttemperatur der nördlichen Hemisphäre erhöht. Der z.Zt. noch aktuellste, dritte IPCC-Bericht aus dem Jahre 2001 beziffert die zu erwartende Erwärmung zwischen 1 °C und 5,8 °C bis zum Jahr 2100 (IPCC 2001). Die Prognose berücksichtigt dabei klimabeeinflussende Faktoren (Klima-Feedbacks) und die Auswirkungen von Sulfataerosolen. Die Erwärmung wird fast alle Gebiete der Erde erfassen, dies jedoch in regional unterschiedlicher Stärke und in unterschiedlicher jahreszeitlicher Saisonalität. Ein hoher Temperaturanstieg wird in den kalten Regionen des Nordens im Winter erwartet, denn weniger Schnee bedeutet verminderte Reflektion (Albedo) und vermehrte Sonnenenergieaufnahme. Bis 2100 könnten sich die nördlichen Teile Kanadas und Sibiriens im Winter um bis zu 10°C erwärmen, im Sommer hingegen erscheinen knapp 2 °C wahrscheinlich.¹⁸²

Die Wassertemperatur der Ozeane wird aufgrund der großen Wärmekapazität von Wasser nur verlangsamt auf Klimaänderungen reagieren. Der Anstieg wird jedoch für viele Jahrhunderte anhalten. Wie intensiv dieser Verzögerungseffekt ausfällt, hängt u.a. davon ab, bis in welche Meerestiefen ein Temperatureinfluss zu spüren ist. In den meisten Ozeanen werden sich die obersten Wasserschichten (mehrere 100 m) voraussichtlich nicht mit den darunter gelegenen Wasserschichten vermischen. Während sich die Oberfläche erwärmt, bleibt die Tiefsee zumeist kalt. In wenigen, sehr kalten Regionen des Atlantiks südlich von Grönland und des südlichen Eismees nahe der Antarktis allerdings ist auch eine Vermischung bis hinunter in die tieferen Meeresschichten zu erwarten. Da sich in diesen Regionen ein sehr großer Wasserkörper erwärmt, wird eine Erwärmung erst sehr verzögert auftreten.

Nach den vom IPCC 2001 veröffentlichten Zahlen zum Klimawandel stieg die durchschnittliche Oberflächentemperatur im 20. Jahrhundert um 0,6 °C (+/-0,2). Daten des Alfred-Wegener-Instituts (AWI 2005) belegen einen Anstieg der Nordsee-Wassertemperatur von 1,1 °C über die letzten 40 Jahre, bei gleichzeitigem leichten Anstieg des Salzgehalts und einer Zunahme der Lichtdurchlässigkeit des

Wassers um 1-2 m. Der genannte Temperaturanstieg ist wahrscheinlich der größte Anstieg in den letzten 1000 Jahren. Meereisbildung bei Helgoland, bis in die 40er Jahre im Mittel alle zehn Jahre auftretend, wurde in den letzten 60 Jahren nur einmal beobachtet.

Vor dem Hintergrund der Langzeitentwicklung der maximalen jährlichen Eisbedeckung für die Ostsee kann als sicher gelten, dass Vereisungen der Ostsee in den nächsten Jahrzehnten zurückgehen werden (TINZ 1995). Das regionale Klimamodell REMO des Hamburger Max-Planck-Instituts für Meteorologie zeigt bis zum Jahr 2100 eine starke Erwärmung der deutschen Ostseeküste um 2,8°C und eine im Vergleich etwas geringere Erwärmung der Nordseeküste um 2,5 C (UBA 2006). Modellrechnungen im Downscaling-Verfahren (Regionalisierung) berechneten für den Küstenbereich Bremen/Bremerhaven für bodennahe Lufttemperaturen einen Temperaturanstieg von 2,2°C im Herbst bis 3,2°C im Frühjahr (SCHUCHARDT / SCHIRMER 2005).

5.3.1.2 Anstieg des Meeresspiegels

Abgesehen von Hebungs- und Senkungsprozessen von Landmassen (isostatische Prozesse) wird die Höhe des Meeresspiegels weitestgehend über das Klima gesteuert. Das liegt einerseits an der thermischen Expansion in den sich erwärmenden obersten Schichten des Ozeans in Abhängigkeit vom Salzgehalt und der Ausgangstemperatur. Andererseits hängt die Höhe des Meeresspiegels von der Massenbilanz des Wassers ab, da große Wassermassen in gefrorenem Zustand (Gletscher und Festlandeis) gebunden sind. Wenn Teile der landgebundenen Eismassen durch steigende Temperaturen zum Schmelzen gebracht werden, steigt dadurch der mittlere Meeresspiegel an. Das Abschmelzen der Eismassen in Grönland und der Antarktis wird wahrscheinlich durch stärkere Schneefälle in beiden Regionen kompensiert werden. Wenn jedoch die Erwärmung die tieferen Schichten des Meeres erreicht und das Eis weiter schmilzt, wird der Meeresspiegel auch nach einer Stabilisierung der Oberflächentemperaturen weiter ansteigen.

¹⁸² Für Nordeuropa allerdings kann ein Versiegen der "salt pump", die den Golfstrom und damit Zirkulation warmen Wassers nach Nordeuropa aufrecht erhält, zu einer erheblichen Abkühlung führen.

Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) prognostiziert in seinem dritten Bericht (2001) einen klimawandelbedingten globalen Anstieg des Meeresspiegels um 10 bis 90 cm bis zum Jahr 2100. Diese Schätzungen erscheinen bis zum Jahr 2020 auf der Grundlage der vorliegenden Wasserstandsuntersuchungen möglich. So wird bis 2020 mit einem Anstieg des mittleren Tidenhochwassers an der Nordsee von etwa 5 bis 10 cm und an der Ostsee mit einem Anstieg des Mittelwassers von wenigen Zentimetern gerechnet (JENSEN/MUDERSBACH 2004).

Die zu erwartende Anhebung des Meeresspiegels hat insbesondere Auswirkungen auf die räumliche Ausdehnung des Wattenmeers und die Zeitspanne, in der es überflutet ist. Nach dem von der „Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise“ angenommenen Worstcase-Szenario (CPSL 2001) wird sich die Wattfläche bis 2050 um 5 bis 15 % verringern. Das entspricht bis zu 720 km² (von derzeit 4.800 km²). Eine solche Verringerung würde die biologischen Parameter stark beeinflussen. Das Wattenmeer würde sich zu einem offenen, lagunen-ähnlichen Ökosystem entwickeln.

Seit 1960 ist das Tidehochwasser der Nordsee bereits signifikant gestiegen, während das Tideniedrigwasser gegenläufig gesunken ist (JENSEN/MUDERSBACH 2004). Das Mittelwasser zeigt dagegen seit 1840 in der Nordsee wie auch in der Ostsee kaum Veränderungen. Die dramatische Zunahme des mittleren Tidenhubs von bis zu 9 % an den Küstenpegeln kann mit der Erhöhung der Eingangswelle (= Anstieg des Meeresspiegels) erklärt werden. Die dabei verstärkte Reflexion der Eingangswelle führt zu einem sehr hohen Tidenhub (JENSEN/MUDERSBACH 2004). Eine andere Theorie - von denselben Autoren aufgestellt - erklärt den erhöhten Tidenhub mit einer reduzierten relativen Rauheit des Meeresbodens, unter anderem durch Baumaßnahmen. Die Veränderung der Tidedynamik in der Nordsee muss insofern nicht zwangsläufig auch Folge einer globalen Klimaveränderung sein. Immerhin erscheint es sehr zweifelhaft, dass die veränderte Nordseetide seit etwa 1960 allein auf lokale Baumaßnahmen an der Küste zurückzuführen ist.

Der zu erwartende Meeresspiegelanstieg ist vor allen Dingen ein Ergebnis der thermalen Ausdehnung, des Verlustes von Gletschern und des zunehmenden Abschmelzens der Polkappen. Ein Faktor erhöhter Wissensunsicherheit ist dabei die Geschwindigkeit des Abschmelzens des Eises in den polaren Regionen. Erst

jüngste Untersuchungen aus dem Frühjahr 2006 machten deutlich, dass wichtige Faktoren zur Beschleunigung des Schmelzvorgangs, wie etwa die Rolle des Schmelzwassers als Schmiermittel bei der Gletscherwanderung sowie die Rolle der Reibungswärme beim Gletscherabfluss und die Bedeutung des Wegfalls mechanischer Bremswirkung durch Gletscherzungen, in den bisherigen Rechenmodellen noch nicht ausreichend berücksichtigt wurden (EKSTRÖM et al. 2006; JOUGHIN 2006; RIGNOT u. KANAGARATNAM 2006). Ein Zerfall der Eiskappen könnte unter Berücksichtigung dieser Faktoren möglicherweise in einem Zeitraum von Jahrhunderten statt wie bisher angenommen von Jahrtausenden ablaufen. Das WBGU-Sondergutachten 2006 (S.37) macht vor dem Hintergrund der neuen Erkenntnisse zum Abschmelzen der arktischen und antarktischen Eiskappen deutlich, dass der IPCC-Bericht 2001 den Meeresspiegelanstieg offenbar unterschätzt hat. Diese Einschätzung wird unterlegt durch Satellitenmessungen des globalen Meeresspiegelanstiegs. Danach fiel der Meeresspiegelanstieg im letzten Jahrzehnt erheblich höher aus als bisher angenommen (vgl. Abb. 7).

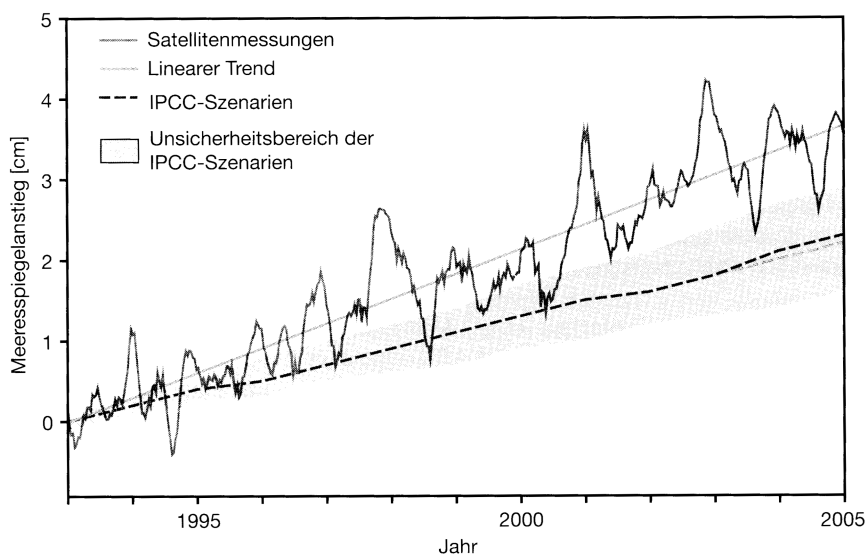


Abbildung 7: Anstieg des globalen Meeresspiegels nach Satellitendaten im Vergleich zur Einschätzung des IPCC (2001) Quelle: CAZENAVE / NEREM 2004 / WBGU 2006.

Der Meeresspiegelanstieg wird im laufenden Jahrhundert nach zunehmenden Erkenntnissen mehr als die bisher sehr konservativ angenommenen 90 cm betragen. Der WBGU geht bis 2300 von einer Erhöhung zwischen 2,5 und 5,1 m aus. Eine neuere fundierte Einschätzung, mit wie viel cm mehr zu rechnen ist, wird voraussichtlich der im Frühjahr 2007 zu erwartende vierte IPCC-Bericht enthalten.

Erdgeschichtlich sind gänzlich andere Dimensionen des Anstiegs nachweisbar. Vor etwa 15.000 bis 10.000 Jahren stieg der Meeresspiegel um 80 m mit einer Geschwindigkeit von 1,6 bis 5 m pro Jahrhundert (WBGU 2006 S. 34). Die Meeresspiegeläquivalente der großen Eismassen der Erde lassen auch für die kommenden Jahrhunderte bzw. Jahrtausende noch einen erheblichen Anstieg zu: Das vollständige Abschmelzen des Grönlandeises würde den Meeresspiegel um 7 m, das Eis des westantarktischen Eisschildes um 6 m anheben. Das ostantarktische Eisschild hat sogar ein Meeresspiegeläquivalent von über 50 m (WBGU 2006).

5.3.1.3 Erhöhte Sturmtätigkeit

Der Klimawandel wird voraussichtlich die Häufigkeit, die Größenordnung und die Ausprägung von Klimaextremen verändern. Die aktuellen Modellierungsergebnisse des Ozean-Atmosphären-Modells des Alfred Wegner Instituts für Polar- und Meeresforschung (2006) in Bremerhaven zeigen eine Umverteilung der Energieflüsse in der Arktis. Dadurch wird die Nordatlantische Oszillation (NAO) beeinflusst. Auch WEISSE/ROSENTHAL (2003) zeigten auf, dass sich die Nordatlantische Oszillation (NAO) seit etwa 1960 verstärkt hat und seit 1985 in einer Phase verstärkter Zonalität befindet. Der NAO-Index (NAOI) ist ein Maß für die Variabilität der Druckdifferenz zwischen Azorenhoch und Islandtief. Ein positiver NAOI ist verbunden mit verstärkten Westwindlagen und milden Wintern, ein negativer mit Nord-Nordwestwindlagen und kalten Wintern. In einer „positiven“ NAO-Phase erzeugen die Luftdruckschwankungen eine verstärkte West-Ost-Strömung über dem Nordatlantik, so dass vermehrt warme und feuchte Meeresluft nach Nord- und Mitteleuropa gelangt. In der „negativen“ NAO-Phase schwächt sich die West-Ost-Strömung ab und es wird verstärkt kalte Polarluft nach Europa transportiert. Nach den aktuellen Ergebnissen des Ozean-Atmosphären-Modells ist zu erwarten, dass die Stärke der Westwinde und der Verlauf von Stürmen beeinflusst und kalte und trockene Winter häufiger auftreten werden.

Auch andere Klimamodelle zeigen einen verstärkten NAOI, wobei die Stärke des Trends und der Charakter der Änderungen zwischen den einzelnen Modellen variiert (IPCC 2001). Seit den 1860er Jahren sind v.a. zwei große Veränderungen zu verzeichnen gewesen: sehr schwache Westwinde traten während der 1960er Jahre auf, sehr starke Westwinde hingegen in den frühen 1990er Jahren. Die Dauer

und Stärke der Westwinde hat einen signifikanten Effekt auf Wassertransport und –verteilung sowie die vertikale Wasserdurchmischung und den Oberflächentemperatur-„Flux“. HUPFER/TINZ (1996) bemerken eine „beeindruckende Zunahme der (West-Ost-) Zonalzirkulation über der Ostsee in den Wintermonaten der letzten Jahrzehnte und vermehrte Sturmzyklone.

Erste Downscaling-Rechnungen haben für die Deutsche Bucht eine Zunahme der Windgeschwindigkeiten um bis zu 6,8 % (Winterhalbjahr) ergeben (MATULLA et al. 2002).

Eine Zunahme der (West-Ost-) Zonalzirkulation wird eine erhöhte Sturmtätigkeit zur Folge haben, die u.a. einhergeht mit einer erhöhten Seegangsenergie, einer Wanderung wellenbrechender Sedimentformationen und einer erhöhten Erosion der Inselsockel. Die Kosten zum Erhalt der heute üblichen Sicherheitsstandards (Deicherhaltung, Sandaufschüttungen, Buhnen, Mauern, Verkleidungen, Arbeiten in den Salzwiesen) werden bei einem Anstieg des Meeresspiegels in Verbindung mit einer erhöhten Sturmtätigkeit deutlich steigen (CPSL 2001). SCHIRMER (2006) zufolge sind die bisher geltenden Grundlagen für die Bemessung der Küstenschutzanlagen bei weitem nicht mehr angemessen. Die alle zwei bis drei Jahrzehnte üblichen Anpassungen müssten seiner Auffassung nach mittelfristig verdoppelt werden, was die physischen, technischen, finanziellen und sozialen Grenzen erheblich strapazieren dürfte.

5.3.1.4 Veränderte Strömungsprozesse

Es liegen Anzeichen dafür vor, dass klimabedingte Änderungen in den Meeresströmungen, die die regionalen Klimaverhältnisse nachhaltig beeinflussen (zum Beispiel die Abschwächung des Nordatlantikstroms, der das Klima in Nord- und Mitteleuropa nachhaltig erwärmt), innerhalb weniger Jahrzehnte stattfinden können. Dies hätte gravierende Folgen für die Umwelt und die Bevölkerung in Europa. Ein sogenannter „Pentagon-Bericht“ des US-Militärs entwickelte 2003 ein Worst Case-Szenario, nach dem der Nordatlantikstrom bereits in den nächsten 10-20 Jahren zum Erliegen kommen könnte (WBGU 2006 S. 9). Britische Forscher sehen die Umwälzbewegung des Nordatlantikstroms bereits um 30% abgeschwächt (WBGU 2006 S. 10). Faktisch ist die Vorhersage eines solchen Geschehens nur mit außerordentlichen Unsicherheiten möglich. Das Potsdam Institut für Klimafol-

genforschung führte Experteninterviews zum Risiko eines Totalausfalls der atlantischen Tiefenwasserbildung und der damit zusammenhängenden Strömungen durch. Danach schätzte immerhin ein Drittel der befragten Experten das Risiko des Totalausfalls bei 50% ein, falls die globale Erwärmung bis zum Jahr 2100 um 3-5° ansteigt (WBGU 2006 S. 11).

Wenn mit einer Klimaerwärmung und veränderten Zirkulationsverhältnissen auch extreme Wasserstandereignisse der Ostsee verbunden sind, so hat dies einen erheblichen Einfluss auf die ökologisch wichtige Größe Salzgehalt, da durch die meteorologisch bedingten Wasserstandsänderungen große Salzwassereinstromereignisse ausgelöst werden können. In diesem Zusammenhang sind auch die Zunahmen der Niederschläge in den letzten Jahrzehnten von Bedeutung (HUPFER/TINZ 1996, vgl. Tabelle 4.3.4). In der Nordsee resultiert mit einer Zunahme der Sturmtätigkeit über dem Nordatlantik eine Verstärkung des atlantischen Einflusses, verbunden mit einem höheren Salzgehalt, höheren Temperaturen und erhöhten Nährstoffeinträgen. Dies wird u.a. ökologische Veränderungen, insbesondere in der Artenzusammensetzung, herbeiführen. Realistische Prognosen für die Entwicklung des Salzgehalts, der insbesondere für die Ostsee von großer Bedeutung ist, sowie für die Änderungen der Meeresströmungen sind derzeit nur mit extrem großen Unsicherheiten möglich (WEISSE/ROSENTHAL 2003).

5.3.1.5 Versauerung des Meerwassers

Neben der Erwärmung der Atmosphäre einschließlich der geschilderten marinen Folgewirkungen haben die anthropogenen CO₂-Emissionen über die Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Wassersäule einen weiteren schwerwiegenden Effekt auf die Meeresumwelt. Im Ozean sind etwa 38.000 Gt Kohlenstoff und damit 50mal mehr als in der Atmosphäre und 20mal mehr als in der terrestrischen Biosphäre und den Böden gespeichert. Jährlich nehmen die Ozeane weitere 2 Gt Kohlenstoff auf, was 30 % der weltweiten CO₂-Emissionen entspricht (WBGU 2006 S. 67). Die CO₂-Konzentration in den oberen Meeresschichten hat in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen. Sie übersteigt sogar die Zunahme der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre (WBGU 2006 S. 70).

Die Meere erfüllen demnach eine Senkenfunktion im Kohlenstoffkreislauf, jedoch ist die Pufferkapazität der Meere nicht unbegrenzt: Der anthropogen bedingte

Rückgang der Karbonatkonzentration verringert in Verbindung mit der klimawandelbedingten Erwärmung der Ozeane die Aufnahmefähigkeit für CO_2 , außerdem verringert der Klimawandel die Durchmischung von Oberflächen- und Tiefseewasser (WBGU 2006 S. 70), so dass das hohe Speicherpotenzial der Tiefsee in geringerem Maße zur Wirkung kommt.

Anders als in der Atmosphäre wirkt CO_2 im Meer chemisch aktiv und führt zu einer zunehmenden Versauerung der Wassersäule. Der pH-Wert der oberen Meeresschichten hat seit Beginn der Industrialisierung von einem leicht alkalischen Ausgangswert von 8,18 bereits um 0,11 Einheiten abgenommen. Abhängig vom jeweiligen Entwicklungsszenario wird in diesem Jahrhundert eine Abnahme zwischen 0,17 und 0,46 erwartet (WBGU 2006 S. 68). Die Versauerung löst einen Rückgang der Karbonatkonzentration mit tiefgreifenden Folgen für die Meeresbiologie (vgl. Abschn. 6.2) aus, da Karbonat mit CO_2 und Wasser zu Hydrogenkarbonat reagiert. Bisher ist das obere Meerwasser mit den Karbonaten Kalzit und Aragonit gesättigt, das Tiefseewasser nicht. Die Grenze zwischen beiden Schichten, der sogenannte Sättigungshorizont, verschiebt sich durch eine Versauerung nach oben, langfristig ist die Aragonitsättigung sogar selbst an der Wasseroberfläche in Frage gestellt, was die Vernichtung vieler Meeresorganismen, deren Schalen aus diesen Stoffen gebildet werden, zur Folge hätte.

Tabelle 20: Mögliche Folgen einer Klimaänderung für abiotische Schutzgüter.

Kriterium	Intensität	Quelle
Erwärmung des Wasserkörpers	1 °C bis 5,8 °C bis zum Jahr 2100	IPCC 2001
Meeresspiegelanstieg	bis 2020 mittleres Tidenhochwasser der Nordsee 5 bis 10 cm, 10 cm bis 50 cm bis zum Jahr 2050; bis 90 cm bis zum Jahr 2100. Nach neueren Satellitenmessungen und neueren Erkenntnissen über ein beschleunigtes Abschmelzen der Polkappen sind die obigen Einschätzungen jedoch bereits überholt. Neuere Einschätzung des WBGU: 2,5 m - 5,1 m bis 2300.	JENSEN/MUDERSBACH 2004; CPSL 2001; IPCC 2001 WBGU 2006
Erhöhte Sturmtätigkeit	Zunahme der (West-Ost-) Zonalzirkulation,“ insbes. in den Wintermonaten, vermehrte Sturmzyklone, erhöhte Seegangenergie und erhöhte Erosion an Inselsockeln	HUPFER/TINZ 1996; STORCH et al. 1998; WEISSE/ROSENTHAL 2003; IPCC 2001
Erhöhte Niederschlags-häufigkeit	Saisonal bis 22% (2050), dadurch Reduzierung des Salzgehalts	HUPFER/TINZ 1996
Verlust an Küstenzone	15 %Wattflächen bis 2050; Salzwiesen u.U. 100%, Erosion an Salzmarschen; Verlust von Grünland	CPSL 2001; SCHUCHARDT/SCHIRMER 2005
Versauerung des Meerwassers	Pufferkapazität der Ozeane bald erschöpft.	WBGU 2006

6 Auswirkungen der Verbrennung fossiler Energieträger auf die biologischen Schutzgüter

Wie in den vorangehenden Abschnitten dargestellt, hat die Verbrennung fossiler Energieträger erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt, die sich einzeln oder in Kombination auf die biologischen Schutzgüter der Nord- und Ostsee auswirken werden:

- 1) Erwärmung des Klimas und in der Folge Anstieg des Meeresspiegels, häufigere Extremereignisse und Veränderungen von Meeresströmungen,
- 2) Eintrag von CO₂ ins Meer und dadurch Versauerung der Meere,
- 3) Einträge von Schadstoffen (Stickoxide und Schwermetalle).

Auch wenn vor dem Hintergrund sehr hoher natürlicher Variabilität noch beträchtliche Unklarheiten über die exakten Folgen der Klimaerwärmung bestehen, so weisen die unterschiedlichen Szenarien und vorliegende Untersuchungen auf gravierende Veränderungen der biologischen Schutzgüter auch im marinen Bereich hin. Bei der Betrachtung der Folgen der Klimaveränderung darf dabei nicht außer Acht gelassen werden, dass Nord- und Ostsee bereits stark anthropogen genutzt werden (z.B. durch die Fischerei, Schifffahrt, dem Eintrag von Nähr- und Schadstoffen) und dass diese anthropogenen Einflüsse – wie auch die des Ausbaus der Offshore-Windenergienutzung - mit den Folgen des Klimawandels kumulieren können. Dies wird in einem gesonderten Abschnitt betrachtet.

6.1 Klimaänderungen

Das Klima spielt eine ganz herausragende Bedeutung für zeitliche Entwicklung, die geografische Verbreitung und die Artenzusammensetzung der Flora und Fauna der Erde. Temperaturen und Tageslänge, Niederschläge und Windgeschwindigkeiten wirken direkt und indirekt auf alle Organismen ein. Die verschiedenen Tier- und Pflanzenarten unterscheiden sich in ihrer Toleranz gegenüber den verschiedenen Elementen, aus denen sich das Klima zusammensetzt (z.B. Temperatur, Niederschläge, Verdunstung etc.) (COX / MOORE 1980). Nur bei jeweils optimalen Zusammensetzungen dieser Elemente kann eine Art in einem bestimmten

Gebiet überleben und eine stabile Population aufrechterhalten; außerhalb ihres optimalen Bereiches unterliegt eine Art physiologischem Stress, sie ist nicht konkurrenzfähig gegenüber besser angepassten Arten und die Gefahr des Aussterbens besteht (EBD.). Die so genannte Fitness (Überlebenswahrscheinlichkeit und Reproduktionserfolg) von Pflanzen- und Tierindividuen bzw. -populationen hängt demnach einerseits direkt über Wirkungsketten physiologischer Natur, andererseits indirekt beispielsweise über das Nahrungsangebot oder Habitateigenschaften wesentlich vom Klima ab (LEUSCHNER / SCHIPKA 2004). Sie bestimmt die großräumige geographische Verbreitung von Arten. Bei höheren marinen Organismen kommt besonders der Temperatur – neben weiteren physikalischen und biologischen Umweltfaktoren wie z. B. Meeresströmungen, Salzgehalt und Nahrungsangebot – eine entscheidende Bedeutung zu.

Das Klima beeinflusst nicht nur die geographische Verbreitung von Arten, sondern ebenfalls den zeitlichen Verlauf (Beginn, Ende, Geschwindigkeit) von Lebensvorgängen und das Durchlaufen charakteristischer Phasen im Jahres- und Lebenszyklus von Pflanzen und Tieren wie Fortpflanzung, Individualentwicklung, Aktivitäts- und Ruheperioden sowie Zug- und Wanderverhalten (u.a. LEUSCHNER / SCHIPKA 2004). So steuert das Klima beispielsweise die Ankunftsstermine von Zugvogelarten in ihren Brutgebieten, den Brutbeginn sowie den Wegzugtermin in die Überwinterungsgebiete im Herbst (u.a. BERTHOLD et al. 2003; HÜPPOP / HÜPPOP 2003; LEMOINE / BÖHNING-GAESE 2003 b). Der Reproduktionserfolg dieser Vogelarten hängt stark davon ab, dass der Zeitraum, in dem sie brüten und ihre Jungen aufziehen, mit einer angemessenen Nahrungsverfügbarkeit synchronisiert ist. Abundanz und Überleben der jeweils betrachteten Vogelart werden damit stark vom Klima beeinflusst.

Die geografische Verbreitung vieler Arten, wie dies am Beispiel der Vögel gezeigt werden kann, folgt klimatischen Faktoren und erstreckt sich entlang von Klimazonen. Die klimatischen Faktoren wirken dabei sowohl direkt – etwa über die Umgebungstemperatur – wie indirekt – etwa über die Verbreitung von Lebensräumen und Nahrungsangebot (BÖHNING-GAESE / LEMOINE 2004).

Das Klima hat damit Auswirkungen auf die Artenzusammensetzung und Diversität von Lebensgemeinschaften sowie auf biotische Interaktionen auf Ökosystemebene wie multi-trophische Beziehungen, Konkurrenz und Symbiose (LEUSCHNER / SCHIPKA 2004).

Nord- und Ostsee sind stark saisonal geprägt durch Sommer mit relativ hohen Luft- und Wassertemperaturen und Winter mit Minustemperaturen und Eisgang. Da sich die Temperaturen und damit generell die Umweltbedingungen jahreszeitlich stark ändern, ist die genaue „Taktung“ biologischer klimaabhängiger Prozesse in Nord- und Ostsee von großer Bedeutung. Probleme in der Taktung können dann auftreten, wenn Arten unterschiedlich auf ein veränderndes Klima reagieren. Dies kann z.B. der Fall sein, wenn für die Entwicklung der einen Art die Tageslänge der Taktgeber ist, die ja keinen klimabedingten Schwankungen unterliegt, und für eine andere, von ihr abhängige Art, die Umgebungstemperatur. So kann es dazu kommen, dass eine Art aufgrund ihrer Anpassung an die Photoperiode den Zeitraum ihres Hauptauftretens nicht verschiebt, während eine von ihr abhängige Art auf das veränderte Klima reagiert und es dadurch zu einem „mismatch“ kommt, und die saisonale Entwicklung einer Art von der Entwicklung ihrer Nahrung trennt. Dieses Phänomen ist von größter Bedeutung für das Verständnis, warum bereits geringe Änderungen gravierende Auswirkungen haben können und wird im weiteren Verlauf des Abschnitts noch genauer erläutert werden.

Das Klima in Deutschland hat sich im 20. Jahrhundert insgesamt hin zu niederschlagsreicheren und milderen Wintern sowie zu wärmeren und häufiger trockenen Sommern entwickelt (LEUSCHNER / SCHIPKA 2004). Untersuchungen des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung deuten hingegen an, dass zukünftig mit kälteren Wintern als Folge des möglichen Abreißens des Nordatlantikstromes durch eine fortschreitende Abschwächung der thermohalinen Zirkulation bei zunehmender globaler Klimaerwärmung zu rechnen sein kann (AWI 2006). Dieses Szenario gilt jedoch zumindest bis zum Ende des 21. Jahrhunderts als unwahrscheinlich (LEUSCHNER / SCHIPKA 2004) und wird von Experten, in Abhängigkeit von verschiedenen zugrunde gelegten Prognosen für eine Klimaerwärmung, sehr unterschiedlich eingeschätzt (WBGU 2006). Im Folgenden soll daher auf die Auswirkungen einer Klimaerwärmung auf die Nord- und Ostsee eingegangen werden.

