

Forschungsvorhaben
im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

**Vorbereitung und Begleitung der
Erstellung des
Erfahrungsberichtes 2007
gemäß § 20 EEG**

Forschungsbericht

Projektleitung:

**Prof. Dr. Frithjof Staiß, Maïke Schmidt,
Dr. Frank Musiol**

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW)

November 2007



FICHTNER



Verantwortlich für die Bearbeitung der Einzelkapitel:



Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
Fachgebiet Systemanalyse
Industriestr. 6
70565 Stuttgart

Projektleitung:
Prof. Dr. Frithjof Staiß

frithjof.staiss@zsw-bw.de
0711/7870-210

Maike Schmidt

Maike.Schmidt@zsw-bw.de
0711/7870-232

Dr. Frank Musiol

Frank.Musiol@zsw-bw.de
0711/7870-217



Fichtner GmbH & Co. KG
Sarweystraße 3
70191 Stuttgart

Birgit Jahraus

JahrausB@fichtner.de
0711/8995-1823

Hans-Friedrich Wülbeck

WuelbeckH@fichtner.de
0711/8995-0



Deutsche WindGuard GmbH
Oldenburger Str. 65
26316 Varel

Dr. Knud Rehfeldt

k.rehfeldt@windguard.de
04451/9515-0



Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES)
Altenkesselerstr. 17 Gebäude A1
66115 Saarbrücken

Juri Horst

horst@izes.de
0681/9762-837

Dr. Uwe Leprich

leprich@izes.de



GtV-Service GmbH
Gartenstraße 36
49744 Geeste

Werner Bußmann

Geothermische-Vereinigung@t-online.de
05907 / 545



Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR)
Grevener Str. 75
48159 Münster

Dr. Norbert Allnoch

allnoch@iwr.de

Ralf Schlusemann

schlusemann@iwr.de
0251 / 23946-12

Bernd Kleinmanns

Kleinmanns@iwr.de
0251 / 23946-13



Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH (WI)
Döppersberg 19
42103 Wuppertal

Dr. Manfred Fishedick

manfred.fishedick@wupperinst.org

Frank Merten

frank.merten@wupperinst.org
0202/2492-126



Bosch & Partner GmbH (B&P)
Lister Damm 1
30163 Hannover

Dr. Dieter Günnewig

d.guennewig@boschpartner.de
0511/390891-81

Dr. Thomas Wachter

t.wachter@boschpartner.de
0511/390891-83

Inhaltsverzeichnis

1	Gemeinsames Analyseraster (Fichtner)	11
1.1	Methodik der Kosten- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	11
1.1.1	Generelles zur Vorgehensweise	11
1.1.2	Methodik zur Ermittlung der Stromgestehungskosten	12
1.1.3	Allgemeine Ansätze zur Ermittlung der Kosten und der Erlöse	14
1.1.4	Basisdaten, Randbedingungen und Kostenansätze	15
1.2	Modellfälle für die Kosten- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	16
1.2.1	Modellfälle Wasserkraft	16
1.2.2	Modellfälle Biomasse	17
1.2.3	Modellfälle Deponiegas, Grubengas, Klärgas	20
1.2.4	Modellfälle Geothermie	21
1.2.5	Modellfälle Windenergie	23
1.2.6	Modellfälle Photovoltaik	24
1.3	Methodik zur Ermittlung der vermiedenen CO ₂ -Emissionen	27
1.4	Methodik zur Ermittlung externer Kosten	35
1.5	Methodik zur Ermittlung der Differenzkosten der nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz geförderten Stromerzeugung	38
1.6	Quellenverzeichnis	39
2	Stromerzeugung aus Wasserkraft (§ 6 EEG) (Fichtner)	40
2.1	Stand der Markteinführung	40
2.2	Verfahren der Wasserkraftnutzung zur Stromerzeugung	41
2.2.1	Theoretische Grundlagen	41
2.2.2	Leistungsplan, Ausbaugrad und Regelarbeitsvermögen	42
2.2.3	Turbinentechnik	44
2.2.4	Sonstige	49
2.3	Stand der Nutzung	50
2.3.1	Anlagenbestand	50
2.3.2	Stromerzeugung	57
2.3.3	Entwicklungen bei Neubau, Modernisierung und Verbesserung des ökologischen Zustandes	58
2.3.4	Marktteilnehmer	61
2.4	Wirtschaftlichkeit der Stromerzeugung aus Wasserkraft	62
2.4.1	Methodik zur Ermittlung der Stromerzeugungskosten	62
2.4.2	Stromerzeugungskosten aus Laufwasserkraftwerken	66
2.5	Analyse und Bewertung der Regelungen des EEG im Bereich der Stromerzeugung aus Wasserkraft	72
2.5.1	Regelungen des § 3 EEG	72
2.5.2	Regelungen des § 6, Absatz 1,2,3 EEG	72

2.5.3	Vergütungsregelungen des § 6.....	76
2.5.4	Regelungen des § 12 und des § 21, Absatz 1 zweiter Anstrich EEG.....	79
2.5.5	Regelungen des § 15 EEG.....	80
2.6	Quellenverzeichnis:.....	81
3	Stromerzeugung aus Deponie-, Klär- und Grubengas (§ 7 EEG) (IWR).....	82
3.1	Zusammenfassung und Überblick.....	82
3.2	Marktanalyse – Bestandsaufnahme der Deponie-, Klär- und Grubengasnutzung.....	85
3.2.1	Marktentwicklung und Stromerzeugung aus Deponie-, Klär- und Grubengas gemäß § 7 EEG.....	85
3.2.2	Zu den EEG-Vergütungsregelungen gemäß § 7 EEG.....	89
3.2.3	Aspekte und Besonderheiten bei der Finanzierung von § 7 EEG-Vorhaben.....	90
3.2.4	Marktperspektiven Deponie-, Klär- und Grubengasnutzung.....	99
3.2.5	Anpassungs-/Änderungsbedarf bzw. –vorschläge bezüglich des EEG.....	100
3.3	Zum Stand alternativer Vermarktungsstrategien.....	103
3.3.1	Renewable Energy Certificate System (RECS).....	104
3.3.2	Mechanismen des Kyoto-Protokolls: CDM- und JI- Projekte.....	105
3.4	Quellenverzeichnis:.....	106
4	Stromerzeugung aus Biomasse (§ 8 EEG) (FICHTNER).....	107
4.1	Kurzüberblick.....	107
4.1.1	Stand der Markteinführung der Stromerzeugung aus Biomasse.....	107
4.1.2	Wirtschaftlichkeit der Stromerzeugung aus Biomasse.....	107
4.1.3	Analyse und Bewertung der Regelungen des EEG im Bereich der Stromerzeugung aus Biomasse.....	108
4.2	Stand der Markteinführung der Stromerzeugung aus Biomasse (EEG-Anlagen).....	109
4.2.1	Stromerzeugung aus biogenen Festbrennstoffen.....	112
4.2.2	Stromerzeugung aus Biogas, Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz.....	121
4.2.3	Stromerzeugung aus flüssigen Bioenergieträgern.....	126
4.3	Überblick über den Stand der Nutzung von Biomassen in Stromerzeugungsanlagen, die nicht den Regelungen des EEG unterliegen.....	130
4.4	Wirtschaftlichkeit der Stromerzeugung aus Biomasse.....	130
4.4.1	Methodik zur Ermittlung der Stromerzeugungskosten, wirtschaftliche Randbedingungen.....	130

4.4.2	Stromerzeugungskosten von Anlagen zur Verstromung biogener Festbrennstoffe.....	132
4.4.3	Stromerzeugungskosten von Biogasanlagen.....	136
4.4.4	Stromerzeugungskosten von Anlagen zur Verstromung flüssiger Bioenergieträger.....	142
4.5	Analyse und Bewertung der Regelungen des EEG im Bereich der Stromerzeugung aus Biomasse	146
4.5.1	Zusammenfassende Aussagen zu den Wirkungen des EEG	146
4.5.2	Generelle Bewertung des EEG im Bereich Biomasse.....	148
4.5.3	Regelungen des § 3 (Begriffbestimmungen) und des § 5 (Vergütungspflicht).....	151
4.5.4	Regelungen des § 8, Absatz 1 (Basisvergütung) in Verbindung mit Absatz 5 (Degressionsregelung).....	154
4.5.5	Regelungen des § 8, Absatz 2 EEG ("NawaRo- Bonus")	156
4.5.6	Regelungen des § 8, Absatz 3 ("KWK-Bonus")	159
4.5.7	Regelungen des § 8, Absatz 4 ("Technologie- Bonus")	162
4.5.8	Regelungen des § 8, Absatz 7 (Biomasse- Definition).....	164
4.5.9	Regelung des § 20, Absatz 2 und der Wirksamkeit von Betreiberbefragungen	165
4.6	Quellenverzeichnis	167
5	Stromerzeugung aus Geothermie (§ 9 EEG) (Geothermische Vereinigung).....	169
5.1	Potenziale der Geothermie in Deutschland: Allgemeiner Überblick	169
5.2	Stand der Nutzung Wärmebereich	176
5.3	Stand der Entwicklung Stromerzeugung	177
5.3.1	Vorentwicklung	177
5.3.2	Bestehende Anlagen: Neustadt-Glewe	178
5.3.3	Anlagen im Bau	180
5.3.4	Konzessionsgebiete Süddeutschland	185
5.3.5	Akteure	186
5.4	Stromgestehungskosten.....	187
5.5	EEG-initiierte Entwicklungen	187
5.5.1	Technologie	187
5.5.2	Unternehmen, Märkte, Arbeitsplätze.....	190
5.5.3	Internationale Stellung, Export.....	193
5.6	Marktenwicklung, Markthemmnisse.....	196
5.6.1	Finanzierungen	196
5.6.2	Bohrpreise, Verfügbarkeit von Bohrgeräten, Stahlpreise.....	197
5.6.3	Absicherung geologischer Risiken.....	198
5.6.4	Forschung (EGS).....	198

5.7	Schlussfolgerungen	199
5.7.1	KWK-Bonus	199
5.7.2	Petrogeothermiebonus (HDR/EGC).....	201
5.7.3	Flankierende Maßnahmen	202
5.8	Quellenverzeichnis	204
6	Stromerzeugung aus Windenergie (§ 10 EEG) (Windguard).....	206
6.1	Einleitung.....	206
6.2	Marktanalyse	206
6.2.1	Installationszahlen in Deutschland an Land.....	206
6.2.2	Entwicklung des Repowering.....	208
6.2.3	Erzeugungsmanagement.....	210
6.2.4	Elektrische Anlageneigenschaft.....	211
6.2.5	Stand der Offshore-Windenergienutzung.....	211
6.2.6	Entwicklung der Windenergie-Industrie.....	212
6.2.7	Prognosen der Windenergienutzung an Land bis 2020.....	214
6.2.8	Prognose der Offshore Windenergienutzung bis 2020.....	214
6.2.9	Internationale Entwicklung der Windenergienutzung	215
6.3	Entwicklung der Vergütung für Strom aus Windenergie	217
6.3.1	Vergütungen für Strom aus Windenergie seit 1991	217
6.3.2	Die Repowering-Regelung laut EEG	219
6.3.3	Vergütung für Strom aus Windenergie auf dem Meer.....	220
6.4	Kostenanalyse	221
6.4.1	Stromgestehungskosten der Windenergienutzung an Land.....	221
6.4.2	Stromgestehungskosten der Offshore- Windenergienutzung	231
6.5	Bewertung derzeitiger Regelungen	238
6.5.1	Bewertung der Vergütungsregelung an Land	238
6.5.2	Bewertung der Vergütungsregelung für das Repowering.....	242
6.5.3	Bewertung der Vergütungsregelung auf dem Meer	245
6.6	Quellenverzeichnis	249
7	Stromerzeugung aus solarer Strahlungsenergie (§ 11 EEG) (ZSW)	252
7.1	Marktanalyse – Nachfrageseite	252
7.1.1	Allgemeiner Sachstand	252
7.1.2	Photovoltaik im Kontext des EEG	255
7.1.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	256
7.2	Marktanalyse – Angebotsseite	266
7.2.1	Photovoltaikindustrie in Deutschland	266
7.2.2	Finanzstruktur der Unternehmen	268
7.2.3	Marktperspektiven	268

7.3	Anpassungs- und Änderungsbedarf bzw. –vorschläge bezüglich des EEG	274
7.3.1	Senkung der Gesamtvergütung über die Vergütungszeit - Degression.....	274
7.3.2	Modifikation des bestehenden Systems im Hinblick auf eine marktnähere Gestaltung der Vergütung	277
7.3.3	Förderung des Einsatzes von Qualitätsanlagen	278
7.3.4	Förderung des Eigenverbrauchs von erzeugtem Solarstrom	278
7.4	Quellenverzeichnis	279
8	Ökologische Bewertung der von der Nutzung Erneuerbarer Energien ausgehenden Auswirkungen auf Natur und Landschaft im Sinne von § 20 Abs. 1 EEG (Bosch & Partner).....	282
8.1	Einführung	282
8.1.1	Zielstellung der Untersuchung	282
8.1.2	Ablauf der ökologischen Bewertung	284
8.2	Einschätzung aktuell diskutierter Auswirkungen.....	288
8.3	Nutzung der Wasserkraft nach § 6 EEG.....	289
8.3.1	Naturschutzziele und Regelungen	289
8.3.2	Bewertung der Regelungen des EEG	295
8.3.3	Empfehlungen.....	297
8.4	Nutzung von Deponiegas, Klärgas und Grubengas nach § 7 EEG.....	300
8.4.1	Naturschutzziele und Regelungen	300
8.4.2	Aktuell diskutierte Auswirkungen	300
8.4.3	Bewertung.....	300
8.4.4	Empfehlungen.....	301
8.5	Nutzung der Biomasse nach § 8 EEG	301
8.5.1	Naturschutzziele und Regelungen im EEG	301
8.5.2	Bewertung des NawaRo-Bonus hinsichtlich negativer Auswirkungen auf Natur und Landschaft	302
8.5.3	Bewertung des NawaRo-Bonus hinsichtlich positiver Auswirkungen auf Natur und Landschaft.....	314
8.5.4	Aktuell diskutierte Auswirkungen	315
8.5.5	Empfehlungen.....	318
8.6	Nutzung der Geothermie nach § 9 EEG	321
8.6.1	Naturschutzziele und Regelungen im EEG	321
8.6.2	Aktuell diskutierte Auswirkungen	321
8.6.3	Bewertung.....	322
8.6.4	Empfehlungen.....	323
8.7	Nutzung der Windenergie an Land nach § 10 EEG	323
8.7.1	Naturschutzziele und Regelungen	323
8.7.2	Aktuell diskutierte Auswirkungen	326
8.7.3	Bewertung der Regelung des EEG	331
8.7.4	Empfehlungen.....	332
8.8	Nutzung der Windenergie auf See nach § 10 EEG	333