Wie in vorigen Kapiteln bereits näher erläutert, ist eine Betrachtung der Auswirkungen von Klimaänderungen auf marine biologische Schutzgüter in der SUP von großer Relevanz für die Beschreibung der Nullvariante, die Betrachtung kumulativer Effekte sowie der erheblichen negativen und positiven Auswirkungen des Plans oder Programms im Rahmen des Umweltberichts. Sie verdeutlicht zugleich, dass jede Form der Energienutzung weitreichende ökologische Folgen haben kann. Im Folgenden sollen maßgebliche Effekte, die die globale Erderwärmung auf die unterschiedlichen Gruppen mariner biologischer Schutzgüter der Nord- und Ostsee haben können, dargestellt werden. Bei einer SUP für die Offshore-Windenergie sind die Effekte einer Klimaänderung auf die AWZ und damit auf Hochseearten wie Basstölpel oder Eissturmvogel von vorrangigem Interesse. Da aber der Küstenbereich für viele in einer Offshore-SUP relevante Arten (z.B. für rastende Vögel auf dem Zug, Geburt und Aufzucht der Jungtiere bei Seehunden und Kegelrobben) von Bedeutung ist, dürfen hier die Auswirkungen einer Klimaerwärmung auf Küstengebiete und die dort (zeitweise) vorkommenden Schutzgüter von der Betrachtung nicht ausgenommen werden.

Wie stark der Einfluss einer Klimaerwärmung auf die Fitness und Abundanz von Tier- und Pflanzenarten ist, hängt u.a. von der genetisch prädisponierten Anpassungsfähigkeit an das veränderte Klima und Veränderungen des Ökosystems ab (LEUSCHNER / SCHIPKA 2004). Generell sind eine ganze Reihe von verschiedenen Reaktionen der biologischen Schutzgüter auf den Klimawandel möglich (WATKINSON et al. 2004):

- Keine Reaktion (“no response”): die Art ist gegenüber dem Klimawandel nicht anfällig;
- Verharren („persistence”): die Art harrt an ihrem Standort aus, obwohl er in Bezug auf das Klima unwirtlicher geworden ist, es findet keine Anpassung statt;
- Anpassung (“adaptation”): eine genetische Anpassung ermöglicht es der Art, in ihrem Verbreitungsgebiet zu bleiben;
- Aussterben (“extinction”): ein Standort wird unvorteilhaft für die Art, so dass sie ausstirbt;

- Verbreitung (“dispersal”): ein Standort wird unwirtlicher und die Art verbreitet sich daher in ein anderes Gebiet.

Diese unterschiedlichen Reaktionen schließen sich jedoch nicht aus (WATKINSON et al. 2004). Denkbar ist ebenfalls, dass ein Standort aufgrund positiver Einflüsse eines Klimawandels vorteilhafter für eine Art wird und sich ihre Dichte als Folge erhöht, dass sich die Fläche des für eine Art geeigneten Standorts aufgrund der Klimaänderung ausdehnt oder Subpopulationen einer Art unterschiedlich reagieren. Generell kann der veränderte Selektionsdruck aufgrund des Klimawandels populationsgenetische Veränderungen bewirken, die in einer Evolution verschiedener Populationen in neuen Ökotypen oder Arten resultieren können (LEUSCHNER / SCHIPKA 2004).

Die Forschung über Auswirkungen einer Klimaänderung auf die Meeresumwelt steht noch in den Anfängen und wird weiterhin durch das – im Vergleich zu terrestrischen Lebensräumen – begrenzte Wissen über die Ökologie mariner Arten erschwert (HARRISON et al. 2001). Die folgenden Abschnitte fassen den heutigen Kenntnisstand über die Auswirkungen eines veränderten Klimas auf die unterschiedlichen Gruppen mariner biologischer Schutzgüter getrennt nach den unterschiedlichen Effekten einer Klimaänderung zusammen. Anhand dieser Zusammenstellung soll versucht werden, die Entwicklung der Lebensräume der Nord- und Ostsee und ihrer Organismen unter einem veränderten Klimaregime zu beschreiben. Mit drei Beispielen aus dem Küstenbereich (Miesmuschel / Pazifische Auster) sowie dem Hochseebereich (Dorsch und Benthos) sollen dabei mögliche Folgen einer Klimaänderung sowie die Komplexität der Vorgänge detaillierter dargestellt werden.

6.1.1 Temperaturanstieg

Für die prognostizierte Temperaturerhöhung des Meerwassers ist mit vielfältigen Effekten zu rechnen, für die weitreichende Konsequenzen für marine biologische Schutzgüter erwartet werden. Der Temperaturanstieg wird voraussichtlich eine Erhöhung der jahreszeitlichen Maximaltemperaturen, eine Erhöhung der winterlichen Minimaltemperaturen (mildere Winter), die Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur, einen früheren Sommersaisonstart und späteres Sommersaisonende sowie damit einhergehend eine Verlängerung der Sommersaison und Verkürzung

der Wintersaison bewirken. Mögliche biologische Auswirkungen ergeben sich daraus für den Stoffwechsel von Organismen und damit für deren Wachstum, Reproduktion und Mortalität sowie generell den mikrobiellen Umsatz und die O₂-Zehrung im Meer. Als Folge unterschiedlicher direkter Klimawandeleffekte auf die einzelnen Arten werden weiterhin indirekte Effekte durch Interaktionen von Arten zu erwarten sein. Ein klimabedingter Rückgang eines starken Konkurrenten kann zum Beispiel zu einem Bestandszuwachs des normalerweise unterlegenen führen. Ähnliche Effekte sind bei Räubern und Pathogenen zu erwarten. Als Folge dieser Prozesse wird es 1) zum Auftreten neuer Arten und Veränderungen in der Artenzusammensetzung kommen, 2) werden sich Populationsdynamiken und Bestandsgrößen verändern und 3) werden Verschiebungen in der Phänologie und damit einhergehende so genannte „match/mismatch“-Phänomene auftreten. Insgesamt wird dies zu großflächigen Veränderungen in der Artenzusammensetzung und zu Dominanzverschiebungen führen.

Auftreten neuer Arten und Veränderungen in der Artenzusammensetzung

Mittlerweile liegen Hinweise für klimabedingte Verschiebungen von Artenspektren in der Nordsee für eine Anzahl von Organismengruppen vor. Seit den 1990er Jahren treten normalerweise weiter südlich verbreitete Fischarten vermehrt in der Nordsee auf (z.B. HEESSEN 1996; EHRICH / STRANSKY 2001). Als Ursache gilt u. a. eine langfristige Erhöhung der Wassertemperatur (z.B. warme Winter). Auch haben sich in der südlichen Nordsee die Laichzeiten pelagisch laichender Fischarten zeitlich nach vorne verschoben (VON WESTERNHAGEN / DETHLEFSEN 2003). Im Benthos zeichnen sich Veränderungen aufgrund klimatisch bedingter Temperatur- und Strömungsänderungen ab (s. Kasten 1).

Einen Versuch, solche klimabedingten Ausbreitungen von Arten konkret vorherzusagen, haben HARRISON et al. (2001) im Rahmen des britischen Projektes MONARCH (Modelling Natural Resource Responses to Climate Change) gemacht. Sie untersuchten potentielle Auswirkungen eines Klimawandels für ausgewählte Arten in terrestrischen, limnischen und marinen Habitaten sowie dem Küstenraum. Großbritannien und Irland wurden hierfür in 21 bioklimatische Klassen mit eigenen Klimacharakteristika biologischer Wichtigkeit eingeteilt. Die Studie identifizierte

Gewinner und Verlierer (solche Arten, die auf nationaler Ebene vom Aussterben bedroht sind) einer Klimaänderung. Anhand von Klimamodellen und konzeptuellen Modellen wurde prognostiziert, ob für ausgesuchte Arten geeignete Klimaräume zukünftig verfügbar sein werden. Dies muss jedoch noch nicht bedeuten, dass es der jeweiligen Art möglich sein wird, dieses Gebiet zu erreichen, wie die Autoren betonen. Die Fähigkeit, die Strecke zu überwinden, sowie die ökologische Eignung des neuen Klimaraums sind dabei entscheidend. Im marinen Bereich wurden eine Anzahl benthischer Ökosysteme untersucht, um ihre Empfindlichkeit gegenüber Effekten eines Klimawandels – Meeresspiegelanstieg, Meeresoberflächentemperatur und weitere Variablen – einzuschätzen.

Kasten 1: **Synchron zum NAO: Benthische Organismen auf der Doggerbank**

Im Rahmen von Langzeituntersuchungen auf der Doggerbank in den 80er und 90er Jahren stellten WIEKING / KRÖNCKE (2001) merkliche Veränderungen in den Makrobenthos-Lebensgemeinschaften fest, die synchron zu den klimatischen Oszillationen (NAO) verliefen (für eine ausführliche Darstellung s. HAGBERG et al. 2004). Aufgrund gesteigener bodennaher Wassertemperaturen erhöhte sich die Abundanz südlicher Arten wie des Flohkrebs *Megaluropus agilis* und des Schlangensterms *Amphiura brachiata* auf der Kuppe und am südlichen Hang der Doggerbank sowie in größeren Tiefen. Die Abundanz nördlicher Arten wie der Flohkrebse *Corophium crassicorne* und *Siphonocoetes kroyeranus* sowie der Muschel *Nuculoma tenuis* ging indes in diesen Bereichen zurück. Die Untersuchungen ergaben außerdem, dass die Abundanzen von „Interface-Feedern“, die ihre Nahrung aus der bodennahen Wasserschicht aufnehmen (z.B. der Polychaet *Spirophanes bombyx*), zunahmen. Die Wissenschaftler sehen in der durch die höheren Wassertemperaturen gestiegenen Primärproduktion im Bereich der Doggerbank eine Erklärung hierfür (REID et al. 1998 in HAGBERG et al. 2004). Die benthischen Lebensgemeinschaften entlang des Nordhangs der Doggerbank sind durch die Klimaänderungen hingegen stark von stärkeren Strömungen und einem größeren Windeinfluss betroffen. Die durch Resuspension feinen Materials verursachten Veränderungen im Larvenangebot, in der Nahrungsverfügbarkeit und der Sedimentzusammensetzung führten zu einer Abnahme von Arten, die ein feineres Sediment bevorzugen (z.B. der Polychaet *Ophelia borealis*), und zu einer Zunahme von Arten, die ein gröberes und unbeständigeres Sediment vorziehen (z.B. der Stachelhäuter *Echinocyamus pusillus*). Die Abnahme der Gesamtabundanz, Veränderungen in der trophischen Struktur – wie eine größere Häufigkeit hyperbenthischer Prädatoren (z.B. der Zylinderrose *Cerianthus lloydii* und des Nickenden Körbchenpolyps *Corymorpha nutans*) – und die höhere Diversität verschiedener Ernährungs-

typen sowie ein genereller Anstieg in der Anzahl nördlicher Arten hingen zusammen mit einem stärkeren Einfluss nördlicher Wassermassen und damit verbunden einer Abnahme in der Nahrungsquantität und -qualität. Diese Veränderungen resultierten in einer ausgeprägten Trennung nördlicher und südlicher Makrofauna-Gemeinschaften entlang des nördlichen Hangs der Doggerbank während des positiven NAO Index-Zeitraums in der 1990er Jahren. Beispiele für einen Einfluss atmosphärischer Zirkulationsmuster auf Meeresströmungen und damit das Plankton existieren für weitere Organismen aus anderen Gebieten, so z.B. für Herzmuscheln (*Cerastoderma edule*) und Miesmuscheln (*Mytilus edulis*) in der Region Wash an der Ostküste Großbritanniens (YOUNG et al. 1996) oder für britische Seevogelpopulationen (BIRDLIFE 2005)

Während ein Klimawandel für einige Arten eine Bedrohung darstellt, ergibt sich daraus für andere Arten eine Möglichkeit, ihre Verbreitung auszudehnen (HARRISON et al. 2001). Die Reaktionen verschiedener Vogelarten auf eine Änderung des Klimas werden hochvariabel sein. So identifizierte die MONARCH-Studie Sterntaucher (*Gavia stellata*) als Verlierer, da sie in ihrer Abundanz in Großbritannien und Irland voraussichtlich aufgrund verschlechterter Bedingungen in den Brutgebieten abnehmen werden. Diese Art brütet in Großbritannien und Irland nur im Norden Schottlands und an einigen wenigen Stellen im Nordwesten Irlands. Die Modellierungen ergaben, dass die meisten Brutgebiete nur geringe Veränderungen erfahren werden. Jedoch wird für den Sterntaucher ein Verlust des geeigneten Klimaraums auf den Orkney Inseln erwartet, wo seine Population derzeit stabil und bedeutend für den Bestand der Art ist. Große Zahlen von Sterntauchern überwintern auch an den Küsten Großbritanniens und Irlands, wo die Verfügbarkeit und Beschaffenheit der von der Art bevorzugten flachen küstennahen Gewässer und sandigen Buchten vom Meeresspiegelanstieg beeinträchtigt werden könnten (EBD.).

Als Folge milderer Winter rechnen HARRISON et al. (2001) generell mit einem Rückgang überwinternder Wasservögel in Großbritannien, da diese voraussichtlich weiter östlich und nördlich auf dem europäischen Kontinent in geringerer Entfernung zu ihren Brutgebieten im Norden den Winter verbringen werden. Diese Entwicklung könnte zu größeren Zahlen überwinternder Wasservögel an den Küsten der deutschen Nord- und Ostsee führen, wird aber von weiteren Faktoren wie

beispielsweise dem Nahrungsangebot der von der Verlagerung betroffenen Wattgebiete abhängen.

Mildere Winter und generell höhere Wassertemperaturen scheinen auch die großflächige Ausbreitung von Neozoen und Neophyten zu begünstigen (THIELTGES et al. 2004; DIEDERICH et al. 2005; NEHLS et al. 2006). Derzeit sind aus den artreichen Benthosgemeinschaften der Offshore-Regionen nur wenige eingeführte Arten bekannt, ihre Zahl nimmt aber zur Küste hin zu und erreicht ihr Maximum in den Flussmündungen, Häfen und Kanälen (REISE et al. 2006b). Eingeschleppte Arten können weitreichende Auswirkungen auf die heimischen Biota haben, z.B. lokale Ausrottungen einzelner Arten oder Veränderungen in den Ökosystemfunktionen (REISE et al. 2006a).

Als Folge einer Klimaerwärmung, in Verbindung mit Küstenverschmutzung und Schiffsverkehr, wird ebenfalls das Auftreten einiger giftiger Algenarten gesehen. Die Toxine, die bei solchen Algenblüten frei werden, reichern sich in Muscheln oder Fischen an und können beispielsweise zum Tod bei bereits durch Wetterverhältnisse, Futtermangel oder Verschmutzung geschwächten Seevögeln führen, die sich von ihnen ernähren (SHUMWAY et al. 2003). Sie sind aber auch für den Menschen ein gesundheitliches Risiko und stellen ein großes ökologisches und wirtschaftliches Problem dar (HELCOM 2004).

Eine Klimaerwärmung wird gegebenenfalls auch zu einem vermehrten Auftreten von Pathogenen (Krankheiten und Parasiten) führen, da Krankheitsübertragungen vielfach erleichtert und die Anfälligkeit von Wirten heraufgesetzt wird (HARVELL et al. 2002). Die klimabedingte Ausbreitung von Pathogenen könnte weitreichende Auswirkungen auf die betroffenen Organismen haben. Modellierungen von MOURITSEN et al. (2005) ergaben zum Beispiel, dass eine Erhöhung der Wassertemperatur von 3,8°C dazu führen würde, dass der Schlickkrebbs, *Corophium volutator*, aufgrund von Parasitierung ausstirbt. Viele andere organismische Gruppen dürften in ähnlicher Weise betroffen sein. WARD / LAFFERTY (2004) fanden in einer umfangreichen Literaturstudie (ISI Web of Science, 5900 Journals des Zeitraums 1970-2001) einen klaren Anstieg von Krankheiten bei Meeresschildkröten, Seeigeln, Meeressäugern, Korallen und Mollusken, bei dem ein Zusammenhang mit einer Klimaerwärmung vermutet wird. Allerdings gibt es auch Gruppen, für die entweder kein Anstieg (Seegras, Dekapoden (Zehnfusskrebse), Krebse, Haie, Ro-

chen) oder sogar ein Rückgang mariner Krankheiten (Fische) festgestellt wurde. Obwohl prognostiziert wird, dass die meisten Wirt-Parasit-Beziehungen bei einer Klimaerwärmung häufigere oder schwerwiegendere Ereignisse verzeichnen werden, wird ein Teil der Pathogene möglicherweise zurückgehen und Wirte damit entlasten (HARVELL et al. 2002). Hier existieren noch große Wissensunsicherheiten.

Veränderungen in der Populationsdynamik und -stärke

Klimaänderungen werden sich durch direkte und indirekte Effekte stark auf Populationsdynamiken und Populationsgrößen von biologischen Schutzgütern auswirken. Die Populationsdynamik vieler häufiger - und damit als Nahrung für viele Küstenvogelarten wichtiger – Muschelarten der Gezeitenbereiche (z.B. *Cerastoderma edule*, *Macoma balthica*, *Mya arenaria*, *Mytilus edulis*) ist zum Beispiel eng mit den Wassertemperaturen verknüpft. Eine Reihe von milden Wintern führt bei ihnen zu einer geringen Rekrutierung und damit zu einem kleineren Bestand von adulten Tieren (z.B. BEUKEMA et al. 2001; NEHLS et al. 2006; PHILIPPART et al. 2003). PHILIPPART et al. (2003) untersuchten die Gründe dieser geringen Rekrutierung bei *Macoma balthica*. Sie stellten fest, dass erhöhte Wassertemperaturen dazu führen, dass eine geringere Anzahl Eier ausgestoßen wird sowie die Fortpflanzung generell früher im Frühjahr stattfindet. Dies führt zu einem zeitlichen „mismatch“ mit der Phytoplanktonblüte und dem Ansiedeln juveniler Garnelen im Gezeitenbereich. Längere Zeiträume mit einer geringen Muschelrekrutierung und nachfolgend auch Muschelbeständen werden voraussichtlich zu einer Umstrukturierung des Nahrungsnetzes und möglicherweise zu einer Verringerung der Belastbarkeit des Ökosystems für weitere Störungen – z.B. durch die Muschelfischerei - führen (PHILIPPART et al. 2003). Neben mittleren Temperaturwerten spielen Temperaturextreme eine große Rolle. Benthische Organismen haben ein physiologisches Limit, bei deren Überschreitung es zu Mortalität kommen kann (ANSELL et al. 1980 a, b, 1981). Solche Effekte werden durch andere Stressoren wie Pathogene und Schadstoffe verstärkt.

Temperaturänderungen, besonders extrem niedrige Temperaturen im Winter, haben einen entscheidenden Einfluss auf die Überlebensrate vieler Küstenvogelarten im Winter (DUGAN et al. 1981, DAVIDSON / EVANS 1982). Die Gründe für

eine erhöhte Sterblichkeit liegen u.a. darin begründet, dass die Vögel ihren dann erhöhten Energieverbrauch nicht decken können (MARCSTROM / MASCHER 1979; DAVIDSON 1981). Mildere Winter hingegen verringern die Wintermortalität, wie STOCK et al. (1987) beispielsweise für junge Austernfischer zeigen konnten. Da die Temperatur aber auch signifikant die Abundanz von Invertebraten des Watts, der Hauptnahrung überwinternder Watvögel, beeinflusst, sind die Konsequenzen von Temperaturänderungen für Küstenvögel sehr schwer vorherzusagen (WATKINSON et al. 2004).

Ob eine Klimaänderung einen Rückgang von Vogelpopulationen oder sogar das Aussterben von Arten nach sich zieht, versuchten LEMOINE / BÖHNING-GAESE (2003 a,b) in einer Studie, in der sie auf Daten aus den Zeiträumen 1980-1981 und 1990-1992 für den Bodenseeraum zurückgriffen, herauszufinden. Ihre Ergebnisse lassen vermuten, dass v. a. die Langstreckenzieher (z.B. Rauchschwalbe, Wendehals oder Gartenrotschwanz) durch wärmere Winter bedroht sind. Die Autorinnen fanden heraus, dass die Zahl der Langstreckenzieher mit zunehmender Wintertemperatur, abnehmender Frühjahrstemperatur und zunehmenden Frühjahrsniederschlägen abnahm, während der Anteil von Kurzstreckenziehern und Standvögeln zunahm. Sie erklären dies damit, dass während normalerweise kalter Winter ein Großteil der Populationen der Standvogelarten stirbt. Durch höhere Wintertemperaturen haben Standvögel jedoch eine größere Überlebenschance, so dass sich die Konkurrenz mit den heimkehrenden Langstreckenziehern verstärkt. Kurzstreckenzieher schienen aus wärmeren Wintern wie Standvögel einen Nutzen ziehen zu können, so dass sich bei ihnen kein negativer Effekt zeigte (LEMOINE / BÖHNING-GAESE 2003 b). Sollte das Klima stärker ozeanischen Charakter (wärmere Winter, kältere Frühjahre, Anstieg des Frühjahrsniederschlags) bekommen, dann wird der größte Rückgang bei den Langstreckenziehern erwartet. Zusätzlich zu den ökologischen Effekten eines globalen Klimawandels auf Langstreckenzieher werden evolutionäre Entwicklungen eine Rolle spielen. Vögel können innerhalb weniger Generationen ihr Zugverhalten ändern (BERTHOLD et al. 1990 in LEMOINE / BÖHNING-GAESE 2003 b). Ob Klimaänderungen einen Rückgang oder sogar das Aussterben von ziehenden Vogelpopulationen bewirken, hängt also davon ab, ob sich die betrachteten Arten evolutionär an die neuen Begeben-

heiten anpassen können. Diese genetische Anpassungsfähigkeit an einen Klimawandel ist generell für alle biologischen Schutzgüter von großer Bedeutung.

Kasten 2: Verbreitung nach Norden: der Atlantische Dorschbestand.

DRINKWATER (2005) prognostiziert, dass die atlantischen Dorschbestände sehr unterschiedlich auf Temperaturveränderungen im Nordatlantik reagieren werden. Basierend auf den beobachteten Reaktionen von Dorschen auf variable Ozeantemperaturen wird eine Erhöhung der Temperatur zu einer Zu- oder Abnahme der Rekrutierungsrate führen. So erreichen die Fische das fortpflanzungsfähige Alter etwa ein Jahr früher, wenn sich die Temperatur der untersten Wasserschichten um 2°C erhöht. Aber auch die Laichzeiten werden durch die Wassertemperatur beeinflusst. Die Dorschbestände der Keltischen und Irischen See werden bei den erwarteten Erhöhungen der Meerwassertemperaturen im Jahr 2100 gänzlich verschwunden sein, während davon ausgegangen wird, dass die Bestände in der südlichen Nordsee und auf der Georges Bank nur zurückgehen werden. Es wird vermutet, dass sich der Dorsch entlang der Küsten von Grönland und Labrador ausbreiten und größere Gebiete der Barentssee bewohnen wird. Möglicherweise wird er nach einer Temperaturerhöhung auch auf den Kontinentalschelfen des Arktischen Ozeans zu finden sein. Auch werden sich die Laichgebiete weiter nach Norden verlagern. Es ist wahrscheinlich, dass die Frühjahrswanderungen früher und die Herbstwanderungen später stattfinden werden und dass Dorsche dort, wo kein saisonales Eis mehr auftritt, gar nicht mehr wandern werden. Die Wachstumsraten vieler Dorschbestände werden voraussichtlich steigen, was insgesamt zu einem Anstieg des Gesamtertrages des Dorsches im Nordatlantik führen wird. Die Reaktionen des Dorsches auf zukünftige Klimaänderungen hängen jedoch auch von Veränderungen der Klima- und Ozeanographievariablen wie Planktonproduktion, Beute- und Räuberhältnissen sowie der industriellen Fischerei ab.

Ebenfalls einen Einfluss auf die Populationen von Zugvögeln werden die Folgen einer Klimaänderung in deren Brutgebieten haben. So wird bei einer globalen Klimaerwärmung eine Nordverlagerung der Baumgrenze mit Verringerung der von Tundra bedeckten Landfläche erwartet. Die Tundra ist u. a. Lebensraum für viele Küstenvögel (bes. Limikolen), welche insbesondere auf dem Zug auch die Küstenzonen von Nord- und Ostsee in erheblichen Zahlen bevölkern (MEEKES 1992). Hierbei sind allerdings lokale klimatische, hydrologische und bodenkundliche Effekte und die Effekte des wirtschaftenden Menschen zu berücksichtigen, aufgrund

derer regional eine Verschiebung der Baumgrenze bzw. der bewaldeten Flächen nach Süden angenommen wird (SKRE et al. 2002).

Eine Erwärmung des Nordostatlantiks wird ebenfalls das Vorkommen und die Produktivität von Fischbeständen beeinflussen. Studien von HANNESSON (2007) weisen darauf hin, dass Fänge von Makrele (*Scomber scombrus*) und Sardine (*Sardina pilchardus*) in der Nordsee positiv mit der Temperatur korrelieren, während eine negative Korrelation mit der Temperatur für die Dorschfänge in der Nordsee vorliegt (s. dazu Kasten 2).

Verschiebungen in der Phänologie und „match/mismatch“-Phänomene

Wenn in einer Lebensgemeinschaft Arten unterschiedliche Reaktionen auf einen Klimawandel zeigen, verändert sich die bisherige Struktur der Lebensgemeinschaft. Es kann zu einem „mismatch“ im Nahrungsgefüge kommen oder durch Verschiebungen der Verbreitungsräume von Arten können aufeinander abgestimmte Lebensgemeinschaften auseinander gerissen werden. Dies kann beispielsweise bei Parasiten oder anderen Organismen, die auf die Anwesenheit einer anderen Art angewiesen sind, der Fall sein.

Ein solches „match/mismatch“-Phänomen ist offensichtlich bereits in der Nordsee sichtbar. WILTSHIRE / MANLY (2004) stellten fest, dass die Frühjahrsalgenblüte in der Deutschen Bucht im Mittel verzögert ist und deuten dies als erstes Anzeichen für eine wärmeabhängige Verschiebung in der Phytoplanktonabfolge, die Konsequenzen für Abhängigkeiten im Nahrungsgefüge und den Lebenszyklen vieler Tier- und Pflanzenarten haben könnte. Auch für das Zooplankton konnten Verschiebungen in der Phänologie beobachtet werden. So führte der Anstieg der winterlichen Temperatur um weniger als 1°C (1 K) zu einer Verschiebung des saisonalen Auftretens des Blattfußkrebses *Evadne* spp. um etwa 5 Wochen (GREVE et al. 2004). Die Autoren folgern, dass ein falsches „timing“ der Reproduktion (z.B. ein Freisetzen pelagischer Larven) zu einem Verpassen der Nahrungsquelle führen könnte. Da die verschiedenen Nordsee-Bewohner und deren Nahrung bzw. Fressfeinde unterschiedlich auf die Veränderungen reagieren, verändert sich das Artenspektrum.

Ein durch Schwankungen im NAO ausgelöstes „match/mismatch“ kann ebenfalls den Rückgang einer großen Anzahl britischer Seevogelpopulationen – z.B. Drei-

zehenmöwen, Trottellummen und Seeschwalben – erklären (BIRDLIFE 2005). Viele Seevögel ernähren sich in der Brutzeit hauptsächlich von Kleinen Sandaalen (*Ammodytes marinus*) (WANLESS et al. 2005), so beispielsweise brütende Dreizehenmöwen (FREDERIKSEN et al. 2004). Die Autoren konnten für eine britische Kolonie von Dreizehenmöwen zeigen, dass ihr Bruterfolg in negativer Beziehung zur Spätwinter-Wasseroberflächentemperatur des Vorjahres und der Sandaal-Industriefischerei steht. Die Rekrutierung der Sandaale wird durch warme Winter negativ - möglicherweise durch eine Reduktion der Nahrung für die Larven - beeinflusst (ARNOTT / RUXTON 2002). Der Rückgang um >50% bei Dreizehenmöwen in der Nordsee seit 1990 (HEUBECK 2004) könnte ursächlich damit zusammenhängen. Falls die Fischerei auf Sandaale fortgesetzt wird oder/und die Meerwassertemperatur steigt, ist daher anzunehmen, dass die Abundanz der Dreizehenmöwe weiter zurückgehen wird (FREDERIKSEN et al. 2004). Ähnlich wie bei Dreizehenmöwen vermuten MACLEOD et al. (2006), dass niedrigere Sandaala-bundanz als Folge der Klimaerwärmung in einem Zusammenhang zur Wahrscheinlichkeit zu verhungern bei Schweinswalen stehen.

Aber nicht nur die Abundanz von Sandaalen beeinflusst den Bruterfolg von Seevögeln. WANLESS et al. (2005) wiesen nach, dass der Energiegehalt der Sprotten (*Sprattus sprattus*) und Sandaale, den die von ihnen untersuchten Trottellummen an ihre Küken verfütterten, signifikant niedriger als erwartet war, und in Folge die Trottellummenküken in sehr schlechter Verfassung waren. Seevogelarten, die sich wie Trottellummen auf eine Fischart spezialisiert haben, sind besonders anfällig für Veränderungen des Energiegehalts ihrer Beute (WANLESS et al. 2005). Die Gründe für den niedrigen Nährwert der Fische sind derzeit noch unbekannt, aber sind ein weiterer Hinweis darauf, dass sich das Nordsee-Nahrungsnetz grundlegend verändert (EBD.).

Für Zugvögel konnte gezeigt werden, dass eine Klimaerwärmung zu Veränderungen in ihrer Phänologie führt. HÜPPOP / HÜPPOP (2002) untersuchten anhand langjähriger Daten von Helgoland den Zusammenhang zwischen NAO und dem Frühjahrszug von Kurz- und Langstreckenziehern. Sie stellten für 23 von 24 Arten fest, dass diese Helgoland früher passieren als dies noch vor einiger Zeit der Fall war, und weisen darauf hin, dass ein höherer NAO-Index eine frühzeitigere Vegetationsentwicklung und damit verbesserte Nahrungsmöglichkeiten zu einem frühe-

ren Zeitpunkt im Jahr bedeutet. Während die Autoren vermuten, dass Kurz- und Mittelstreckenzieher v. a. durch lokale Temperaturen in ihrer Zugzeit beeinflusst werden, sehen sie bei Langstreckenziehern den indirekten großskaligen Effekt NAO als Zugsignal. Generell sind die größten Verschiebungen von phänologischen Phasen bei Tieren und Pflanzen bisher bei den Ereignissen festzustellen, die besonders früh im Jahr auftreten (LEUSCHNER / SCHIPKA 2004).

6.1.2 Meeresspiegelanstieg und Extremereignisse

Ein erhöhter Meeresspiegel in Kombination mit höherer Sturmfrequenz und -intensität wird zu starken Erosionserscheinungen im Flachwasser und an der Küste führen (u.a. CPSL 2001, HARRISON et al. 2001, REISE 2005). Als Folge wird sich die Form bzw. Ausdehnung von Ästuaren und Wattflächen sowie deren Sedimentstruktur verändern. Dies wird einen starken Einfluss auf die Abundanz und Verfügbarkeit von Invertebraten haben, die Nahrung von Küsten- und Seevögeln sind. Nach der MONARCH-Studie (HARRISON et al. 2001) werden die ausgedehnteren Wattflächen unter einem Meeresspiegelanstieg sandiger, so dass die Habitatqualität für Arten wie Austernfischer (*Haematopus ostralegus*) verbessert würde, während andere Arten wie Rotschenkel (*Tringa totanus*), Großer Brachvogel (*Numenius arquata*) und Alpenstrandläufer (*Calidris alpina*) davon benachteiligt würden (s. Tabelle 6.2.1). Viele Watvögelpopulationen werden bei einem Meeresspiegelanstieg um mehr als 50 cm bis zum Jahr 2050 voraussichtlich kleiner werden (CPSL 2001). Die Prognosen für die einzelnen Arten sind jedoch nicht einheitlich. So würde der Austernfischer zwar von einigen Aspekten wie reduzierter Wintersterblichkeit und möglicherweise verbesserter Habitatstruktur profitieren, gleichzeitig zeigt sich aber ein Rückgang seiner Hauptbeutetiere, verschiedener Muschelarten, der vermutlich durch den Anstieg der Wassertemperatur bedingt ist (Kasten 3). Austernfischer können somit sowohl Gewinner wie Verlierer bei der prognostizierten Entwicklung sein (s. Tab. 21) und es kann derzeit nicht beurteilt werden, welche Entwicklung stärker durchschlagen wird.

Tabelle 21: Einige mögliche „Gewinner“ und „Verlierer“ der Folgen eines Klimawandels in Nord- und Ostsee. Als Verlierer gelten Arten, deren Bestandszahlen sich in dieser Region voraussichtlich verringern oder die aussterben würden. Dies schließt jedoch nicht aus, dass eine Art lediglich ihre Verbreitung nach Norden verschiebt. Für Details und Quellen siehe Text.

Gewinner	Verlierer
Austernfischer (<i>Haematopus ostralegus</i>) Makrele (<i>Scomber scombrus</i>) Sardine (<i>Sardina pilchardus</i>) Pazifische Auster (<i>Crassostrea gigas</i>) Pantoffelschnecke (<i>Crepidula fornicata</i>) Sabellaria alveolata-Riffe	Sterntaucher (<i>Gavia stellata</i>) Austernfischer (<i>Haematopus ostralegus</i>) Großer Brachvogel (<i>Numenius arquata</i>) Alpenstrandläufer (<i>Calidris alpina</i>) Rotschenkel (<i>Tringa totanus</i>) Dorsch (<i>Gadus morhua</i>) Kleiner Sandaal (<i>Ammodytes marinus</i>) Miesmuschel (<i>Mytilus edulis</i>) Pferdemuschel (<i>Modiolus modiolus</i>) Sabellaria spinulosa-Riffe Serpula vermicularis-Riffe

Eine Folge des Meeresspiegelanstiegs wird auch der Rückgang von Salzwiesen und Sanddünen sein, so dass wichtige Brut- und Rastgebiete für Vögel, z.B. Möwen- und Seeschwalbenkolonien, Enten und Gänse, verloren gehen werden (CPSL 2001, HARRISON et al. 2001). Die langfristigen Auswirkungen eines Meeresspiegelanstiegs auf die Küstenlebensräume und die dort vorkommenden Tierpopulationen werden jedoch stark davon abhängen, wie der Mensch auf den Anstieg reagiert (KNOGGE et al. 2004). So wird sich bei Beibehalten der jetzigen Deiche und anderen starren Küstenschutzmaßnahmen die Fläche der Watten und Salzwiesen verringern (REISE 2005). Sollte jedoch eine Veränderung der Küste zugelassen werden, könnten landeinwärts neue Wattgebiete und Salzwiesen entstehen und ein Ersatz für die verloren gegangenen Gebiete sein (KNOGGE et al. 2004).

Kasten 3: Klima oder invasive Arten? Der Rückgang der Miesmuschel im Wattenmeer.

Im schleswig-holsteinischen Wattenmeer hat die von Miesmuscheln *Mytilus edulis* bedeckte Fläche in den letzten Jahren rapide abgenommen, während invasive Pazifische Austern *Crassostrea gigas* und Pantoffelschnecken *Crepidula fornicata* in ihrer Abundanz zunahmen. Während sich die Austern in erster Linie in den trocken fallenden Bereichen von Miesmuschelbänken ansiedeln, kommt die Pantoffelschnecke vor allem unterhalb der Niedrigwasserlinie vor. Der nahe liegenden Vermutung, dass die Miesmuschel durch Austern und Pantoffelschnecken verdrängt wird, gingen NEHLS et al. (2006) nach. Sie verglichen die Populationsentwicklung der drei Arten in zwei Gebieten (Sylt, Amrum) und stellten fest, dass die Miesmuschelbankflächen unabhängig davon abnahmen, ob die beiden invasiven Arten anwesend (Sylt) oder abwesend (Amrum) waren. Vielmehr deutet sich an, dass der Rückgang der Miesmuschelbänke durch Misserfolge in der Rekrutierung als Folge milderer Winter verursacht wurde. Nach kalten Wintern finden sich Garnelen und Krabben, die Haupträuber junger Miesmuscheln, erst spät auf den Wattflächen ein, was den jungen Muscheln einen zeitlichen Vorsprung gibt (u.a. BEUKEMA 1991; STRASSER / GÜNTHER 2001; STRASSER 2002). Nach milden Wintern hingegen fällt dieser zeitliche Vorsprung weg. Die Zunahme an Pantoffelschnecken und Pazifischen Austern wird hingegen durch mildere Winter und wärmere Sommer begünstigt (THIELTGES et al. 2004; DIEDERICH et al. 2005). Durch die bevorzugte Besiedlung der Austern auf der eigenen Art und der widerstandsfähigen und damit dauerhaften Schalen kommt es zur Bildung von großflächigen riffartigen Strukturen im Wattenmeer (WEHRMANN/SCHMIDT 2005, NEHLS/BÜTTGER 2007). Auch Pantoffelschnecken siedeln bevorzugt auf Artgenossen und können schon heute lokal Reinbestände bilden (THIELTGES et al. 2003). Diese „Austerriffe“ und „Pantoffelschneckenrasen“ stellen neue Habitats dar und werden eine derzeit noch unbekannt Artengemeinschaft beherbergen. Beide Arten sind zudem Filtrierer und könnten starke Auswirkungen auf Nahrungsnetze haben. Die weitere Entwicklung wird stark von den klimatischen Bedingungen abhängen.

Die erhöhte Frequenz und Intensität von Stürmen wird negative Auswirkungen auf eine Reihe von biologischen Schutzgütern haben, so beispielsweise auf Kegelrobben, da Kegelrobbenkälber empfindlich auf Frühlingsstürme reagieren (CPSL 2001). Ebenfalls durch eine erhöhte Sturmfrequenz und -intensität betroffen sind Miesmuschelbänke, die besonders im Winter durch Stürme hohe Verluste zu verzeichnen haben (NEHLS / THIEL 1993). In Kombination mit den durch eine Klima-

änderung verstärkten Effekten eingeschleppter Arten auf Miesmuschelbänke könnte dies zu einem dramatischen Rückgang von Miesmuschelbänken führen (s. dazu Kasten 3). Durch sturmbedingte Sedimentveränderungen könnten sich außerdem Artenzusammensetzungen hin zu mehr expositionstoleranten Arten verschieben. Zu den Arten, die durch eine erhöhte Sturmaktivität negativ beeinträchtigt würden, zählen beispielsweise *Sabellaria spinulosa*- und *Serpula vermicularis*-Riffe (HARRISON et al. 2001). Durch die Veränderungen der benthischen Artenzusammensetzung werden indirekt über das Nahrungsnetz wiederum Vögel, Fische und Meeressäuger betroffen sein.

6.1.3 Veränderung von Meeresströmungen

Durch einen Klimawandel hervorgerufene Veränderungen in den hydrographischen Bedingungen werden langfristig Veränderungen in den Meeresströmungen mit weiteren großräumigen Klimaeffekten prognostiziert (MASTRANDRAEA / SCHNEIDER 2001). Dramatische Folgen hätte das Abreißen des Nordostatlantikstromes durch eine fortschreitende Abschwächung der thermohalinen Zirkulation bei zunehmender globaler Klimaerwärmung, wie eingangs beschrieben.

Veränderungen von Meeresströmungen können u. a. zu Verschiebungen und Verknappungen im Nahrungsangebot für Seevögel führen (CRICK 2004), da die Produktivität und Fortpflanzung, Wachstum und Verteilung von Fischbeständen durch NAO stark beeinflusst werden (SVENDSEN et al. 1995 in QSR 2000). Aber auch andere Arten werden beeinflusst. Für die nördliche Nordsee konnte WITBAARD (1996, in HAGBERG et al. 2004) zeigen, dass die jährliche Variation der windabhängigen Komponente des „East Shetland Atlantic Inflow (ESAI)“ einen Großteil der Wachstumsvariationen bei der Islandmuschel *Arctica islandica* auf dem Fladen Ground erklärt. Variationen im ESAI sowie der Dooley Strömung können die Stärke der Strudel über dem Fladen Ground und damit die Anreicherung von Material und Nahrung im Zentrum des Fladen Ground beeinflussen.

Veränderte Meeresströmungen werden zu Veränderungen in der Verbreitung von Organismen führen (z.B. bei der Einschleppung von Arten). Besonders das marine Benthos hängt mit seinen pelagischen Larven von Meeresströmungen ab, aber auch Fische und marine Säuger nutzen Meeresströmungen zur Orientierung und Wanderung.

6.2 Aufnahme von CO₂ im Meer

Wie bereits im Abschnitt 6.1.1 näher beschrieben, führt der anthropogene Ausstoß von CO₂ nicht nur zur globalen Klimaerwärmung, sondern auch zur Versauerung der Meere. Angetrieben durch die Partialdruckdifferenz des CO₂ zwischen der Atmosphäre und dem Meerwasser gelangt ein Teil des anthropogenen CO₂ ins Meer und verändert damit den Karbonathaushalt (WBGU 2006). Etwa ein Drittel des gesamten anthropogen erzeugten CO₂ liegt bereits gelöst im Meer vor, wo es zu einer Absenkung der Karbonatkonzentration und des pH-Wertes und damit zu einer Versauerung des Meerwassers beiträgt. Die Sättigung des Meerwassers mit Karbonationen ist für diejenigen Meeresorganismen bedeutend, die für ihre Schalen oder Skelettstrukturen Kalk bilden. Dazu gehören zum Beispiel Seeigel, Seeesterne, Korallen und Mollusken sowie Diatomeen und Foraminiferen. Von den CO₂-Erhöhungen sind besonders empfindliche Kalkbildner wie Seeigel und Seeesterne oder Korallen betroffen, so dass es in den marinen Ökosystemen zu einem Ungleichgewicht zwischen den kalkbildenden und den nicht-kalkbildenden Organismen kommen wird (PÖRTNER 2006).

Modellierungen legen nahe, dass die starke Zunahme von CO₂ zum größten Anstieg in der Ozeanversauerung in den letzten 300 Millionen Jahre führen wird (CALDEIRA / WICKETT 2003). Die Kalzifizierungsraten tropischer Korallen würde um mehr als die Hälfte reduziert werden, falls sich der CO₂-Wert verdoppelt (ROYAL SOCIETY 2005). Für Kaltwasserkorallenriffe wird vermutet, dass diese Arten aufgrund der niedrigeren Karbonatsättigung in höheren Breiten und größeren Meerestiefen stärker als ihre tropischen Verwandten gefährdet sein werden (ROBERTS et al. 2006). Modellierungen sagen ebenfalls vorher, dass sich die Meerestiefe, in der sich Aragonit noch löst, um mehrere 100 m verringern könnte, so dass Meeresgebiete, die ursprünglich geeignet für das Wachstum von Kaltwasserkorallen und anderen kälteangepassten Organismen waren, innerhalb von Jahrzehnten ungeeignet für deren Wachstum würden (ORR et al. 2005; ROYAL SOCIETY 2005).

Wie neueste Forschungsergebnisse an Gesteinsablagerungen aus Kalkalgen vermuten lassen, könnten sich die Organismen aufgrund ihrer evolutionären Wandlungsfähigkeit jedoch an erhöhte CO₂-Konzentrationen anpassen (AWI

2006b). Wie viel Zeit die Organismen für solche Anpassungen allerdings benötigen und ob damit eine Anpassung unter den sich schnell verändernden Bedingungen möglich sein wird, ist noch unklar. Dies wollen die Forscher in einem nächsten Schritt bei Coccolithophoriden und anderen schalentragenden Meeresbewohnern untersuchen.

6.3 Schadstoffwirkungen

6.3.1 Emission von Stickoxiden

Bei Verbrennungsvorgängen frei werdende Stickoxide (NO_x) gelangen über Niederschläge in den Boden und in Gewässer. Sie führen zu einer Versauerung von Böden und Gewässern, was insbesondere bei bereits naturgemäß niedrigen pH-Werten schwerwiegende Folgen hat. Viele boreale Süßgewässer sind aus diesem Grund bereits so sauer geworden, dass Fischbestände zurückgehen oder aussterben (MCNICOL et al. 1995). Fischfressende Vogelarten haben daher Bestandsrückgänge zu verzeichnen, darunter verschiedene Arten von Seetauchern, die auf borealen Süßgewässern brüten, außerhalb der Brutzeit aber als typische Hochseevögel im Offshorebereich von Nord- und Ostsee in Erscheinung treten. Bei Limikolen werden Eischalen durch Versauerung des Lebensraumes brüchiger (BECKER 2003).

Weiterhin führen NO_x bei Eintrag in Gewässer und Böden zu einer generellen Düngewirkung und verstärken die auf andere Ursachen zurückgehende Eutrophierung. Insbesondere für Pflanzen und Tiere nährstoffarmer Standorte hat der Stickstoffeintrag aus der Luft Folgen. Die an diese nährstoffarmen Standorte angepassten Arten nehmen in ihrer Abundanz ab oder sterben sogar lokal aus, während nährstoffliebende Arten einwandern. Aber auch für Nord- und Ostsee ist der direkte Stickstoffeintrag aus der Luft erheblich. In der Ostsee beträgt der Eintrag immerhin ca. 30% des landseitigen Eintrages (HORSTMANN 1996). Für die Nordsee sind es ca. 6% (RADACH et al. 1990). Da die Primärproduktion in der Ostsee durch die Verfügbarkeit von Stickstoff limitiert ist, führt diese anthropogene Düngung zu einem starken Anstieg der produzierten Biomasse. Dies führt zur häufigeren und großflächigeren Sauerstoffzehrung in der Tiefe mit tödlichen Folgen für die meisten dort vorkommenden Organismen (NEHRING / ÆRTJEBERG 1996).

6.3.2 Eintrag von Schwermetallen

Durch die Verbrennung fossiler Energieträger gelangen Schadstoffe, insbesondere Schwermetalle, in die Atmosphäre und über Niederschläge in die Gewässer. Unter den Schwermetallen sind insbesondere Cadmium, Blei und Quecksilber für ihre toxische Wirkung gegenüber Organismen bekannt (z. B. HARMS 1994). Die Konzentrationen der meisten Schadstoffe, darunter alle relevanten Schwermetalle, scheinen sich nach kontinuierlichen Rückgängen innerhalb der letzten 10 Jahre auf einem relativ niedrigen Niveau eingependelt zu haben, das jedoch immer noch über den als Ziel angestrebten Werten liegt (BECKER / CIFUENTES 2004). Haupteintragsquelle sind für die meisten Schadstoffe trotz in den meisten Fällen verringerter Schadstofffracht nach wie vor die großen Flüsse. Unter den durch die Flüsse eingetragenen Schadstoffen ist allerdings der Anteil der durch Niederschläge über Land ausgewaschenen und über die Flusssysteme ins Meer gelangenden Stoffe (hydrologischer Zyklus) sehr schwer zu quantifizieren (SCHLÜNZEN 1994). Der auf direkte Immissionen aus der Luft zurückgehende Anteil ist stoff- und wetterabhängig. So liegt der über die Atmosphäre ins Wattenmeer eingetragene Anteil für Hg bei ca. 2%, für Pb hingegen bei bis zu 18%. Erhöhte Schadstoffeinträge ins Wattenmeer treten insbesondere bei Südostwindlagen auf (SCHLÜNZEN 1994). Für Schadwirkungen durch Schadstoffe sind insbesondere langlebige Tierarten empfänglich, die am Ende der Nahrungskette stehen, wie viele See- und Küstenvögel und Meeressäuger, da sie über die Nahrungsorganismen bereits in den Nahrungsorganismen erhöhte Stoffkonzentrationen aufnehmen (Bioakkumulation) und über einen langen Zeitraum in Fettgewebe und inneren Organen speichern. Insbesondere in Situationen erhöhter Fettverbrennung können solche Stoffe dann den Organismus überschwemmen und verstärkt schädigen (HEIDMANN et al. 1987; SCHEUHAMMER et al. 1998). Für Meeressäuger wird eine erhöhte Krankheitsanfälligkeit bei Belastung mit Schadstoffen vermutet, die Beweisführung ist aber schwierig (REIJNDERS et al. 1990; HEIDEMANN / SCHWARZ 1990; KREMER 1990; DAS et al. 2004). Analysen von Eiern verschiedener Küstenvogelarten aus niederländischen, deutschen und dänischen Bereichen des Wattenmeeres zeigen, dass die derzeitige gegebene Schwermetallbelastung unterhalb der als für die Reproduktion kritisch betrachteten Werte liegt (BECKER / CIFUENTES 2004).

Viele marine Organismen, insbesondere Vögel, bewegen sich auf ihren Wanderungen jedoch weit über die Grenzen von Nord- und Ostsee hinaus und können daher anderswo mit erheblichen Kontaminationen konfrontiert werden. Insbesondere bei Seetauchern wurden in den Federn, Blut und Nahrungsfischen Quecksilberkonzentrationen gefunden, die auf eine Schädigung der Reproduktion schließen lassen (SCHEUHAMMER et al. 1998). Dies betrifft auch die beiden für Nord- und Ostsee wichtigen Arten Prachtaucher *Gavia arctica* und Sterntaucher *Gavia stellata* (ERIKSSON et al. 1992). Ort der Kontamination sind in erster Linie die Brutgewässer, die, wie bereits oben erwähnt, durch niedrige pH-Werte und eine erhöhte Tendenz zur Versauerung gekennzeichnet sind (ERIKSSON / LINDBERG 2005). Insbesondere Schwermetalle gelangen unter sauren Bedingungen leichter in Lösung und entfalten besonders toxische Wirkungen auf Organismen (SCHEUHAMMER / BLANCHER 1994; BECKER 2003). In Nordamerika führten u. a. auf Kohleverbrennung in Kraftwerken zurückgehende Quecksilbereinträge in Seen zu Vergiftungserscheinungen bei Eistauchern *Gavia*, immer mit Verhaltensänderungen und eingeschränkter oder ausbleibender Reproduktionsleistung (SCHEUHAMMER / BLANCHER 1994). In Skandinavien gehen direkte Schwermetalleinträge aus der Luft momentan zwar zurück, dennoch steigt die Belastung der Gewässer weiter an, insbesondere durch Auswaschung von Schwermetallen aus versauerten bzw. weiter versauernden Böden (JOHANSSON et al. 2001).

Eine beispielhafte Zusammenstellung von marinen Schutzgütern und schadstoffbedingten Wirkungen finden sich in Tabelle 22.

Tabelle 22: Zusammenstellung von Schutzgütern und eutrophierungs- und schadstoffbedingten Wirkungen.

Schutzgut	Wirkung	Quelle
Benthos	Eutrophierung durch Stickstoff- und Phosphateinträge häufige Sauerstoffzehrungen in der Tiefe, großflächiges Absterben benthischer Lebensräume	NEHRING / ÆRTJEBERG 1996
Meeressäuger	Bioakkumulation von Cadmium, Blei und Quecksilber durch Wale. Erhöhte Krankheitsanfälligkeit bei Meeressäugern vermutet	REIJNDERS et al. 1990; HEIDEMANN / SCHWARZ 1990; KREMER 1990; DAS et al. 2004; HEIDMANN et al. 1987; SCHEUHAMMER et al. 1998
Avifauna	Verlust borealer Brutlebensräume durch Boden- und Gewässerversauerung, insbes. durch fischfressende Vogelarten (z.B. Seetaucher). Bei Limikolen werden Eischalen durch Versauerung des Lebensraumes brüchiger	MCNICOL et al. 1995; BECKER 2003
	Bei Seetauchern <i>Gavia arctica</i> und <i>Gavia stellata</i> wurden in Federn und Blut Quecksilberkonzentrationen gefunden, die auf eine Schädigung der Reproduktion schließen lassen	SCHEUHAMMER et al. 1998; SCHEUHAMMER / BLANCHER 1994; BECKER 2003; ERIKSSON et al. 1992; ERIKSSON / LINDBERG 2005

6.4 Zusammenwirken mit weiteren anthropogenen Belastungen

Neben der Verbrennung fossiler Energieträger spielen andere anthropogene Belastungen im marinen Bereich eine große Rolle. Die Hauptbelastungen von Nord- und Ostsee liegen dabei in den durch Fischerei verursachten Veränderungen wie der Überfischung, dem Einfluss auf das Benthos durch Schleppnetze oder dem Beifang, sowie im Nährstoffeintrag und in der Schadstoffzufuhr durch Industrie, Verkehr, Landwirtschaft und Haushalte (SRU 2004). Diese und weitere anthropogene Einflüsse wirken auf die biologischen Schutzgüter ein und können mit den oben beschriebenen Klimaeffekten kumulieren.

Tabelle 6.2.3 stellt die bekannten erheblichen anthropogenen Einflussfaktoren sowie die prognostizierten Klimaauswirkungen für ausgewählte biologische Schutzgutgruppen und Arten dar. Die Tabelle veranschaulicht, dass die Fischerei für die Mehrzahl der biologischen Schutzgüter ein erheblicher Eingriff ist. Dies wird durch Studien zu den Gründen eines Aussterbens von Arten in marinen Lebensgemein-

schaften belegt. LOTZE et al. (2006) untersuchten die Gründe und Folgen von Veränderungen in Küstenökosystemen und Flussmündungsgebieten anhand von kommerziell, strukturell und funktionell wichtigen marinen Tierarten. 95% aller der von ihnen betrachteten ausgestorbenen Arten starben demnach aufgrund einer Übernutzung (Fischerei) aus, gefolgt von Habitatzerstörung. Selten war jedoch nur ein anthropogener Einfluss allein für den Rückgang einer Art verantwortlich, sondern meist handelte es sich um synergistische Effekte. Umweltverschmutzungen, Störungen, Krankheiten und Eutrophierung trugen zur Ausrottung bei, hatten jedoch eine geringere Bedeutung, wie LOTZE et al. (2006) schreiben. Bisher sind nur wenige dokumentierte Fälle vom Aussterben oder einer verminderten Abundanz einer Art aufgrund des Klimawandels bekannt, obwohl diese Faktoren in Zukunft sehr wahrscheinlich eine größere Rolle spielen werden, wie die Autoren anmerken. Andere Forscher gehen davon aus, dass die Artenverluste infolge einer Klimaänderung in naher Zukunft sogar bedeutender sein werden als solche durch direkte Lebensraumverluste (THOMAS et al. 2004). Schätzungen für einen Artenverlust in Deutschland als Folge des Klimawandels liegen bei 5-30% (LEUSCHNER / SCHIPKA 2004). Generell ist davon auszugehen, dass die Auswirkungen des Klimawandels in bereits durch menschliche Eingriffe und natürliche Ereignisse gestressten Habitaten stärker ausfallen werden (HARRISON et al. 2001).

Für die Fischerei könnte eine Klimaerwärmung große ökonomische Konsequenzen haben. Der Wissenschaftliche Beirat für Umweltfragen warnt in seinem Gutachten „Zukunft der Meere“ (2006) davor, dass der bereits messbare Anstieg der Wassertemperaturen „wahrscheinlich einen erheblichen Anpassungsdruck auf die kommerzielle Fischerei ausüben“ wird. Gefährdet seien v.a. die Arten, die bereits durch eine Übernutzung dezimiert seien. Nach Meinung des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WBGU) sei der Kabeljaubestand der Nordsee bereits in einem Maße geschrumpft, das nicht nur durch eine Überfischung erklärt werden könnte, sondern die Population hat sich zudem aufgrund der steigenden Wassertemperaturen bereits nach Norden verlagert. Viele Fischbestände werden in hohem Maße genutzt und diese Situation wird durch den Klimawandel verschärft, warnt der WBGU.

Klimaänderungen stellen eine zusätzliche Bedrohung bereits gefährdeter Arten dar. Je nach Szenario für eine Klimaerwärmung in den nächsten Jahrzehnten wird prognostiziert, dass 10-50% der Arten auf lokaler oder globaler Ebene aussterben werden, da die existierenden Schutzgebiete den durch Klimawandel bedingten Wanderungsbewegungen der Arten keinen Raum lassen werden (THOMAS et al. 2004). MACLEOD et al. (2005) prüften, welche Konsequenzen eine Erwärmung für Wale haben wird. Sie gehen davon aus, dass eine Klimaänderung für die Artenzusammensetzung bei Walen und ihren Schutz in dreifacher Hinsicht Bedeutung haben wird:

- 1) Eine Erwärmung kann dazu führen, dass Arten ihren Verbreitungsschwerpunkt aus dem Schutzgebiet heraus verlagern oder durch Konkurrenz anderer/neuer Arten aus dem Schutzgebiet verdrängt werden.
- 2) Der mögliche Verbreitungsraum von Arten, die an kältere Temperaturen angepasst sind und als Folge davon nach Norden ausweichen, verkleinert sich. Dieser Effekt kann sich v.a. bei Arten verschärfen, deren Lebensraum nach Norden begrenzt ist, wie z.B. bei *Lagenorhynchus albirostris*, dessen Vorkommen auf das Kontinentalschelf - und damit v.a. südlich 60° - beschränkt ist.
- 3) Alle Veränderungen in der Struktur einer Lebensgemeinschaft beeinträchtigen die Schutzstrategie, die auf der ursprünglichen Zusammensetzung der Arten im betroffenen Gebiet basierte.

Schweinswale, die in polaren bis warm-temperierten Meeressgewässern vorkommen, könnten z.B. durch das Vordringen von *Delphinus delphis*, der in tropischen bis kalt-temperierten Meeresgebieten zu Hause ist, in ihrer Verbreitung eingeschränkt werden (MACLEOD et al. 2005). Ähnliche Entwicklungen sind auch für andere Arten und Organismengruppen zu erwarten (so z.B. für Vögel: BÖHNING-GAESE / LEMOINE 2004), so dass ein Habitatmanagement auf größerer Skala notwendig ist, um die Wanderungen von Arten und Verlagerung ihrer Verbreitungsräume zu berücksichtigen (HARRISON et al. 2001).

Klimaänderungen, Schadstoffwirkungen und Effekte, die sich aus dem Eintrag von Stickoxiden und CO₂ ins Meer ergeben, gehören zu den Wirkungen, die mit einem Ausbau der Offshore-Windenergie kumulieren können. Sie können in einem räum-

lichen und zeitlichen Zusammenhang auf dasselbe Schutzgut einwirken und sich in ihrer Wirkung überlagern oder verstärken. Hier ermöglicht die SUP in ihrer großräumigen Betrachtungsweise eine Betrachtung dieser kumulativen Effekte und deren Wirkfaktorenketten auf Schutzgüter. Es stellt sich die Frage, welche Arten durch diese Wirkungen und einen Ausbau der Windenergie betroffen sein werden und ob möglicherweise daraus resultierende kumulative Effekte auf sie hinreichend beschrieben werden können (s. dazu SCHOMERUS et al. 2006).

Tabelle 23: Übersicht über derzeit relevante erhebliche Belastungen (s. dazu SRU 2004 und Angaben in Tabelle) und prognostizierte Auswirkungen einer Klimaänderung auf ausgewählte biologische Schutzgutgruppen und Arten der Nord- und Ostsee.

Biologisches Schutzgut	Derzeit relevante erhebliche Belastung	Prognostizierte Klimaauswirkung	Quelle (Klimaauswirkungen)
Avifauna generell	Veränderungen des Nahrungsangebots durch Fischerei Störungen (z.B. Schifffahrt) Rohstoffgewinnung Sand-/Kiesentnahme Umweltchemikalien Överschmutzung (s. u.a. EXO et al. 2003)	Verschiebung der Brut- und Zugzeiten Verändertes Artenspektrum (Brutvögel, Wintergäste)	
Seetaucher (<i>Gavia stellata u. arctica</i>)	Versauerungen der Brutgewässer (ERIKSSON 1995a, b) Störungen durch Schiffsverkehr (BELLEBAUM et al. in Vorb.)	Erhöhte Versauerung der skandinavischen Brutgewässer, dadurch Rückgang der Fischbestände (Nahrung)	HARRISON et al. 2001
Limikolen	Habitatveränderungen (Muschelfischerei, Umwandlung Land) Gefährdungen auf dem Zug	Habitatverlust (Salzwiesen, Tundra) Nahrungsmangel durch Habitatverlust u. niedrigere Abundanz von Invertebraten nach warmen Wintern	DIJKEMA 1994; MEEKES 1992; CRICK 2004
Meeresenten	Stellnetzfisherei, Verölung	Verlust von Miesmuschelbänken	
Seeschwalben		Überschwemmung Brutgebiete	
Alke (z.B. Trottellummen)	Verölung Ertrinken in Fischernetzen Müll	Veränderungen im Fischvorkommen/-verbreitung, verändertes/geringeres Nahrungsangebot ?	