8.8.1	Naturschutzziele und Regelungen im EEG	333
8.8.2	Aktuell diskutierte Auswirkungen	334
8.8.3	Bewertung der Regelung des EEG	338
8.8.4	Empfehlungen.....	339
8.9	Nutzung der solaren Strahlungsenergie nach § 11 EEG	339
8.9.1	Naturschutzziele und Regelungen des EEG	339
8.9.2	Aktuell diskutierte Auswirkungen	341
8.9.3	Bewertung der Regelungen des EEG	345
8.9.4	Empfehlungen.....	347
8.10	Zusammenfassung	347
8.11	Quellenverzeichnis	352
9	Marktintegration von erneuerbaren Energien im allgemeinen Energiemarkt (Wuppertal Institut).....	361
9.1	Marktintegration Erneuerbarer Energien in ökonomischer und technischer Hinsicht	361
9.1.1	Investitionen und EEG-Vergütungen	361
9.1.2	Markt-Entwicklungen und -Strukturen	363
9.1.3	Schlüsselmärkte und Exportchancen.....	370
9.1.4	Innovationen und Technologien.....	373
9.2	Marktintegration Erneuerbarer Energien in ökologischer Hinsicht.....	377
9.3	Marktintegration Erneuerbarer Energien in sozialer Hinsicht.....	378
9.3.1	Beschäftigung	378
9.3.2	Qualifikation und Ausbildung	381
9.4	Hemmnisse der Marktintegration von erneuerbaren Energien	384
9.5	Perspektiven und Empfehlungen für die Marktintegration von erneuerbaren Energien.....	388
9.5.1	Einführung eines Anlagenregister	388
9.5.2	Selbstregulierende intermediäre Anpassung der EEG- Vergütungssätze	389
9.5.3	Förderung von Markt- und System-Integratoren	396
9.5.4	Perspektiven und Empfehlungen im Bereich der Windenergie.....	399
9.5.5	Perspektiven und Empfehlungen im Bereich Photovoltaik	401
9.5.6	Perspektiven und Empfehlungen im Bereich Biomasse	403
9.6	Quellenverzeichnis:	404
10	Speichertechnologien (§ 20 EEG) (WindGuard).....	407
10.1	Einleitung.....	407
10.2	Stand der Energiespeichertechnologien	407
10.2.1	Pumpspeicherkraftwerke	409
10.2.2	Druckspeicherkraftwerke	410
10.2.3	Schwungmassenspeicher	411
10.2.4	Akkumulatoren und Redox-Flow Batterien.....	411
10.2.5	Wasserstoff.....	412

10.2.6	Supraleitende Magnetspeicher und Kondensatorspeicher	413
10.3	Ökonomie der Energiespeichertechnologien	414
10.3.1	Pumpspeicherkraftwerke	415
10.3.2	Druckspeicherkraftwerke	415
10.3.3	Schwungmassenspeicher	415
10.3.4	Akkumulatoren und Redox-Flow Batterien.....	416
10.3.5	Wasserstoff.....	416
10.3.6	Supraleitende Magnetspeicher und Kondensatorspeicher	416
10.4	Lastmanagement.....	417
10.5	Strategie zur Förderung der Energiespeichertechniken und des Lastmanagements	418
10.5.1	EEG Förderboni für Erzeuger von Strom aus Erneuerbaren Energien mit verstetigter Einspeisung	419
10.5.2	Separate Förderung von Speichertechnologie durch das EEG	419
10.6	Quellenverzeichnis	419
11	Die Besondere Ausgleichsregelung nach § 16 EEG (IZES)	421
11.1	Zusammenfassung	421
11.1.1	Ziel und Inhalte der Untersuchung.....	421
11.1.2	Ergebnisse.....	421
11.1.3	Handlungsempfehlungen	422
11.2	Historie der Besonderen Ausgleichsregelung.....	423
11.2.1	Fassung des § 11(a) des EEG vom 16. Juli 2003.....	423
11.2.2	Fassung des § 16 des EEG vom 21. Juli 2004	424
11.2.3	Fassung § 16 nach EEG-Änderungsgesetz (EEG- ÄG) 2006	425
11.2.4	Gegenüberstellung der Besonderen Ausgleichsregelung im EEG 2003, 2004 und 2006	426
11.3	Umsetzung der Besonderen Ausgleichsregelung durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle	427
11.3.1	Allgemeiner Ablauf des Antragsverfahrens.....	427
11.3.2	Verbesserungsvorschläge zum Antragsverfahren	431
11.4	Überprüfung der Auswirkungen der bisherigen EEG- Gesetzesänderungen	432
11.4.1	Entwicklung der privilegierten EEG- Strombezugsmenge.....	432
11.4.2	Einschränkung einer unverhältnismäßigen Mehrbelastung für nicht privilegierte Stromendabnehmer	435
11.4.3	Auswirkungen auf privilegierte wie nicht privilegierte Stromendabnehmer bei Variation der Definition für stromintensive Unternehmen	443
11.4.4	Auswirkungen der Gesetzesänderungen auf die Stromendabnehmer	448

11.4.5	Bewertung.....	452
11.5	Definition der „Stromintensität“	453
11.6	Bewertung ausgewählter stromintensiver Branchen im Bezug auf Einschränkung internationaler Wettbewerbsfähigkeit anhand von Marktanalysen	456
11.6.1	Branchenreport chemische Erzeugnisse	457
11.6.2	Zementindustrie	460
11.6.3	Papiergewerbe.....	462
11.6.4	Branchenreport Stahl.....	465
11.6.5	Branchenreport NE-Metalle	469
11.6.6	Zusammenfassung der Branchenbetrachtungen	475
11.7	Strompreisentwicklung und Wettbewerbsposition	475
11.7.1	Im nationalen Vergleich	475
11.7.2	Im europäischen Vergleich	478
11.8	Mögliche Modifikation der Kennzahlen zur Festlegung der privilegierten Unternehmen	480
11.9	Quellenverzeichnis	484
12	Perspektiven der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien (ZSW).....	489
12.1	Leitstudie Erneuerbare Energien 2007.....	489
12.2	Entwicklung der EEG-Vergütungssätze und des anlegbaren Werts für Strom aus Erneuerbaren Energien	492
12.3	Entwicklung der EEG-Vergütungszahlungen, der EEG- Umlage und der EEG-Differenzkosten	495
12.4	Klimaschutz- und industriepolitische Wirkungen des EEG	500
12.5	Zukünftige energiepolitische Bedeutung des EEG	505
12.6	Ziele zum Ausbau der Erneuerbaren Energien	508
12.7	Quellenverzeichnis	510

II. Ökologische Bewertung

8 Ökologische Bewertung der von der Nutzung Erneuerbarer Energien ausgehenden Auswirkungen auf Natur und Landschaft im Sinne von § 20 Abs. 1 EEG (Bosch & Partner)

8.1 Einführung

8.1.1 Zielstellung der Untersuchung

Gemäß § 1 (1) besteht der Zweck des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) darin, insbesondere im Interesse des Klima-, Natur- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen, die volkswirtschaftlichen Kosten der Energieversorgung auch durch die Einbeziehung langfristiger externer Effekte zu verringern, Natur und Umwelt zu schützen, einen Beitrag zur Vermeidung von Konflikten um fossile Energieressourcen zu leisten und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien zu fördern.

Während Ressourcenschonung und Klimaschutz bereits zentrale ökologische Ziele des EEG aus dem Jahr 2000 darstellen, erhielt der Natur- und Umweltschutz 2004 eine besondere Bedeutung. In das EEG wurden spezifische umweltbezogene Ziele und Förderbedingungen aufgenommen. Diese beziehen sich in der Regel auf erwünschte Umweltzustände, die im Zuge des Ausbaus der einzelnen EE-Sparten unterstützt oder erreicht werden sollen. In diesem Zusammenhang wurde die Berichtspflicht nach § 20 EEG auch um die ökologische Bewertung der von der Nutzung Erneuerbarer Energien ausgehenden Auswirkungen auf Natur und Landschaft erweitert. Dadurch wird es möglich, rechtzeitig Konflikte zu erkennen und bei Bedarf Änderungen vorzunehmen.

Da bei der Errichtung von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien in der Regel Flächen beansprucht und ökologische Wirkungsgefüge wie Gewässer oder Ackerflächen als Energielieferant genutzt werden, ergeben sich in unterschiedlichem Umfang Zielkonflikte zwischen Klimaschutz, Ressourcenschutz sowie Natur- und Umweltschutz (s. Abb. 1).

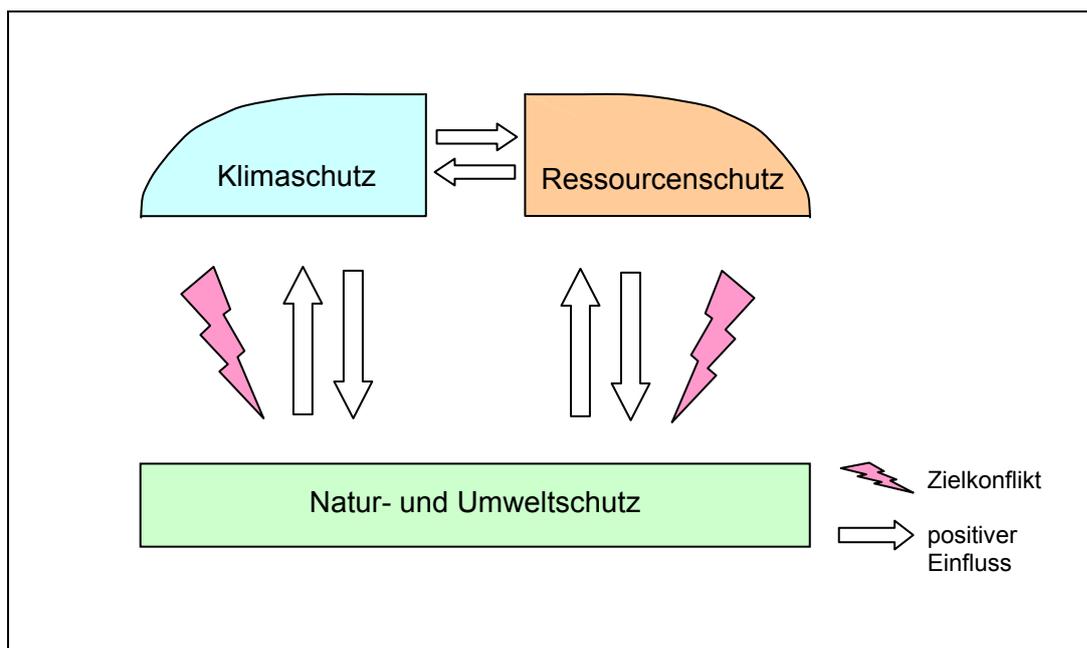


Abb. 4: Umweltziele des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes

Da die Technologien und Anbauflächen zur Nutzung Erneuerbarer Energien mit erwünschten wie auch unerwünschten Auswirkungen auf Natur und Landschaft verbunden sind, werden im Folgenden die Beziehungen zwischen Klimaschutz und Natur- und Umweltschutz untersucht. Insbesondere gilt dies für die naturschutzbezogenen Regelungen, die das EEG zur Minderung und Vermeidung von Beeinträchtigungen wie auch zum Schutz bestimmter Gebiete oder Ökosysteme enthält. Ein Beispiel ist der Ausschluss der Vergütung von Windstrom in Meeresschutzgebieten.

Gegenstand sind diejenigen Auswirkungen auf Natur und Landschaft, die sich räumlich abgrenzen lassen. Auch wenn sie deswegen hier nicht behandelt werden, weisen Klimaschutzaktivitäten generell positive Effekte für Lebensräume und Arten auf, indem sie etwa einer Veränderung der Niederschläge oder jährlichen Durchschnittstemperaturen entgegenwirken und dadurch zum Erhalt der Ökosysteme beitragen. Umgekehrt unterstützt Naturschutz auch den Klimaschutz: Biomasse als Kohlenstoffspeicher wirkt auf das Klima stabilisierend, da auf diesem Wege Klimagase der Atmosphäre entzogen werden.

In ähnlicher Weise sind die wichtigen Beziehungen zwischen Klimaschutz und Ressourcenschutz räumlich schwer fassbar. Durch Erneuerbare Energien werden in jedem Fall fossile Energieträger wie Öl, Gas oder Kohle geschont. Aufgrund der weltweiten Handelsbeziehungen zwischen Förderung und Nutzung der Ressourcen lassen sich regenerativ bedingte Einspareffekte jedoch kaum raumbezogen konkretisieren – etwa als eine nicht mehr abzubauen Kohlelagerstätte oder ein erhaltener natürlicher Lebensraum.

Angesichts dieser wechselzeitigen Beziehungen zwischen Klimaschutz, Ressourcenschutz und Natur- und Umweltschutz wurden bei der Neufassung des EEG 2004 umweltbezogene Regelungen aufgenommen. Indem beispielsweise die Vergütung von modernisierten oder neu errichteten Wasserkraftanlagen an die wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes gebunden wurde, soll den Zielen der EG-Wasserrahmenrichtlinie entsprochen werden. Falls eine Sparte auch raumwirksame Beeinträchtigungen des Menschen verursacht, werden diese mit behandelt.

Seit dem EEG 2004 haben sich einige neue Umweltauswirkungen ergeben bzw. werden aktuell diskutiert, bezüglich derer bisher im EEG keine Maßnahmen vorhanden sind. Derartige Beeinträchtigungen oder Befürchtungen sind vor allem dann bedeutend, wenn sie durch eine neue Regelung im EEG ausgelöst wurden. Dies ist insbesondere bei der Biomasse der Fall.

Daher besteht die Zielstellung der ökologischen Bewertung darin,

- die Wirksamkeit der bestehenden naturschutzbezogenen Regelungen im EEG zu überprüfen,
- neu erkannte Umweltauswirkungen sowie derzeit diskutierte Beeinträchtigungen einzuschätzen,
- und ggf. Vorschläge zur Anpassung von Regelungen im EEG zu unterbreiten.

8.1.2 Ablauf der ökologischen Bewertung

Der Ablauf der ökologischen Bewertung der Auswirkungen Erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft orientiert sich an folgenden unterscheidbaren Voraussetzungen:

- eine Umweltproblematik ist erkannt und bereits Regelungsgegenstand des EEG,
- eine aktuell diskutierte Beeinträchtigung ist bisher nicht im EEG geregelt.

Der jeweilige Ablauf der Bewertung ist in Abbildung 2 skizziert und wird in den nachfolgenden Kapiteln erläutert.

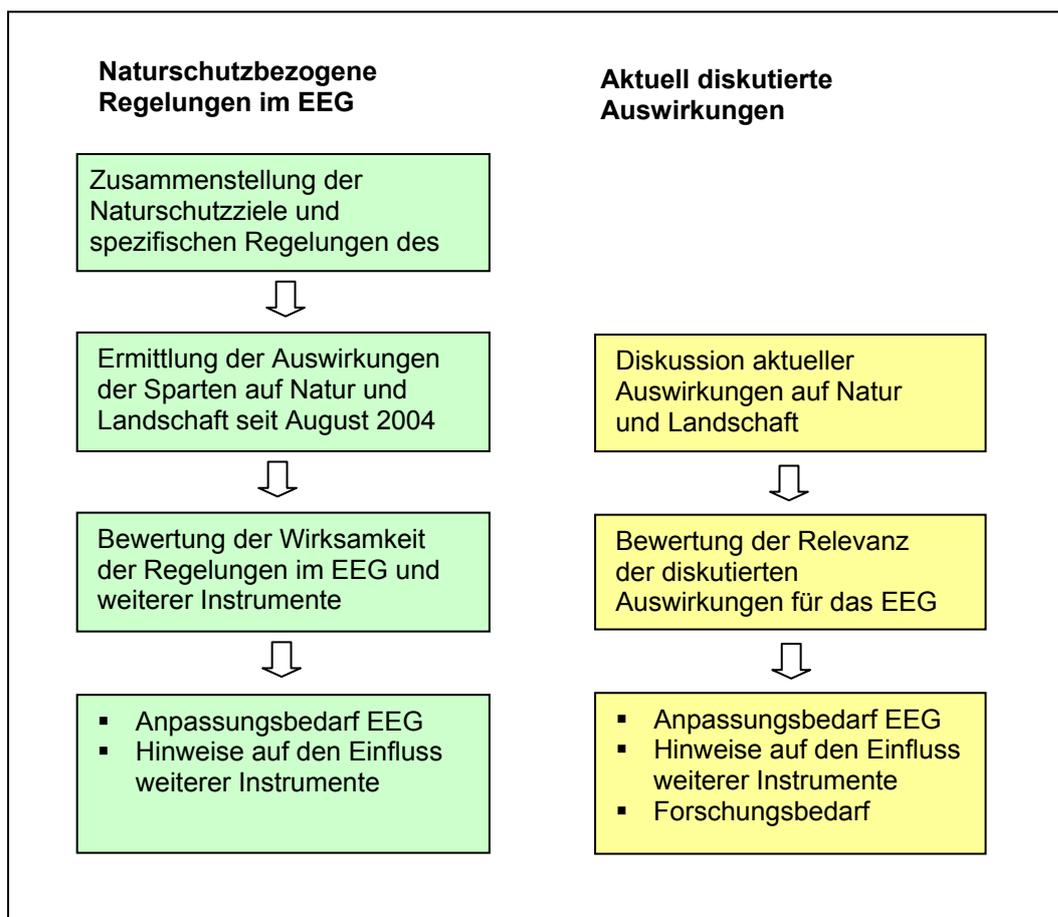


Abb. 5: Ablauf der ökologischen Bewertung

8.1.2.1 Bewertung naturschutzbezogener Regelungen im EEG

Zusammenstellung der Naturschutzziele und Regelungen

Um die Auswirkungen der Nutzung Erneuerbarer Energien auf Natur und Landschaft ökologisch steuern zu können, sind Naturschutzziele und im EEG verankerte Regelungen erforderlich. Die Ziele beruhen auf den vorhandenen Kenntnissen zu Umweltauswirkungen zum Zeitpunkt der Verabschiedung des EEG 2004; sie geben an, welche Auswirkungen von Natur und Landschaft erwünscht oder unerwünscht sind. Zum einen lassen sie sich aus dem EEG 2004 und der Gesetzesbegründung ableiten [1]. Zum anderen stammen die Ziele aus dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG), dem Wasserhaushaltsgesetz des Bundes oder dem UVP-Gesetz.