Vogelzug generell		Einfluss auf Phänologie (Ankunft und Wegzug Brutgebiete, Brutbeginn)	u.a. HÜPPOP / HÜPPOP 2003, BERTHOLD et al. 2003
Langstreckenzieher	Jagd auf Zug	Nahrungskonkurrenz zu Standvögeln	LEMOINE / BÖHNING-GAESE 2003 b
Schweinswal (<i>Phocoena phocoena</i>)	Beifang in Stellnetzfisherei Veränderungen des Nahrungsangebots durch Fischerei Umweltchemikalien Sand/Kiesentnahme (SCHEIDAT / SIEBERT 2003)	Möglicherweise Konkurrenz zu Delphinarten, die aufgrund wärmeren Wassers häufiger oder neu auftreten (z.B. <i>Delphinus delphis</i>) Habitatveränderungen (Nahrung)	SCHEIDAT / SIEBERT 2003, MACLEOD et al. 2005
Kegelrobbe (<i>Halichoerus grypus</i>)	Umweltverschmutzung (u.a. Organochlorverbindungen) (BERGMAN et al. 1992; JENSSEN 1996)	Jungtiere im Wattenmeer durch Winterstürme gefährdet (bei häufigeren Stürmen daher erhöhte Gefährdung)	CPSL 2001
Fische allgemein	Überfischung Schadstoffeintrag Eutrophierung Habitatverlust	Artenverschiebungen zugunsten südländischer Arten wie Sardellen, Sardinien oder Schildmakrelen	LOZÁN et al. 1994; FRICKE et al. 1995
Katadrome/anadrome Fischarten	Wasserbaumaßnahmen an Flüssen Verschlammung der Laichgewässer aufgrund Eutrophierung Frischwasser-Durchflußkühlungen in Industrie Fischerei (Beifang) Schadstoffe (FRICKE et al. 1995)	Alteration der Flüsse durch vermehrte Überschwemmungen Erhöhte Trübung des Wassers durch erhöhte Überschwemmungsfrequenz	FRICKE et al. 1995
Dorsch (<i>Gadus morhua</i>)	Überfischung	Verbreitungsschwerpunkt verschiebt sich nach Norden, Veränderungen in Lebensgemeinschaften	DRINK-WATER 2005
Benthos allgemein	Einsatz von Grundschleppnetzen Eutrophierung und in Folge Sauerstoffarmut des Lebensraums (v.a. Ostsee) Schadstoffe	Verschiebung der Arten- und Individuenzahlen sowie der Biomasse der Bodenfauna	KRÖNCKE / WIEKING 2003

Phytoplankton		Anstieg der Gesamtbiomasse durch Erwärmung und erhöhten NAOI	NEHRING 1998; WESTERNHAGEN/DETHLEFSEN 2003
Rifflebensräume	Zerstörung durch Fischerei	Verlust der Karbonatverfügbarkeit für viele Meereslebewesen, insbesondere Korallen. 70% Verlust der Rifflebensräume bis 2100	u.a. PÖRTNER 2006
schutzgutübergreifend		Ausbreitung von Neozoen und Neophyten mit nicht absehbaren Folgen für die heimischen Ökosysteme	THIELTGES et al. 2004; NEHLS et al. 2006

6.5 Schlussfolgerung und Beurteilung im Rahmen der SUP

Der CO₂-Ausstoß gilt heute als die stärkste Einwirkung des Menschen auf den Planeten Erde, da er global wirksam die zentralen ökologischen Funktionen gravierend verändert. In dem ‚ecological footprint‘, einem Index, der die Inanspruchnahme der Erde durch menschliche Nutzungen aufsummiert (WWF 2006), erreicht der globale CO₂-Ausstoß bereits für 2003 einen Anteil von etwa 50% und übersteigt alle direkten Einwirkungen wie etwa durch Flächenverbrauch, Landnutzung, Fischerei. Der CO₂-Ausstoß ist in vielen Bereichen wirksam, besonders bedeutend ist die globale Klimaerwärmung. Diese zeigt bereits Wirkungen auf die geographische Verbreitung mariner und terrestrischer Arten mit der Folge, dass einzelne Arten und im Falle von Korallenriffen sogar Ökosysteme lokal ausgelöscht wurden (u.a. WALTHER et al. 2002; PARMESAN / YOHE 2003; THOMAS et al. 2006). Je nach betrachtetem Szenario wird für Mitteleuropa mit einem Aussterben von 10-30% des derzeitigen Artbestandes gerechnet (THOMAS et al. 2004). Von dem Klimawandel werden auch eine Reihe von gesetzlich geschützten Arten und Lebensräumen negativ betroffen sein (Tab. 23), so dass die Erreichung verbindlicher Schutzziele und -verpflichtungen, etwa durch die Natura 2000 Richtlinien, dadurch gefährdet wird.

Die biologischen Auswirkungen, die sich aus der bisherigen und anhaltenden Verbrennung fossiler Energieträger in Zukunft ergeben werden, sind nur ungenau vorhersagbar. Jedoch lassen sich aufgrund bisher gemachter Beobachtungen einige Tendenzen in der Entwicklung mariner Biota ausmachen:

- Es werden weitere Einwanderungen und Ausbreitungen derzeit weiter südlich auftretender Arten in die Nord- und Ostsee stattfinden. Besonders bei toxischen Algen und Pathogenen kann das hohe ökologische und ökonomische Folgen haben.
- Aufgrund von Einwanderungen und Ausbreitungen kann es - wie für Großbritannien und Irland prognostiziert (HISCOCK et al. 2004) – zu einem größeren Arteninventar in Nord- und Ostsee kommen, obwohl einige Arten aufgrund des für sie dort dann nicht mehr geeigneten Klimaareals verschwinden werden (s. dazu Tabelle 24). Diese Arten werden entweder nach Norden ausweichen oder aussterben. Klimaänderungen werden also neue Wirte mit neuen Parasiten und neue Räuber mit neuer Beute zusammenbringen.
- Besonders Arten, deren Vorkommen sich auf ein „eng“ begrenztes Gebiet beschränkt, werden vom Klimawandel betroffen sein. So werden beispielsweise Arten, deren Vorkommen auf das Kontinentalschelf beschränkt ist, voraussichtlich stark betroffen sein, da sie sich nur sehr begrenzt nördlich von 60° ausbreiten können.
- Klimaänderungen werden sich stark auf Populationsdynamiken und Populationsgrößen von biologischen Schutzgütern auswirken. Dies wird zum einen durch direkte Auswirkungen auf Schutzgüter geschehen, aber auch durch indirekte Effekte, indem sich zum Beispiel direkte Auswirkungen auf Beuteorganismen indirekt auf ihre Räuber auswirken.
- Aufgrund von Veränderungen in den Phänologien von einigen Arten wird es zu „match/mismatch“-Phänomenen und damit zu Veränderungen in den trophischen Beziehungen, Konkurrenzbeziehungen und Symbiosen kommen. Dies kann potentiell sehr weitreichende Folgen für die Vorkommen der beteiligten Arten haben, deren Umfang aufgrund komplexer Wechselbeziehungen nicht prognostiziert werden können.

Tabelle 24: Eine Auswahl von für die deutsche AWZ relevanten biologischen Schutzgütern, deren Verbreitungsgrenze in der Nordsee, dem Englischen Kanal oder der Ostsee liegt. Die südliche Verbreitungsgrenze dieser Arten könnte sich im Rahmen des Klimawandels nach Norden verschieben; dies wird jedoch von vielfältigen Faktoren abhängen (z.B. Nahrungsverfügbarkeit, Beschaffenheit der Bruthabitate).

	Arten	Bemerkungen zur derzeitigen Verbreitung
VRL	Prachtaucher (<i>Gavia arctica</i>) Ohrentaucher (<i>Podiceps auritus</i>) Samtente (<i>Melanitta fusca</i>) Rosenseeschwalbe (<i>Sterna dougallii</i>) Küstenseeschwalbe (<i>Sterna paradisaea</i>)	überwintern teilweise bis vor franz. Atlantikküste überwintern teilweise bis vor franz. Atlantikküste sdl. Verbreitungsgrenze Ostsee südlichstes Brutvorkommen an franz. Atlantikküste südlichstes Brutvorkommen in Südenland
FFH	Schweinswal (<i>Phocoena phocoena</i>) Seehund (<i>Phoca vitulina</i>) Kegelrobbe (<i>Halichoerus grypus</i>) Nordseeschnäpel (<i>Coregonus oxyrinchus</i>)	
OSPAR	Rosenseeschwalbe (<i>Sterna dougallii</i>) Kabeljau / Dorsch (<i>Gadus morhua</i>) Islandmuschel (<i>Arctica islandica</i>) Pferdemuschel (<i>Modiolus modiolus</i>)	Biscaya südlichstes Vorkommen in Europa südlichste Verbreitung Höhe Loiremündung
Weitere in der AWZ relevante Arten	Basstölpel (<i>Sula bassana</i>) Eiderente (<i>Somateria mollissima</i>) Eisente (<i>Clangula hyemalis</i>) Gryllteiste (<i>Cephus grylle</i>)	südlichstes Brutvorkommen im engl. Kanal sdl. Verbreitungsgrenze im Wattenmeer sdl. Verbreitungsgrenze Ostsee

Die Effekte einer Klimaänderung auf die marinen biologischen Schutzgüter werden ebenfalls stark von anderen anthropogenen Einflüssen und von der Reaktion des Menschen auf eine Klimaänderung abhängen. So lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Wie sich ein Meeresspiegelanstieg als Folge einer Klimaerwärmung auf die Küstenökosysteme und die dortige Flora und Fauna auswirken wird, hängt davon ab, welche Adaptationsmöglichkeiten der Mensch wählen wird (Erhalt der Deiche und anderen Küstenschutzmaßnahmen oder Rückverlagerung der Küstenlinie),
- Klimaänderungen wirken nicht allein auf die Schutzgüter, sondern meist wird erst eine Kombination verschiedener Einflüsse relevant (kumulative Effekte).
- In Lebensräumen, die bereits durch lokale menschliche Eingriffe und natürliche Ereignisse stark beeinträchtigt sind, werden die Auswirkungen eines Klimawandels voraussichtlich stärker zu spüren sein als in Lebensräumen, die vom Menschen weniger stark beeinflusst werden.

Um die Mechanismen einer Klimaänderung und ihre Auswirkungen auf die Meeresumwelt besser zu verstehen, ist es wichtig, das Langzeitmonitoring der wichtigsten physikalischen (z.B. Temperatur, Salinität), chemischen (z.B. gelöstes CO₂ und Sauerstoff) und biologischen (z.B. Planktonarten, Fischbestände) Variablen fortzusetzen. Solche Daten werden es ermöglichen, Trends zu entdecken und präzisere Information über die Auswirkungen eines Klimawandels auf marine Ökosysteme zu liefern.

Beurteilung im Rahmen der SUP

Bei der Beurteilung der verschiedenen Ausbauszenarien der Offshore-Windenergie in Nord- und Ostsee im Rahmen der SUP ist die Betrachtung der Auswirkungen der Verbrennung fossiler Energieträger auf die Meeresumwelt in mehrfacher Hinsicht von Bedeutung. So sind der jetzige und der zukünftige Umweltzustand, der sich ohne die Realisierung des Plans oder Programms einstellen würde, im Umweltbericht zu beschreiben und die als negativ sowie positiv zu bewertenden Effekte des Plans auf die marine Umwelt zu berücksichtigen. Zu den

als positiv zu bewertenden Effekten gehört die zukünftige Einsparung von Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger zur Energiegewinnung als Beitrag zum Klimaschutz.

Im Umweltbericht erfolgt eine Abwägung verschiedener anthropogen verursachter Belastungen auf und deren Erheblichkeit für die biologischen Schutzgüter. Hierzu zählen auch Klimaänderungen, CO₂-, Stickoxid- und Schadstoffeinträge aus der Verbrennung fossiler Energieträger. Sie können mit den Wirkungen eines Ausbaus der Offshore-Windenergie kumulieren, da sie in einem räumlichen und zeitlichen Zusammenhang auf dasselbe Schutzgut einwirken und sich in ihrer Wirkung überlagern oder verstärken können. Die SUP ermöglicht in ihrer großräumigen Betrachtungsweise, kumulative Effekte und deren Wirkfaktorenketten auf Schutzgüter zu erörtern und darzustellen (s. dazu SCHOMERUS et al. 2006).

In der Betrachtung der Nullvariante einer SUP für den Ausbau der Offshore-Windenergie ist die Einbeziehung der Folgen des Klimawandels als Vorbelastung trotz bestehender Wissensunsicherheiten somit von hoher Bedeutung. In den britischen SUPen zur Öl- und Gasexploration wurden bislang zwar die Wirkungen von Schadstoffemissionen berücksichtigt, eine Abschätzung der zukünftigen Klimaänderungen erfolgte aufgrund der großen Wissensunsicherheiten jedoch noch nicht (DTI 2003). Dies ist insofern verständlich, als dass sich die Status quo Beschreibung im Umweltbericht auf vorhandene Daten stützt und Prognosen und Szenarien schwieriger einzubeziehen sind. Angesichts der erwarteten weitreichenden Folgen des Klimawandels empfiehlt es sich jedoch, die erwarteten Veränderungen auch zu berücksichtigen. Wie der vorliegende Text dargestellt hat, werden die Auswirkungen eines Klimawandels auf die diversen marinen Biota unterschiedlich in Größe und Effekt sein. Dies ist bei der Betrachtung der Auswirkungen einer Klimaänderung im Rahmen des Umweltberichts von Bedeutung. Es sollten vornehmlich solche Arten und Lebensräume bei der Betrachtung im Vordergrund stehen, die

- bereits durch weitere anthropogene Einflüsse stark vorbelastet sind,
- ihre Hauptverbreitung in Nord- oder/und Ostsee haben,
- deren Verbreitung auf das Kontinentalschelf beschränkt ist,
- entscheidende Phasen in ihrer Phänologie in Nord- und Ostsee verbringen.

Da die sich aus der Verbrennung fossiler Energieträger ergebenden Einträge von CO₂, Stickoxidemissionen sowie Schadstoffeinträge und ihre Auswirkungen auf marine biologische Schutzgüter weitreichende Wirkungen zeigen und viele marine Arten in ihrem Lebenszyklus verschiedene Regionen aufsuchen, ist eine Betrachtung auf einer größeren Skala als nur der Nord- oder Ostsee zu empfehlen. Auch dominieren nicht-klimatische Einflüsse lokale, kurzzeitige biologische Veränderungen und erschweren damit das Erkennen kausaler Zusammenhänge von biologischen Trends mit dem Klimawandel (PARMESAN / YOHE 2003). Die großskalige Betrachtung der SUP ist daher sehr gut geeignet, um klimatische Effekte auf die marinen biologischen Schutzgüter zu beschreiben und diese weiteren erheblichen anthropogenen Einflüssen auf Programm- oder Planebene gegenüberzustellen.

Die Betrachtung positiver Effekte des Ausbaus der Offshore-Windenergie auf die biologischen Schutzgüter ist ungleich schwieriger, da eine lokale CO₂-Einsparung kaum eine signifikante Wirkung vor Ort entfalten wird. Auch wenn generell festzustellen ist, dass die biologischen Schutzgüter in Nord- und Ostsee ohne weitreichende Maßnahmen zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes starken Veränderungen unterliegen werden und dadurch wesentliche Schutzziele für die beiden Meere gefährdet sind, so stellt sich hier erneut die Frage, auf welchen Ebenen Folgen und Effekte verglichen werden können.

7 Exkurs: Rechtliche Prüfung einer frühzeitigen Einbeziehung potenzieller Investoren in den Planungsprozess sowie von Möglichkeiten der Finanzierung

7.1 Einbeziehung in den Planungsprozess

7.1.1 Vorbemerkungen

Fraglich ist, inwieweit potenzielle Investoren abseits vom einzelnen Zulassungsverfahren bereits frühzeitig im Prozess der räumlichen Planung, also insbesondere bei der Durchführung der Strategischen Umweltprüfung, am Verfahren und ggf. auch an den Kosten beteiligt werden können. Der Planungsprozess für Offshore-Windparks kann mehrere Ebenen und Stufen umfassen. Zu nennen sind zunächst die Ausweisung von Eignungsgebieten nach § 3 a SeeAnIV sowie die Aufstellung von Zielen und Grundsätzen der Raumordnung nach § 18 a ROG. In beide Verfahren ist eine SUP zu integrieren, so dass insoweit auch die Vorschriften der §§ 14 a ff. UVPG zu beachten sind. Darüber hinaus kann eine Einbeziehung potenzieller Investoren auch in Planungsprozessen für die Ausweisung von FFH-Gebieten nach der FFH-RL und Meeresschutzgebieten nach § 38 BNatSchG denkbar sein. Letztere sollen hier jedoch außer Betracht bleiben. Die Planung von Offshore-Windparks kann zwar auch hiervon betroffen sein, die oben genannten Verfahren dienen aber primär anderen Zwecken. Schließlich kann die Behörde potenzielle Investoren auch außerhalb des in Gesetzen oder Rechtsverordnungen vorgesehenen Rahmens in den Planungsprozess einbeziehen.

Die potenziellen Investoren werden in den für die Planung von Offshore-Windparks zugrunde liegenden Regelungen und gesetzlichen Vorgaben nicht gesondert aufgeführt. Diese Regelungen wie z. B. die Ziele und Grundsätze der Raumordnung richten sich grundsätzlich nicht an private Investoren, sondern primär an öffentliche Stellen (SCHOMERUS et al 2006, S. 73). Potenzielle Investoren sind daher der Öffentlichkeit zuzurechnen. Sie genießen somit keinen rechtlichen Sonderstatus.

Der Begriff der Öffentlichkeit wird in den hier einschlägigen Regelungen unterschiedlich verwandt. Während etwa in § 3 a Abs. 1 S. 1 SeeAnIV und auch in § 7 Abs. 6 S. 1 ROG, der gemäß § 18 a Abs. 1 S. 2 ROG für die Raumordnung in der deutschen AWZ Anwendung findet, nur von „Öffentlichkeit“ die Rede ist, wird in Umsetzung des Gemeinschaftsrechts nach § 14 i sowie 9 Abs. 1 UVPG für die SUP zwischen der „Öffentlichkeit“ und der „betroffenen Öffentlichkeit“ unterschieden (im Einzelnen dazu SCHOMERUS et al. 2006, S. 142 ff. sowie GASSNER 2006, § 9 Rn. 2 ff.). § 2 Abs. 6 S. 1 UVPG definiert die Öffentlichkeit als „einzelne oder mehrere natürliche oder juristische Personen sowie deren Vereinigungen“. Unter die betroffene Öffentlichkeit fällt nach S. 2 „jede Person, deren Belange durch eine Entscheidung ... oder einen Plan oder Programm ... berührt werden“. Ähnlich spricht § 73 Abs. 4 S. 1 VwVfG von jedem, „dessen Belange durch das Vorhaben berührt werden“. Die betroffene Öffentlichkeit sind damit die Interessenten (GASSNER 2006, § 2 Rn. 53). Eine mögliche Verletzung subjektiver öffentlicher Rechte ist nicht erforderlich (SCHOMERUS/BUSSE 2005, S. 49).

Wendet man diese Grundsätze auf potenzielle Investoren an, lässt sich feststellen, dass sie immer unter die „Öffentlichkeit“ fallen. In aller Regel werden sie auch unter die „betroffene Öffentlichkeit“ zu fassen sein. Eine mögliche Verletzung subjektiver Rechte ist dagegen allein aufgrund der Durchführung von planerischen Verfahren für die Offshore-Windenergienutzung nicht gegeben (s. auch BRANDT/GASSNER 2002, § 3 a, Rn. 69).

Weiterhin ist auf die passiven und aktiven Informationspflichten der zuständigen Behörden nach dem UIG hinzuweisen (dazu auch GASSNER 2006, § 9 Rn. 3). Wie jede andere Person haben auch potenzielle Investoren ein Recht auf freien Zugang zu den bei den Behörden vorhandenen Informationen über die Umwelt nach § 3 Abs. 1 UIG. Dieser Anspruch gilt unabhängig davon, ob ein Interesse an der Information besteht oder nicht. Er besteht auch gegenüber privaten informationspflichtigen Stellen, soweit sie öffentliche Aufgaben wahrnehmen oder Dienstleistungen erbringen, die im Zusammenhang mit der Umwelt stehen (§ 2 Abs. 1 Nr. 2 UIG). Für Investoren kann es insoweit von Interesse sein, dass Informationsansprüche auch gegenüber Energieversorgungsunternehmen bestehen kön-

nen.¹⁸³ Zum Beispiel könnten auf diese Weise Informationsansprüche von potenziellen Investoren von Offshore-Windparks gegenüber Netzbetreibern geltend gemacht werden. Darüber hinaus sind die aktiven Informationspflichten nach § 10 UIG anzuführen. Hiernach haben die informationspflichtigen Stellen wie das BSH oder unter bestimmten Voraussetzungen auch die Energieversorgungsunternehmen (s. o.) „die Öffentlichkeit in angemessenem Umfang aktiv und systematisch über die Umwelt“ zu unterrichten. Zu den Informationen zählen nach § 10 Abs. 2 UIG u. a. „politische Konzepte sowie Pläne und Programme mit Bezug zur Umwelt“ (Nr. 2) und „Daten aus der Überwachung von Tätigkeiten“ (Nr. 4). Das BSH nimmt diese Pflichten insbesondere durch die Verbreitung von Informationen im Internet wahr. Zu betonen ist aber, dass die beschriebenen Rechte und Pflichten nicht spezifisch für potenzielle Investoren gelten. Es handelt sich vielmehr um Jedermannrechte.

7.1.2 Zu den einzelnen Regelungen über die Möglichkeit der frühzeitigen Einbeziehung von potenziellen Investoren in den Planungsprozess

7.1.2.1 Festlegung besonderer Eignungsgebiete nach § 3 a SeeAnIV

§ 3 a SeeAnIV sieht in Abs. 1 S. 1 eine „Einbeziehung der Öffentlichkeit“ vor. Die Beteiligung der Öffentlichkeit ist Pflicht. In der Regelung wird jedoch nicht näher ausgeführt, wer unter den Begriff der „Öffentlichkeit“ nach § 3 a SeeAnIV fällt, also beteiligt werden muss, und in welcher Form dies zu erfolgen hat (dazu BRANDT/GASSNER 2002, Rn. 65). BRANDT/GASSNER leiten aus § 3 a Abs. 1 SeeAnIV ab, dass auf jeden Fall eine Beteiligung der Projektträger am Verfahren erfolgen solle, die im oder in der Nähe des vorgesehenen Eignungsgebietes Anträge auf Zulassung von Offshore-Windenergieanlagen gestellt hätten. Es bestehe eine große Wahrscheinlichkeit, dass deren Belange berührt würden (BRANDT/GASSNER 2002, § 3 a, Rn. 69). Diesen Ausführungen ist zuzustimmen. Wie oben ausgeführt, ergeben sich hieraus aber keine Sonderrechte der In-

¹⁸³ Siehe dazu auch SCHOMERUS 2006, 223 ff.

vestoren. Sie haben nach § 3 a Abs. 1 SeeAnIV nur die Rechte der „Öffentlichkeit“. Es ergeben sich hieraus keine Pflichten der zuständigen Behörde, potenzielle Investoren in irgendeiner Weise zu bevorzugen, sie zum Beispiel gesondert zu benachrichtigen. Durch die Ausweisung besonderer Eignungsgebiete wird eben nicht in ihre Rechte eingegriffen (so auch BRANDT/GASSNER a.a.O.), sondern es werden nur ihre Interessen berührt.

7.1.2.2 Raumordnung nach § 18 a ROG

§ 18 a ROG enthält eine spezielle Aufforderung an den Bund, in der deutschen AWZ Ziele und Grundsätze der Raumordnung aufzustellen. Dabei wird nach § 18 a Abs. 2 S. 1 ROG bestimmt, dass das BSH mit Zustimmung des BMVBS die vorbereitenden Verfahrensschritte „einschließlich der Festlegungen nach § 7 Abs. 4, insbesondere die Umweltprüfung und die Öffentlichkeitsbeteiligung“, durchführt. § 7 Abs. 6 ROG, auf den § 18 a ROG nicht ausdrücklich verweist und der nur für die Raumordnung in den Ländern gilt, besagt in Satz 1, „dass den öffentlichen Stellen und der Öffentlichkeit frühzeitig und effektiv Gelegenheit zur Stellungnahme zum Entwurf des Raumordnungsplans und seiner Begründung sowie zum Umweltbericht zu geben ist.“ Private Investoren finden hier, wie bereits oben angemerkt, keine spezielle Berücksichtigung.

7.1.2.3 Strategische Umweltprüfung

Öffentlichkeitsbeteiligung

Angesichts dessen, dass die Ausweisung besonderer Eignungsgebiete nach § 3 a SeeAnIV gemäß Anlage 3 Nr. 1.7 zu § 3 Abs. 1 a UVPG einer SUP-Pflicht unterliegt, wird durch die Integration des SUP-Verfahrens in das Trägerverfahren die Pflicht zur Beteiligung der Öffentlichkeit nach § 3 a Abs. 1 SeeAnIV durch § 14 i UVPG i. V. m. § 9 Abs. 1 UVPG überlagert und modifiziert. Das gleiche gilt für die Raumordnung in der deutschen AWZ nach § 18 a ROG. Auch diese ist SUP-pflichtig (Anlage 3 Nr. 1.6 zu § 3 Abs. 1 a UVPG).

Demnach ist ein zweistufiges Verfahren der Öffentlichkeitsbeteiligung durchzuführen: die „Öffentlichkeit“ ist zu den Umweltauswirkungen des Plans oder Programms anzuhören, indem dieser nach § 14 Abs. 2 UVPG in geeigneter Weise

öffentlich ausgelegt wird (näher dazu SCHOMERUS/BUSSE 2005, S. 49 f.). In der zweiten Stufe hat dann die „betroffene Öffentlichkeit“ nach § 14 Abs. 3 S. 1 UVPG die Möglichkeit, zu dem Entwurf des Plans oder Programms und zu dem Umweltbericht Stellung zu nehmen. Erfolgt innerhalb der nach § 14 Abs. 3 S. 2 UVPG gesetzten Frist von mindestens einem Monat keine Äußerung, hat dies eine materielle Präklusion zur Folge (GASSNER 2006, § 14 i, Rn. 15). Wie oben ausgeführt, gelten diese Regeln uneingeschränkt auch für potenzielle Investoren, ohne diese aber in irgendeiner Weise zu privilegieren.

Ein Erörterungstermin ist im Verfahren der SUP nicht zwingend vorgesehen. Zwar verweist § 14 Abs. 1 UVPG auf § 9 Abs. 1 UVPG, der wiederum auf § 73 Abs. 3, 4 bis 7 VwVfG. Nach § 73 Abs. 6 VwVfG wäre demnach ein Erörterungstermin durchzuführen. Jedoch schreibt § 14 i Abs. 3 S. 3 UVPG einen Erörterungstermin nur vor, „soweit Rechtsvorschriften des Bundes dies für bestimmte Pläne und Programme vorsehen“. § 73 VwVfG enthält insoweit nur eine allgemeine Regelung, aber keine für bestimmte Pläne und Programme. Da § 3 a SeeAnIV als bundesrechtliche Spezialvorschrift keinen Erörterungstermin vorschreibt, ist dieser hier nicht zwingend durchzuführen. § 14 i Abs. 3 S. 3 UVPG ist daher als Abänderungsregelung (Derogation) zu verstehen (so GASSNER 2006, § 14 i, Rn. 16). Es besteht demnach auch keine Rechtspflicht, die Einwendungen potenzieller Investoren mit diesen zu erörtern.

Scoping

Eine weitere Möglichkeit der Einbeziehung potenzieller Investoren besteht in deren Beteiligung bei der Festlegung des Untersuchungsrahmens nach § 14 f UVPG (Scoping). Zunächst ist für die Festlegung des Untersuchungsrahmens nach § 14 f Abs. 2 UVPG das jeweilige Fachrecht maßgeblich (s. GASSNER 2006, § 14 f Rn. 9), hier z. B. die Vorgaben der SeeAnIV. Das Scoping zielt auf den Umweltbericht, der die Angaben enthalten soll, die „mit zumutbarem Aufwand ermittelt werden können“ (§ 14 Abs. 2 S. 2 UVPG). Hierbei hat er u. a. „der Behörde bekannte Äußerungen der Öffentlichkeit“ zu berücksichtigen.

In dieser Regelung liegt ein Einfallstor für die Berücksichtigung von Interessen potenzieller Investoren. Insbesondere dann, wenn sie bereits Anträge auf Zulassung von Offshore-Windparks gestellt haben oder dies konkret beabsichtigen, ver-

fügen sie regelmäßig über eine Vielzahl von privat ermittelten Daten. In aller Regel haben potenzielle Investoren Gutachten bei Planungsbüros o. ä. in Auftrag gegeben, deren Ergebnisse nicht öffentlich bekannt sind. Investoren haben es in der Hand, die Behörde gezielt mit Informationen zu versorgen, die dann über das Scoping im Umweltbericht zu berücksichtigen sind. Investoren sind dabei nicht verpflichtet, der Behörde sämtliche ihnen zur Verfügung stehende Informationen zu übermitteln. Eine solche umfassende Pflicht ergibt sich auch nicht aus der SeeAnIV. Dort sind nur spezielle Informationspflichten des Betreibers gegenüber der Behörde vorgesehen, wie z. B. die Anzeigepflichten nach § 11 SeeAnIV. Hiernach hätten also potenzielle Investoren die Möglichkeit, sehr frühzeitig, d. h. schon lange vor Beginn des eigentlichen Planungsverfahrens, in den Planungsprozess durch gezielte Informationen gegenüber der Behörde lenkend einzugreifen und Weichenstellungen in ihrem Sinne zu veranlassen. Im Sinne einer vertrauensvollen Zusammenarbeit zwischen Investoren und Behörde sollten beide Seiten ihre Karten aber so früh wie möglich offen auf den Tisch legen, um eine unnötige Erhöhung volkswirtschaftlicher Kosten durch Mehrfachprüfungen auf der privaten und öffentlichen Ebene zu vermeiden.

Darüber hinaus bietet § 14 f Abs. 4 UVPG potenziellen Investoren eine Chance, ihre Interessen in den SUP-Prozess einzubringen. Nach § 14 Abs. 4 S. 2 UVPG bietet die zuständige Behörde „den zu beteiligenden Behörden Gelegenheit zu einer Besprechung oder zur Stellungnahme über die ... zu treffenden Festlegungen“, wobei Sachverständige und Dritte hinzugezogen werden können. Anders als nach § 14 f Abs. 2 UVPG, wonach der Behörde bekannte Äußerungen der Öffentlichkeit zu berücksichtigen sind, steht die Hinzuziehung von Sachverständigen und Dritten hier im Ermessen der Behörde (dazu SCHOMERUS et al. 2006, S. 130 f.). Es besteht also grundsätzlich kein Rechtsanspruch potenzieller Investoren und ggf. von diesen beauftragten Sachverständigen, zu einem Scoping-Termin hinzugezogen zu werden, wohl aber ein Anspruch auf fehlerfreie Ausübung des Ermessens. Zweck der Norm ist es u. a., eine möglichst umfassende Informationsbasis zu schaffen und Mehrfachprüfungen zu vermeiden (siehe GASSNER 2006, § 14 f Rn. 2). Würde die zuständige Behörde einen potenziellen Investor, der über wesentliche Informationen verfügt und auch bereit wäre, diese in einem Scoping-Termin vorzubringen, bewusst nicht hinzuziehen, würde daher ein Ermessensfeh-

ler im Sinne des § 40 VwVfG im Sinne eines Ermessens Fehlgebrauchs vorliegen (siehe KOPP/RAMSAUER 2005, § 40 Rn. 61 ff.). Umgekehrt kann ein potenzieller Investor aber auch nicht gezwungen werden, gegen seinen Willen an einem Scoping-Termin teilzunehmen. Potenzielle Investoren können damit auch den Scoping-Termin und andere Besprechungen etc. aktiv dazu nutzen, ihre Interessen in den Planungsprozess einzubringen.

7.1.3 Einbeziehung potenzieller Investoren außerhalb der Beteiligungsmöglichkeiten nach den geltenden Gesetzen und Rechtsverordnungen

Grundsätzlich bleibt es der zuständigen Behörde unbenommen, potenzielle Investoren auch außerhalb der bestehenden Beteiligungspflichten im Wege der sog. gesetzesfreien Verwaltung freiwillig in das Planungsverfahren mit einzubeziehen. In der behördlichen Praxis ist dies durchaus üblich. Es kann der Verfahrenseffizienz und -beschleunigung dienen und dient daher den allgemeinen Zielen des § 10 S. 2 VwVfG (dazu KOPP/RAMSAUER 2005, § 10, Rn. 15. ff.). Es entspricht auch dem umweltrechtlichen Kooperationsprinzip (siehe dazu MURSWIEK 2001, S. 7 ff.).

Auf eine Beteiligung im Wege eines solchen konsensualen oder informellen Verwaltungshandelns besteht kein Rechtsanspruch. Ein potenzieller Investor kann im gesetzesfreien Raum nicht verlangen, von der Behörde mit seinen Argumenten berücksichtigt zu werden oder bestimmte Absprachen zu treffen, ebenso sind diese informellen Akte rechtlich nicht verbindlich, sondern eher dem Bereich der Realakte zuzurechnen (vgl. MAURER 2006, § 15 Rn. 14). Auf Seiten der Behörde bestehen auch für ein informelles Verwaltungshandeln bestimmte Mindestvoraussetzungen. Zwar ist das VwVfG hier nicht ohne weiteres anwendbar, aber es muss immer gewährleistet bleiben, dass das hiernach an sich vorgesehene Planungsverfahren nicht unterlaufen und umgangen wird, sondern die rechtsstaatlichen Bindungen an das Verfahren eingehalten werden (KOPP/RAMSAUER 2005, Einführung, Rn. 96). Zum Beispiel darf die Behörde nicht mit einem potenziellen Investor konsensuale Absprachen treffen, um damit einen anderen Investor zu

benachteiligen und seine Investitionschancen zu verringern. Dies würde dem Gleichheitssatz widersprechen.

Es bleibt festzuhalten, dass im Rahmen der gesetzesfreien Verwaltung im Wege des informellen Verwaltungshandelns für potenzielle Investoren praktisch wichtige Möglichkeiten bestehen können, im Planungsverfahren berücksichtigt zu werden. Ihre Rechtsposition ist jedoch denkbar schlecht. Sie sind insoweit vollständig auf den „Good Will“ der zuständigen Behörde angewiesen.

7.1.4 Überlegungen de lege ferenda

Wie gezeigt haben potenzielle Investoren keine spezifischen Beteiligungsrechte. Sie zählen zur „Öffentlichkeit“ oder zur „betroffenen Öffentlichkeit“. Subjektive Rechte haben sie in Bezug auf die Planung in aller Regel nicht. Damit sind sie anderen Personen, die ein irgendwie geartetes, ggf. auch nur ideelles Interesse geltend machen, im Grundsatz gleichgestellt. Berücksichtigt man dann noch, dass in der AWZ z. B. durch die Ausweisung eines besonderen Eignungsgebietes nach § 3 a SeeAnIV nur wenige Personen überhaupt betroffen sein können (s. BRANDT/GASSNER 2002, § 3 a Rn. 67), stellt sich die Frage, ob es rechtspolitisch geboten sein könnte, die Beteiligungsrechte potenzieller Investoren zu stärken. Im Sinne des umweltrechtlichen Kooperationsprinzips könnte hiermit möglicherweise eine effizientere Planung erreicht werden. Ggf. könnte bei der SUP auch daran gedacht werden, potenzielle Investoren finanziell an den Kosten der Planung zu beteiligen (dazu s. unten). Weitergehende Rechte könnten hierfür eine zusätzliche Rechtfertigung bieten.

Konkret könnte daran gedacht werden, potenzielle Investoren im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung nach § 14 i UVPG hervorzuheben, indem diesen der Planentwurf z. B. zugestellt werden müsste. Beim Scoping könnten sie in ähnlicher Form beteiligt werden wie Behörden als Träger öffentlicher Belange. Das Ermessen im Hinblick auf die Hinzuziehung Dritter könnte für potenzielle Investoren eingeschränkt werden. Ggf. wäre es schon ausreichend, wenn potenzielle Investoren in den jeweiligen Beteiligungsvorschriften durch ihre bloße Nennung besonders herausgestellt würden.

Es ist zu erwarten, dass potenzielle Investoren nur dann ein Interesse an einer informellen Beteiligung an Planungsprozessen haben, wenn ihnen dadurch ein Vorteil entsteht. Ein solcher Vorteil kann vor allem eine Erleichterung im späteren Zulassungsverfahren sein. Hier kommt z.B. bei der SUP vor allem eine mögliche Reduktion der Ansprüche an den Umweltbericht der UVP im Zulassungsverfahren in Betracht. Zwar sind potenzielle Investoren bei den Umweltprüfungen nur zur Erstellung der Umweltverträglichkeitsstudie im Rahmen der UVP auf Projektebene verpflichtet, da die Durchführung der SUP (und somit auch der Erstellung des Umweltberichts) als unselbständigem Teil behördlicher Verfahren zur Aufstellung oder Änderung von Plänen und Programmen, die von einer Behörde, einer Regierung oder im Wege eines Gesetzgebungsverfahrens angenommen werden, dem Planungsträger – hier also dem BSH – selbst obliegt, allerdings entfalten Fragen der SUP für die potenziellen Investoren doch eine gewisse Relevanz. Diese Bedeutung ergibt sich aus dem rahmensetzenden Charakter der entsprechenden Planungen für Projekte der potenziellen Investoren, da natürlich z.B. die Bundesraumordnung in der AWZ oder aber die Ausweisung von besonderen Eignungsgebieten nach § 3 a SeeAnIV unmittelbar Auswirkungen auf die Handlungsspielräume der potenziellen Investoren bei der Ausgestaltung und beim Zulassungsverfahren ihrer Projekte haben. Insbesondere im Verhältnis von SUP zu UVP ist von allen an den jeweiligen Verfahren beteiligten Akteuren grundsätzlich das „Abschichtungsgebot“ zu beachten, um eine Mehrfachprüfung gleicher Sachverhalte auf den verschiedenen Planungsebenen wie auch zwischen den Planungsebenen und dem Zulassungsverfahren zu vermeiden. Ein potenzieller Investor wird also ein grundlegendes Interesse an der Ausgestaltung und dem Verfahren der SUP haben, da Sachverhalte, die geeignet sind, auf der Planungsebene im Rahmen der SUP geprüft zu werden, von ihm nicht mehr oder wenigstens in einem reduzierten Umfang bei der UVP des Zulassungsverfahrens geprüft werden müssen. Der Aufwand der für die UVP erforderlichen Untersuchungen und beizubringenden Dokumentationen lässt sich also aus Sicht der potenziellen Investoren wenigstens in begrenztem Umfang verringern, wenn Sie sich bereits auf der vorgelagerten Planungsebene an der SUP beteiligen.

7.1.5 Ergebnis zur Einbeziehung potenzieller Investoren in den Planungsprozess

Potenzielle Investoren genießen keinen Sonderstatus. Sie zählen rechtlich zur „Öffentlichkeit“ bzw. zur „betroffenen Öffentlichkeit“ und können darüber in den Planungsprozess einbezogen werden, insbesondere über die Regelungen zur Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen der SUP. Darüber hinaus können sie im Scoping hinzugezogen werden und es besteht die Möglichkeit, sie im Rahmen der gesetzesfreien Verwaltung seitens der zuständigen Behörde freiwillig einzubeziehen. Aufgrund der Möglichkeit, den eigenen Aufwand im späteren Zulassungsverfahren durch saubere Abschichtung der Untersuchungserfordernisse zwischen SUP und UVP begrenzen zu können, kann durchaus von einem Interesse der potenziellen Investoren an der Mitwirkung im SUP-Verfahren ausgegangen werden.

7.1.6 Handlungsempfehlungen

Die zuständige Behörde sollte potenzielle Investoren so früh wie möglich in den Prozess der SUP einbinden und hierfür die vorhandenen rechtlichen Möglichkeiten, vor allem im Rahmen des Scoping und der Öffentlichkeitsbeteiligung ausschöpfen. Darüber hinaus sollte sie potenzielle Investoren freiwillig beteiligen, ohne dabei die Grenzen, die insbesondere durch den Gleichheitsgrundsatz gezogen werden, zu verletzen.

7.2 Möglichkeiten der Finanzierung

Es stellt sich die Frage, ob potenzielle Investoren in die Verantwortung für die Finanzierung der SUP bei der Planung von Offshore-Windparks mit eingebunden werden können.

7.2.1 Möglichkeiten de lege lata

Nach geltendem Recht können potenzielle Investoren insbesondere auf vertraglicher Basis in die Finanzierungsverantwortlichkeit für die Durchführung einer SUP eingebunden werden. Insoweit gelten im Grundsatz die gleichen rechtlichen Rahmenbedingungen wie bei der vertraglichen Verpflichtung zur Durchführung eines Monitorings (dazu oben in Kapitel 1.3.3.4). Kostenübernahmevereinbarungen in Form öffentlich-rechtlicher Verträge sind nach § 54 S. 1 VwVfG zulässig, soweit keine Rechtsvorschriften entgegenstehen (dazu ERNST/ZINKAHN/BIELENBERG, BauGB, Beck'scher Online-Kommentar, § 11 Rn. 110). Ein Unterschied zu den oben beschriebenen Verträgen zur Übernahme von Monitoring-Kosten besteht hier darin, dass gegenüber dem potenziellen Investor mangels Rechtsgrundlage kein Verwaltungsakt zur Durchführung von Maßnahmen im Rahmen der SUP erlassen werden kann. Da hier kein Vertragsteil dem anderen übergeordnet ist, kann kein subordinationsrechtlicher öffentlich-rechtlicher Vertrag nach § 54 S. 2 VwVfG geschlossen werden, sondern nur ein koordinationsrechtlicher Vertrag nach § 54 S. 1 VwVfG (dazu KOPP/RAMSAUER 2005, § 54 Rn. 46 ff.). Im Übrigen ist je nach Interessenlage eine Vielfalt vertraglicher Regelungen denkbar. Es kann ein Vergleichsvertrag nach § 55 VwVfG oder ein Austauschvertrag nach § 56 VwVfG geschlossen werden. Hier dürfte im Regelfall eher ein Austauschvertrag in Frage kommen, bei dem die Gegenleistung für einen bestimmten Zweck im Vertrag vereinbart wird und diese der Behörde zur Erfüllung ihrer öffentlichen Aufgaben – hier Durchführung der SUP – dient. Ansonsten gelten hier weitere unter 1.3.3.4 beschriebene Beschränkungen. So muss nach § 56 Abs. 1 S. 2 VwVfG die Gegenleistung – hier die Übernahme von Kosten für die Durchführung der SUP durch den potenziellen Investor – den gesamten Umständen nach angemessen sein und sie muss im sachlichen Zusammenhang mit der vertraglichen Leistung der Behörde stehen (Koppelungsverbot).

Ein mögliches Vorbild für solche vertraglichen Vereinbarungen kann der städtebauliche Vertrag nach dem in der AWZ nicht anwendbaren § 11 BauGB sein. § 11 BauGB stellt keine grundlegend neue Norm dar, sondern konkretisiert nur die Anforderungen der §§ 54 ff. VwVfG an den öffentlich-rechtlichen Vertrag. Gegenstand eines solchen Vertrags kann nach § 11 Abs. 1 Nr. 3 BauGB u. a. die „Über-

nahme von Kosten oder sonstigen Aufwendungen, die der Gemeinde für städtebauliche Maßnahmen entstehen oder entstanden sind und die Voraussetzung oder Folge des geplanten Vorhabens sind“, sein. Zu diesen Kosten gehören Aufwendungen, die der Gemeinde für städtebauliche Planungen entstehen, insbesondere solche durch Aufstellung eines Bebauungsplans und auch der Vorbereitung des Plans. Dazu zählen auch die Kosten des zu erstellenden Umweltberichts (ERNST/ZINKAHN/BIELENBERG, BauGB, Beck’scher Online-Kommentar, § 11 Rn. 159).

Es lässt sich damit festhalten, dass Verträge zur Übernahme von Kosten einer SUP durch potenzielle Investoren unter bestimmten Voraussetzungen zulässig sein können. Im weiteren Sinne kann man hier auch von einem Public-Private-Partnership sprechen, wobei dieser Begriff sehr umfassend und inhaltlich wenig konturiert ist (s. KOPP/RAMSAUER 2005, § 54 Rn. 40 b). Als wesentliche Merkmale einer Public-Private-Partnership haben sich die Erfüllung einer öffentlichen Aufgabe, die Erzielung von Synergieeffekten, die Risikoteilung und gemeinsame Verantwortungsübernahme sowie die Langfristigkeit der Kooperation herauskristallisiert. Die Möglichkeit einer Public-Private-Partnership ändert aber nichts daran, dass die Beteiligung potenzieller Investoren an der Finanzierung einer SUP freiwillig bleibt. Die Durchführung der SUP ist eine staatliche Aufgabe, den Staat trifft daher die vollständige Verantwortung für die Finanzierung. Es gibt keine rechtlichen Mittel, potenzielle Investoren in eine Finanzierungsverantwortung zu drängen.

7.2.2 Möglichkeiten de lege ferenda

Ein Vorbild für eine Neugestaltung der Finanzierungsverantwortlichkeit könnte die Regelung der Finanzierung bei der UVP sein. Obwohl dies nicht ausdrücklich im Gesetz geregelt ist, übernimmt hier der Investor (d. h. der Vorhabenträger) einen Großteil der anfallenden Kosten.

Ein genauerer Blick auf die UVP macht die Unterschiede in der Ausgestaltung der Finanzierungsverantwortlichkeit zur SUP deutlich. So wird die UVS im Rahmen der UVP regelmäßig durch den privaten Investor, der einen Antrag auf Genehmigung eines Windparks nach der SeeAnIV gestellt hat, auf seine Kosten erstellt. Für den Umweltbericht innerhalb der SUP ist dagegen die öffentliche Hand in

Form der Planungsbehörde, hier des BSH, nicht nur zuständig, sondern sie trägt auch die Finanzierungslast. Auch ist die Interessenlage unterschiedlich. Der Investor hat bei der UVP ein erhebliches finanzielles Interesse an der Verwirklichung des Projekts und er ist daher bereit, Vorleistungen zu erbringen. Die für den Umweltbericht zuständige Behörde ist dagegen trotz sicherlich vorhandener Eigeninteressiertheit dem Allgemeinwohl verpflichtet. Ihr Budget für ökologische Untersuchungen ist im Allgemeinen begrenzt. Zu berücksichtigen ist weiterhin, dass die SUP in der Regel weitaus größere räumliche und zeitliche Dimensionen umfasst als die UVP. Bei der Raumordnung für die AWZ nimmt die Planung von Offshore-Windparks einen sicher wichtigen, aber letztlich im Verhältnis zur Gesamtfläche geringen Teil ein. Dies ist daher nicht mit einer Vorhaben-UVp für einen einzelnen Windpark vergleichbar. Eher vergleichbar wäre allenfalls die SUP für die Ausweisung eines besonderen Eignungsgebiets für Offshore-Windkraftanlagen nach § 3 a SeeAnIV. Weiterhin erscheint problematisch, dass es bei der SUP nicht einen potenziellen Investor gibt, sondern regelmäßig eine Vielzahl unterschiedlichster Investoren aus allen möglichen Bereichen. Es erscheint schwierig, hier für eine gerechte Aufteilung der Kosten zu sorgen.

Trotz dieser Probleme ist aber der Aspekt der Abschichtung zu bedenken. Dies kann am Beispiel der besonderen Eignungsgebiete gezeigt werden. Wie eben erwähnt ist die SUP für die Ausweisung von besonderen Eignungsgebieten nach § 3 a SeeAnIV eher mit der UVP vergleichbar. Hier geht es um die auf ein bestimmtes Gebiet bezogene Nutzung durch Offshore-Windparks. In der Praxis wird hier durch die Abschichtung der Umweltprüfungen ein großer Teil der erforderlichen Maßnahmen in der SUP – auf Kosten des Staates – vorweggenommen (vgl. auch Kapitel 7.1.4). Diese Kosten entstehen den Investoren im Rahmen der UVP zum großen Teil daher nicht mehr. Es würde nahe liegen, diese Interessenlage auszunutzen und den Investoren zumindest diese durch die Abschichtung ersparten Kosten aufzuerlegen. Hierzu könnte eine Ergänzung des § 3 a SeeAnIV vorgenommen werden.

Grundsätzlich lassen sich diese Überlegungen auch auf die SUP für die Raumordnung in der AWZ nach § 18 a ROG übertragen. Auch hier könnten die Investoren Kosten dadurch sparen, dass Maßnahmen bereits auf der Ebene der SUP durchgeführt werden, die dann nicht mehr bei der UVP anfallen. Allerdings sieht

die Praxis hier anders aus, so dass diese Konstellation nicht mit den besonderen Eignungsgebieten vergleichbar ist. Denn hier wurden viele Genehmigungen nach der SeeAnIV bereits erteilt und die erforderlichen UVPen durchgeführt, bevor mit der Raumordnung für die AWZ begonnen wurde. Die Kosten für die UVPen sind daher bereits angefallen. Anders sieht es dagegen bei neu zu erteilenden Genehmigungen für Offshore-Windparks aus. Hier könnten in der Tat Kosten im Rahmen der UVP eingespart werden.

7.2.3 Ergebnis zur Finanzierung

Mit dem geltenden Recht sind rechtliche Konstruktionen zulässig, die eine Teilhabe potenzieller Investoren an der Finanzierung der SUP ermöglichen. De lege ferenda sind Regelungen für eine zumindest teilweise Kostenübernahme durch potenzielle Investoren erwägenswert, weil diese durch die Abschichtung zwischen SUP und UVP Kosten einsparen können. Dabei kann aber nicht ohne weiteres an die UVP angeknüpft werden.

7.2.4 Handlungsempfehlungen

Die zuständige Behörde sollte die vertraglichen Möglichkeiten, potenzielle Investoren an den Kosten einer SUP zu beteiligen, so weit wie möglich ausschöpfen. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass durch die Abschichtung zwischen SUP und UVP bei den Investoren Kosten eingespart würden.

8 Handlungsempfehlungen

8.1 Handlungsempfehlungen zum strategischen Monitoring

8.1.1 Rechtswissenschaftliche Aspekte

Monitoring verlangt die konkrete Überwachung der Auswirkungen des Plans oder Programms auf die Umwelt. Der Planungsträger hat zu entscheiden, ob und welche Abhilfemaßnahmen aufgrund der Ergebnisse des Monitoring zu treffen sind und er hat die Erkenntnisse ggf. im Rahmen künftiger Planfortschreibungen zu berücksichtigen. Im Sinne eines vorsorgenden Umweltschutzes ist vor allem auf das frühzeitige Erkennen negativer Auswirkungen im Sinne eines „Frühwarnsystems“ zu achten. In das Monitoring sind aber auch erhebliche positive Umweltauswirkungen einzubeziehen.

Der Planungsträger ist zur Durchführung des Monitoring verpflichtet. Die Pflicht zum Monitoring kann nicht im Wege der Abwägung „weggewogen“ werden. Ein rechtswidrig unterlassenes Monitoring kann ggf. durch die naturschutzrechtliche Verbandsklage gerichtlich angreifbar sein.

Aus der Verpflichtung, ein Monitoring durchzuführen, resultiert keine materielle Pflicht zur Ergreifung von Gegenmaßnahmen. Insoweit ist auf das jeweilige Fachrecht zu achten, das regelmäßig ein Tätigwerden in das Ermessen des Planungsträgers stellt. Der Planungsträger ist aber verpflichtet, die im Rahmen des Monitoring gewonnenen Informationen bei weiteren Planungen und auf der Genehmigungsebene zu berücksichtigen. Eine Nichteinbeziehung von Monitoringergebnissen kann zu einem Abwägungsfehler führen.

Monitoring dient auch der Kontrolle des Umweltberichts und damit der Qualitätssicherung des Verfahrens der SUP. Der Planungsträger hat zu analysieren, ob und inwieweit die Prognosen des Umweltberichts von den tatsächlichen Entwicklungen abweichen.

Vom Planungsträger wird keine umfassende Erhebung allgemeiner Daten über die Umwelt verlangt, sondern die Erlangung von Informationen über die erheblichen unvorhergesehenen Umweltauswirkungen bei Umsetzung des Plans oder Programms. Dies kann über das jeweilige Plangebiet hinausgehen. Zu erfassen sind im Umweltbericht erkannte, aber im Ausmaß unvorhergesehene Umweltauswirkungen, z. B. im Falle von fehlerhaften Prognosen im Umweltbericht. Darüber hinaus sind auch im Umweltbericht nicht erkannte unvorhergesehene Auswirkungen einzubeziehen. Gleiches gilt für Minderungs- und Kompensationsmaßnahmen.

Umfang und Dauer des Monitorings sind den Erfordernissen des Einzelfalls anzupassen. Eine einmalige Datenerhebung reicht hierfür nicht aus.

Bei der Klärung der Frage, welche Auswirkungen als erheblich anzusehen sind, ist vom Umweltbericht auszugehen. Erheblich können sowohl negative wie auch positive Umweltauswirkungen sein.

Zuständig für die Durchführung des Monitoring ist die für die SUP zuständige Behörde, im Falle der AWZ ist dies das BSH. Die Aufgabenwahrnehmung kann unter bestimmten Voraussetzungen auf Dritte übertragen werden.

Beteiligungsrechte sind für das Monitoring nicht vorgesehen. Eine Einbeziehung geeigneter Dritter kann jedoch zweckdienlich sein.

Die Ergebnisse des Monitoring sind der Öffentlichkeit nach dem Umweltinformationsgesetz zugänglich zu machen. Hierfür bietet sich als geeignetes Medium das Internet an.

Bestehende Überwachungsmechanismen auf Projektebene sollen genutzt werden. Daten, die im Genehmigungsverfahren, insb. im Rahmen der UVP bei der Genehmigung nach der SeeAnIV, oder im Rahmen des Betriebsmonitoring erlangt wurden, sollen in das SUP-Monitoring mit einbezogen werden. Im Verhältnis von Planungs- zu Projektträger bestehen Möglichkeiten, Monitoring-Pflichten vertraglich zu regeln.

Eine Einbeziehung der im Rahmen des Monitorings erlangten Erkenntnisse ist auf Plan- und Projektebene möglich. Auf Ebene gibt es die Möglichkeit der Anpassung des Plans durch Änderung der problematischen Ausweisung oder durch Ausweisung möglicher Kompensationsmaßnahmen. Eine Verpflichtung zur Anpassung besteht jedoch nicht. Eine Anpassung auf Projektebene ist ebenfalls möglich.

8.1.2 Planungshinweise zur Monitoringmethodik

8.1.2.1 Die Konzeption des Monitorings ist Teil der Plan/Programmerarbeitung

Da Monitoringergebnisse mit bestimmten Anforderungen an die Durchführung des Monitorings und die Prüfbarkeit von Daten verknüpft sind, ist es unumgänglich, die späteren Monitoringziele und -strategien nicht erst am Ende, sondern bereits im Erarbeitungsstadium eines Plans/Programms zu bedenken. Wichtig für die Konzeption und Durchführung von Monitoringmaßnahmen ist insbesondere eine frühzeitige Klärung der näheren Zielsetzung einer Überwachung. So schlägt sich z.B. in der Monitoringkonzeption nieder, ob im Einzelfall das Aufspüren unvorhergesehener Plan/Programmwirkungen (bei besonders unsicheren Prognosen) oder die Überwachung der Plan/Programmrealisierung im Hinblick auf erhebliche Umweltwirkungen im Vordergrund stehen soll. Es steigert die Transparenz und öffentliche Akzeptanz, wenn zur Evaluierung späterer Monitoringergebnisse bereits bei der Plan/Programmaufstellung bestimmte Konsequenzen mit bestimmten Wirkungsschwellen verknüpft werden.

Sofern hinsichtlich erheblicher Umweltwirkungen Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen vorgesehen sind, sind diese ebenso Teil des Monitorings, wie alle anderen Plan- oder Programminhalte, die mit erheblichen Umweltauswirkungen verknüpft sind.

Zu den Eckpunkten des Monitorings, die frühzeitig geklärt sein sollten und ggf. entsprechend § 14m UVPG bei Annahme des Plans oder Programms festgelegt werden, lassen sich zählen:

- Ziele und Schwerpunktlegung
- Finanzierung des Monitorings
- Durchführende Institutionen
- Kontrollierende Institutionen
- Zeitpunkte und Dauer der Einzelkontrollen und der Berichterstellung
- Methodik des Monitoring
- Adressaten des Monitoringberichts
- Konsequenzen bei Plan- bzw. Programmabweichung

8.1.2.2 Die Evaluierbarkeit des zugrundeliegenden Plans/Programms basiert auf empirischen Methoden

Zu den Voraussetzungen eines Monitoring gehört die Prüf- und Evaluierbarkeit der zugrunde liegenden Wirkungsbeschreibungen und Programm- bzw. Planaussagen. Zur Prüfbarkeit eines Plans/Programms müssen einerseits Referenzzustände im Plan beschrieben und nach langfristig gültigen Maßstäben bewertet werden. Andererseits sind empirische Monitoringuntersuchungen durchzuführen, wenn die erforderlichen Ergebnisse nicht andernorts bereits vorliegen. Schon vor der Referenzuntersuchung (Basisuntersuchung) ist darauf zu achten, dass Plan/Programmprognosen in einer hierarchischen Ordnung auf spezifische und damit nachprüfbar Aussagen "heruntergebrochen" sind.

- Prognosen und Prüfergebnisse sollten:
- quantifiziert sein,
- sich technisch angemessener Maßeinheiten bedienen,
- die gemessenen Objekte deutlich abgrenzen,
- Eintrittszeitpunkt und Dauer der Wirkung klar benennen,
- die Erheblichkeit der Wirkung erkennen lassen,
- die Wahrscheinlichkeit der Wirkung abschätzbar machen.

Heuristische Untersuchungsansätze sind nur in unkritischen Randbereichen einsetzbar. Ihre weniger gesicherten Schätzergebnisse gehen mit einem geringeren Aufwand einher und können daher über lange Zeitreihen und ausgedehnte Räume empirische Untersuchungen dort ergänzen, wo deren Aufwand unter Kosten/Nutzengesichtspunkten nicht gerechtfertigt ist.

Das Ziel des durchzuführenden Monitorings ist stets eine wiederholte und begründete Einschätzung von Wirkungszusammenhängen. Wenn aufwendigere Detailuntersuchungen aus unterschiedlichen Gründen nicht durchführbar sind, sollten der Transparenz und Nachvollziehbarkeit halber die dabei verbleibenden Wissens- und Datenlücken dokumentiert werden.

Ein Immissionsmonitoring ist zwar stets dem Emissionsmonitoring vorzuziehen. Der dazu notwendige Aufwand ist bei globalen und überregionalen Schadstoffwirkungen jedoch i. Allg. nicht gerechtfertigt. Belastungsfaktoren werden dann aus bekannten Nutzungsdaten erschlossen. Dies setzt eine weitreichende und sichere Kenntnis der zu modellierenden Ursache-Wirkungszusammenhängen in der Umwelt voraus. Wo diese Voraussetzungen nicht gegeben sind, gibt es zum Immissionsmonitoring keine Alternative.

8.1.2.3 Verarbeitung und Darstellung der Monitoringdaten

Zur multithematischen Verknüpfung sowie zur räumlichen und zeitlichen Darstellung werden geografische Informationssysteme (GIS) eingesetzt. Ein wesentliches Element des Informationsmanagements ist dabei die Qualitätssicherung der Messdaten. Hierbei ist zu überprüfen:

- zeitlicher Bezug - welchen Zeitraum, bzw. -punkt repräsentiert das Datenmaterial?
- räumlicher Bezug - welches Gebiet wird mit den Daten beschrieben und ist die räumliche Auflösung für überregionale Aussagen ausreichend?
- thematischer Bezug -, zu welchem Zweck wurden Daten, von wem und mit welchen Methoden erhoben?

- Korrektheit - wurden aufgenommene Informationen exakt erhoben und korrekt identifiziert bzw. attribuiert?
- Verfügbarkeit - sind existierende Rohdaten (z.B. solche, die im Rahmen einer UVP aufgenommen wurden), im Rahmen einer SUP verfügbar?

Die Eignungsprüfung von Datenquellen ist vor der Inwertsetzung ein unumgänglicher Arbeitsschritt. Obwohl eine Reihe von Datensammlungen und Monitoringprogrammen zur Umwelt und zu den Nutzungsstrukturen der deutschen AWZ existiert, können diese zumeist nur bedingt zur Integration in ein SUP-Monitoringprogramm für die Offshore-Windenergienutzung genutzt werden.

8.1.2.4 Orientierung an zukünftigen Monitoringprogrammen

Die zukünftig einzurichtenden Monitoringprogramme im Rahmen des Natura 2000 Systems und der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie werden sich mit großer Wahrscheinlichkeit zum Maßstab jeglicher, auf Meeresbauten ausgerichteter Umweltmonitoringmaßnahmen in der AWZ entwickeln. Das Monitoring der Strategischen Umweltprüfung wird sich in jedem Fall am Monitoring der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie orientieren und diese Ergebnisse ggf. mittels einzelner ergänzender Untersuchungen verdichten.