Weiterhin werden diejenigen Regelungen des EEG zusammengestellt, die der Umsetzung der Naturschutzziele dienen. So wird zum Beispiel das Ziel, vereinzelt stehende Windenergieanlagen, die das Landschaftsbild und die Vogelwelt beeinträchtigen, an anderer Stelle zu ersetzen, durch die Regelung zum Repowering unterstützt.

Ermittlung der Auswirkungen auf Natur und Landschaft

Seit dem Inkrafttreten des novellierten EEG im August 2004 und der dadurch initiierten Handlungsweisen sind bestimmte Auswirkungen auf

Natur und Landschaft eingetreten. An deren Umfang lässt sich ablesen, wie die jeweiligen Naturschutzziele umgesetzt werden konnten. Während bei den meisten EE-Sparten die Auswirkungen vor allem durch Bau, Anlage und Betrieb der Anlagen zur Erzeugung von Strom entstehen, sind bei der Biomassenutzung auch die Flächen zum Anbau nachwachsender Rohstoffe und zur Reststoffnutzung von Bedeutung.

Im Hinblick auf den Einflussbereich des EEG sind vor allem weiträumige, regionale Auswirkungen relevant. In der Regel resultieren sie aus dem Zusammenwirken bzw. der Kumulation vieler kleiner Anlagen oder Anbauflächen. Ausnahmsweise können weiträumige Auswirkungen auf Natur und Landschaft auch durch die Errichtung einzelner großer Anlagen auftreten – beispielsweise bei großen Wasserkraft- oder bei modernen Windenergieanlagen (s. Abb. 3)

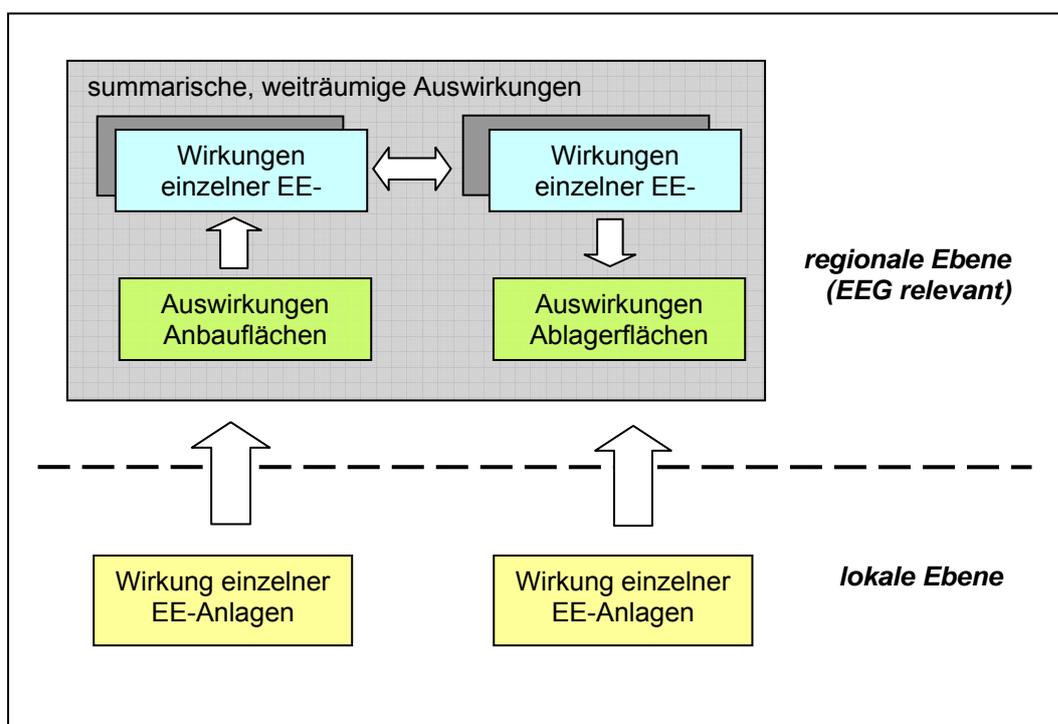


Abb. 6: Ebenen der ökologischen Bewertung

Demgegenüber sind vereinzelt auftretende, kleinräumige Auswirkungen weniger bedeutend für den Erfahrungsbericht zum EEG, da ihr Einfluss auf Natur und Landschaft lokal begrenzt bleibt und da sie in der Regel durch entsprechende Instrumente des Umweltrechts wie etwa die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) oder Eingriffsregelung nach Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) bewältigt werden können. Die jeweiligen Auswirkungen auf Natur und Landschaft werden klassifiziert, ob sie „in großem Umfang“, „in gewissem Umfang“ oder „in unbedeutendem Umfang“ eingetreten sind.

Bewertung der Wirksamkeit der Regelungen im EEG

Falls eine bestimmte Auswirkung auf Natur und Landschaft hinsichtlich der Wirksamkeit des EEG beurteilt werden soll, ist zu berücksichtigen, dass bei der Zulassung der Anlagen oder dem Anbau von Biomasse bzw. der

Reststoffnutzung generell weitere Instrumente angewendet werden, die einen fördernden, neutralen oder hemmenden Einfluss auf die Regelung im EEG aufweisen können.

Dies sind zum einen die zentralen Instrumente des Umwelt- und Naturschutzes: die UVP, die Eingriffsregelung nach § 18ff. BNatSchG, die FFH-Verträglichkeitsprüfung nach § 34 BNatSchG und die artenschutzrechtliche Prüfung nach § 42 BNatSchG. Sie dienen dazu, die Auswirkungen einer Anlage auf Natur und Landschaft zu prüfen, Beeinträchtigungen zu vermeiden und ggf. zu kompensieren. Diese Instrumente fügen sich in den Ablauf der Verfahren ein, die nach Raumordnungsrecht, Bauplanungsrecht, Bundesimmissionsschutzrecht oder Wasserrecht für die Zulassung der konkreten Anlagen vorgesehen sind. Beim Anbau von Biomasse sind die Einflüsse der Agrarförderung relevant. Einen Überblick über die Zulassung von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien gibt Klinski [2].

Beim Zusammenwirken einer naturschutzbezogenen Regelung im EEG mit weiteren Instrumenten ergeben sich folgende Kombinationsmöglichkeiten für die Bewertung (s. Tab. 1).

Tab. 5: Bewertungskombinationen

Positive Auswirkung auf Natur und Landschaft	Einfluss EEG	Einfluss weiterer Instrumente
in großem (vollem) Umfang	wirksam	unterstützend
		neutral
	neutral	unterstützend
in gewissem Umfang	wirksam	hemmend
	neutral	neutral
	nicht wirksam	unterstützend
in unbedeutendem Umfang	neutral	hemmend
	nicht wirksam/ belastend	hemmend

Falls eine erwünschte Auswirkung auf Natur und Landschaft nur in einem gewissem Umfang eingetreten ist, kann dies daran liegen, dass die Regelung im EEG zwar wirkt, aber durch eine Zulassungsbestimmung gehemmt wird. Ebenso ist es möglich, dass sowohl die EEG-Regelung als auch die weiteren Instrumente neutral sind und die Umsetzung des Naturschutzziels nur bedingt unterstützen. Schließlich kann auch eine im EEG verankerte Regelung relativ wenig bewirken, aber durch die positive Wirkung eines weiteren Instruments ausgeglichen werden. Das jeweilige Ergebnis wird tabellarisch zusammengefasst [3] (s. Tab. 2).

Tab. 6: Beispielhafte Darstellung eines Bewertungsergebnisses

Positive Auswirkung auf Natur und Landschaft (2004-2007)	Einfluss § 6 (1) EEG	Einfluss weiterer Instrumente	Handlungsbedarf EEG
in großem Umfang	wirksam	unterstützend	nicht gegeben

Empfehlungen

Falls sich ein angestrebter Umweltzustand nicht oder nur bedingt eingestellt hat, sind aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes korrigierende Maßnahmen vorzuschlagen. Entweder sind die Steuerungsanreize im EEG anzupassen, oder es ist auf die hemmenden externen Instrumente und Vorschriften hinzuweisen. Daraus ergibt sich entweder für das EEG oder für weitere Instrumente ein Handlungsbedarf (flankierende Maßnahmen).

8.2 Einschätzung aktuell diskutierter Auswirkungen

Seit dem Inkrafttreten des neugefassten EEG im August 2004 werden einige „neue“ Beeinträchtigungen und Risiken für Natur und Landschaft diskutiert; andere wurden bereits nachgewiesen. Dies ist von besonderer Bedeutung, falls eine dynamische Entwicklung durch eine spartenbezogene EEG-Regelung unmittelbar ausgelöst wurde wie die Stromerzeugung aus Anbaubiomasse. Falls weiträumige Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft nachgewiesen werden, ist es erforderlich, Anpassungsvorschläge zu Regelungen des EEG zu unterbreiten. Ebenso sind Hinweise auf andere Instrumente erforderlich, die in Richtung einer naturverträglicheren Nutzung einwirken könnten.

Weiterhin gibt es den Fall, dass neue Erkenntnisse über bekannte Auswirkungen auf Natur und Landschaft vorliegen, die durch Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien ausgelöst werden. So wird derzeit diskutiert, welche Beeinträchtigungen von Greifvögeln und Fledermäusen sich durch die Windenergienutzung an Land ergeben können. Neue Erkenntnisse können auch bestehende Befürchtungen entkräften. Es gilt, die Bedeutung dieser neuen Erkenntnisse zu beurteilen und gegebenenfalls einen Handlungsbedarf abzuleiten.

8.3 Nutzung der Wasserkraft nach § 6 EEG

8.3.1 Naturschutzziele und Regelungen

8.3.1.1 Naturschutzziele und Regelungen nach § 6 EEG

Bis zum Jahr 2003 war die Wasserkraft der bedeutendste regenerative Energieträger in Deutschland, bis dann die Windenergie die Vorreiterrolle übernahm. Derzeit gibt es in Deutschland ca. 7.500 in Betrieb befindliche Wasserkraftanlagen. Die installierte Leistung beträgt ca. 4.500 MW. Annähernd 88 Prozent der Stromerzeugung stammen aus den südlichen Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg [Teilprojekt Wasserkraft].

Vergleicht man die Leistungsklassen der Anlagen, entfällt mit 81 % der größte Anteil der Stromgewinnung auf große Wasserkraftwerke mit über 5 MW Leistung, weitere 11 % werden von Anlagen > 1 MW erbracht. Die Gesamtzahl der Anlagen dieser beiden Größenklassen beträgt derzeit 354 Anlagen. Demgegenüber produzieren 7.010 Anlagen der Größenklasse < 1 MW einen Anteil von ca. 8 Prozent des Stroms aus Wasserkraft.

Aus Sicht des Naturschutzes stellen vor allem die mehr als 7.000 kleinen Wasserkraftwerke ein gravierendes Problem dar. Sie produzieren zusammen nur ca. 0,3 Prozent des Endenergieverbrauchs in Deutschland, sind aber wichtiger Teil eines komplexen Problemfeldes, das zu einer erheblichen Beeinträchtigung der ökologischen Qualität vieler Gewässer in Deutschland führt [4].

Die Auswirkungen von Wasserkraftanlagen und Querbauwerken auf die Gewässerökologie sind in umfangreichen Untersuchungen dargelegt worden [5, 6, 7]. Vor diesem Hintergrund hat das EEG die ökonomischen Anreize zur Nutzung der Wasserkraft mit den Zielen und Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verknüpft [8]. Die WRRL aus dem Jahr 2000 verpflichtet die Mitgliedstaaten, bis zum Jahr 2015 bei Oberflächengewässern einen guten ökologischen Zustand zu erreichen. Bei künstlichen oder erheblich veränderten Wasserkörpern wird in diesem Zeitraum ein gutes ökologisches Potential und ein guter chemischer Zustand angestrebt (Art. 4 WRRL). Daher besteht der zentrale ökologische Maßstab einer naturschutzverträglichen Wasserkraftnutzung darin (vgl. § 6 EEG), dass im Zuge der Inbetriebnahme, Modernisierung oder Erneuerung von Wasserkraftanlagen bis 150 Megawatt

- nachweislich ein guter ökologischer Zustand im Sinne der WRRL erreicht oder
- der ökologische Zustand gegenüber dem vorherigen Zustand wesentlich verbessert werden soll.

Der ökologische Zustand eines gesamten Flusses oder Teilabschnitts wird neben der Wasserkraftnutzung allerdings auch durch andere Nutzungsarten wie etwa Schifffahrt, Freizeitnutzung, Trinkwasserversorgung oder Hochwasserschutz sowie eine Vielzahl von

Querbauwerken maßgeblich beeinflusst. Daher wird die zusätzliche Vergütung von 2 Cent pro Kilowattstunde in der Regel dann gewährt, wenn durch lokale ökologische Anpassungsmaßnahmen eine wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes herbeigeführt wird [9].

Im EEG wird diese Anforderung zum einen auf die Neuerrichtung und zum anderen auf die Modernisierung bzw. Erneuerung von Wasserkraftanlagen bezogen.

Wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes sowie standortbezogene Anforderungen im Zuge der Neuerrichtung einer Wasserkraftanlage

Aus Sicht des Naturschutzes besteht eine bedeutende Neuerung des EEG 2004 darin, dass die Wasserkraftnutzung an bisher unverbauten Flussabschnitten deutlich erschwert wurde. Ab dem 1.1.2008 ist im Zuge der Neuerrichtung von Wasserkraftanlagen bis einschließlich 500 kW nicht nur eine wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes zu erreichen, sondern gelten auch standortbezogene Anforderungen (§ 6 (1) S. 2 Nr. 1 und 2 EEG). Die Anlage muss

- im räumlichen Zusammenhang mit einer ganz oder teilweise bereits bestehenden oder vorrangig zu anderen Zwecken als der Erzeugung von Strom aus Wasserkraft neu errichteten Staustufe oder Wehranlage oder
- ohne durchgehende Querverbauung errichtet werden.

Der gesetzte Stichtag bedeutet, dass bis zum 31.12.2007 Wasserkraftanlagen genehmigt werden können, ohne dass die Vergütung des Höchstsatzes von 9,67 Ct/kWh an ökologische Maßnahmen gekoppelt ist.

Wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes im Zuge der Modernisierung und Erneuerung einer Wasserkraftanlage

Um im Zuge der Modernisierung und Erneuerung von Wasserkraftanlagen eine wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes zu erreichen, wird nach folgenden Leistungsklassen unterschieden:

- Modernisierung von Wasserkraftanlagen bis einschließlich 500 kW,
- Modernisierung von Wasserkraftanlagen von 0,5 bis einschließlich 5 MW,
- Erneuerung von Wasserkraftanlagen von 5 bis einschließlich 150 MW.