Es bleibt zwar abzuwarten, in welchem Umfang und in welcher zeitlichen und geographischen Auflösung die derzeit ehrgeizig formulierten Anforderungen des Entwurfs zur Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie tatsächlich zur Realisierung gelangen. Der Abgleich mit den Monitoringergebnissen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie wird jedoch in jedem Fall ein zentraler Schritt für ein SUP-Monitoring in der AWZ werden.

8.1.2.5 Vorschlag von Verfahrensgebieten

Es erscheint aus ökonomischen Gründen kaum durchführbar, eine jede Monitorinaufgabe flächendeckend über die gesamte Deutsche AWZ zu erstrecken. Kernfragen und Problembereiche des Plans/Programms sollten vorzugsweise in ihren jeweiligen Regionalbezügen beleuchtet werden. Monitoring sollte sich dort konzentrieren, wo die Bedeutung, bzw. Anzahl an Schutzgütern dies erfordert sowie Nutzungskonflikte und sonstige Problemlagen erkennbar sind.

Mit einer Konzentration bestimmter Monitoringaufgaben auf die spezifischen Problemregionen ergeben sich nicht nur die Vorzüge eines reduzierten Untersuchungsaufwands, sondern es bietet sich auch die Chance eines jeweils an die unterschiedlichen ökologischen Voraussetzungen zugeschnittenen Monitoringdesigns. In dieser Studie (Abschn. 2.5) wurden als bevorzugte Verfahrensgebiete 3 Schwerpunktregionen in der Nordsee identifiziert, die sich einerseits zu wichtigen Zentren der deutschen Offshore-Windenergienutzung entwickeln und andererseits über eine sehr unterschiedliche Naturraumausstattung verfügen. Regionsspezifisch zugeschnittene Monitoringprogramme empfehlen sich für a) die küstennahe ostfriesische AWZ, b) die zentrale ostfriesische AWZ, c) die nordfriesische AWZ.

In der deutschen Ostsee wird keine weitere Aufteilung in Verfahrensgebiete vorgeschlagen. Dies begründet sich nicht nur in ihrer geringen Flächengröße, sondern auch in den besonderen und miteinander verknüpften naturräumlichen Verhältnissen der Ostsee.

8.1.3 Biologische Aspekte

Ein SUP-Monitoring begleitend zum Ausbau der Offshore-Windenergienutzung in der AWZ sollte großräumig ausgerichtet werden und zeitlich so angelegt werden, dass in den zu betrachtenden Eingriffsgebieten wieder Gleichgewichtszustände erreicht worden sind.

In der Planung des SUP-Monitorings ist insbesondere auf projektbegleitende Untersuchungen, die bei Errichtung von Offshore-Windparks verbindlich vorgeschrieben werden, sowie auf bereits bestehende Monitoringprogramme aufzubauen. In welchen Fällen ein eigenes SUP-Monitoring notwendig ist, muss in Bezug auf die umzusetzenden Maßnahmen und tatsächlich implementierten Untersuchungen geprüft werden. Stehen aus laufenden Untersuchungen genug Daten zur Verfügung, kann das SUP-Monitoring auf eine Synthese beschränkt werden, ist dies nicht der Fall, müssen gesonderte Untersuchungen eingeleitet werden.

Insbesondere bezüglich der Ermittlung von Vogelkollisionen mit Windenergieanlagen besteht der Bedarf, Methoden zu entwickeln, mit denen die benötigten Daten tatsächlich erhoben werden können.

Die Bewertung der Erheblichkeit von Eingriffen in marine Lebensräume hat auch im Rahmen der SUP eine hohe Bedeutung. Aufgrund bestehender Wissensunsicherheiten sind exakte Prognosen auf der großräumigen Ebene der SUP zweifellos schwieriger als auf der Projektebene. In Anbetracht der primären Aufgabe der SUP als Informationsinstrument erscheinen diese Probleme jedoch nicht als so gravierend, dass eine differenzierte Bewertung nicht möglich wäre. Anhand der beschriebenen Schritte wird empfohlen, Bewertungen auf der Grundlage spezifischer Daten über einzelne Schutzgüter vorzunehmen. Mit den vorliegenden Daten über Bestand und Verbreitung der einzelnen Schutzgüter, sowie deren Status, lassen sich Betrachtungsräume für die Bewertung definieren, die auf sinnvollen biologischen Einheiten basieren, und eine erste Einschätzung der Sensitivität gegenüber Eingriffen vornehmen. Auf dieser Grundlage lässt sich dann die Auswirkung der Installation von Offshore-Windenergieanlagen innerhalb des Betrachtungsraums beschreiben und bewerten.

8.2 Handlungsempfehlungen bezüglich der Integration globaler und überregionaler Umwelteffekte

8.2.1 Rechtswissenschaftliche Aspekte

Aspekte des Klimaschutzes sind bei der SUP vor allem auf der Ebene der Raumordnung nach § 18 a ROG zu berücksichtigen, hier insbesondere bei der Ausweisung von Vorranggebieten. Zielvorgaben des Klimaschutzes als Verpflichtungen aus dem Kyoto-Protokoll und anderen rechtlichen Bindungen sind als Abwägungskriterien in die Planung einzubeziehen. Dies gilt auch für Zielvorgaben bzgl. anderer großräumiger Wirkungen, insbesondere großräumiger Schadstoffeinträge.

Das durch Offshore-Windenergieparks entstehende CO₂-Reduktionspotential ist damit ebenfalls als Belang in die raumordnerische Abwägung einzustellen.

Verfahrensmäßiger Anknüpfungspunkt ist insoweit der Umweltbericht im Rahmen der SUP.

Entsprechendes gilt für die FFH-Verträglichkeitsprüfung, bei der diese Aspekte als im Sinne der Offshore-Windenergie positiver Belang Berücksichtigung finden müssen.

Der Planungsträger hat im Rahmen der SUP einen Alternativenvergleich durchzuführen, der durch einen weiten planerischen Gestaltungsfreiraum gekennzeichnet ist. Umfang und Konkretisierungsgrad der zu prüfenden Alternativen ergeben sich aus der Art und Zielsetzung der Planung und aus dem Gewicht der zu berücksichtigenden und gegeneinander abzuwägenden Belange.

Die konkreten Planziele und die übergeordneten Zielsetzungen der Pläne selbst sind durch die Alternativenprüfung nicht mehr zu diskutieren, vielmehr kommt es im wesentlichen auf die Identifizierung „vernünftiger Alternativen“ innerhalb des betrachteten Plangebiets an. Die Alternativenprüfung soll sich nicht auf Standortalternativen und andere Variationen marginaler Reichweite beschränken, sondern auch alternative Entwicklungsszenarien entwickeln und bewerten.

Die Null-Variante ist zwingend zu prüfen. Sie dient der Planrechtfertigung und als Referenzalternative. Darüber hinaus hat sie das Potenzial, ggf. auch Bedeutung als vernünftige Alternative zu erlangen und somit für die Alternativenauswahl in Betracht kommen zu können.

Bei der Alternativenprüfung ist der Beitrag der Offshore-Windenergieerzeugung zum Klimaschutz und zur Vermeidung von Luftschadstoffemissionen zu berücksichtigen. Es ist ein Vergleich der Auswirkungen der raumordnerischen Überplanung der AWZ mit großräumigen Gebieten zur Verwirklichung der Ausbauziele der Offshore-Windenergienutzung mit alternativen Szenarien der Energieerzeugung anzustellen.

8.2.2 Planungswissenschaftliche Aspekte

Im Unterschied zur projektbezogenen UVP ist der Fokus der SUP großräumig und auf lange Zeitskalen ausgerichtet. Zu den Inhalten der SUP gehören daher auch schleichende, ubiquitäre Umweltbelastungen, die dem Klimawandel und dem Schadstoffferntransport zuzuschreiben sind.

Die Klimafolgenforschung ist durch extrem kurze Wissenserneuerungszeiten gekennzeichnet und Ursache-Wirkungsbeziehungen sind aufgrund der Weiträumigkeit von Ursachen und Wirkungen nur mit großen Prognoseunsicherheiten beschreibbar. Auch wenn daher in großen Teilen nur qualitative Beschreibungen zu erwartender Wirkzusammenhänge möglich erscheinen, so sind diese jedoch einer Entscheidungsvorbereitung im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung sehr dienlich. Sie sollten im Umweltbericht einen wahrnehmbaren Platz einnehmen.

Die mit Offshore-Windenergienutzung erreichbare Luftschadstoff-, insbesondere CO₂- Reduzierung lässt sich standardisiert und nachvollziehbar ermitteln. Es hat sich gezeigt, dass hinreichend Fachliteratur sowie unterschiedliche Modellierungssoftware zur Verfügung steht, mit denen die Umweltfolgen des heutigen Energiemixes aus Öl/Gas/Kohle und Kernkraft quantitativ reproduzierbar prognostiziert werden kann.

Als Programm für die Berechnung der Basisgrößen empfiehlt sich insbesondere GEMIS (Ökoinstitut Darmstadt). Darüber hinaus stellt das seit Anfang 2005 in Kraft getretene Emissionshandelssystem der EU eine brauchbare Plattform zur Normierung von Emissionsberechnungen dar.

8.2.3 Biologische Aspekte

Die Auswirkungen von Klimaänderungen sowie CO₂-, Stickoxid- und Schadstoffeinträgen auf marine biologische Schutzgüter sind im Umweltbericht zu beschreiben.

Im Umweltbericht müssen sowohl die als negativ wie auch die als positiv zu bewertenden Effekte der Offshore-Windenergie auf die marine Umwelt berücksichtigt werden. Zu den als positiv zu bewertenden Effekten gehört die zukünftige Einsparung von Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger zur Energiegewinnung als Beitrag zum Klimaschutz.

Der jetzige und der zukünftige Umweltzustand, der sich ohne die Realisierung des Plans oder Programms einstellen würde (Nullvariante), sind im Umweltbericht zu beschreiben. Bei der Betrachtung der Nullvariante ist die Einbeziehung der Folgen des Klimawandels als Vorbelastung trotz bestehender Wissensunsicherheiten von hoher Bedeutung.

Im Umweltbericht erfolgt eine Abwägung verschiedener anthropogen verursachter Belastungen auf und deren Erheblichkeit für die biologischen Schutzgüter. Klimaänderungen sowie CO₂-, Stickoxid- und Schadstoffeinträge können mit den Wirkungen eines Ausbaus der Offshore-Windenergie kumulieren, da sie in einem räumlichen und zeitlichen Zusammenhang auf dasselbe Schutzgut einwirken und sich in ihrer Wirkung überlagern oder verstärken können.

Die Beschreibung der Auswirkungen der Klimaänderungen kann sich auf eine Anzahl von Arten und Lebensräumen beschränken

Die Auswirkungen eines Klimawandels auf die diversen marinen Biota werden unterschiedlich in Größe und Effekt sein. Es sollten vornehmlich solche Arten und Lebensräume bei der Betrachtung im Vordergrund stehen, die

- bereits durch weitere anthropogene Einflüsse stark vorbelastet sind,
- die gesetzlich geschützt sind,
- ihre Hauptverbreitung in Nord- oder/und Ostsee haben,
- deren Verbreitung auf das Kontinentalschelf beschränkt ist,
- entscheidende Phasen in ihrer Phänologie in Nord- und Ostsee verbringen.

Eine Betrachtung der unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Skalen, auf denen der Klimawandel und die Offshore-Windenergie eine Rolle spielen, ist notwendig

Im Umweltbericht gilt es bei der Gegenüberstellung der verschiedenen Ausbau-szenarien abzuschätzen, inwiefern die ökologischen Auswirkungen der verschiedenen geplanten Offshore-Windenergie-Ausbaustufen einen erheblichen Einfluss vor dem Hintergrund der erwarteten Veränderungen in den Lebensgemeinschaften durch den Klimawandel darstellen. Hierbei gilt es zu bedenken, dass der Klimawandel und die Offshore-Windenergie auf unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Skalen ihre Auswirkungen entfalten.

Klimatische Effekte auf die marinen biologischen Schutzgüter sollten großskalig betrachtet werden

Da die sich aus der Verbrennung fossiler Energieträger ergebenden Einträge und Klimaänderungen auf marine biologische Schutzgüter weitreichende Wirkungen zeigen und viele marine Arten in ihrem Lebenszyklus verschiedene Regionen aufsuchen, ist eine Betrachtung auf einer größeren Skala als nur der Nord- oder Ostsee anzustreben. Dies ist umso wichtiger, da nicht-klimatische Einflüsse lokale, kurzzeitige biologische Veränderungen dominieren und damit das Erkennen kausaler Zusammenhänge von biologischen Trends mit dem Klimawandel erschweren.

9 Literatur

- ABLE, K.P., GAUTHREAU, S.A. JR. (1975): Quantification of Nocturnal Passerine Migration with a Portable Ceilometer. In: Condor, Vol. 77, 92-96.
- ABT, K. (2005): Gibt es bei Schweinswalen „Invasionsjahre“? – Strandfunde als Index für Bestandsveränderungen. In: Seevögel, Vol. 26, 14-19.
- ADELUNG, D., LIEBSCH, N., WILSON, R.P. (2004): Telemetrische Untersuchungen zur räumlichen und zeitlichen Nutzung des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres und des angrenzenden Seengebietes durch Seehunde (*Phoca vitulina vitulina*) im Hinblick auf die Errichtung von Offshore-Windparks. Teilprojekt 6. Endbericht des Verbundvorhabens MINOS, FKZ 0327520, gefördert durch das BMU (Stand: Oktober 2004).
- ALBRECHT, H., SCHMOLKE, S.R. (2003): Belastungen der Nordsee mit anorganischen und organischen Schadstoffen. In: Lozán, J.L., Rachor, E., Reise, K., et al. (Hrsg.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz. Wissenschaftliche Auswertungen. Hamburg, 77-82.
- ALTENHOFEN, G. (2005): Gestaltungsspielraum und Bindungen der öffentlichen Hand. In: Meyer-Hoffmann, B., Riemenschneider, F., Weihrauch, O. (Hrsg.): Public Private Partnership. Köln.
- ANSELL, A., BARNETT, P., BODOY, A. et al. (1980a): "Upper Temperature Tolerances of some European Molluscs. I. *Tellina fabula* and *T. tenuis*". In: Marine Biology, Vol. 58, 33-39.
- ANSELL, A., BARNETT, P., BODOY, A. et al. (1980b): "Upper Temperature Tolerances of some European Molluscs II. *Donax vittatus*, *D. semistriatus* and *D. trunculus*". In: Marine Biology, Vol. 58, 41-46.
- ANSELL, A., BARNETT, P., BODOY, A. et al. (1981): Upper Temperature Tolerances of some European Molluscs. III. *Cardium glaucum*, *C. tuberculatum* and *C. edule*. In: Marine Biology, Vol. 65, 177-183.
- ARBTER, K. (2001): Strategische Umweltprüfung Wiener Abfallwirtschaftsplan – eine SUP am runden Tisch. In: UVP-report, 151-155.
- ARNOTT, S.A., RUXTON, G.D. (2002): Sandeel Recruitment in the North Sea: Demographic, Climatic and Trophic Effects. In: Marine Ecology Progress Series, Vol. 238, 199-210.
- ATKINSON-WILLES, G.L. (1972): The international wildfowl censuses as a basis for wetland evaluation and hunting rationalization. In: Carp, E. (Hrsg.): Proceedings of the International Conference on the Conservation of Wetland and Waterfowl. Ramsar 1971, 87-119.
- Alfred Wegener Institut - AWI (2005): BeoFino Endbericht. AP 2: Prozesse im Nahbereich der Piles – Nordsee.

- Alfred Wegener Institut - AWI (2005): Ökologische Veränderungen in der Nordsee durch biologische Globalisierung und Klimawandel. Pressemitteilung des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung vom 31.01.2005. Unter: <http://www.awi-bremerhaven.de/AWI/Presse/PM/pm05-1.hj/050131BAH-d.html>.
- Alfred Wegener Institut - AWI (2006a): Die Arktis beeinflusst das Klima Europas. Pressemitteilung des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung vom 01.03.2006. Unter: <http://www.awi-bremerhaven.de/AWI/Presse/PM/pm06-1.hj/060301ArktisKlima-d.html>.
- Alfred Wegener Institut - AWI (2006b): Wettlauf gegen das Aussterben. Pressemitteilung des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung vom 19.09.2006. Unter: <http://www.awi-bremerhaven.de/AWI/Presse/PM/pm06-2.hj/060919Kalkalgen.html>.
- AZUMA-DICKE, N. (2005): Zweitbeste (Second-best) Instrumente der deutschen Politik zur Reduktion von CO₂. Stuttgart.
- BAGGE, O. (2004): The biology of the greater weever (*Trachinus draco*) in the commercial fishery of the Kattegat. In: ICES Journal of Marine Science, Vol. 61, 933-943.
- BAIL, C., MARR, S., OBERTHÜR, S. (2003): Klimaschutz und Recht. In: Rengeling, H.-W. (Hrsg.): Handbuch zum europäischen und deutschen Umweltrecht Band II, 1. Teilband. Köln.
- BALLA, S. (2005): Mögliche Ansätze der Überwachung im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung. In: UVP-report, 131-136.
- BALLA, S. (2006): Der Umweltbericht in der Strategischen Umweltprüfung nach dem neuen UVPG. In: NuR, 485 ff.
- BARTH, R., FUDER, A. (2002): IMPEL Projekt: Implementing Article 10 of the SEA Directive 2001/42/EC, Final Report. Darmstadt.
- BARTNICKI, J., GUSEV, S., BARRETT, K. et al. (2003): Atmospheric Supply of Nitrogen, Lead, Cadmium, Mercury and Lindane to the Baltic Sea in the period 1996-2000. Unter: <http://www.helcom.fi/stc/files/Publications/Proceedings/bsep87.pdf>.
- BATTIS, U., KRAUTZBERGER, M., LÖHR, R.-P. (2005): Baugesetzbuch - Kommentar. München.
- BAUER, H.-G., BEZZEL, E., FIEDLER, W. (2005): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Nonpasseriformes. Wiebelsheim.
- BECKER, P.H. (2003): Biomonitoring with Birds. In: Markert, B.A., Breure, A.M., Zechmeister, H.G. (Hrsg.): Bioindicators & Biomonitors. Elsevier, 677-736.
- BECKER, P.H., MUÑOZ CIFUENTES, J. (2004): Contaminants in Bird Eggs – Recent Spatial and Temporal Trends. In: Wadden Sea Ecosystem, Vol. 18, 5-23.
- BECKMANN, B. (2001): Die Seeanlagenverordnung. In: NordÖR, 273-280.
- BECKMANN, M., LAMPRECHT, H. (2000): Verträglichkeitsprüfung und Ausnahmeregelung nach § 19c BNatSchG. In: ZUR, 1-10.
- BELLROSE, F.C. (1971): The distribution of nocturnal migrants in the air space. In: The Auk, Vol. 88, 397-424.

- BENKE, H., SIEBERT, U., LICK, R. et al. (1998): The current status of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in German waters. In: Archives of Fisheries and Marine Research, Vol. 46, 97-123.
- BERGMAN, A., OLSSON, M., REILAND, S. (1992): Skull-bone Lesions in the Baltic Grey Seal (*Halichoerus grypus*). In: Ambio, Vol. 21, Nr. 8, 517-519.
- BERTHOLD, P., FIEDLER, W., MØLLER, A.P. (2003): Report of the European Science Foundation Workshop entitled "Bird Migration and Climate Change". University of Konstanz, 13-15 March 2003.
- BERTHOLD, P., MOHR, G., QUERNER, U. (1990): Steuerung und potentielle Evolutionsgeschwindigkeit des obligaten Teilziehverhaltens: Ergebnisse eines Zweiweg-Selektionsexperiments mit der Mönchsgrasmücke (*Sylvia atricapilla*). In: Journal für Ornithologie, Vol. 131, 33-45.
- BEUKEMA, J.J. (1991): The Abundance of Shore Crabs (*Carcinus maenas* (L.)) on a Tidal Flat in the Wadden Sea after Mild and Cold Winters. In: Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Vol. 153, 97-113.
- BEUKEMA, J.J., DEKKER, R., ESSINK, K. et al. (2001): Synchronised Reproductive Success of the Main Bivalve Species in the Wadden Sea: Causes and Consequences. In: Marine Ecology Progress Series, Vol. 211, 143-155.
- BIJL, W. (1996): Looking for Observational Signs of Changing Storminess. EU-Project WASA, report RIKZ/OS-96.157x. Den Haag.
- BIJL, W. (1997): Impact of a Wind Climate Change on the Surge in the Southern North Sea. In: Climate Research, Vol. 8, 45-59.
- BIRDLIFE (2005): Seabirds in the North Sea: Victims of Climate Change? Unter: http://www.birdlife.org/news/features/2005/01/north_sea_seabirds.html (Stand: 09.03.2006).
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2004): Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. BirdLife Conservation Series No. 12. BirdLife International, Cambridge.
- BLAB, J., SCHROEDER, E., VÖLKL, W. (1994): Effizienzkontrollen im Naturschutz. Bonn-Bad Godesberg.
- BLEW, J., DIEDERICHS, A., GRÜNKORN, T. et al. (2006): Investigations of the bird collision risk and the responses of harbour porpoises in the offshore wind farms Horns Rev, North Sea, and Nysted, Baltic Sea, in Denmark. Status Report 2005, FKZ 0329963, FKZ 0329963A.
- BLOKPOEL, H., BURTON, J. (1975): Weather and height of nocturnal migration in eastcentral Alberta: A radar study. In: Bird-Banding, Vol. 46, 311-328.
- BÖHNING-GAESE, K., LEMOINE, N. (2004): Importance of Climate Change for the Ranges, Communities and Conservation of Birds. In: Advances in Ecological Research, Vol. 35, 211-236.
- BORKENHAGEN, P. (2001): Die Säugetiere Schleswig-Holsteins – Rote Liste. Landesamt für Natur- und Umweltschutz, Flintbek.
- BRANDT, E., GAßNER, H. (2002): Seeanlagenverordnung – Kommentar. Berlin.

- BRINK, B., RUNGE, K. (2004): Monitoring im Rahmen der Strategischen Umweltprüfung. In: RaumPlanung, 273 f.
- BRITZ, G. (2004): Zur Effektivität der Energiesparinstrumente des BImSchG. In: UPR, 55 ff.
- BRUDERER, B. (1997): The Study of Bird Migration by Radar. Part 1: The Technical Basis. In: Naturwissenschaften, Vol. 84, 1-8.
- BRUDERER, B., BLITZBLAU, S., PETER, D. (1994): Migrations and flight behaviour of honey buzzards *Pernis apivorus* in southern Israel observed by radar. In: Ardea, Vol. 82, 111-122.
- BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (BBR) (2005): Raumordnungsbericht 2005. Bonn.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2006): Naturschutzfachlicher Planungsbeitrag des Bundesamtes für Naturschutz zur Aufstellung von Zielen und Grundsätzen der Raumordnung für die deutsche Ausschließliche Wirtschaftszone der Nord- und Ostsee.
- BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (BSH) (2003): Die Auswirkungen des Elbehochwassers vom August 2002 auf die Deutsche Bucht. Abschlussbericht Juni 2003, Hamburg.
- BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (BSH) (2003): Standarduntersuchungskonzept (StUK) für die Untersuchung und Überwachung der Auswirkungen von Offshore Windenergieanlagen (WEA) auf die Meeresumwelt. Stand: 25. Februar. Hamburg.
- BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (BSH) (2005): Eckpunkte der BSH Genehmigung „Kriegers Flak“. Unter: <http://www.bsh.de/de/Das%20BSH/Presse/Pressearchiv/Pressemitteilungen2005/11-2005Anlage.pdf> (Stand: 06.04.2005).
- BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (BSH) (2006a): Das Bund-Länder Messprogramm. Unter: <http://www.bsh.de/de> (Stand 2006).
- BUNDESAMT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE (BSH) (2006b): Das CONTIS Informationssystem. Unter: <http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/CONTIS-Informationssystem/index.jsp>.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2002): Strategie der Bundesregierung zur Windenergienutzung auf See im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung. Unter: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/windenergie_strategie_br_020100.pdf (Stand: 01/2002).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2003): Leitfaden für die klimaschutzpolitische Bewertung von emissionsbezogenen JI- und CDM-Projekten. Band III: Anhang Version 1.0. Berlin.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2004): Nationaler Allokationsplan für die Bundesrepublik Deutschland 2005-2007. Berlin, 31. März 2004.

- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2004): Themenpapier Windenergie. Berlin.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2005): Bericht der Bundesrepublik Deutschland 2005 zur Erreichung des Richtziels für den Verbrauch von Strom aus Erneuerbaren Energiequellen im Jahr 2010. Berlin.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2006): Anteil am Endenergieverbrauch 2005 gegenüber 2004. Unter: <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/36648/20010> (Stand 15.04.2006).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2007): Erneuerbare Energien – nationale und internationale Entwicklung. Laufend aktualisierte BMU-Broschüre unter http://www.erneuerbare-energien.de/files/erneuerbare_energien/downloads/application/pdf/broschuere_ee_zahlen.pdf
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT (BMWA) (2004): Zur Förderung erneuerbarer Energien – Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats beim Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Köln.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ARBEIT (BMWA) (2005): Zahlen und Fakten – Energiedaten - Nationale und internationale Entwicklung. Unter: <http://www.bmwi.de/Navigation/Technologie-und-Energie/Energiepolitik/energiedaten.html>.
- BUNDESREGIERUNG (2002): Perspektiven für Deutschland – Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin.
- BUNDESREGIERUNG (2002): Strategie der der Bundesregierung zur Windenergienutzung auf See. Berlin.
- BUNDESREGIERUNG (2005): Nationales Klimaschutzprogramm. Beschluss der Bundesregierung vom 13. Juli 2005. 6. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe „CO₂-Reduktion“. Berlin.
- BUNGE, T. (2005): Monitoring bei der Strategischen Umweltprüfung. In: UVP-report, 124-130.
- BUNGE, T., NESEMANN, U. (2005): Das Gesetz zur Einführung einer strategischen Umweltprüfung und zur Umsetzung der EG-Richtlinie 2001/42/EG, Handbuch der Umweltverträglichkeitsprüfung, Band 1. Berlin.
- BUNZEL, A., FRÖHLICH, F., STRAUSS, W. C. (2004): Planspiel BauGB Novelle 2004 – Bericht über Stellungnahmen der Planspielstädte und Planspiellandkreise. Berlin.
- BUSSE, J., DIRNBERGER, F., PRÖBSTL, U. et al. (2005): Die neue Umweltprüfung in der Bauleitplanung – Ratgeber für Planung und Verwaltung. München.
- BUURMA, L.S. (1995): Long-range surveillance radars as indicators of bird numbers aloft. In: Israel Journal of Zoology, Vol. 41, 221-236.
- CALDEIRA, K., WICKETT, M.E. (2003): Anthropogenic Carbon and Ocean pH. In: Nature, Vol. 425, 365.

- CAMPHUYSEN, C.J., GARTHE, S. (1997): An evaluation of the distribution and scavenging habits of Northern Fulmars *Fulmarus glacialis* in the North Sea. In: ICES Journal of Marine Sciences, Vol. 54, 654-683.
- CAMPHUYSEN, C.J., FOX, A.D., LEOPOLD, M.F. et al. (2004): Towards Standardised Seabirds at Sea Census Techniques in Connection with Environmental Impact Assessments for Offshore Wind Farms in the U.K. A Comparison of Ship and Aerial Sampling Methods for Marine Birds, and Their Applicability to Offshore Wind Farm Assessments. Report commissioned by COWRIE – BAM- 02-2002.
- CAZENAVE, A., NEREM, R. (2004): Present Day Sea-level Change: Observations and Causes. Review of Geophysics 42, Vol. 3, 130-150.
- CHRISTENSEN, T.K., CLAUSAGER, I., PETERSEN, I.K. (2003): Base-line investigations of birds in relation to an offshore wind farm at Horns Rev, and results from the year of construction. NERI Report 2003, April 10th edition.
- CHRISTENSEN, T.K., HOUNISEN, J.P. (2004): Investigations of Migratory Birds During Operation of Horns Rev Offshore Wind Farm: Preliminary Note of Analysis of Data from Spring 2004. NERI Note, Commissioned by Elsam Engineering A/S.
- COX, C.B., MOORE, P.D. (1980): Biogeography: an Ecological and Evolutionary Approach. Blackwell Scientific Publishers. Oxford.
- CPSL (2001): Final Report of the Trilateral Working Group on Coastal Protection and Sea Level Rise. Wadden Sea Ecosystem No. 13. Common Wadden Sea Secretariat. Wilhelmshaven.
- CRICK, H.Q.P. (2004): The Impact of Climate Change on Birds. In: Ibis, Vol. 146, 48-56.
- CULHANE, P.J., FRIESEMA, H.P., BEECHER, J.A. (1987): Forecasts and Environmental Decisionmaking. Boulder.
- DAS, K., SIEBERT, U., FONTAINE, M. et al. (2004): Ecological and Pathological Factors Related to Trace Metal Concentrations in Harbour Porpoises *Phocoena phocoena* from the North Sea and Adjacent Areas. In: Marine Ecology Progress Series, Vol. 281, 283-295.
- DAVIDSON, N.C. (1981): Survival of Shorebirds (Charadrii) during Severe Weather: the Role of Nutritional Reserves. In: Jones, N.V., Wolff, W.J. (Hrsg.): Feeding and Survival Strategies of Estuarine Organisms. London, 231-249.
- DAVIDSON, N.C., EVANS, P.R. (1982): Mortality of Redshanks and Oystercatchers from Starvation during Severe Weather. In: Bird Study, Vol. 29, 183-188.
- DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY (DTI) (Hrsg.) (2003): Strategic Environmental Assessment Area North and West of Orkney and Shetland – SEA 4. Consultation Document (Stand: September 2003).
- DESHOLM, M. (2005): TADS investigations of avian collision risk at Nysted offshore wind farm, autumn 2004. National Environmental Research Institute, Report commissioned by Energi E2.
- DESHOLM, M., FOX, T., BEASLEY, P. (2005): Best Practice Guidance for the Use of Remote Techniques for Observing Bird Behaviour in Relation to Offshore Wind-farms. First Draft for Comments, COWRIE-REMOTE-05-2004 (Stand: 21.3.2005).

- DESHOLM, M., KAHLERT, J. (2005): Avian collision risk at an offshore wind farm. In: *Biology Letters*, Vol. 1, 296-298.
- DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR (DENA) (2005): *Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020*. Konsortium DEWI / E.ON Netz / EWI / RWE / VE Transmission. Köln.
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (DIW) (2006): *Trotz Klimaabkommen: Weltweit steigende CO₂-Emissionen*. Wochenbericht 35/2006 des DIW, Berlin, S. 485 - 499.
- DIEDERICH, S., NEHLS, G., VAN BEUSEKOM, J.E.E. et al. (2005): Introduced Pacific Oysters (*Crassostrea gigas*) in the Northern Wadden Sea: Invasion Accelerated by Warm Summers? In: *Helgoland Marine Research*, Vol. 59, 97-106.
- DIEDERICH, A., GRÜNKORN, T., NEHLS, G. (2002): Erprobung von Klickdetektoren zur Erfassung von Schweinswalen im Sommer und Herbst 2002 im Seegebiet westlich von Sylt. Gutachten im Auftrag der Offshore-Bürger-Windpark-Butendiek GmbH & Co.KG.
- DIEDERICH, A., NEHLS, G., PETERSEN, I.K. (2002): Flugzeugzählungen zur großflächigen Erfassung von Seevögeln und marinen Säugern als Grundlage für Umweltverträglichkeitsstudien im Offshorebereich. In: *Seevögel*, Vol. 23, 38-46.
- DIERSCHKE, J., DIERSCHKE, V., JACHMANN, F. et al. (2004): Ornithologischer Jahresbericht Helgoland für 2003. *Ornithologische Jahresberichte Helgoland*, Vol. 14, 1-77.
- DIERSCHKE, V., GARTHE, S., MENDEL, B. (2006): Possible Conflicts between Offshore Wind Farms and Seabirds in the German Sectors of North Sea and Baltic Sea. In: Köller, J., Köppel, J., Peters, W. (Hrsg.): *Offshore Wind Energy. Research on Environmental Impacts*. Berlin, 121-143.
- DIERSCHKE, V., HÜPPOP, O., GARTHE, S. (2003): Populationsbiologische Schwellen der Unzulässigkeit für Beeinträchtigungen der Meeresumwelt am Beispiel der in der deutschen Nord- und Ostsee vorkommenden Vogelarten. In: *Seevögel*, Vol. 24, 61-72.
- DIJKEMA, K.S. (1994): Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs auf die Salzwiesen. In: Lozàn, J.L., Rachor, E., Reise, K. et al. (Hrsg.): *Warnsignale aus dem Wattenmeer*. Berlin, 196-200.
- DRINKWATER, K.F. (2005): The Response of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) to Future Climate Change. In: *ICES Journal of Marine Science*, Vol. 62, 1327-1337.
- DUGAN, P.J., EVANS, P.R., GOODYER, L.R. et al. (1981): Winter Fat Reserves in Shorebirds: Disturbance of Regulated Levels by Severe Weather Conditions. In: *Ibis*, Vol. 123, 359-363.
- DUINKER, P.N. (1985): *Forecasting Environmental Impacts: Better Quantitative and Wrong than Qualitative and Untestable!* Environment Canada: Audit and Evaluation in Environmental Assessment and Management - Canadian and International Experience, Volume II, Supporting Studies. Hull.

- DUNN, E., STEEL, C. (2001): The impact of longline fishing on seabirds in the north-east Atlantic: recommendations for reducing mortality. The RSPB, NOF, JNCC, BirdLife International.
- EHRICH, S. (2003): Auswirkungen von Offshore-Windkraftanlagen auf die Fischfauna. NNA-Berichte, Vol. 3, 19-22.
- EHRICH, S., STRANSKY, C. (2001): Spatial and Temporal Changes in the Southern Species Component of North Sea Bottom Fish Assemblages. In: Senckenbergiana maritima, Vol. 31, 143-150.
- EKSTRÖM, G., NETTLES, M., TSAI, V. (2006): Seasonality and Increasing Frequency of Greenland Glacial Earthquakes. In: Science, Vol. 311, 1756-1758.
- ELSPAS, M. (2005): Umweltschutzpolitische Maßnahmen. In: Elspas, M., Salje, P., Stewing, C. (Hrsg.): Emissionshandel – Ein Praxishandbuch. Köln.
- ERBGUTH, W., MÜLLER, C. (2003): Raumordnung in der Ausschließlichen Wirtschaftszone? In: DVBl, 625-631.
- ERBGUTH, W., WAGNER, J. (2005): Grundzüge des öffentlichen Baurechts. München.
- ERICHSEN, H., EHLERS, D. (Hrsg.) (2002): Allgemeines Verwaltungsrecht. Berlin.
- ERIKSSON, M.O.G. (1995a): Red-throated Diver *Gavia stellata*. In: Tucker, G.M., Heath, M.F. (Hrsg.): Birds in Europe. Their Conservation Status. BirdLife Conservation Series No. 3, 56-57.
- ERIKSSON, M.O.G. (1995b): Black-throated Diver *Gavia arctica*. In: Tucker, G.M., Heath, M.F. (Hrsg.): Birds in Europe. Their Conservation Status. BirdLife Conservation Series No. 3, 58-59.
- ERIKSSON, M.O.G., JOHANSSON, I., AHLGREN, C.-G. (1992): Levels of Mercury in Eggs of Red-throated Diver *Gavia stellata* and Black-throated Diver *G. arctica* in Southwest Sweden. In: Ornis Svecica, Vol. 2, 29-36.
- ERIKSSON, M.O.G., LINDBERG, P. (2005): Mercury Exposure to Red-throated Divers *Gavia stellata* and Black-throated Divers *Gavia arctica* in Sweden. In: Ornis Svecica, Vol. 15, 1-12.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2003): Umsetzung der Richtlinie 2001/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme. W4 02/03, o.O. Brüssel.
- EXO, K.-M., HÄLTERLEIN, B., BLEW, J. et al. (2003): Küsten- und Seevögel. In: Lozán, J.L., Rachor, E., Reise, K., et al. (Hrsg.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz. Wissenschaftliche Auswertungen. Hamburg, 317-329.
- FLEISCHHAUER, M., BORNEFELD, B. (2006): Klimawandel und Raumplanung - Ansatzpunkte der Raumordnung und Bauleitplanung für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel. In: Raumforschung und Raumordnung, 161 ff.
- FOX, A.D., DESHOLM, M., KAHLERT, J. et al. (2006): Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds. In: Ibis, Vol. 148, 129-144.

- FREDERIKSEN, M., WANLESS, S., HARRIS, M.P. et al. (2004): The Role of Industrial Fisheries and Oceanographic Change in the Decline of North Sea Black-legged Kittiwakes. In: *Journal of Applied Ecology*, Vol. 41, 1129-1139.
- FRICKE, R., BERGHAHN, R., NEUDECKER, T. (1995): Rote Liste der Rundmäuler und Meeresfische des deutschen Wattenmeer- und Nordseebereichs (mit Anhängen: nicht gefährdete Arten). In: *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz*, Vol. 44, 101-113.
- FÜHRBÖTER, A., DETTE, H.H. (1992): Strandvorspülungen vor der Westküste von Sylt. In: *Die Küste*, Vol. 53, 51-126.
- GARTHE, S. (2003): Erfassung von Rastvögeln in der deutschen AWZ von Nord- und Ostsee. Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz, Vilm.
- GARTHE, S., DIERSCHKE, V., WEICHLER, T. et al. (2004): Rastvogelvorkommen und Offshore-Windkraftnutzung: Analyse des Konfliktpotenzials für die deutsche Nord- und Ostsee. Teilprojekt 5 des Verbundvorhabens MINOS, FKZ 0327520 (Stand: Oktober 2004).
- GARTHE, S., HÜPPOP, O., WEICHLER, T. (2002): Anleitung zur Erfassung von Seevögeln auf See von Schiffen. In: *Seevögel*, Zeitschrift Verein Jordsand, Vol. 23, Nr. 2, 47-55.
- GARTHE, S., SCHWEMMER, P. (2005): Seabirds at Sea – Untersuchungen in den deutschen Meeresgebieten. In: *Vogelwelt*, Vol. 126, 67-74.
- GARTHE, S., ULLRICH, N., WEICHLER, T. et al. (2003): See- und Wasservögel der deutschen Ostsee. Verbreitung, Gefährdung und Schutz. Bundesamt für Naturschutz.
- GASSNER E. (2006): Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung - Kommentar. Heidelberg.
- GASSNER, E., BENDOMIR-KAHLO, G., SCHMIDT-RÄNTSCH, A. et al. (2003): Bundesnaturschutzgesetz – Kommentar. München.
- GAUTHREAUX, S.A. JR., BELSER, C.G. (2006): Effects of Artificial Night Lighting on Migrating Birds. In: Rich, C., Longcore, T. (Hrsg.): *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Washington, 67-93.
- GELL, F.R., ROBERTS, C.M. (2003): Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves. In: *Trends in Ecology and Evolution*, Vol. 18, 448-455.
- GELL, F.R., ROBERTS, C.M. (2003a): The Fishery Effects of Marine Reserves and Fishery Closures. WWF-US, Washington DC.
- GELLERMANN, M. (2001): NATURA 2000 - Europäisches Habitatschutzrecht und seine Durchführung in der Bundesrepublik Deutschland. Baden-Baden.
- GELLERMANN, M. (2004): Recht der natürlichen Lebensgrundlagen in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) – dargestellt am Beispiel der Windkraftnutzung. In: *NUR*, Vol. 2, 75-81.
- GEMIS (2005): Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS) Version 4.2. Unter: www.oeko.de/service/gemis/ (Stand: 10.12.2005).

- GERLACH, J. (2004): Entwurf Merkblatt zur Strategischen Umweltprüfung von Plänen und Programmen im Verkehrssektor. Arbeitsausschuss Netzgestaltung der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Stand: 09/2004). Gesellschaft für Angewandten Umweltschutz und Sicherheit im Schiffsverkehr (GAUSS mbH) (2002): Sicherheits- und Arbeitsschutzkonzept für Offshore-Windparks. Bremen.
- GIEGRICH, J. (2002): Monitoring als wirksame Kontrolle? In: UVP-report Sonderheft zum UVP-Kongress, 75-78.
- GIEGRICH, J. (2004): Schlüsselfragen zur inhaltlichen Umsetzung der SUP in der Fachplanung. Vortrag auf dem 7. UVP-Kongress der UVP-Gesellschaft 6.-9.10.2004 in Potsdam.
- GREENPEACE (2000): North Sea Offshore Wind - A Powerhouse for Europe. Technical Possibilities and Ecological Considerations - Study. Hamburg.
- GREVE, W., REINERS, F., NAST, J. et al. (2004): Helgoland Roads Meso- and Macrozooplankton Time-series 1974 to 2004: Lessons from 30 Years of Single Spot, High Frequency Sampling at the only Off-shore Island of the North Sea. In: Helgoland Marine Research, Vol. 58, 274-288.
- GROHLIMUND, P., KATHRIN, P. (1994): Integrierte ökosystembezogene Umweltbeobachtung. Zürich.
- GROOT, S. (1980): The consequences of marine gravel extraction on the spawning of herring, *Clupea harengus Linné*. In: Journal of Fish Biology, Vol. 16, 605-611.
- GRUBER, S., NEHLS, G. (2003): Charakterisierung des offshore Vogelzuges vor Sylt mittels schiffsgestützter Radaruntersuchungen. In: Vogelkundliche Berichte Niedersachsens, Vol. 35, 151-156.
- GRÜNKORN, T., DIEDERICHS, A., STAHL, B. et al. (2005): Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Untersuchungen im Auftrag des Landesamtes für Naturschutz des Landes Schleswig-Holstein.
- GÜNNEWIG, D. (2004): Methodik der SUP in der Verkehrsplanung. Vortrag auf dem 7. UVP-Kongress der UVP-Gesellschaft 6.-9.10.2004 in Potsdam.
- HAGBERG, J., TUNBERG, B.G., WIEKING, G. et al. (2004): Effects of Climate Variability on Benthic Communities. In: Stenseth, N.C., Ottersen, G., Hurrell, J.W. et al. (Hrsg.): Marine Ecosystems and Climate Variation. Oxford.
- HAMMOND, P.S., BERGGREN, P., BENKE, H. et al. (2002): Abundance of Harbour Porpoise and Other Cetaceans in the North Sea and Adjacent Waters. In: Journal of Applied Ecology, Vol. 39, 361-376.
- HANNESSON, R. (2007): Geographical Distribution of Fish Catches and Temperature Variations in the Northeast Atlantic since 1945. In: Marine Policy (Special Issue on Climate Change and Fisheries), Vol. 31, 32-39.
- HARMATA, A.R., PODRUZNY, K.M., ZELENAK, J.R. et al. (1999): Using marine surveillance radar to study bird movements and impact assessment. In: Wildlife Society Bulletin, Vol. 27, 44-52.

- HARMS, U. (1994): Regionale Muster von Schwermetallen in Küstenfischen. In: Lozàn, J.L., Rachor, E., Reise, K. (Hrsg.): Warnsignale aus dem Wattenmeer. Berlin, 234-237.
- HARRISON, P.A., BERRY, P.M., DAWSON, T.P. (Hrsg.) (2001): Climate Change and Nature Conservation in Britain and Ireland: Modelling Natural Resource Responses to Climate Change (The MONARCH Project). UK Climate Impacts Programme Technical Report, Oxford.
- HARVELL, C.D., MITCHELL, C.E., WARD, J.R. et al. (2002): Climate Warming and Disease Risks for Terrestrial and Marine Biota. In: Science, Vol. 296, 2158-2162.
- HEESSEN, H.J.L. (1996): Time-series Data for a Selection of Forty Fish Species Caught during the International Bottom Trawl Survey. In: ICES Journal of Marine Science, Vol. 53, 1079-1084.
- HEIDEMANN, G., SCHWARZ, J. (1990): Das Seehundsterben im schleswig-holsteinischen Wattenmeer 1988/89. In: Lozàn, J.L., Rachor, E., Watermann, B. (Hrsg.): Warnsignale aus der Nordsee. Berlin, 325-329.
- HEIDMANN, W.A., BÜTHE, A., PETERAT, B. et al. (1987): Zur Frage des Einflusses chemischer Rückstände auf das Sterben von Austernfischern (*Haematopus ostralegus*) an der niedersächsischen Küste im Winter 1986/87. In: Vogelwarte, Vol. 34, 73-79.
- HEINRICH, H. (2006): Das Umweltmonitoring im Bund – Länder Messprogramm – eine Grundlage des SUP-Monitorings? Vortrag auf dem Workshop „Strategische Umweltprüfung für die Offshore-Windenergienutzung – Großräumige Wirkungen und Monitoring“ am 20.4.2006, Universität Lüneburg.
- HEINZOW, T., TOL, R.S.J., BRÜMMER, B. (2005): Offshore-Windstromerzeugung in der Nordsee – eine ökonomische und ökologische Sackgasse? Hamburg University and Centre for Marine and Atmospheric Science. Working Paper FNU-85.
- HELBERG, A. (2002): Allgemeines Umweltverwaltungsrecht. In: Koch, H.-J. (Hrsg.): Umweltrecht. Neuwied.
- HELLSTERN, G.M., WOLLMANN, H. (1984): Entwicklung, Aufgaben und Methoden der Evaluierungsforschung. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Wirkungsanalyse und Erfolgskontrolle in der Raumordnung. Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 154. Hannover.
- HELSINKI COMMISSION (HELCOM) (2002): Report on Atmospheric Supply of Nitrogen, Lead, Cadmium, Mercury and Lindane to the Baltic Sea in 2002. Helsinki.
- HELSINKI COMMISSION (HELCOM) (2003): Newsletter 1/2003.
- HELSINKI COMMISSION (HELCOM) (2004): Algae Blooms Intensified in Parts of the Baltic Sea in 2004. Unter: http://www.helcom.fi/press_office/news_helcom/en_GB/algae_blooms_2004/.
- HENDLER, R. (2005): Das Gesetz zur Einführung einer Strategischen Umweltprüfung. In: NVwZ 2005, 977 ff.
- HEUBECK, M. (2004): Black-legged Kittiwake *Rissa tridactyla*. In: Mitchell, P.I., Newton, S.F., Ratcliffe, N. et al. (Hrsg.): Seabird Populations of Britain and Ireland. London, 277-290.

- HILL, K., HÜPPOP, O., COPPACK, T. (2006): Behavioral responses of nocturnal migratns to artificial light: An experimental approach. In: Journal of Ornithology, Vol. 147, Suppl., 181.
- HISCOCK, K., SOUTHWARD, A., TITTLE, I. et al. (2004): Effects of Changing Temperature on Benthic Marine Life in Britain and Ireland. In: Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, Vol. 14, 333-362.
- HOOZEMANS, F.M.J. (1989): Het windklimaat ter hoogte van de Nederlandse kust over de periode 1907-1980. Nota: GWAO 89.010.
- HORSTMANN, U. (1996): Der Einfluß der Landwirtschaft auf die Eutrophierung. In: Lozán, J.L., Lampe, R., Matthäus, W. et al. (Hrsg.): Warnsignale aus der Ostsee. Berlin, 80-83.
- HÖTKER, H., THOMSEN, K.-M., KÖSTER, H. (2004): Auswirkungen regenerativer Energiegewinnung auf die biologische Vielfalt am Beispiel der Vögel und der Fledermäuse – Fakten, Wissenslücken, Anforderungen an die Forschung, ornithologische Kriterien zum Ausbau von regenerativen Energiegewinnungsformen. Michael-Otto-Institut im NABU, gefördert vom BfN, Förd.Nr. Z1.3-684 11-5/03. Endbericht.
- HÜBLER, K.H. (1984): Wirkungsanalysen und -prognosen in der Umweltpolitik - Zur Evaluierung umweltpolitischer Maßnahmen. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Wirkungsanalyse und Erfolgskontrolle in der Raumordnung. Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 154. Hannover.
- HUPFER, P., TINZ, B. (1996): Klima und Klimaänderungen. In: Lozán, J.L., Lampe, R., Matthäus, W. et al. (Hrsg.): Warnsignale aus der Ostsee. Berlin, 24-30.
- HÜPPOP, O., DIERSCHKE, J., EXO, K.-M. et al. (2006): Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. In: Ibis, Vol. 148, 90-109.
- HÜPPOP, O., EXO, K.-M., GARTHE, S. (2002): Empfehlungen für projektbezogene Untersuchungen möglicher bau- und betriebsbedingter Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf Vögel. In: Berichte zum Vogelschutz, Vol. 39, 77-94.
- HÜPPOP, O., HÜPPOP, K. (2003): North Atlantic Oscillation and Timing of Spring Migration in Birds. In: Proceedings of the Royal Society B, Vol. 270, 233-240.
- IMPEL (2002): Final Report of the IMPEL Project: Implementing Article 10 of the SEA Directive 2001/42/EC. Öko-Institut e.V., Darmstadt.
- INSTITUT FÜR OSTSEEFORSCHUNG WARNEMÜNDE (IOW) (2005): BeoFino Endbericht – Prozesse im Nahbereich der Piles – Ostsee.
- INSTITUT FÜR OSTSEEFORSCHUNG WARNEMÜNDE (IOW) (2005a): BeoFino Endbericht - Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf marine Organismen.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF MARINE AIDS TO NAVIGATION AND LIGHTHOUSE AUTHORITIES (IALA) (2004): IALA-Recommendation O-117 On The Marking of Offshore Wind Farms Edition 2, December 2004.
- INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGEN (IPCC) (Hrsg.) (1995): Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Cambridge.
- INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGEN (IPCC) (Hrsg.) (2001): Climate Change 2001. Synthesis Report. Cambridge.

- INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGEN (IPCC) (Hrsg.) (2001): Climate Change 2001. Third Assessment Report TAR.
- INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGEN (IPCC) (Hrsg.) (2007): Climate Change 2007. The Physical Science Basis? Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Genf.
- JARASS, H. (2005): Bundesimmissionsschutzgesetz - Kommentar. München.
- JARASS, H., PIEROTH, B. (2002): Grundgesetz - Kommentar. München.
- JELGERSMA, S., TOOLEY, M.J. (1993): Sea Level Changes during Recent Geological Past. In: State of the Art Report "Sea level rise and the consequences for hydrology and water management", prepared for the international workshop SEACHANGE 1993. RIKZ, Den Haag, 9-41.
- JELLMANN, J. (1977): Radarbeobachtungen zum Frühjahrszug über Nordwestdeutschland und die südliche Nordsee im April und Mai 1971. In: Die Vogelwarte, Vol. 29, 135-149.
- JELLMANN, J., VAUK, G. (1978): Untersuchungen zum Verlauf des Frühjahrszuges über der Deutschen Bucht nach Radarstudien und Fang- und Beobachtungsergebnissen auf Helgoland. In: Journal für Ornithologie, Vol. 119, 265-286.
- JENSEN, J., MUDERSBACH, C. (2004): Zeitliche Änderungen in den Wasserstandszeitreihen an den deutschen Küsten. Tagungsband Workshop: Klimaänderung und Küstenschutz, Universität Hamburg, 115-128.
- JENSEN, J., MÜGGE, H.E., SCHÖNFELD, W. (1990): Development of Water Level Changes in the German Bight – an Analysis Based on Single Value Time Series. Proceedings 22nd ICCE, Delft.
- JENSSEN, B.M. (1996): An Overview of Exposure to, and Effects of, Petroleum Oil and Organochlorine Pollution in Grey Seals (*Halichoerus grypus*). In: Science of the Total Environment, Vol. 186, 109-118.
- JESSEL, B. (1998): Landschaften als Gegenstand von Planung – Theoretische Grundlagen ökologisch orientierten Planens. Berlin.
- JESSEL, B., TOBIAS, K. (2002): Ökologisch orientierte Planung. Stuttgart.
- JOHANSSON, K., BERGBÄCK, B., TYLER, G. (2001): Impact of Atmospheric Long Range Transport of Lead, Mercury and Cadmium on the Swedish Forest Environment. In: Water, Air & Soil Pollution, Vol. 1, 279-297.
- JOUGHIN, I. (2006): Greenland Rumbles Louder as Glaciers Accelerate. In: Science, Vol. 311, 1719-1720.
- KENZLER, J. (2004): 11. Rostocker Gespräch zum Seerecht, Nutzungs- und Schutzkonflikte in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ). In: DVBl, 293-295.
- KIESS, N. (2004): Sichtbarkeit auftauchender Warmblüter in Abhängigkeit von exogenen Faktoren: Diplomarbeit im IfM-Geomar an der Universität Kiel.
- KNOGGE, T., SCHIRMER, M., SCHUCHARDT, B. (2004): Landscape-scale Socio-economics of Sea-level Rise. In: Ibis, Vol. 146 (Suppl. 1), 11-17.

- KOCH, H.-J., BORCHARDT, U., HAAG, F. (1998): Anlagenüberwachung im Umweltrecht – Zum Verhältnis von staatlicher Überwachung und Eigenkontrolle. Berlin.
- KOCH, H.-J., SCHEUING, D. H. (Hrsg.) (2004): Gemeinschaftskommentar zum Bundesimmissionsschutzgesetz - GK-BimSchG. Düsseldorf (Erg.-Lfg. 01/2004).
- KOCH, H.-J., ZIEHM, C. (2005): Hohe Mobilität – umweltgerechter Verkehr. In: ZUR, 406-413.
- KÖCK, W. (2004): Fachgesetzliche Verpflichtungen für eine Umweltberichterstattung in Kommunen im Überblick. In: Bunzel, A., Frölich, F., Tomerius, S. (Hrsg.): Monitoring und Bauleitplanung – neue Herausforderungen für Kommunen bei der Überwachung von Umweltauswirkungen. Berlin.
- KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1997): Energie für die Zukunft: Erneuerbare Energieträger – Weißbuch für eine Gemeinschaftsstrategie und Aktionsplan, KOM (97) 599 endg.
- KOPP, F., RAMSAUER, U. (2005): Verwaltungsverfahrensgesetz – Kommentar. München.
- KOPP, F., SCHENKE, W.-R. (2005): Verwaltungsgerichtsordnung – Kommentar. München.
- KÖPPEL, J., LANGENHELD, A., PETERS, W. et al. (2003): Anforderungen an die Umweltverträglichkeitsprüfung von Offshore-Windenergieanlagen gemäß UVPG in der Ausschließlichen Wirtschaftszone. Berlin.
- KREMER, H. (1990): Zur Situation der Wale in der Nordsee – unter besonderer Berücksichtigung des Schweinswales (*Phocoena phocoena* L.). In: Lozàn, J.L., Rachor, E., Watermann, B. et al. (Hrsg.): Warnsignale aus der Nordsee. Berlin, 330-349.
- KRÖNCKE, I., WIEKING, G. (2003): Klimatisch bedingte Veränderungen im Benthos der Nordsee. In: Lozàn, J.L., Rachor, E., Reise, K. et al. (Hrsg.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz. Wissenschaftliche Auswertungen. Hamburg, 172-175.
- KRÜGER, T., DIERSCHKE, J. (2006): The occurrence of Leach's Storm-petrel *Oceanodroma leucorhoa* in Germany. In: Vogelwelt, Vol. 127.
- KRÜGER, T., GARTHE, S. (2001): Flight altitude of coastal birds in relation to wind direction and speed. In: Atlantic Seabirds, Vol. 3, 203-216.
- KRÜGER, T., GARTHE, S. (2002): Vorkommen ausgewählter See- und Küstenvögel vor Wangerooge: Der Einfluss von Windrichtung und -stärke. In: Journal für Ornithologie, Vol. 143, 155-170.
- LANDMANN, R., ROHMER, G. (2006): Umweltrecht Band III: Sonstiges Umweltrecht. Loseblattsammlung. München.
- LANGSTON, R.H.W., PULLAN, J.D. (2004): Effect of wind farms on birds. Nature and environment, No. 139. Strasbourg.
- LEMOINE, N., BÖHNING-GAESE, K. (2003a): Potential Impact of Global Change on Species Richness of Long-distance Migrants. Vortrag auf dem European Science Foundation Workshop "Bird migration and climate change", 13.-15. März, Universität Konstanz.

- LEMOINE, N., BÖHNING-GAESE, K. (2003b): Potential Impact of Global Climate Change on Species Richness of Long-distance Migrants. In: Conservation Biology, Vol. 17, Nr. 2, 577-586.
- LEONHARD, B., PEDERSEN, J. (2004): Hard Bottom Substrate Monitoring Horns Rev Offshore Wind Farm. Annual Status Report 2003. Elsam Engineering.
- LEUSCHNER, C., SCHIPKA, F. (2004): Klimawandel und Naturschutz in Deutschland. Vorstudie. Abschlußbericht eines F+E-Vorhabens zur Erstellung einer Literaturstudie, FKZ 80383010, BfN-Skripten 115.
- LEVETT, R., THERIVAL, R. (2004): Strategic Environmental Assessment and Climate Change. Guidance for Practitioners. Unter: www.levett-therivel.fsworld.co.uk/climate.pdf.
- LIECHTI, F., BRUDERER, B., PAPROTH, H. (1995): Quantification of nocturnal bird migration by moonwatching: comparison with radar and infrared observations. In: Journal of Field Ornithology, Vol. 66, 457-652.
- LOTZE, H.K., LENIHAN, H.S., BOURQUE, B.J. et al. (2006): Depletion, Degradation, and Recovery Potential of Estuaries and Coastal Seas. In: Science, Vol. 312, 1806-1809.
- LOUIS, W. (2006): Die Strategische Umweltprüfung für Landschaftspläne. In: UPR, 285-289.
- LOZÁN, J.L., BRECKLING, P., FONDS, M. et al. (1994): Über die Bedeutung des Wattenmeeres für die Fischfauna und deren regionale Veränderung. In: Lozán, J.L., Rachor, E., Reise, K. et al. (Hrsg.): Warnsignale aus dem Wattenmeer. Berlin, 226-234.
- LOZÁN, J.L., RACHOR, E., REISE, K. et al. (Hrsg.) (2003): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz. Wissenschaftliche Auswertungen. Hamburg.
- LUDWIG, S., RISCH, D., WERNER, S. et al. (2004): Interkalibrierung verschiedener Methoden zur Erfassung von Schweinswalbeständen im Walschutzgebiet des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Teilprojekt 4. Endbericht des Verbundvorhabens MINOS, FKZ 0327520, gefördert durch das BMU (Stand: Oktober 2004).
- MACLEOD, C.D., BANNON, S.M., PIERCE, G.J. et al. (2005): Climate Change and the Cetacean Community of North-West Scotland. In: Biological Conservation, Vol. 124, 477-483.
- MACLEOD, C.D., SANTOS, M.B., REID, R.J. et al. (2006): Linking Sandeel Consumption and the Likelihood of Starvation in Harbour Porpoises in the Scottish North Sea: Could Climate Change Mean More Starving Porpoises? In: Biology Letters, doi:10.1098/rsbl.2006.0588.
- MADSEN, J. (2001): Spring migration strategies in pink-footed geese *Anser brachyrhynchus* and consequences for spring fattening and fecundity. In: Ardea, Vol. 89, 43-55.