Für Strom aus einer Wasserkraftanlage bis einschließlich 500 kW, die bis zum 31.7.2004 in Betrieb genommen wurde, wird auf die Grundvergütung von 7,67 Ct/kWh eine Erhöhung von 2 Ct/kWh gewährt, wenn mit der Modernisierung der Anlage eine wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes verbunden ist (§ 21 (1) EEG).

Auch bei einer Wasserkraftanlage zwischen 0,5 und 5 MW wird für den Leistungsanteil bis 0,5 MW die Grundvergütung um 2 Ct/kWh auf 9,67 Ct/kWh erhöht, falls ökologische Maßnahmen durchgeführt werden.

Der Leistungsanteil zwischen 0,5 MW bis 5 MW wird konstant mit 6,65 Ct/kWh vergütet.

Auch die Vergütung von Strom aus Wasserkraftanlagen mit einer Leistung ab 5 MW bis einschließlich 150 MW erfordert Maßnahmen, die zu einer wesentlichen Verbesserung des ökologischen Zustands führen. Dabei wird nur die zusätzliche Strommenge, die der Erneuerung zuzurechnen ist, nach definierten Leistungsklassen vergütet. Tabelle 3 listet die ökologischen Ziele zur Wasserkraftnutzung auf.

Tab. 7: Naturschutzziele des EEG zur Wasserkraft

Naturschutzziele	Regelungen
Im Zuge der Modernisierung und Erneuerung von Wasserkraftanlagen soll (ein guter ökologischer Zustand oder) eine wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes erreicht werden.	Zusatzvergütung von 2 Ct/kWh bei Wasserkraftanlagen bis 500 KW (§ 21 (1) S. 2 EEG)
	Zusatzvergütung von 2 Ct/kWh bei Wasserkraftanlagen von 0,5 bis 5 MW (§ 21 (1) S. 2 EEG)
	Vergütung bei der Erneuerung von Wasserkraftanlagen von 5 bis 150 MW (§ 6 (2) S. 1 EEG)
Im Zuge der Neuerrichtung von Wasserkraftanlagen soll eine wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes bzw. Potentials erreicht und sind unverbaute Abschnitte zu schonen.	keine Vergütung für Wasserkraftanlage bis zu 500 KW, die nach dem 1.1.2008 genehmigt werden (§ 6 (2) S. 2 EEG)

8.3.1.2 Umweltziele und Regelungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie

In die Vergütungsbestimmungen des EEG zur Wasserkraft wurden die Umweltziele der WRRL aufgenommen, um Widersprüche zwischen den Anforderungen der WRRL und der Wasserkraftnutzung zu vermeiden. Daher sind die Regelungen der WRRL entscheidend, um die Wirksamkeit der Wasserkrafftförderung des EEG zu beurteilen.

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie zielt darauf, dass ein Ordnungsrahmen für die europäische Wasserwirtschaft geschaffen und bis zum Jahr 2015 einen guter Gewässerzustand in allen Gewässern der EU erreicht wird. Damit diese Ziele auch umgesetzt werden, enthält die Wasserrahmenrichtlinie ein ehrgeiziges, verbindliches Fristenkonzept für die erforderlichen Arbeiten und die Zielerreichung [10]. Bis Ende 2009 sollen u.a. die Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne aufgestellt und veröffentlicht sein. Diese beinhalten im Idealfall ein Zielsystem, das es ermöglichen kann, an einer konkreten Wasserkraftanlage das Ausmaß einer wesentlichen Verbesserung des ökologischen Zustandes zu beurteilen.

Die Maßnahmenprogramme enthalten „grundlegende Maßnahmen“ als zu erfüllende Mindestanforderungen. Sie können auch „ergänzende Maßnahmen“ beinhalten, um die festgelegten Ziele zu erreichen (Art. 11 WRRL). Die Bewirtschaftungspläne enthalten für jede Flussgebietseinheit

die Angaben zur Zustandsanalyse, zur wirtschaftlichen Analyse der Wassernutzungen, zur Überwachung, zu den Umweltzielen, zur Anhörung der Öffentlichkeit sowie eine Zusammenfassung der Maßnahmenprogramme. Die Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete können durch detaillierte Programme und Bewirtschaftungspläne für Teilgebiete, Sektoren, Problembereiche oder Gewässertypen ergänzt werden. Diese europarechtlichen Anforderungen sind im Jahr 2002 in das deutsche Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und bis zum Jahr 2005 in die rechtsverbindlichen Wassergesetze der Bundesländer übernommen worden.

Dadurch, dass die Bewirtschaftungspläne die Umweltziele für Flusseinzugsgebiete oder Teilgebiete definieren, sind sie die entscheidenden Maßstäbe für die ökologischen Anpassungsmaßnahmen im Zuge der Neuerrichtung, Modernisierung und Erneuerung von Wasserkraftanlagen. Da die Bewirtschaftungspläne jedoch erst Ende 2009 vorliegen werden, kann die Genehmigungsbehörde sie derzeit nicht heranziehen, wenn sie die vom Betreiber vorgeschlagenen Maßnahmen in Bezug auf eine „wesentliche Verbesserung“ beurteilen will.

Eine weitere Schwierigkeit für die Bewertung der Wirksamkeit der ökologischen Anpassungsmaßnahmen besteht darin, dass Umfang der Maßnahmen für eine „wesentliche Verbesserung“ des ökologischen Zustandes nicht alleine von den Umweltzielen der möglicherweise vorliegenden Bewirtschaftungspläne abhängen wird, sondern auch vom aktuellen ökologischen Zustand des Oberflächengewässers und dem Standort der Anlage. Deswegen handelt es sich bei der Beurteilung der „Wesentlichkeit“ immer um eine Einzelfallentscheidung, die der Behörde einen Beurteilungsspielraum auferlegt, ohne dass diese Entscheidung in vollem Umfang gerichtlich überprüft werden kann [9].

Allerdings kann diese Einzelfallentscheidung durch Auslegungshinweise und Kriterien soweit unterstützt bzw. eingegrenzt werden, dass die Entscheidung in einem gewissen Rahmen transparent, objektiv und bundes- bzw. landeseinheitlich erfolgt. Dann kann anhand von Kriterien beurteilt werden, ob die Modernisierung einer Anlage auch zu einer wesentlichen Verbesserung der Gewässerökologie führt oder nicht. Dies ist auch im Sinne einer Gleichbehandlung der Wasserkraftbetreiber wichtig. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden für die Vollzugsbehörden und Betreiber unterschiedliche Arbeitshilfen bereitgestellt.

8.3.1.3 Untergesetzliche Regelungen und Umsetzungshilfen

Leitfaden des BMU

Der „Leitfaden zur Vergütung von Strom aus Wasserkraft“, der vom BMU mit den Verbänden der Wasserkraftbetreiber und den Naturschutzverbänden unter Beteiligung der Länder einvernehmlich abgestimmt wurde, beinhaltet Empfehlungen für die Beurteilung von Wasserkraftanlagen im wasserrechtlichen Vollzug [9]. Diese aus Naturschutzsicht bedeutenden Empfehlungen sollen eine bundeseinheitliche und transparente Umsetzung der Vergütungsregelung

nach dem EEG in Bezug auf die geforderte Verbesserung der Gewässerökologie gewährleisten, wobei die standörtliche Begutachtung hierbei eine der wesentlichen Grundlagen darstellt. Der Leitfaden bezieht sich gleichermaßen auf die Neuerrichtung, Modernisierung und Erneuerung von Wasserkraftanlagen.



Abb. 7: Wasserkraft-Leitfaden des BMU (Naumann et al. 2005)

Um eine Verbesserung der biologischen, hydromorphologischen und physikalisch-chemischen Komponenten des ökologischen Zustands im Hinblick auf Wasserkraftanlagen herbeizuführen, werden vier Handlungsbereiche definiert:

- Biologische Durchgängigkeit,
- Mindestwasserabfluss,
- Stauraumbewirtschaftung,
- Feststoffbewirtschaftung.

Im Hinblick auf die biologische Durchgängigkeit sollen insbesondere Fischaufstiegsanlagen stromaufwärts gerichtete Wanderungen ermöglichen. Durch bestimmte Maßnahmen wie etwa einen Bypass soll bei stromabwärts gerichteten Wanderungen verhindert werden, dass die Fische am Rechen geschädigt werden oder in die Turbine gelangen. Der

Mindestwasserabfluss soll den Erhalt und die Wiederherstellung der standorttypischen Lebensraumgemeinschaft gewährleisten und die Auffindbarkeit und die Durchgängigkeit der Ausleitungsstrecke und des anschließenden Aufstiegbauwerkes ermöglichen.

Unter dem Begriff Stauraumbewirtschaftung werden die Maßnahmen zusammengefasst, die nicht mit der Feststoffbewirtschaftung in Stauhaltungen im Zusammenhang stehen, sondern der Verbesserung der Hydromorphologie im Bereich der Stauhaltung und der Verknüpfung von Strom und Aue dienen. Im Interesse der Verbesserung des ökologischen Zustands/Potentials eines Gewässers sollten Möglichkeiten gefunden werden, denjenigen Anteil des Schwemmguts, der eine hohe Bedeutung für die Ausprägung der Gewässergestalt und die dynamische Gewässerentwicklung hat, mit der fließenden Welle in das Unterwasser einer Wasserkraftanlage weiterzugeben.

Die Handlungsbereiche umfassen ein Spektrum verschiedener Verbesserungsmöglichkeiten, die sich sowohl in Bezug auf den jeweiligen Standort und die Bauweise einer Wasserkraftanlage als auch im Hinblick auf die unterschiedlichen Bewirtschaftungsziele der Gewässer ergeben können. Um den Maßnahmenumfang abschätzen zu können, ist die Analyse und Darstellung der ökologischen Defizite des Standortes und die Benennung der prioritär erforderlichen ökologischen Maßnahmen unter Beachtung von evtl. vorhandenen Gewässerentwicklungsplänen notwendig. Hier zeigt sich, dass die Handlungsbereiche des BMU-Leitfadens einen wichtigen Rahmen vorgeben, der jedoch für die wasserrechtliche Zulassung weiter konkretisiert werden muss.

Erlasse und Arbeitshilfen der Länder

Da Wasserrecht in die Zuständigkeit der Länder fällt, haben diese zum Teil spezifische Erlasse und Arbeitshilfen herausgegeben, um einen landeseinheitlichen Vollzug der wasserrechtlichen Vergütungsregelungen des EEG zu gewährleisten. Dabei definieren sie unterschiedliche Anforderungen an den Mindestabfluss, an Fischaufstiegsanlagen sowie an Fischschutz- und Fischabstiegsanlagen, die bei der wasserrechtlichen Zulassung dem Betreiber aufzuerlegen sind.

Im Hinblick auf den Mindestabfluss reicht die Spannweite von 1/6 bis 1/3 des langjährigen mittleren niedrigsten Jahresabflusses (MNQ), wie in den Erlassen in Baden-Württemberg und Bayern [11] festgelegt, bis zu einem MNQ nach den Empfehlungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) [12], die u.a. in Sachsen und Rheinland-Pfalz angewendet werden. In Nordrhein-Westfalen wird derzeit ein Erlass vorbereitet, der einen gegenüber den LAWA-Empfehlungen geringeren Mindestabfluss vorsieht [13]. Auch im Hinblick auf die biologische Durchgängigkeit oder die Feststoffbewirtschaftung sind in den Ländern unterschiedliche Anforderungen definiert.

Gerade am Mindestabfluss zeigt sich, dass im Rahmen der Vergütungsregelung nach EEG auch ein Interessensausgleich zwischen der Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit auf der einen Seite und der Wirtschaftlichkeit der Anlage auf der anderen Seite hergestellt

werden muss. Je höher der Mindestwasserabfluss gesetzt wird, desto unwirtschaftlicher wird dadurch der Betrieb der Anlage. Somit kommt der Festlegung konkreter Standards bezüglich der biologischen Durchgängigkeit oder des Mindestabflusses eine entscheidende Bedeutung für die Realisierbarkeit der ökologischen Anpassungsmaßnahmen zu.

8.3.2 Bewertung der Regelungen des EEG

8.3.2.1 Neuerrichtung von Wasserkraftanlagen bis einschließlich 500 kW nach § 6 (1) Satz 2 EEG hinsichtlich einer wesentlichen Verbesserung des ökologischen Zustandes sowie standortbezogener Anforderungen

Ab 31.12.2007 sollen genehmigte Wasserkraftanlagen bis zu 500 KW im Rahmen der Vergütung sowohl den ökologischen als auch standortbezogenen Anforderungen entsprechen (§ 6 (1) S. 2 Nr. 1, 2 EEG). Da die Regelung noch nicht angewendet wird, können empirische Aussagen hierzu noch nicht getroffen werden. Grundsätzlich wird die Regelung aus Sicht des Naturschutzes als bedeutsam gewertet.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass auch bei Wasserkraftanlagen, die zwischen dem 1.8.2004 und dem 31.12.2007 in Betrieb genommen oder genehmigt werden, von den Zulassungsbehörden in der Regel ökologische Maßnahmen gefordert werden. Dies geschieht aufgrund des vorhandenen wasserrechtlichen Instrumentariums. Insofern besteht bezüglich des Übergangszeitraums keine „Umsetzungslücke“.

8.3.2.2 Bewertung der Zusatzvergütung von modernisierten Wasserkraftanlagen bis einschließlich 500 kW nach § 21 (1) Nr. 2 EEG einer wesentlichen Verbesserung des ökologischen Zustandes

Es stellt sich die Frage, in welchem Umfang seit der Neufassung des EEG 2004 die Modernisierung von Anlagen, die vor dem 31.7.2004 eine Leistung bis einschließlich 500 kW aufwiesen, zu einer Verbesserung des ökologischen Zustandes gegenüber dem vorherigen Zustand geführt hat.

Die Erfahrungen zeigen eindeutig, dass mit Hilfe der zusätzlichen Vergütung sinnvolle ökologische Maßnahmen bei der Modernisierung von Wasserkraftanlagen durchgeführt werden können. Entsprechende Beispiele veranschaulicht ein von der Deutschen Umwelthilfe erstellter Leitfaden [14]. Aufgrund fehlender Übersichten kann zum Umfang der Modernisierung von Wasserkraftanlagen bis einschließlich 500 kW derzeit nur eine qualitative Einschätzung getroffen werden, die auf Gesprächen mit Genehmigungsbehörden, Wasserkraftbetreibern, Wasserverbänden, Landesministerien und Brachenkennern sowie aus Literaturangaben und

frei zugänglichen Quellen beruht. Insgesamt zeichnet sich ab, dass der Umfang der ökologischen Modernisierung von Wasserkraftanlagen bis 500 kW bisher nur in einem gewissen Umfang stattfindet.

Grundsätzlich wird die Zusatzvergütung von 2 Cent nach § 6 EEG bei der ökologischen Modernisierung von Wasserkraftanlagen bis 500 kW als wirksam bezeichnet. Sie stellt im Sinne der Zielsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie einen wichtigen Anreiz für eine Verbesserung der Gewässerökologie dar. Allerdings ist die Finanzierung der Maßnahmen häufig schwierig, so dass in der Regel weitere Fördermittel erforderlich sind [15]. Auf Länderebene wird die Zusatzvergütung des EEG von uneinheitlichen Regelungen begleitet.