- MAIER, K. (2004): Zur Steuerung von Offshore-Windenergieanlagen in der Ausschließlichen Wirtschaftszone. In: UPR, 103-108.
- MARCSTROM, V., MASCHER, J.W. (1979): Weights and Fat in Lapwings *Vanellus vanellus* and Oystercatchers *Haematopus ostralegus* Starved to Death during a Cold Spell in Spring. In: *Ornis Scandinavica*, Vol. 10, 235-240.
- MASTRANDREA, M.D., SCHNEIDER, S.H. (2001): Integrated Assessment of Abrupt Climatic Changes. In: *Climate Policy*, Vol. 1, 433-449.
- MATULLA, C., PENLAP, E.K., STORCH, H. VON (2002): Empirisches Downscaling - Überblick und zwei Beispiele. In: *Deutscher Wetterdienst: Klimastatusbericht 2002*. Offenbach.
- MAURER, H. (2006): *Allgemeines Verwaltungsrecht*. München.
- MCNICOL, D.K., MALLORY, M.L., VOGEL, H.S. (1995): Using Volunteers to Monitor the Effects of Acid Precipitation on Common Loon (*Gavia immer*) Reproduction in Canada: The Canadian Lakes Loon Survey. In: *Water, Air & Soil Pollution*, Vol. 85, 463-468.
- MEEKES, H.T.H.M. (1992): An Inventory of the Possible Effects of Climatic Change on Western Palearctic Migratory Birds. In: *Wetlands Ecology and Management*, Vol. 2, 31-36.
- MEYER, U., SCHÖNTHALER, K. (2004): Die Anwendung von Zielen und Indikatoren im Rahmen der ökosystemaren Umweltbeobachtung. In: Wiggering, H., Müller F. (Hrsg.): *Umweltziele und Indikatoren*. Berlin.
- MÖNNECKE, M. (2001): Evaluation der Planung. In: Fürst, D., Scholles, F. (Hrsg.): *Handbuch Theorien + Methoden der Raum- und Umweltplanung*. Dortmund.
- MONTEVECCHI, W.A. (2006): Influences of Artificial Light on Marine Birds. In: Rich, C., Longcore, T. (Hrsg.): *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Washington, 94-113.
- MORGAN, R.K. (2001): *Environmental Impact Assessment – a methodological perspective*. Dordrecht.
- MOURITSEN, K.N., TOMPKINS, D.M., POULIN, R. (2005): Climate Warming May Cause a Parasite-induced Collapse in Coastal Amphipod Populations. In: *Oecologia*, Vol. 146, 476-483.
- MURSWIEK, D. (2001): Das sogenannte Kooperationsprinzip – ein Prinzip des Umweltschutzes. In: *ZUR 2001*, 7 ff.
- NEBELSIECK, R. (2002): Die Genehmigung von Offshore-Windenergieanlagen in der AWZ - Rechtsgutachten. Hamburg.
- NEBELSIECK, R., SCHROTZ, J.-O. (2006): Europäisch gestärkte Anwälte der Natur. In: *ZUR 2006*, 122 ff.
- NEHLS, G., DIEDERICH, S., THIELTGES, D.W. et al. (2006): Wadden Sea Mussel Beds Invaded by Oysters and Slipper Limpets: Competition or Climate Control? In: *Helgoland Marine Research*, Vol. 60, 135-143.

- NEHLS, G., THIEL, M. (1993): Large-scale Distribution Patterns of the Blue Mussel (*Mytilus edulis*) in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein: Do Storms Structure the Ecosystem? In: Journal of Sea Research, Vol. 31, 181-187.
- NEHRING, D., AERTJEBERG, G. (1996): Verteilungsmuster und Bilanzen anorganischer Nährstoffe sowie Eutrophierung. In: Lozán, J.L., Lampe, R., Matthäus, W. et al. (Hrsg.): Warnsignale aus der Ostsee. Berlin, 61-69.
- NEHRING, S. (1998): Establishment of Thermophilic Phytoplankton Species in the North Sea: Biological Indicators of Climatic Changes? In: ICES Journal of Marine Sciences, Vol. 55, 818-823.
- NEIGEL, J.E. (2003): Species-area relationships and marine conservation. In: Ecological Applications, Vol. 13, 138-145.
- NERI (2003): Thermal Animal Detection System (TADS). Development of a Method for Estimating Collision Frequency of Migrating Birds at Offshore Wind Turbines. Technical report, no. 440. NERI, Department of Coastal Zone Ecology (Stand: März 2003).
- NEWTON, I. (2004): Population limitation in migrants. In: Ibis, Vol. 146, 197-226.
- NIEMEIJER, D. (2002): Developing Indicators for Environmental Policy: Data-driven and Theory-driven Approaches Examined by Example. In: Environmental Science and Policy, Vol. 5, 91-103.
- NIEMI, G.J., MCDONALD, M.E. (2004): Application of Ecological Indicators. In: Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, Vol. 35, 89-111.
- OBERTHÜR, S., OTT, H.E. (2000): Das Kyoto-Protokoll – Internationale Klimapolitik für das 21. Jahrhundert. Berlin.
- OREJAS, C., JOSCHKO, T., SCHRÖDER, A. et al. (2005): Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nord- und Ostsee (BeoFINO) im Auftrag des BMU. Endbericht Juni 2005.
- ORR, J.C., FABRY, V.J., AUMONT, O. et al. (2005): Anthropogenic Ocean Acidification over the Twenty-first Century and its Impact on Calcifying Organisms. In: Nature, Vol. 437, 681-686.
- OSPAR (2000a): Quality Status Report 2000. OSPAR Commission. London.
- OSPAR (2000b): Quality Status Report 2000. Region 2: Greater North Sea. OSPAR Commission. London.
- OSPAR (2005): Assessment of Trends in Atmospheric Concentration and Deposition of Hazardous Pollutants to the OSPAR maritime area. OSPAR Commission. London.
- OSPAR (2006): Report on North Sea Pilot Project on Ecological Quality Objectives. Biodiversity Series. OSPAR Commission. London.
- PARMESAN, C., YOHE, G. (2003): A Globally Coherent Fingerprint of Climate Change Impacts Across Natural Systems. In: Nature, Vol. 421, 37-42.
- PEINE, F.-J. (2003): Bodenschutz. In: Rengeling, H.-W. (Hrsg.): Handbuch zum europäischen und deutschen Umweltrecht, Band II, 1. Teilband. Köln.

- PERCIVAL, S.M. (2003): Birds and windfarms in Ireland: A review of potential issues and impact assessment.
- PETERS, H.-J., BALLA, S. (2006): Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung – Handkommentar. Baden-Baden.
- PHILIPPART, C.J.M., VAN AKEN, H.M., BEUKEMA, J.J. et al. (2003): Climate-related Changes in Recruitment of the Bivalve *Macoma balthica*. In: Limnology and Oceanography, Vol. 48, 2171-2185.
- PONS, 2006: Großwörterbuch Französisch. Stuttgart 2006.
- POOT, M., VAN BELLE, J., KRIJGSVELD, K. et al.(2006): Correcting detection loss in observations on bird migration with vertical marine surveillance radar. In: Journal of Ornithology, Vol. 147, Supplement, 232.
- PÖRTNER, H.-O. (2006): Auswirkungen von Temperaturerhöhung und CO₂-Eintrag auf die marine Biosphäre. Externe Expertise für das WBGU-Sondergutachten „Die Zukunft der Meere - zu warm, zu hoch, zu sauer“.
- PÖYSÄ, H. (2004): Ecological basis of sustainable harvesting: is the prevailing paradigm of compensatory mortality still valid? In: Oikos, Vol. 104, 612-615.
- PRALL, U. (2005): Offshore-Windparks in FFH-Gebieten – Der Konflikt zwischen Klima- und Naturschutz am Beispiel des Entzugs der Vergütungsprivilegierung in § 10 Abs. 7 EEG. In: ZNER 2005, 26 ff.
- RADACH, G., SCHÖNFELD, W., LENHART, H. (1990): Nährstoffe in der Nordsee – Eutrophierung, Hypertrophierung und deren Auswirkungen. In: Lozàn, J.L., Rachor, E., Watermann, B. et al. (Hrsg.): Warnsignale aus der Nordsee. Berlin, 48-75.
- RAMSAUER, U., BIEBACK, K. (2002): Planfeststellung von privatnützigen Vorhaben. In: NVwZ, 277 ff.
- RAUTENBERG, T. (2005): Monitoring im Baugesetzbuch. In: NVwZ 2005, 1009 ff.
- REBENTISCH, M. (2003): Überwachung, Kontrolle, Berichtspflichten. In: Rengeling, H.-W. (Hrsg.): Handbuch zum europäischen und deutschen Umweltrecht, Band I Allgemeines Umweltrecht. Köln.
- REID, C.P., EDWARDS, M., HUNT, H.G. et al. (1998): Phytoplankton Change in the North Atlantic. In: Nature, Vol. 391, 546.
- REIJNDERS, P.J.H., RIES, E.H., TRAUT, I.M. (1990): Robbenbestände. In: Lozàn, J.L., Rachor, E., Watermann, B. et al. (Hrsg.): Warnsignale aus der Nordsee. Berlin, 320-324.
- REISE, K. (2005): Coast of Change: Habitat Loss and Transformations in the Wadden Sea. In: Helgoland Marine Research, Vol. 59, 9-21.
- REISE, K., OLENIN, S., THIELTGES, D. (2006a): Editorial. In: Helgoland Marine Research, Vol. 60, 75-76.
- REISE, K., OLENIN, S., THIELTGES, D. (2006b): Are Aliens Threatening European Aquatic Coastal Ecosystems? In: Helgoland Marine Research, Vol. 60, 77-83.
- RENGELING, H.W. (2000): Handel mit Treibhausgasen. In: DVBI, 1725 ff.

- RESHÖFT, J., STEINER, S., DREHER, J. (2005): Erneuerbare-Energien-Gesetz – Handkommentar. Baden Baden.
- RICHARDSON, W.J., GREEN, C.R., MALME, C.I. et al. (1995): Marine mammals and noise. London.
- RIEDEL, V., DURANTE, F., NEUMANN, T. et al. (2005): Das erste Messjahr auf der FINO1-Plattform in der Nordsee – Auswertung und Analyse des Windprofils und Abschätzung des statistischen Langzeitmittels. In: DEWI-Magazin, Vol. 26, 37-48.
- RIGNOT, E., KANAGARATNAM, P. (2006): Changes in the Velocity Structure of the Greenland Ice Sheet. In: Science, Vol. 311, 986-990.
- RITTER, E.-H. (2005): Planungscontrolling: Konsequenz aus der Pflicht zur Strategischen Umweltprüfung. In: DÖV, 929 ff.
- ROBERTS, J.M., WHEELER, A.J., FREIWALD, A. (2006): Reefs of the Deep: The Biology and Geology of Cold-water Coral Ecosystems. In: Science, Vol. 312, 543-547.
- RODER, M. (2003): Monitoring nach Art. 10 der SUP-Richtlinie. In: Hendler, R., Marburger, P., Reinhardt, M. et al. (Hrsg.): Die strategische Umweltprüfung (sog. Plan.UVP) als neues Instrument des Umweltrechts. Berlin.
- RODER, M. (2004a): Monitoring nach Art. 10 SUP-Richtlinie. In: Hendler, R., Marburger, P., Reinhardt, M. et al. (Hrsg.): Die strategische Umweltprüfung (sog. Plan-UVP) als neues Instrument des Umweltrechts. Berlin, 225 ff.
- RODER, M. (2004b): Anforderungen der SUP-Richtlinie an ein Monitoring für Pläne und Programme. In: Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.): Monitoring und Bauleitplanung – neue Herausforderung für Kommunen bei der Überwachung von Umweltauswirkungen. Berlin, 11 ff.
- ROYAL SOCIETY (2005): Ocean Acidification Due to Increasing Atmospheric Carbon Dioxide. Report of 30 June 2005. Unter: <http://www.royalsoc.ac.uk/document.asp?id=3249>.
- RUNGE, K. (1998): Die Umweltverträglichkeitsuntersuchung: Internationale Entwicklungstendenzen und Planungspraxis. Berlin.
- RUSS, G.R., STOCKWELL, B., ALCALA, A.C. (2005): Inferring versus measuring rates of recovery in no-take marine reserves. In: Marine Ecology Progress Series, Vol. 292, 1-12.
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (SRU) (2004): Meeresumweltschutz für Nord- und Ostsee. Sondergutachten, Drucksache 15/2626 (Stand 24.02.2004).
- SCHEIDAT, M., GILLES, A., LEHNERT, K. et al. (2003): Erfassung von Meeressäugetieren in der deutschen AWZ der Nordsee. Endbericht für das Bundesamt für Naturschutz. F+E Vorhaben FKZ: 802 85 250.
- SCHEIDAT, M., SIEBERT, U. (2003): Aktueller Wissensstand zur Bewertung von anthropogenen Einflüssen auf Schweinswale in der deutschen Nordsee. In: Seevögel, Zeitschrift Verein Jordsand, Vol. 24, Nr. 3, 50-60.

- SCHEUHAMMER, A.M., BLANCHER, P.J. (1994): Potential Risk to Common Loons (*Gavia immer*) from Methylmercury Exposure in Acidified Lakes. In: *Hydrobiologia*, Vol. 279-280, 445-455.
- SCHEUHAMMER, A.M., WONG, A.H.K., BOND, D. (1998): Mercury and Selenium Accumulation in Common Loons (*Gavia immer*) and Common Mergansers (*Mergus merganser*) from Eastern Canada. In: *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 17, 187-201.
- SCHINK, A. (2005): Umweltprüfung für Pläne und Programme – Verfahrensanforderungen. In: *NuR*, 143 ff.
- SCHIRMER, M. (2006): Klimafolgen und Klimafolgenanpassung – dargestellt am Beispiel der norddeutschen Küstenregion. Vortrag auf den Hamburger Klimatagen am 12. - 13. Mai 2006.
- SCHLEMMERMEIER, B., SCHWINTOWSKI, H.-P. (2006): Das deutsche Handelssystem für Emissionszertifikate: Rechtswidrig? In: *ZNER 2006*, 195 ff.
- SCHLÜNZEN, K.H. (1994): Atmosphärische Einträge von Nähr- und Schadstoffen. In: Lozàn, J.L., Rachor, E., Reise, K. et al. (Hrsg.): *Warnsignale aus dem Wattenmeer*. Berlin, 45-48.
- SCHMIDT, A. (2006): Klimaschutz in der Bauleitplanung nach dem BauGB 2004. In: *NVwZ 2006*, 1354 ff.
- SCHMIDT, H. (1999): 120 Jahre geostrophischer Wind in der Deutschen Bucht. In: *Deutsche IDNDR-Reihe*, Vol. 7, 20-23.
- SCHMIDT-EICHSTÄDT, E. (2003): Die Richtlinie zur strategischen Umweltprüfung aus kommunaler Sicht. In: Hendlar, R., Marburger, P., Reinhardt, M. et al. (Hrsg.): *Die strategische Umweltprüfung (sog. Plan-UVP) als neues Instrument des Umweltrechts*. Berlin.
- SCHOMERUS, T., BUSSE, J. (2005a): Strategische Umweltprüfung bei planerischen Ausweisungen für Offshore-Windparks in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ). In: *NordÖR*, 57 ff.
- SCHOMERUS, T., BUSSE, J. (2005b): Zur Umsetzung der SUP-Richtlinie in das deutsche Recht. In: *NordÖR*, 398 ff.
- SCHOMERUS, T., RUNGE, K., NEHLS, G. et al. (2006): *Strategische Umweltprüfung für die Offshore-Windenergienutzung. Grundlagen ökologischer Planung beim Ausbau der Offshore-Windenergie in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone*. Hamburg.
- SCHOMERUS, T. (2006): Energieversorgungsunternehmen – informationspflichtige Stellen nach dem Umweltinformationsrecht? In: *ZNER 2006*, 223 ff.
- SCHRAMA, T., POOT, M., ROBB, M. et al. (2006): Automated recording, detection and identification of nocturnal flight calls: Results of a pilot study during autumn migration in the Netherlands. In: *Journal of Ornithology*, Vol. 147, Supplement, 248.
- SCHRÖDTER, W. (2004): Umweltprüfung und Umweltüberwachung in der Bauleitplanung. In: *NordÖR*, 317 ff.

- SCHUCHARDT, B., SCHIRMER, M. (2005): Klimawandel und Küste – Die Zukunft der Unterweserregion. Berlin.
- SCHWARZ, N. (2003): Das Spannungsverhältnis von Meeresschutzgebieten und Eigungsgebieten in der Ausschließlichen Wirtschaftszone. Berlin.
- SCHWEMMER, P., GARTHE, S. (2004): At-sea distribution and behaviour of a surface-feeding seabird, the lesser black-backed gull *Larus fuscus*, and its association with different prey. In: Marine Ecology Progress Series, Vol. 285, 245-258.
- SERAFIN, R., NELSON, G., BUTLER, R. (1992): Post Hoc Assessment in Resource Management and Environmental Planning. In: Environmental Impact Assessment Review, Vol. 12, 271-294.
- SHUMWAY, S.E., ALLEN, S.M., BOERSMA, P.D. (2003): Marine Birds and Harmful Algal Blooms: Sporadic Victims or Under-reported Events? In: Harmful Algae, Vol. 2, 1-17.
- SIEFERT, W. (1984): North Sea Tide and Storm Surge Investigation. In: Proceedings 19th ICCE, ASCE, New York, 1749-1764.
- SKOV, H., PRINS, E. (2001): Impact of estuarine fronts on the dispersal of piscivorous birds in the German Bight. Marine Ecology Progress series, Vol. 214, 279-287.
- SKRE, O., BAXTER, R., CRAWFORD, R.M. et al. (2002): How Will the Tundra-taiga Interface Respond to Climate Change? In: Ambio Special Report, Vol. 12, 37-46.
- SMEDDINCK, U. (2004a): Gesetzesfolgenabschätzung und Umweltverträglichkeitsprüfung – Zur Evaluierung des UVP-Gesetzes. In: DÖV, 103 ff.
- SMEDDINCK, U. (2004b): Mehr Umweltschutz nach Schweizer Vorbild? – Für einen Evaluierungsartikel im Grundgesetz. In: Brandt, E., Smeddinck, U. (Hrsg.): Grundgesetz und Umweltschutz. Berlin.
- SMEETS, E., WETERINGS, R. (1999): Environmental indicators: Typology and overview. European Environmental Agency Technical report No 25. Copenhagen.
- SOMMER, A. (2005): Strategische Umweltprüfung – Vom Untersuchungsrahmen zur Erfolgskontrolle. Wien.
- SPARWASSER, R., ENGEL, R., VOßKUHLE, A. (2003): Umweltrecht. Heidelberg.
- STEIN, W. (2004): Entwurf des Merkblatts zur SUP von Plänen und Programmen im Verkehrssektor. Vortrag auf dem 7. UVP-Kongress der UVP-Gesellschaft 6.-9.10.2004 in Potsdam.
- STENGEL, T., ZIELKE, W. (1994): Der Einfluss eines Meeresspiegelanstiegs auf Gezeiten und Sturmfluten in der Deutschen Bucht. In: Die Küste, Vol. 56, 93-117.
- STOCK, M., STROTMANN, J.M., WITTE, H. et al. (1987): Jungvögel sterben in harten Wintern zuerst: Winterverluste beim Austernfischer. In: Journal für Ornithologie, Vol. 128, 325 - 332.
- STRASSER, M. (2002): Reduced Epibenthic Predation on Intertidal Bivalves after a Severe Winter in the European Wadden Sea. In: Marine Ecology Progress Series, Vol. 241, 113-123.
- STRASSER, M., GUENTHER, C.-P. (2001): Larval Supply of Predator and Prey: Temporal Mismatch Between Crabs and Bivalves after a Severe Winter in the Wadden Sea. In: Journal of Sea Research, Vol. 46, 57-67.

- STREIF, H. (1989): Barrier Islands, Tidal Flats, and Coastal Marshes Resulting from a Relative Rise in Sea Level in East Frisia on the German North Sea Coast. In: Proceedings KNGMG Symposium „Coastal Lowlands, Geology and Geotechnology“, Kluwer Academic Publishers Dordrecht, 213-223.
- STÜER, B., SAILER, A. (2004): Monitoring in der Bauleitplanung. In: BauR, 1392 ff.
- THERIVEL, R. (2004): Strategic Environmental Assessment in Action. Earthscan, London.
- THIELTGES, D.W., STRASSER, M., VAN BEUSEKOM, J.E.E. et al. (2004): Too Cold to Prosper – Winter Mortality Prevents Population Increase of the Introduced American Slipper Limpet *Crepidula fornicata* in Northern Europe. In: Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, Vol. 311, 375-391.
- THIELTGES, D.W., STRASSER, M., REISE, K. (2003): The American Slipper-limpet *Crepidula fornicata* (L.) in the Northern Wadden Sea 70 Years after its Introduction. In: Helgoland Marine Research, Vol. 57, 27-33.
- THOMAS, C.D., CAMERON, A., GREEN, R.E. et al. (2004): Extinction Risk from Climate Change. In: Nature, Vol. 427, 145-148.
- THOMAS, C.D., FRANCO, A.M.A., HILL, J.K. (2006): Range Retractions and Extinction in the Face of Climate Warming. In: Trends in Ecology and Evolution, Vol. 21, 415-416.
- THOMSEN, F., LACZNY, M., PIPER, W. (2004): Methodik zur Erfassung von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) und anderen marinen Säugern mittels Flugtransekt-Zählungen. In: Seevögel, Zeitschrift Verein Jordsand, Vol. 25, Nr. 1, 3-12.
- THOMSEN, F., LÜDEMANN, K., KAFERMANN, R. et al. (2006): Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish. Biola, Hamburg, Bericht im Auftrag von Cowrie Ltd.
- THOMSEN, F., PIPER, W. (2004): Methodik zur Erfassung von Schweinswalen (*Phocoena phocoena*) mittels Klickdetektoren (T-PODs). In: Natur- und Umweltschutz, Zeitschrift Mellumrat, Vol. 3, Nr. 2, 47-52.
- TINZ, B. (1995): Untersuchung der Eisverhältnisse der Ostsee und deren Zusammenhang mit Klimaschwankungen. Spezialarb. Arbeitsgruppe Klimaforschung der Humboldt-Universität zu Berlin Nr. 10.
- TOUGAARD, J., CARSTENSEN, J., TEILMANN, J. et al. (2005): Effects of the Nystedt Offshore Wind Farm on harbour porpoises – Annual status report for the T-POD monitoring program. Technical Report to Energi E2 A/S. NERI Technical Report July 2005.
- TRAUTNER, J. (2005): Methodisch-fachliche Fragen der Bewertung von Beeinträchtigungen geschützter Arten – Implikationen für die Umwelthaftung. In: Naturschutzrecht in Recht und Praxis, Vol. 1, 67-72.
- TRAUTNER, J., KOCKELKE, K., LAMBRECHT, H. et al. (2006): Geschützte Arten in Planungs- und Zulassungsverfahren. Norderstedt.

- TRAUTNER, J., LAMBRECHT, H. (2005): Ermittlung der Erheblichkeit von Beeinträchtigungen bei FFH-VPs und Umgang mit geschützten Arten. In: Michenfelder, A., Crecelius, M. (Hrsg.): Strategische Umweltprüfung (SUP): Neue Anforderungen an die Planungspraxis in der Bauleitplanung. Beiträge der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg, Vol. 41. Stuttgart, 218-244.
- TROST, F. (2004): Analyse des Schwimm- und Tauchverhaltens zur Korrektur von Flugzeugzählungen auf See. Diplomarbeit am IfM-Geomar an der Universität Kiel.
- TUCK, G.N., POLACHEK, T., CROXALL, J.P. et al. (2001): Modelling the impact of fishery by-catches on albatross populations. In: Journal of Applied Ecology, Vol. 28, 1182-1196.
- UEBBING, C. (2004): Umweltprüfung bei Raumordnungsplänen: Eine Untersuchung zur Umsetzung der Plan-UP-Richtlinie in das Raumordnungsrecht. Beiträge zur Raumplanung und zum Siedlungs- und Wohnungswesen, Bd. 216. Münster.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2002): Luftreinhaltung 2010 - Nationales Programm zur Einhaltung von Emissionshöchstwerten für bestimmte Luftschadstoffe nach der Richtlinie 2001/81/EG (NEC-RL). Text 37/02. Dessau.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2005): Daten zur Umwelt. Der Zustand der Umwelt in Deutschland. Ausgabe 2005. Dessau.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2005): Daten zur Stromerzeugung in Deutschland. Unter: <http://www.env-it.de/umweltdaten/public/theme.do?nodelent=2324> (Stand 14.12.2005).
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2006): Künftige Klimaänderungen in Deutschland – Regionale Projektionen für das 21. Jahrhundert. Hintergrundpapier April 2006. Dessau.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (2007): Umweltdaten Deutschland. Nachhaltig wirtschaften – Natürliche Ressourcen und Umwelt schonen. Ausgabe 2007. Dessau
- UMWELTBUNDESAMT (UBA), BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (Hrsg.) (2001): Handbuch Umweltcontrolling. München.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (2005): Greenhouse Gas Emissions Data for 1990 – 2003 submitted to the United Nations Framework Convention on Climate Change – Key GHG data. Bonn.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE - SECRETARIAT (2006): Press release 10.12.2005.
- UNIVERSITÄT SAARLAND (2005): Fossile Kraftwerke hoher Effizienz. Unter: http://www.uni-saarland.de/fak7/fze/AKE_Archiv/DPG2005_Klimastudie_bunt/03%20Breyer-Fossile-Kraftw_bunt.doc (Stand 10.12.2005).
- VAN DER MEER, J., CAMPHUYSEN, C.J. (1996): Effect of observer differences on abundance estimates of seabirds from ship-based transect surveys. In: Ibis, Vol. 138, 433-437.

- VOß, A. (2001): Liberalisierung und nachhaltige Energieversorgung: Perspektiven der Kernenergie und der erneuerbaren Energien. Universität Stuttgart.
- WAHLBERG, M., WESTERBERG, H. (2005): Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. In: Marine Ecology Progress Series, Vol. 288, 295-309.
- WAKONIG, H. (2005): Die Umweltverträglichkeitsprüfung im deutschen und chilenischen Recht. Baden Baden.
- WALTER, G., MATTHES, H., JOOST, M. (2005): Fledermausnachweise bei Offshore-Untersuchungen im Bereich von Nord- und Ostsee. In: Natur- und Umweltschutz, Vol. 4, 8-12.
- WALTHER, G.-R., POST, E., CONVERY, P. et al. (2002): Ecological Responses to Recent Climate Change. In: Nature, Vol. 416, 389-395.
- WALTON, M.J. (1997): Population structure of harbour porpoises *Phocoena phocoena* in the seas around the UK and adjacent waters. In: Proceedings of the Royal Society of London B, Vol. 264, 89-94.
- WANG, J.Y., BERGGREN, P. (2004): Mitochondrial DNA analysis of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in the Baltic Sea, the Kattegat-Skagerrak Seas and off the west coast of Norway. In: Marine Biology, Vol. 127, 531-537.
- WANLESS, S., HARRIS, M.P., REDMAN, P. et al. (2005): Low Energy Values of Fish as a Probable Cause of a Major Seabird Breeding Failure in the North Sea. In: Marine Ecology Progress Series, Vol. 294, 1-8.
- WARD, J.R., LAFFERTY, K.D. (2004): The Elusive Baseline of Marine Disease: Are Diseases in Ocean Ecosystems Increasing? In: PLoS Biology, Vol. 2, Nr. 4, 120.
- WATKINSON, A.R., GILL, J.A., HULME, M. (2004): Flying in the Face of Climate Change: A Review of Climate Change, Past, Present and Future. In: Ibis, Vol. 146 (Suppl. 1), 4-10.
- WEHRMANN, A., SCHMIDT, A. (2005): Die Einwanderung der Pazifischen Auster in das Niedersächsische Wattenmeer. WWF Deutschland. Frankfurt/Main.
- WEIHRICH, D. (2001): Der Entwurf zur Novelle des BNatSchG vom Mai 2001. In: ZUR, 387 ff.
- WEISSE, R., ROSENTHAL, W. (2003): Szenarien zukünftiger, klimatisch bedingter Entwicklungen der Nordsee. In: Lozán, J.L., Rachor, E., Reise, K. et al. (Hrsg.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer - Eine aktuelle Umweltbilanz. Hamburg, 51-56.
- WESER (2003): Modell WEsER. Unter: www.weser-modell.de (Stand: 10.12.2005).
- WESLEY ANDERSEN, L., RUZZANTE, D.E., WALTON, M. et al. (2001): Conservation genetics of harbour porpoises, *Phocoena phocoena*, in eastern and central North Atlantic. In: Conservation Genetics, Vol. 2, 309-324.
- WESTERNHAGEN, H. VON, DETHLEFSEN, V. (2003): Änderung der Artenzusammensetzung in Lebensgemeinschaften der Nordsee. In: Lozán, J.L., Rachor, E., Reise, K. et al. (Hrsg.): Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer. Eine aktuelle Umweltbilanz. Wissenschaftliche Auswertungen. Hamburg, 161-168.

- WICKHAM, D.A. (1973): Attracting and Controlling Coastal Pelagic Fish with Nightlights. In: Transactions of the American Fisheries Society, Vol. 102, 816-825.
- WIEKING, G., KRÖNCKE, I. (2001): Decadal Changes in Macrofaunal Communities on the Dogger Bank Caused by Large-scale Climate Variability. In: Kröncke, I., Türkay, M., Sündermann, J. (Hrsg.): Burning Issues of North Sea Ecology. Proceedings of the 14th International Senckenberg Conference 'North Sea 2000'. Senckenbergiana maritima, Vol. 31, 125-141.
- WIGGELINKHUIZEN, E.J., RADEMAKERS, L.W.M.M., BARHORST, S.A.M. et al. (2006): WT-Bird: Bird collision recording for offshore wind farms. Report presented at the European Wind Energy Conference, 27.02.-02.03.2006, Athens. Energy research Centre of The Netherlands (ECN).
- WILHELMSSON, D., MALM, T., ÖHMAN, M.C. (2006): The influence of offshore wind-power on demersal fish. In: ICES Journal of Marine Science, Vol. 63, 775-784.
- WILTSHIRE, K.H., MANLY, B.F.J. (2004): The Warming Trend at Helgoland Roads, North Sea: Phytoplankton Response. In: Helgoland Marine Research, Vol. 58, 9-273.
- WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELT-VERÄNDERUNGEN (WBGU) (2006): Die Zukunft der Meere - zu warm, zu hoch, zu sauer. Sondergutachten erarbeitet von Schubert, R., Schellnhuber, H.-J., Buchmann, N. et al. Berlin.
- WITBAARD, R. (1996): Growth Variations in *Arctica islandica* L. (Mollusca): a Reflection of Hydrography-related Food Supply. In: ICES Journal of Sea Research, Vol. 53, 981-987.
- WITTHOHN, A. (2005): Förderregelungen für erneuerbare Energien im Lichte des europäischen Wirtschaftsrechts. Berlin.
- WOLF, R. (2005): Grundfragen einer Raumordnung für die Ausschließliche Wirtschaftszone. In: ZUR, 176 ff.
- WOOD, C. (1995): Environmental Impact Assessment: A Comparative Review. Harlow.
- YOUNG, E.F., BIGG, G.R., GRANT, A. (1996): A Statistical Study of Environmental Influences on Bivalve Recruitment in the Wash, England. In: Marine Ecology Progress Series, Vol. 143, 121-129.
- ZIELKE, W., HOYME, H., KÜCK, F. (1997): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Wasserstände und Windverhältnisse an der deutschen Nordseeküste, Teilgebiet: Auswirkungen veränderter Windverhältnisse auf die Wasserstände. Abschlussbericht des ISER der TU Hannover zum BMBF-Projekt Nr.: 03F0141A, (unveröffentlicht).
- ZUCCO, C., MERCK, T. (2004): Ökologische Effekte von Offshore-Windkraftanlagen. In: Naturschutz und Landschaftsplanung, Vol. 36, 261-269.