Tab. 8: Bewertung der Zusatzvergütung von modernisierten Wasserkraftanlagen bis einschließlich 500 kW nach § 21 (1) Nr. 2 EEG

Wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustands (2004-07)	Einfluss § 21 (1) EEG	Einfluss wasserrechtliche Zulassung	Handlungsbedarf EEG
in gewissen Umfang	wirksam	neutral	gegeben

8.3.2.3 Bewertung der Zusatzvergütung von modernisierten Wasserkraftanlagen von 0,5 bis einschließlich 5 MW nach § 21 (1) Nr. 2 EEG hinsichtlich einer wesentlichen Verbesserung des ökologischen Zustandes

Die durchgeführten Erhebungen lassen keine quantitativen Aussagen zu, in welchem Umfang seit der Neufassung des EEG 2004 die Modernisierung von Wasserkraftanlagen von 0,5 bis einschließlich 5 MW mit der Verbesserung des ökologischen Zustandes gegenüber dem vorherigen Zustand verbunden ist. Dies liegt unter anderem daran, dass die Wasserkraftanlagen von 0,5 bis 5 MW generell nur einen geringen Anteil bzw. Prozentsatz des Anlagenbestands umfassen. In Bayern stellen sie ca. 4 % der Anlagen mit ca. 10 % der Leistung bereit [siehe Beitrag Wasserkraft]. Falls ein Erlass des Bundeslandes vorliegt, in dem die Modernisierung nach EEG unterstützt wird, kann auch ein größerer Anteil der Wasserkraftanlagen zwischen 0,5 und 5 MW modernisiert werden. In einem Regierungsbezirk ist dies bei mehr als einem Drittel der Anlagen geplant oder bereits geschehen.

Daher wird auch die Zusatzvergütung von 2 Cent nach § 6 EEG bei der ökologischen Modernisierung von Wasserkraftanlagen von 0,5 bis einschließlich 5 MW als wirksam bezeichnet. Auf Länderebene wird sie von uneinheitlichen Regelungen begleitet.

Tab. 9: Bewertung der Zusatzvergütung von modernisierten Wasserkraftanlagen von 0,5 bis einschließlich 5 MW nach § 21 (1) Nr. 2 EEG

Wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustands (2004-07)	Einfluss § 21 (1) EEG	Einfluss wasserrechtliche Zulassung	Handlungsbedarf EEG
in gewissen Umfang	wirksam	neutral	gegeben

8.3.2.4 Bewertung der Erneuerung von Wasserkraftanlagen von 5 MW bis einschließlich 150 MW hinsichtlich der Verbesserung der Gewässerökologie nach § 6 (2) EEG

Bisher ist in Deutschland nur bei einer Wasserkraftanlage mit einer Leistung von 5 MW bis einschließlich 150 MW eine Erneuerung mit ökologischen Maßnahmen geplant: Für Rheinfeldern am Rhein an der Grenze zur Schweiz liegt die Genehmigung vor; der Stauwehrbau wird bis Mitte 2007, die ökologischen Maßnahmen bis Mitte 2008 fertig gestellt. Dazu gehören linksseitig des neuen Stauwehrs ein naturnahes Umgebungsgewässer sowie ein naturnah gestalteter Fischpass in der Kanalmauer [16]. Da es sich nur um eine Anlage dieser Größenklasse handelt, wird keine Bewertung vorgenommen.

8.3.3 Empfehlungen

8.3.3.1 Kosten der ökologischen Anpassungsmaßnahmen nach § 21 (1) Nr. 2 EEG

Als zentraler Hinderungsgrund für eine umfassendere Modernisierung von Anlagen wird angeführt, dass die im betreffenden Land erforderlichen Aufwendungen für ökologische Anpassungsmaßnahmen durch die Zusatzvergütung von 2 Cent pro Kilowattstunde nicht aufgebracht werden können und daher die Modernisierung unwirtschaftlich wird.

In einer Studie des Umweltbundesamts zum wasserrechtlichen Vollzug werden kleine Wasserkraftanlagen unter anderem in Bezug auf die Kosten der ökologischen Modernisierungsmaßnahmen untersucht [17]. Auch wenn die Ergebnisse nicht als Basis für die Festlegung von ökologischen Anpassungsmaßnahmen dienen können und die Aussagen aufgrund der spezifischen Gegebenheiten sehr streuen, deuten sie an, dass mit den Mehreinnahmen aus dem erhöhten Tarif nach EEG nur begrenzte Maßnahmen finanzierbar sind.

Bei einer Wasserkraftanlage bis ca. 25 kW kann durch den Mehrertrag der Erzeugungsverlust aufgrund eines erhöhten Mindestabflusses nach LAWA ausgeglichen werden. Bis ca. 100 kW können effektive Fischschutzeinrichtungen oder einfache Fischaufstiegsanlagen mit Höhendifferenzen unter ca. 2 bis 3 m realisiert werden. Zwischen 100 und 500 kW kann – in Abhängigkeit von der zu überwindenden Fallhöhe - der Bau einer dem Gewässer angemessen dimensionierten Fischaufstiegsanlage finanziert werden. Das Kapital ist in der Regel nicht ausreichend, um einen erhöhten Fischschutz vorzusehen. Ob zusätzlich eine Kompensation des Mindestabflusses möglich ist, hängt von den lokalen Bedingungen ab. Ähnlich wird im Forschungsvorhaben der

Deutschen Umwelthilfe geschlussfolgert, dass eine Finanzierung der Maßnahmen häufig schwierig ist und kaum eine Wirtschaftlichkeit gegeben ist [14].

Vor diesem Hintergrund ist von Bedeutung, dass in einigen Ländern zusätzliche Fördermöglichkeiten existieren [14]. In Sachsen kann hierfür die Förderrichtlinie Gewässergüte genutzt werden [18]. Auf Bundesebene bietet die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) über ihr ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm zinsgünstige Kredite an. Ergänzend dazu gibt es das KfW-Umweltprogramm, das Investitionen zur Verbesserung der Umweltsituation unterstützt [4].

In jedem Fall sollte geprüft werden, ob die Zusatzvergütung nach EEG für bestimmte Leistungsklassen moderat erhöht werden sollte.

8.3.3.2 Maßstab zur Konkretisierung einer „wesentlichen Verbesserung des ökologischen Zustandes“ nach § 6 (3) EEG

Auf Bundesebene stellt der Leitfaden des BMU mit seinen Handlungsbereichen und Hinweisen einen wichtigen Einstieg für die Umsetzung des unbestimmten Rechtsbegriffs der „wesentlichen Verbesserung des ökologischen Zustandes“ dar. Da die Zulassung von Wasserkraftanlagen nach landesrechtlichen Vorschriften erfolgt, haben die meisten Länder individuelle Erlasse herausgegeben, um den zuständigen Wasserbehörden konkrete Hinweise für die Ableitung ökologischer Maßnahmen an die Hand zu geben. In diesen Erlassen ist allerdings kein Maßstab definiert, der angibt, ab wann eine „wesentliche Verbesserung“ des ökologischen Zustandes erreicht wäre. Vielmehr konkretisieren die Wasserkrafterlasse bestimmte ökologische Anpassungsmaßnahmen und überlassen der zuständigen Behörde die Entscheidung, ab wann die Maßnahmen an der betreffenden Wasserkraftanlage zu einer wesentlichen Verbesserung führen. Dies ist angesichts der einzelfallbezogenen Zulassung sinnvoll. Dabei kommt der Bestimmung des Mindestwasserabflusses und der biologischen Durchgängigkeit eine zentrale Bedeutung zu.

In den Ländern, in denen bei der Ermittlung des Mindestabflusses die anspruchsvolleren LAWA-Empfehlungen [19] herangezogen werden, wird relativ gesehen eine geringe Anzahl von Wasserkraftanlagen ökologisch modernisiert als in den Ländern, die spezifische Regelungen mit größeren Entscheidungsspielräumen verwenden. Sachsen und Rheinland-Pfalz wenden die LAWA-Empfehlungen an; Bayern, Baden-Württemberg, Hessen und Nordrhein-Westfalen haben eigene Wasserkrafterlasse. In Thüringen stehen den Behörden fünf Methoden zur Bemessung des Mindestabflusses zur Verfügung.

Diese unterschiedlichen Umsetzungshilfen, um Maßnahmen bezüglich einer wesentlichen Verbesserung zu ermitteln, können aufgrund der Länderkompetenz im Wasserrecht rechtlich gesehen nicht beanstandet werden. Wenn die Zulassungsbehörden jedoch nicht angeben müssen, ob

durch die Maßnahmen eine wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes erreicht wird, bedeutet dies, dass auch fachlich möglicherweise unzureichende Maßnahmen angeordnet werden können und dass die Stromabnehmer selbst die Einhaltung der Anforderung des EEG beurteilen müssen, um dem Wasserkraftbetreiber die Vergütung zu gewähren. Eine sinnvolle Lösung beinhaltet der Hessische Erlass, gemäß dem die Wasserbehörden dem Betreiber auch eine wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes bescheinigen und die entsprechenden Maßnahmen darzustellen.

Diesbezüglich ist hilfreich, wenn die nach EEG geförderten Maßnahmen zukünftig stärker an der Zielsetzung der WRRL und damit den Maßnahmenprogrammen und Bewirtschaftungsplänen für die jeweilige Flussgebietseinheit ausgerichtet werden. Diese liegen ab Ende 2009 vor [20]. Daher empfehlen die Gutachter, folgende Formulierung in das EEG aufzunehmen:

„Die Maßnahmen zur wesentlichen Verbesserung des ökologischen Zustandes sind aus den Maßnahmenprogrammen oder Bewirtschaftungsplänen der Flussgebietseinheiten abzuleiten, sobald diese aufgestellt sind.“

Diesbezüglich könnte ein Genossenschaftsmodell die anlagenbezogene Finanzierung von Maßnahmen des EEG ergänzen: Mehrere Wasserkraftbetreiber schließen sich zusammen, um die Schwerpunktbereiche für gewässerökologische Maßnahmen gemeinsam umzusetzen.

Für Maßnahmen zur biologischen Durchgängigkeit bedeutet dies, dass sie an einer einzelnen Wasserkraftanlage nur sinnvoll sind, wenn eine Durchgängigkeit im betreffenden Flussabschnitt als Maßnahmenziel auch vorgesehen ist. Die Mindestwasserabgabe fällt geringer aus, wenn etwa in Maßnahmenprogrammen die Ausleitungsstrecke als Laichgebiet und nicht als Schwimmgebiet vorgesehen ist.

8.3.3.3 Neuerrichtung von Wasserkraftanlagen bis 500 kW nach § 6 (1) Satz 2 EEG

Die aus Naturschutz bedeutsame Regelung zur Neuerrichtung einer Wasserkraftanlage bis zu 500 kW sollte aus Sicht der Gutacher konkretisiert werden. Bei § 6 Abs. 1 Satz 2 Nr. 2 sollte ergänzt werden, dass eine Laufwasserkraftanlage von bis zu 500 kW nur genehmigt werden kann, wenn sie „ohne durchgehende Querverbauung in der Ausleitungsstrecke bzw. im Mutterbett“ errichtet worden ist.

Dann ist klargestellt, dass die Neuerrichtung einer Wasserkraftanlage mit Fischaufstiegsanlage an einem unverbauten Flussabschnitt nicht so interpretiert werden kann, dass in der Summe keine Querverbauung entstanden ist. Bei dieser Interpretation würde die Zielsetzung des § 6 (1) Satz 2 EEG leer laufen.

Nach § 6 (1) S. 2 beziehen sich die ökologischen und standortbezogenen Anforderungen derzeit nur auf Laufwasserkraftanlagen bis zu 500 kW. Um zu vermeiden, dass Wasserkraftanlagen von 0,5 bis 5 MW ohne ökologische Anforderungen an unverbauten Flussabschnitten genehmigungsfähig werden, empfehlen die Gutachter, die Anforderungen nach § 6 (2) S. 2 auch auf diese Leistungsklasse zu beziehen.

Dies entspricht einer konsequenten Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie, dass über die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme bis 2015 ein guter ökologischer Zustand der Oberflächengewässer erreicht werden soll.

8.4 Nutzung von Deponiegas, Klärgas und Grubengas nach § 7 EEG

8.4.1 Naturschutzziele und Regelungen

Da die Anlagen zur Nutzung von Deponiegas, Klärgas und Grubengas in der Regel kleinflächig in vorbelasteten Bereichen errichtet werden, sind keine weiträumigen Auswirkungen auf Natur und Landschaft zu verzeichnen. Vor diesem Hintergrund ist verständlich, dass das EEG für diese Sparte keine naturschutzbezogenen Regelungen enthält.

Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass die energetische Nutzung von Deponiegas, Klärgas und Grubengas klimaschutzbezogene Ziele unterstützt. Durch die Aufnahme von Grubengas in den Anwendungsbereich des EEG im Jahr 2000 fand eine Marktinitialisierung statt. Vorher gelangte Grubengas, das zum Großteil aus Methan besteht, entweder über Entgasungsleitungen direkt („kaltes Abfackeln“) oder durch Risse und Spalten auf diffuse Weise in die Atmosphäre. Indem aufgrund des novellierten EEG nun Grubengas verstärkt abgesaugt und zur Erzeugung von Strom und Wärme genutzt wird, entsteht aus Methan das weitaus weniger klimaschädliche Kohlendioxid [21]. Auch bei der Deponiegasnutzung zur Erzeugung von Strom wird Methan, das zuvor in die Atmosphäre entweichen konnte, in Kohlendioxid umgewandelt.

8.4.2 Aktuell diskutierte Auswirkungen

Es liegen keine Erkenntnisse vor, dass durch die Nutzung von Deponie-, Klär- und Grubengas problematische weiträumige Auswirkungen auf Natur und Landschaft ausgehen könnten.

8.4.3 Bewertung

Da keine Naturschutzziele in Bezug auf die Nutzung von Deponiegas, Klärgas oder Grubengas vorhanden sind, kann keine Bewertung vorgenommen werden.

8.4.4 Empfehlungen

Aus Sicht des Naturschutzes sind keine Anpassungen der Regelungen des § 7 EEG erforderlich.

8.5 Nutzung der Biomasse nach § 8 EEG

8.5.1 Naturschutzziele und Regelungen im EEG

Die Förderung der Verstromung von Biomasse durch das EEG hat vor allem energetische und damit klimabezogene Ziele. Um kleinere Anlagen – namentlich Biogasanlagen im landwirtschaftliche Bereich – wirtschaftlich zu machen, wurde bei der Neufassung des EEG 2004 eine neue Vergütungsstufe bei 150 kW eingeführt (§ 8 (1) EEG).

Des Weiteren wurden die Vergütungssätze erhöht, soweit der Strom ausschließlich aus Pflanzen- und Pflanzenbestandteilen und/oder aus Gülle bzw. Schlempe gewonnen wird, die in landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betrieben oder im Rahmen der Landschaftspflege anfallen (§ 8 (2) EEG). Welche nachwachsenden Rohstoffe (NawaRo) förderfähig sind, ist in der Biomasseverordnung geregelt. Durch den NawaRo-Bonus sollen grundsätzlich die vorhandenen energetischen Potenziale erschlossen werden.

Ebenfalls wurde die Verstromung von Holz gegenüber dem Mindesttarif zusätzlich vergütet, um neue Bereiche zu erschließen, wenn die Potenziale für Altholz ausgeschöpft sein werden. Gegenüber Pflanzen- und Pflanzenbestandteilen und/oder Gülle bzw. Schlempe ist der Aufschlag wegen der kostengünstigeren Erschließung reduziert (§ 8 (2) EEG). Bei der Verwendung von belastetem Altholz der Kategorien A III (halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung) und A IV (schadstoffbelastet oder mit Holzschutzmitteln behandelt) im Sinne der Altholzverordnung wird kein Bonus gewährt, sondern umgekehrt der Mindesttarif abgesenkt, wenn die Anlagen nach dem 29.6.2006 in Betrieb gegangen ist (§ 8 (1) EEG).

Zwei weitere Aufschläge für Strom aus Biomasseanlagen werden gewährt, wenn gleichzeitig die Wärmenutzung durch Dritte ermöglicht wird und wenn innovative, besonders energieeffiziente Anlagentechniken eingesetzt werden (§ 8 (3, 4) EEG). Damit zielen auch der KWK-Bonus und der Technologie-Bonus auf Ressourcen- und Klimaschutz.

Tab. 10: Klimaschutzziele des EEG zur Biomasse

Klimaschutzziele EEG	Regelungen EEG
Die energetischen Potenziale nachwachsender Rohstoffe sollen verstärkt erschlossen werden (Klimaschutz).	Mindesttarif, § 8 (1) NawaRo-Bonus, § 8 (2)



Abb. 8: Maisfeld [22]

Eine Besonderheit der energetischen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen und Ernterückständen besteht darin, dass die damit einhergehende Umstellung der landwirtschaftlichen Nutzung in Agrarökosystemen zu großräumigen Auswirkungen auf Natur und Landschaft führen kann. Im Gegensatz zu den Umweltauswirkungen technischer Anlagen ist die Bereitstellung von Biomasse aus der Landwirtschaft jedoch weitaus schwieriger auf die Einhaltung von Umweltstandards hin zu kontrollieren. Daher stellt sich die Frage, ob bestimmte Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft als so gravierend eingeschätzt werden, dass eine Modifizierung der Förderung im Rahmen des EEG erforderlich wird und ggf. konkrete Naturschutzziele mit dem NawaRo-Bonus verknüpft werden sollten.

8.5.2 Bewertung des NawaRo-Bonus hinsichtlich negativer Auswirkungen auf Natur und Landschaft

8.5.2.1 Auswirkungen von Bioenergieanlagen auf Natur und Landschaft

Grundsätzlich sind die Auswirkungen der Bioenergieanlagen von den Auswirkungen des Biomasseanbaus zu unterscheiden. Für die energetische Nutzung fester Biomasse werden Biomasse(heiz)kraftwerke eingesetzt, bei Biogasanlagen sind reine Vergärungsanlagen von Feuerungsanlagen zu unterscheiden. Pflanzenöl wird in Blockheizkraftwerken (BHKW) verstromt. Einen ersten Überblick über die Auswirkungen von Biogasanlagen auf Natur und Landschaft bietet eine Umfrage bei den Unteren Naturschutzbehörden in Deutschland (10/2006;

Rücklauf 31 %) [23]. Grundsätzlich sind die Umweltauswirkungen relativ standortabhängig und lokal wirksam.

Da Biogasanlagen bis 0,5 MW nach § 35 BauGB im Außenbereich privilegiert sind, sind Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes vor allem bei isolierter Lage in Gebieten mit Erholung und Tourismus relevant. So führt eine dezentrale Biogasanlage im Außenbereich mit bis zu 15 m hohem Fermenter, Abgasrohren und Notfackeln zu einer zusätzlichen Zersiedlung der Landschaft und einer Beeinträchtigung des Landschaftsbildes. Vermeidungsmöglichkeiten ergeben sich durch die Angliederung an einen Betrieb, eine geringere Höhe des Fermenters und einen grauen, braunen oder grünen Anstrich.

Auswirkungen durch Biogasanlagen können sich ebenfalls für den Menschen ergeben. So werden hinsichtlich des Betriebs insbesondere Gerüche und Lärm als negative Beeinflussung der Nachbarschaft angeführt. Geruchsemissionen entstehen bei der Vorbereitung und Lagerung der Einsatzstoffe, bei der Vergärung, bei der Verbrennung des Biogases sowie bei der Anlieferung und Abholung von Einsatz- und Gärreststoffen.

Im Hinblick auf großräumige ökologische Wirkungsgefüge können anlagebedingte Flächenversiegelung, Barriere- und Zerschneidungseffekte für Tiere und Pflanzen sowie baubedingte Emissionen von Lärm, Abgasen und Stäuben vernachlässigt werden.

Erhebliche nachteilige Auswirkungen können darüber hinaus durch Störfälle ausgelöst werden. Durch unsachgemäße Handhabung oder Störfälle ist es in der Vergangenheit gelegentlich zu Austritten von Gas und Gülle gekommen, wodurch Boden und Gewässer belastet wurden und extreme Geruchsbelastungen entstanden sind. Darüber hinaus kann ein erhöhtes Verkehrsaufkommen bei größeren Anlagen dadurch entstehen, dass die zu vergärende Gülle und Biomasse zum Anlagenstandort gebracht und die Gärreste zum Aufbringen auf den Feldern oder zur ordnungsgemäßen Entsorgung wieder abgeholt werden. Durch Abgase und Stäube sowie nächtliche Fahrzeugbeleuchtung kann es Störungen des Menschen sowie der Pflanzen- und der Tierwelt kommen.

Im Allgemeinen unterscheiden sich die Auswirkungen von Biogasanlagen auf Natur und Landschaft zu großen Teilen nicht von denjenigen, die generell für Bauvorhaben im Außenbereich gelten. Grundsätzlich werden die Auswirkungen im Zuge der erforderlichen Genehmigungsverfahren und Umweltprüfungen beurteilt und minimiert. Je nach Größe der Komponenten einer Biogasanlage sowie der Leistung des Generators erfolgt die Genehmigung nach Bundesimmissionsschutzgesetz oder nach Baugesetzbuch mit oder ohne vorherige Aufstellung eines Bebauungsplans [24].

Anfang 2006 wurden über zwei Drittel aller Biogasanlagen nach BImSchG zugelassen, da sie aufgrund ihrer Feuerungswärmeleistung, der Güllelagerkapazität oder dem Substratdurchsatz festgelegte Grenzen überschritten. Für ca. 1 % der Anlagen wurde aufgrund der

Gesamtfeuerungswärmeleistung oder des Einsatzes von Abfällen eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchgeführt [28]. Für die anderen Anlagen wurden Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nach der Eingriffsregelung (§ 18ff. BNatSchG) festgelegt. In Bezug auf das eine Drittel der Anlagen, das nach Baurecht zugelassen wurde, wurde entweder eine Umweltprüfung nach BauGB oder alleine die Eingriffsregelung nach BNatSchG angewendet.

Im Rahmen dieser Umweltprüfungen werden die prognostizierten Auswirkungen auf Natur und Landschaft beurteilt und Maßnahmen erarbeitet, um Beeinträchtigungen zu vermeiden, zu mindern und zu kompensieren. Dadurch kann auch das Risiko entscheidend vermindert werden, dass im Falle einer Betriebsstörung Gärsubstrat austritt und Boden, Grundwasser und Oberflächengewässer belastet. Weiterhin wird nach der Technischen Anleitung Lärm auch sichergestellt, dass die geltenden Immissionsrichtwerte eingehalten werden und durch Zulieferverkehr und Verbrennungsmotor keine schädlichen Auswirkungen auf den Menschen entstehen. Entscheidend für die Genehmigungsfähigkeit der Biogasanlage ist, dass die Geruchsbelastung in Wohn- und Mischgebieten nicht als erheblich beurteilt wird. Hierfür werden in den meisten Bundesländern so genannte Geruchsimmissionsrichtlinien angewendet [25].

Neben den negativen Auswirkungen, die ein solches Bauvorhaben mit sich zieht, werden auch positive Effekte gesehen. Diese betreffen insbesondere die Verwertung der Gülle. Durch die Vergärung vermindert sich der negative Geruch, ebenso die Bodenbelastung im Vergleich zum Einsatz unbehandelter Gülle.

Da Biomasse(heiz)kraftwerke für Holz und BHKW-Anlagen für Pflanzenöl meist im beplanten Innenbereich errichtet werden, weisen sie durchschnittlich gesehen in Bezug auf Landschaftsbild und Flächenversiegelung geringere Auswirkungen auf als Biogasanlagen im Außenbereich. Ferner geht von ihnen keine Geruchsbelastung aus, da in ihnen Biomasse verbrannt und nicht vergoren wird.

8.5.2.2 Auswirkungen des Anbaus gasförmiger Bioenergieträger auf Natur und Landschaft

In Bezug auf nachwachsende Rohstoffe führt vor allem der Anbau gasförmiger Bioenergieträger zu einer Intensivierung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung auf regionaler Ebene [23]. Diesbezüglich sind die Veränderungen der landwirtschaftlichen Nutzungsverteilung und auf der Ebene der einzelnen Schläge bzw. Standorte die Beeinträchtigungen von Boden, Wasser, Luft, Tieren und Pflanzen (Biodiversität) sowie des Landschaftsbildes von Bedeutung. Für das EEG sind vor allem gasförmige Bioenergieträger relevant.

Veränderung der Flächennutzungen durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe

Aus Naturschutzsicht wird befürchtet, dass der Anbau nachwachsender Rohstoffe die Flächennutzung auf regionaler Ebene negativ verändert. Dazu gehören insbesondere die Vergrößerung der Schläge, ein erhöhter Einsatz von Dünger und Pestiziden, vorgezogene Erntetermine, die Reduzierung und Einengung von Fruchtfolgen sowie der Anbau von Monokulturen, insbesondere die Zunahme des Maisanbaus. Weiterhin wird angeführt, dass ökologisch wertvolle „Restflächen“, deren Nutzung sich bisher nicht rentierte, wie etwa Säume oder Gewässerrandstreifen, genutzt werden und dadurch ihre Funktion als Lebensraum, Puffer oder Vernetzungselement verlieren.

Beeinträchtigungen von Boden und Wasser durch nachwachsende Rohstoffe, insbesondere Maisanbau, und Reststoffnutzung

Aus Sicht des Naturschutzes wird vor allem der intensive Anbau von Silomais als Problem gesehen. Mögliche Folgen sind die einseitige Belastung des Bodens durch Verdichtungen und Erosion. Hinzu kommt, dass der Mais aufgrund des hohen Massenwachstums bei vielen Böden die Nährstoffvorräte erschöpft. Um dem entgegenzuwirken, wird häufig zusätzlicher organischer und mineralischer Stickstoffdünger eingesetzt, der wiederum zur Belastung des Grundwassers und in Verbindung mit der erhöhten Erosion zur Eutrophierung von Gewässern führen kann [26]. Wenn die Vielfalt der Anbaukulturen reduziert wird, gehen Lebensräume für Tiere und Pflanzen verloren.

In einem Vergleich mit fünf anderen Kulturen führt nur die Zuckerrübe zu größeren Belastungen des Naturhaushaltes als der Mais [27].

Tab. 11: Relativer Vergleich der Risiken für Natur und Landschaft durch den Anbau verschiedener Kulturarten [27]

a) Risiko für Natur und Landschaft	b) Weizen	c) Triticale	d) Raps	e) Sonnenblume	f) Mais	g) Zuckerrübe
Erosion	A	A	B	C	D	E
Schadverdichtungen	A	A	A	A	C	E
Eutrophierung	A	A	B	B	C	B
Belastung mit PSM	A	A	C	A	C	A
Belastung Grundwasser	A	A	B	B	C	B
Belastung Oberflächengewässer	A	A	B	C	C	C
Verlust von Lebensräumen bzw. Artenvielfalt	B	B	A	A	B	B

Die angeführten Beeinträchtigungen sind vor allem dann zu verzeichnen, wenn Mais in Monokultur und unter ungünstigen Standortbedingungen angebaut wird.

Für das Grundwasser stellt insbesondere der Eintrag von Nitrat und anderen Nähr- und Schadstoffen eine zentrale Belastung dar. Ein Nitratreintrag ist in jedem Fall zu erwarten, wenn Grünland für den Anbau nachwachsender Rohstoffe umgebrochen und die organische Substanz mineralisiert wird.

Nach Angaben der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe wurden im Jahr 2006 auf ca. 1,5 Mio. ha bzw. 13 % der deutschen Anbaufläche Energiepflanzen angebaut. Den größten Anteil umfasste der Anbau von Raps zur Herstellung von Kraftstoffen (Rapsölmethylester) auf 1,3 Mio. ha, was für das EEG jedoch nicht relevant ist.

Der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen für die Biogasproduktion hat von 2004 bis zum Jahr 2006 erheblich zugenommen. Auf der Grundlage von Angaben der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung wurde der Anbau nachwachsender Rohstoffe von 13.600 ha auf 200.570 ha ausgedehnt. Mit ca. 157.500 ha bzw. 78 % der Anbaufläche nahm der Mais 2006 den größten Anbauumfang ein, im Jahr 2004 fand der Maisanbau noch auf ca. 10.600 ha bzw. 78 % der Fläche statt. Da vermutlich nicht alle Flächen mit Energiepflanzenprämie gemeldet wurden, ist davon auszugehen, dass die für den Anbau von Substraten für Biogasanlagen real genutzte Flächen noch deutlich über diesen Zahlen liegt. Für das Jahr 2006 führt eine Abschätzung ausgehend vom Anlagenbestand und der üblichen Einsatzsubstratquote zu einer Fläche von 400.000 bis 500.000 ha mit Energiepflanzen für Biogasanlagen [28].

Der Boom bei gasförmigen Bioenergieträgern ist auch daran erkennbar, dass von Ende 2004 bis 2006 mit 1.269 Neuerrichtungen die gesamte installierte elektrische Leistung von Biogasanlagen von 247 MWel auf 949 MWel fast vervierfacht wurde. Von 2000 bis 2004 wurden jährlich grob 150 bis 350 Anlagen errichtet [28]. Während der Anteil nachwachsender Rohstoffe Ende 2004 4 % der Substrate von Biogasanlagen ausmachten, stieg dieser Anteil bis Ende 2005 auf 22 % und Ende 2006 auf ca. 30 %. Relativ gesehen sank dadurch der Einsatz von industriellen und landwirtschaftlichen Reststoffen als Koferment. Nach Experteneinschätzung ist eine aus Umweltsicht nicht wünschenswerte Verdrängung von agrarindustriellen Abfällen als Einsatzsubstrat durch den NawaRo-Bonus in der Praxis jedoch nicht zu beobachten. Etwa zwei Drittel der Anlagenbetreiber erhalten zusätzlich zur Grundvergütung den NawaRo-Bonus. Dabei ist ein Trend zur Umstellung auf nachwachsende Rohstoffe zu erkennen [28].

Zu ergänzen ist, dass die landwirtschaftliche Reststoffnutzung voraussichtlich zu keinen Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft führt. Da in der Regel ein gewisser Verbleib von Ernterückständen auf dem Acker verbleibt und vergorene Ernterückstände wiederum auf den

Acker ausgebracht werden, ist nicht mit nachteiligen Auswirkungen auf den Humusgehalt der Böden zu rechnen.

Minderung der Biodiversität durch den Verlust von ökologisch wertvollen Flächen, Grünland und Landschaftselementen

Des Weiteren können die finanziellen Anreize des EEG dazu führen, dass Grenzertragsböden und Stilllegungsflächen erneut bewirtschaftet werden. Dadurch gehen Lebensräume für wildlebende Tiere und Pflanzen verloren. Dies ist auch der Fall beim Verlust von ökologisch wertvollen Flächen wie etwa Niedermoorbereichen, Ödland, Brach- und Sukzessionsflächen oder von Landschaftselementen wie Hecken, Säumen und Gewässerrandstreifen. Dadurch werden vor allem gefährdete Arten der Ackerlandschaft beeinträchtigt.

Ähnlich problematisch ist die Nutzungsintensivierung von Grünlandflächen für Natur und Landschaft. Während bei extensiv genutztem Grünland die erste Mahd erst Mitte Juni erfolgt, um bei Wiesenbrütern die Aufzucht der Jungtiere zu ermöglichen, wird durch Düngung eine häufigere Schnittnutzung und ein erster Mahdtermin ab April bzw. Mai ermöglicht. Dadurch können die Gelege der Wiesenbrüter zerstört und Jungtiere getötet werden [29]. Für viele Wiesenblüher bedeutet der frühe und häufigere Schnitt, dass sie nicht mehr zur Aussamung kommen.

Als bedeutendes Problem wurde in der Umfrage der Unteren Naturschutzbehörden insbesondere der Grünlandumbruch beurteilt, der hinsichtlich des Anbaus nachwachsender Rohstoffe erfolgt. Neben den Belastungen von Boden und Grundwasser gehen dadurch Lebensräume für wildlebende Tiere und Pflanzen verloren.

Betrachtet man den Anbau nachwachsender Rohstoffe auf der Stilllegungsfläche, betrug dieser im Jahr 2004 ca. 3.700 ha, 2005 ca. 28.000 ha und 2006 ca. 49.000 ha [28].

Beeinträchtigung des Landschaftsbilds

Die Eigenart bildet den regionalen Charakter von Landschaften ab und macht sie unterscheidbar. Eine Verengung der Fruchtfolgen und damit verbundene Abnahme der Vielfalt der Anbaukulturen bewirkt eine Minderung der Strukturvielfalt des Landschaftsbildes. Daneben kann der umfangreiche Anbau einer bisher in einer Region nicht oder wenig angebauten Kultur vom Erholungssuchenden als negative Veränderung der Eigenart wahrgenommen werden. Dies wird bei hochwüchsigen Kulturen wie Mais, Chinaschilf und Hanf (bis 4 Meter) oder bei Kurzumtriebsplantagen vermutet, wenn Sichtbeziehungen unterbunden werden. Hingegen kann in ausgeräumten Kulturlandschaften der Anbau hochwüchsiger Energiepflanzen auch als belebend und anreichernd empfunden werden [26]. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass hochwüchsige Kulturen für die Biogaserzeugung in der Regel nur 2 bis 3 Monate im Jahr über 2 Meter hoch sind und die Sicht begrenzen [30, 31].

Bezogen auf die oben diskutierten Auswirkungen ergibt sich bundesweit folgende Einschätzung für den Zeitraum von 2004 bis 2006.

Tab. 12: Bewertung des NawaRo-Bonus nach § 8 (2) EEG hinsichtlich Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft durch gasförmige Bioenergieträger

Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft (2004-07)	Einfluss § 8 (2) EEG	Einfluss Cross Compliance, gute fachliche Praxis	Handlungsbedarf
Intensivierung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung in großem Umfang	belastend	neutral	gegeben
Beeinträchtigungen von Boden und Wasser/Grundwasser durch NawaRo (insbesondere Maisanbau) in großem Umfang	belastend	neutral	gegeben
Minderung der Biodiversität durch den Verlust von ökologisch wertvollen Flächen, Grünland und Landschaftselementen sowie geänderte Erntetermine in gewissem Umfang	neutral (lokal belastend)	neutral	gegeben
Beeinträchtigung des Landschaftsbildes in geringem Umfang	neutral (lokal belastend)	neutral	gegeben
Beeinträchtigung des Bodens (Humusbilanz) durch Reststoffnutzung in geringem Umfang	nicht belastend	schonend	nicht gegeben

Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung und die dadurch ausgelösten Beeinträchtigungen von Boden und Wasser werden als belastend für Natur und Landschaft bewertet. Diesbezüglich haben die Cross Compliance-Regelungen einen geringen Einfluss (neutral). Für die Minderung der Artenvielfalt durch den Verlust von ökologisch wertvollen Flächen und Landschaftselementen gibt es zwar viele Anzeichen; diese lassen sich bisher jedoch nicht ausreichend belegen [32]. Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes oder des Bodens durch Reststoffnutzung, die großräumig und dauerhaft sind, lassen sich gegenwärtig nur in geringem Umfang erkennen.

8.5.2.3 Auswirkungen des Anbaus fester Biomasse auf Natur und Landschaft

Für die Verstromung in Feuerungsanlagen kommen folgende holzartige Biomassen zum Einsatz:

- Waldrestholz,
- Industrierestholz einschließlich Sägenebenprodukte,
- Althölzer aller Altholzkategorien (A I bis A IV),
- Hölzer aus der Landschaftspflege.

Für die Nutzung von Waldrestholz und Hölzern aus der Landschaftspflege wird der NawaRo-Bonus gewährt, für Althölzer und Industrierestholz ist dies nicht der Fall. Für Altholzanlagen, die nach dem 29.6.2006 in Betrieb

gehen, wird zudem der Mindesttarif gesenkt. Das höherwertige Stammholz wird in der Regel einer stofflichen Nutzung für das Baugewerbe und die Möbelindustrie zugeführt.

In Wäldern stellen Reisig, Totholz und alte Höhlenbäume für viele Tierarten wertvolle Habitate dar, insbesondere für Vögel und Fledermäuse. Durch die verstärkte Nutzung von Schwachholz und Waldrestholz werden daher wertvolle Habitatstrukturen beseitigt. Ein Risiko wird auch darin gesehen, dass eine übermäßige Entnahme von Biomasse aus dem Wald zu einem Mangel an pflanzenverfügbaren Nährstoffen führt [26]. Aus Sicht des Naturschutzes muss daher eine Intensivierung der energetischen Waldrestnutzung kritisch betrachtet werden. In jedem Fall sollten die Kriterien zur guten fachlichen Praxis der Fortwirtschaft eingehalten werden [33].

Auf der Basis von Betreiberangaben und Erfahrungswerten umfasst die Nutzung von Waldrestholz und Hölzern aus der Landschaftspflege derzeit 5 bis 10 % der energetisch genutzten Holzfraktionen [28]. Dies ist aus Sicht des Naturschutzes positiv zu werten, da keine Belastungen entstanden sind.

Tab. 13: Bewertung des NawaRo-Bonus nach § 8 (2) EEG hinsichtlich Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft durch Waldrestholznutzung

Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft (2004-07)	Einfluss § 8 (2) EEG	Einfluss Feststoffnutzung	Handlungsbedarf EEG
Nutzung von Waldrestholz in geringem Umfang	neutral	neutral (lokal belastend)	nicht gegeben

Eine intensive Nutzung findet vor allem bei Althölzern statt, die einen Anteil der Verstromung von ca. 75 % ausmachen. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Nutzung von Althölzern derzeit noch wirtschaftlicher betrieben werden kann, als die von Waldrestholz. Die Bereitstellungskosten in den meist klein strukturierten Privatwäldern sind vergleichsweise hoch. Die gestiegenen Holzpreise für die Feststoffnutzung deuten jedoch darauf hin, dass möglicherweise eine intensivere Nutzung zu erwarten ist.

Der Anbau von schnellwüchsigen Holzplantagen zum Kurzumtrieb findet derzeit in Deutschland vor allem zu Versuchszwecken statt [34, 35]. Je nach Anbauweise können dadurch positive wie auch negative Auswirkungen auf Natur und Landschaft entstehen. Auch Halmgüter aus der Landwirtschaft werden gegenwärtig nur in geringem Umfang in Feuerungsanlagen eingesetzt.

Insgesamt ist festzuhalten, dass der NawaRo-Bonus zu einem vermehrten Einsatz von Waldrestholz und Landschaftspflegehölzern führt. So hat sich der Anteil von „NawaRo“ an dem gesamten Brennstoffeinsatz in Biomasseverstromungsanlagen von grob 6 % in 2004 auf geschätzt 9 % in 2006 erhöht. Dem steht eine Verringerung des Anteils an Resthölzern (Sägenebenprodukte, industrielle Resthölzer und Althölzern der Kategorien A I und A II) gegenüber, während der Anteil an Althölzern der

Kategorien A III und A IV im betrachteten Zeitraum nahezu konstant blieb [28].

8.5.2.4 Auswirkungen des Anbaus flüssiger Bioenergieträger auf Natur und Landschaft

Der NawaRo-Bonus erstreckt sich neben Festbrennstoffen und Biogas auch auf pflanzliche Öle. Die energetische Nutzung von Pflanzenöl hat in Deutschland in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen. Vornehmlich ist dies auf den verstärkten Einsatz von Raps zur Gewinnung von Biodiesel zurückzuführen. Relevant für das EEG ist hingegen, dass im zunehmenden Maße Palmöl für die Stromerzeugung eingesetzt wird [28].

Vernichtung von Regenwald durch den Import von Palmöl

Der Import von Palmöl zur Erzeugung regenerativen Stroms wird in der Öffentlichkeit sehr kritisch beurteilt, da damit die Rodung von Regenwald einhergeht [36, 37]. Dies betrifft insbesondere Indonesien und Malaysia, die gemeinsam 86 % des Palmöl-Weltmarktes abdecken [38].

Berichten des WWF zufolge werden zur Errichtung der Plantagen die holzwirtschaftlich nutzbaren Baumarten abgeholzt und der restliche Bestand durch Brandrodungen vernichtet. Dabei hat außer Kontrolle geratenes Feuer Ende der 90er Jahre ausgedehnte Gebiete des Regenwaldes zerstört [39]. Anschließend werden auf der Fläche Ölpalmen als Monokultur-Plantagen angelegt, die einem enormen Wasserverbrauch aufweisen und zur Verarmung der Böden führen. Insgesamt wird die Artenvielfalt stark reduziert. Darüber hinaus erhöht die Ausweitung des Palmölanbaus in starkem Maße den Druck auf ökologisch wertvolle Flächen. In Malaysia wurde bereits der größte Teil des Regenwaldes vernichtet. Hinzu kamen soziale Konflikte zwischen Kommunen und Produzenten [40].

Angaben von Wetlands International zufolge führen Brandrodung sowie das Trockenlegen von Torfböden für Plantagen in Indonesien großflächig zum Abbau organischer Substanz und zur Freisetzung von Kohlendioxid: jährlich ca. 2000 Millionen Tonnen CO₂ (600 Mio. t durch Mineralisierung und 1400 Mio. t durch Brandrodung). Durch diesen Prozess werden bereits 8 % der globalen Kohlendioxidemissionen verursacht. Einem Ertrag von 3 bis 6 Tonnen Palmöl steht die Emission von 50 bis 100 Tonnen Kohlendioxid gegenüber [41].

Weltweit beträgt die Ölpalmen-Anbaufläche 11 Mio. ha. Jährlich werden ungefähr 30 Mio. t an Palmöl, überwiegend zu Nahrungsmittelzwecken, produziert. Deutschland importierte 2005 insgesamt 1,2 Mio. t an Palmöl, Palmkernöl und Palmkernexpeller [42]. In EEG-geförderten BHKW-Anlagen wurden 2006 ungefähr 0,06 Mio. t Rapsöl und 0,34 Mio. t Palmöl eingesetzt, was einer Flächenbelegung von etwa 48.000 ha für den Rapsanbau in Deutschland und etwa 106.000 ha für den Palmölanbau in Asien entspricht [28].

Auch wenn dies bezogen auf 2005 nur 5 bis 6 % der nach Deutschland importierten Menge sind, ist dieser Umstand nicht mit der Zielstellung des

§ 1 EEG vereinbar, eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen und dabei auch Natur und Umwelt zu schützen. Zudem besteht die Gefahr, dass dadurch in der öffentlichen Wahrnehmung die Akzeptanz für das EEG vermindert wird. Daher wird die Verwendung von importiertem Palmöl für die Verstromung gemäß EEG als gravierende Belastung von Natur und Landschaft gewertet. Geeignete Gegenmaßnahmen sind einzuleiten.

Tab. 14: Bewertung des NawaRo-Bonus nach § 8 (2) EEG hinsichtlich Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft durch flüssige Bioenergieträger

Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft (2004-07)	Einfluss § 8 (2) EEG	Einfluss Weitere Instrumente	Handlungsbedarf EEG
Vernichtung von Regenwald durch den Import von Palmöl	belastend	nicht wirksam	gegeben

8.5.2.5 Instrumente zur Minderung der Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft

Bevor über Anpassungsbedarf des NawaRo-Bonus diskutiert wird, ist darzulegen, in welchem Umfang das bestehende Instrumentarium in der Landwirtschaft bereits auf eine schonende Anbauweise Einfluss nimmt. Grundsätzlich soll die Landwirtschaft entsprechend den Regeln der guten fachlichen Praxis erfolgen. Diese leiten sich einerseits aus der Forschung ab, andererseits aus dem Naturschutzrecht. Gemäß § 4 (4) BNatSchG muss beispielsweise die Bewirtschaftung standortangepasst erfolgen, Beeinträchtigungen von Biotopen sind zu vermeiden oder ein Grünlandumbruch an empfindlichen Standorten ist zu unterlassen. Allerdings weisen die Regeln der guten fachlichen Praxis eher einen Empfehlungscharakter auf. Daher sind ordnungsrechtliche Instrumente von größerer Bedeutung.

Seit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik im Jahr 2003 werden mit dem Instrument „Cross Compliance“ die Direktzahlungen an Landwirte an die Einhaltung von Umweltstandards geknüpft [43]. Hierbei handelt es sich um:

- Einzelvorschriften aus 19 bereits existierenden EU-Richtlinien sowie -Verordnungen aus den Bereichen Umwelt, Futtermittel- und Lebensmittelsicherheit sowie Tiergesundheit und Tierschutz,
- Regelungen zur Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand,
- Regelungen zur Erhaltung von Dauergrünland.

Die nationalen Regelungen werden stufenweise von 2005 bis 2007 umgesetzt [32]. Die einzelnen Ziele sowie die entsprechenden Anforderungen sind nachfolgend dargestellt.

Falls ein Landwirt für einen Produktionsbereich Direktzahlungen empfängt, muss er Cross Compliance auch auf alle andere Bereiche anwenden. Hält

er bestimmte Regelungen nicht ein, kommt es zu Kürzungen bei den Direktzahlungen (s. Tab. 15).

Grundsätzlich bietet die Regelung des Cross Compliance viele Chancen für den Naturschutz. Beispielsweise können Pflegemaßnahmen in Natura-2000-Gebieten leichter vollzogen und der Erhalt von Landschaftselementen besser gewährleistet werden. Zahlungen für „nicht produktive“ Flächen wie bspw. Hecken schaffen hierzu den finanziellen Anreiz [44].

Allerdings werden bei einzelnen Regelungen des Cross Compliance auch Probleme gesehen. So ist zwar der Grünlandumbruch an Schwellenwerte gebunden und es besteht darüber hinaus die Pflicht zur Wiedereinsaat. Da Dauergrünland jedoch auf regionaler Ebene und am Jahresende bilanziert wird, hat der Landwirt beträchtlichen Spielraum für den Grünlandumbruch, auch durch Flächentausch [46, 45]. Mit Ausnahme von naturschutzrechtlich geschützten Flächen besteht somit kein parzellenscharfes Umbruchverbot, wie es bspw. in Österreich am Rand von Gewässern gilt [46].

Aus Naturschutz ist auch problematisch, dass Mulchen als kostengünstige Maßnahme zur Instandhaltung stillgelegter Flächen möglich ist. Dies kann dazu führen, dass bisher extensiv genutzte Kulturlandschaften künftig nur noch durch maschinelles Mulchen offen gehalten werden. Dies würde eine Abnahme der Biodiversität bewirken [44]. Vielfach werden auch die Kontrollmöglichkeiten bei Kleinbetrieben als schwierig eingestuft.

Tab. 15: Zentrale Anforderungen des Cross Compliance aus Sicht des Naturschutzes

Zielsetzung	Maßnahmen
Erhalt der wildlebenden europäischen Vogelarten	Beseitigungsverbot bestimmter Landschaftselemente oder Verbot des absichtlichen Zerstörens von Nist-, Brut-, Wohn- und Zufluchtsstätten der europäischen Vogelarten sowohl innerhalb als auch außerhalb von Schutzgebieten.
Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wild lebenden Tiere und Pflanzen	Einhaltung von Bewirtschaftungsvorgaben, wenn diese in einer Schutzgebietsverordnung oder per Einzelanordnung benannt wurden.
Schutz des Grundwassers gegenüber Verschmutzung	Keine Ableitung gefährlicher Stoffe (i. d. R. Mineralölprodukte und bestimmte chemische Pflanzenschutzmittelwirkstoffe) in das Grundwasser durch bspw. nicht sachgerechte Lagerung oder nicht ordnungsgemäßen Beseitigung..
Schutz der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm	Obergrenzen für Schadstoffe im Boden und im Klärschlamm sowie für die aufbringbare Menge. Des Weiteren gelten bestimmte Aufbringungsverbote und Anwendungsregeln.
Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat	Nitrateinträge in Gewässer durch Auswaschung oder oberflächlichen Abtrag muss so weit wie möglich vermieden werden.
	Die in dem Düngemittel enthaltenen Nährstoffe müssen weitestgehend von den Pflanzen für ihr Wachstum ausgenutzt werden können.
	Für die Ausbringung bestimmter stickstoffhaltiger Düngemittel sind bestimmte Höchstwerte, Dokumentationspflichten, Sperrzeiten sowie Abstandsregeln zu Gewässern einzuhalten.
	Nach Landesrecht sind bestimmte Anforderungen an die Mindestlagerkapazität von Lagerstätten für Jauche, Gülle, Festmist und Silagesickersäfte sowie deren Sicherheit gestellt.
Erosionsvermeidung	Mindestens 40% der Ackerflächen eines Betriebes müssen zwischen 1. 12. und 15.2. entweder mit Pflanzen bewachsen sein oder verbliebene Pflanzenreste dürfen nicht untergepflügt werden.
	Terrassen dürfen nicht beseitigt werden.
Erhalt der organischen Substanz sowie der Bodenstruktur	Richtiges Anbauverhältnis, indem mindestens drei Kulturen jeweils auf mindestens 15% der Ackerfläche angebaut werden oder eine jährliche Humusbilanz erstellt wird oder alle sechs Jahre der Bodenumusgehalt bestimmt wird
	Stoppelfelder dürfen nicht abgebrannt werden.
Instandhaltung von stillgelegten Flächen	Ackerland: gezielte Begrünung oder Selbstbegrünung, Zerkleinern und Mulchen oder Abfahren des Aufwuchses
	Grünland: jährliches Zerkleinern des Aufwuchses und Mulchen oder Entfernen der Mahd alle 2 Jahre;
	keine Durchführung der Maßnahmen zwischen 1.4. und 15.7.
Erhalt von Landschaftselementen	keine Beseitigung von Hecken oder Knicks, Baumreihen, Feldgehölzen, Feuchtgebieten, Einzelbäumen ohne Genehmigung
Erhalt von Dauergrünland	Grünlandumbruch nur noch bis 5% gegenüber dem regionalen Basiswert aus 2003 zulässig
	Pflicht der Landwirte mit Direktzahlungen, die Dauergrünland umgebrochen haben, dieses wieder anzusäen, wenn der landesweiter Rückgang 8% bzw. 10% gegenüber dem Basiswert beträgt

8.5.3 Bewertung des NawaRo-Bonus hinsichtlich positiver Auswirkungen auf Natur und Landschaft

Um kein einseitiges Bild zu zeichnen, ist darauf hinzuweisen, dass der Anbau nachwachsender Rohstoffe auch viele Chancen für den Naturschutz beinhaltet. So kann die Einführung mehrjähriger Kulturen oder optimierter Anbausysteme zur Erhöhung der Artenvielfalt oder zum Schutz von Boden und Wasser beitragen. Diesbezüglich werden derzeit mehrere Forschungsvorhaben durchgeführt, die für die Fortentwicklung der guten fachlichen Praxis beim Anbau nachwachsender Rohstoffen maßgeblich [47]. Aus Sicht des Naturschutzes ist die energetische Nutzung von Gülle sowie von Biomasse aus der Landschaftspflege von besonderem Interesse.

8.5.3.1 Einsatz von Gülle

Wird die Gülle nach der Biogasnutzung als Dünger auf Äcker ausgebracht, entstehen geringere Emissionen des Treibhausgases Methan als bei direkter Ausbringung ohne Vergärung. Die Vergärung der Gülle hat auch einen positiven Einfluss auf die Bodenqualität: Dadurch, dass organische Säuren durch den Vergärungsprozess weitgehend abgebaut werden, wird Gülle als Dünger für Pflanzen und Bodenlebewesen verträglicher und besser verfügbar als unvergorene Gülle und Wirtschaftsdünger. Des Weiteren sind die Geruchsemissionen vergorener Gülle gegenüber unbehandelter Gülle drastisch reduziert und auch hygienisch unbedenklicher [48].

Bei mehr als der Hälfte aller in Biogasanlagen eingesetzten Substrate handelt es sich um tierische Exkremente (Gülle). Dieser Anteil ist von Ende 2004 auf Ende 2006 von 52 auf 50 % leicht zurückgegangen. Da im selben Zeitraum die gesamte installierte Leistung von Biomasseanlagen von 247 MW_{el} auf 949 MW_{el} stieg, bedeutet dies absolut gesehen eine Zunahme des Gülleeinsatzes in Biogasanlagen. Wird von 7000 Volllaststunden der Anlagen ausgegangen sowie einem Güllepotenzial in Deutschland von 23,8 TWh [48], dann werden bisher knapp 15 % dieses Potenzials energetisch genutzt. Aus Sicht des Naturschutzes ist der NawaRo-Bonus in Bezug auf die Erschließung zusätzlicher Güllepotenziale nicht wirksam.

Tab. 16: Bewertung des NawaRo-Bonus nach § 8 (2) EEG hinsichtlich des Gülleeinsatzes

Positive Auswirkungen auf Natur und Landschaft (2004-07)	Einfluss § 8 (2) EEG	Einfluss weiterer Instrumente	Handlungsbedarf EEG
Einsatz von Gülle zur Vergärung in geringem Umfang	nicht wirksam	neutral	offen

8.5.3.2 Einsatz von Biomasse aus der Landschaftspflege

Da auch Biomasse aus der Landschaftspflege nach EEG vergütet wird, stellt sich die Frage, ob dadurch möglicherweise die Biotoppflege unterstützt wird und ein Export von Nährstoffen aus extensiven Standorten stattfindet [49]. Entscheidend für die Nutzung von Landschaftspflegematerial ist der Biogasertrag. Dieser beträgt gegenüber extensiv bewirtschafteten Flächen 56 % und gegenüber intensiv bewirtschafteten Flächen 21 %. Dies ist auf reduzierte Düngergaben, späte Mahdtermine und ligninreiche (verholzte) Bestände zurückzuführen. Hinzu kommt, dass der Schnitt und Transport oft erhebliche Kosten verursacht [28]. Grasschnitt aus der Landschaftspflege wie auch aus extensivem Grünland kann daher nur rentabel eingesetzt werden, wenn zusätzlich Ausgleichszahlungen beansprucht werden können [49].

Vor diesem Hintergrund findet bisher eine energetische Nutzung von Biomasse aus der Landschaftspflege nur in unbedeutendem Umfang statt. Die zusätzliche Förderung durch Naturschutzprogramme gleicht diesen Sachverhalt nicht aus. Der NawaRo-Bonus ist somit hinsichtlich der Erschließung von Biomasse aus der Landschaftspflege nicht wirksam.

Tab. 17: Bewertung des NawaRo-Bonus nach § 8 (2) EEG hinsichtlich des Einsatzes von Biomasse aus der Landschaftspflege

Positive Auswirkungen auf Natur und Landschaft (2004-07)	Einfluss § 8 (2) EEG	Einfluss Naturschutzprogramme	Handlungsbedarf EEG
Einsatz von Biomasse aus der Landschaftspflege in geringem Umfang	nicht wirksam	neutral	offen

8.5.4 Aktuell diskutierte Auswirkungen

Auswirkungen der Stromerzeugung aus gentechnisch veränderten Organismen auf Natur und Landschaft

Derzeit werden die Umweltauswirkungen durch den Anbau von gentechnisch veränderten Pflanzen (gv-Pflanzen) intensiv diskutiert. Diese können als Festbrennstoffe und Pflanzenöl als auch als Energieträger für die Biogaserzeugung Verwendung finden. Grundsätzlich wird die Gefahr gesehen, dass beim Anbau von gv-Biomasse geringere Umweltstandards angelegt werden als für Lebens- und Futtermittel. Es herrscht die Befürchtung, dass Energiepflanzen als Einfallstor für die Verbreitung von GVO fungieren könnten.

Im Hinblick auf nachwachsende Rohstoffe werden derzeit vor allem folgende Umweltauswirkungen von gv-Mais, gv-Raps sowie gv-Pappeln untersucht:

- Negative Auswirkungen von gv-Mais auf Nicht-Zielorganismen, Bodenmikrobiologie sowie die Bodenfauna
- Veränderungen bei heimischen Wild- und Kulturpflanzen aufgrund der Auskreuzung von gv-Raps

- Ausbreitung von transgenen Eigenschaften in natürlichen Baumbeständen durch Auskreuzung bei gv-Pappeln über Artgrenzen hinweg

Negative Auswirkungen von gv-Mais auf Nicht-Zielorganismen, Bodenmikrobiologie sowie die Bodenfauna

Transgener Mais (Bt-Mais) kann durch das Fressen von Pflanzenteilen oder Pollen von Nichtzielorganismen, insbesondere Insekten und Spinnen aufgenommen werden. In Untersuchungen wurden für die Bodenfauna (Springschwänze und Regenwürmer) keine negativen Effekte durch den Anbau von Bt-Mais festgestellt. Der Bestand an räuberischen Wanzen und Spinnen reduzierte sich zwar, was für die biologische Kontrolle von Schädlingen und damit für das Agrarökosystem von negativer Bedeutung sein kann. Allerdings muss dieser Effekt in Langzeituntersuchungen im Gelände und Labor weiter untersucht werden, um den Einfluss anderer Umweltfaktoren zu ermitteln.

Beim Anbau von Gen-Mais kann auch ein hoher Polleneintrag in Feldränder anfallen. Ob dadurch die Raupen verschiedener Schmetterlingsarten negativ beeinträchtigt werden, wenn sie die Pollen aufnehmen, kann derzeit nicht beurteilt werden. Weiterhin ergaben sich keine Beeinträchtigungen der Bodenmikrobiologie, die durch Mineralisierung der Ernterückstände entscheidend für die Pflanzenernährung sind, und damit auch keine negativen Folgen auf die Bodenfruchtbarkeit [50].

Veränderungen bei heimischen Wild- und Kulturpflanzen aufgrund der Auskreuzung von gv-Raps

Raps hat in Europa zahlreiche Wildverwandte, die als Kreuzungspartner in Frage kommen. Daher besteht die Gefahr, dass Resistenzgene, die den Kulturraps vor Krankheitserregern schützen, auch in Wildarten gelangen, so dass sich diese stärker gegenüber anderen Arten durchsetzen und auf Ackerstandorten sowie in natürlichen Lebensräumen ausbreiten können. Eine deutliche Auskreuzung unter Freilandbedingungen konnte bisher allerdings nur bei Sareptasenf nachgewiesen werden, jedoch nicht bei verwandten Wildarten wie Schwarzen und Weißen Senf, Hirtentäschel und Acker-Hellerkraut [51].

Ausbreitung von transgenen Eigenschaften in natürlichen Baumbeständen durch Auskreuzung bei gv-Pappeln über Artgrenzen hinweg

Die Züchtung von Gen-Pappeln zielt auf schnellwüchsige und höhere Gehölze sowie insektenresistente Eigenschaften für die Plantagennutzung. Dabei ist das mögliche Auskreuzungsrisiko in Lebensgemeinschaften anderer Arten, d. h. eine dauerhafte Ausbreitung die zentrale Frage. Da jedoch zu viele Umweltfaktoren Einfluss nehmen und zu kurze Beobachtungszeiten vorliegen, sind aussagekräftige Erfahrungen mit transgenen Gehölzen im Freiland bisher nur begrenzt möglich. Bei Gehölzen wird versucht eine Sterilität zu erreichen, was gegenwärtig in China an zwei transgenen Pappellinien in Freilandversuchen erprobt wird [52]. Da die Pappeln keine Pollen

ausbilden und die Vermehrung über Samen nur eingeschränkt möglich ist, werden nur geringe Sicherheitsbedenken hinsichtlich einer Auskreuzung gesehen [53]. Allerdings zeigen sich wiederum andere unerwünschte Eigenschaften, wie bspw. Fraßschäden von Insekten, die bis dahin keine bedeutenden Schäden verursacht hatten [52].

In aktuellen Forschungsberichten werden die Auswirkungen von Gen-Mais als gering eingeschätzt. Bei Gen-Raps ist ein Auskreuzungsrisiko festgestellt worden. Dies bedeutet keine Entwarnung, da angesichts der Komplexität natürlicher Systeme weiterhin große Ungewissheiten hinsichtlich der ökologischen Risiken durch die Gentechnik bestehen. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen empfiehlt, bei zukünftigen Entscheidungen stets das Vorsorgeprinzip anzuwenden [54].

Wegen der möglichen hohen Risiken durch gentechnisch veränderte Organismen (GVO) wird in Deutschland ein strenges Genehmigungsverfahren durchgeführt. Außerdem wird seit dem Jahre 2005 beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) ein Standortregister geführt. Darin müssen alle Flächen eingetragen sein, auf denen gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut werden, egal ob zu Versuchszwecken oder zur kommerziellen Nutzung. In Deutschland findet derzeit ein Anbau von gv-Pflanzen auf 8,8 ha für Freisetzungsversuche statt (u. a. Mais, Raps und Kartoffeln) und auf 946 ha zur kommerziellen Nutzung (ausschließlich Mais) (Stand September 2006) [55]. Im Jahre 2005 wurde gv-Mais in fünf europäischen Ländern auf 55.000 ha (0,5 % der EU-Maisanbaufläche) und weltweit auf 21,2 Mio. ha angebaut [56].

Der Umgang mit Umweltrisiken ist in Europa durch die Freisetzungsrichtlinie geregelt [57]. Diese beinhaltet die Zulassungskriterien für gentechnische Anlagen und Arbeiten, das experimentelle Freisetzen zu Versuchszwecken sowie das Inverkehrbringen zur kommerziellen Nutzung. In Deutschland wurde die Freisetzungsrichtlinie durch das Gentechnikgesetz (GenTG) in nationales Recht umgesetzt. Um die Zulassung für die experimentelle Freisetzung zu erlangen, werden nach §§ 14 GenTG die Auswirkungen, die Eintrittswahrscheinlichkeit sowie das Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt bewertet. Dabei werden dieselben Anforderungen an gentechnisch veränderte und unveränderte Pflanzen angelegt. Hinsichtlich des kommerziellen Anbau bzw. des Inverkehrbringens ist zusätzlich eine positive Entscheidung auf gesamteuropäischer Ebene erforderlich.

Aus dem Vorangestellten ergibt sich, dass für gentechnisch veränderte Energiepflanzen keine geringeren Zulassungsanforderungen gelten wie für unveränderte Pflanzen zur Nahrungsmittelproduktion. Weitaus komplexer ist die fachliche Bewertung, ob bei der Freisetzung von GVO „unvertretbare schädliche Einwirkungen“ auf die menschliche Gesundheit und Umwelt nicht zu erwarten sind (vgl. § 16 GenTG). Diesbezüglich wurde im Jahr 2007 ein Forschungsvorhaben mit dem Ziel abgeschlossen, den Begriff des "ökologischen Schadens" näher zu definieren und ein

Verfahren zu entwickeln, um ökologische Schäden durch GVO bewerten zu können. [58].

Unabhängig von den Risiken ist festzuhalten, dass sich derzeit keine Anzeichen finden, dass gentechnisch veränderte Pflanzen für die Verstromung in Biomasseanlagen angebaut oder eingesetzt würden. Da der Einsatz von GVO generell mit den angeführten Risiken für natürliche Ökosysteme verbunden ist, ist dieser Umstand aus Sicht des Naturschutzes positiv zu werten.

8.5.5 Empfehlungen

Der NawaRo-Bonus leistet einen wichtigen Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz. Angesichts der dadurch ausgelösten verstärkt aufgetretenen und öffentlich wahrgenommenen Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft ist jedoch darauf zu achten, dass insbesondere der Anbau gasförmiger und flüssiger Bioenergieträger naturverträglicher als bisher erfolgt. Hierfür bietet das vorhandene Instrumentarium zum Teil einen guten Ansatz, insbesondere sind die Regelungen der Landwirtschaft zum Cross Compliance hervorzuheben. Sie können allein aber die negativen Auswirkungen nicht ausreichend mindern. Vor diesem Hintergrund empfehlen die Gutachter,

- die Verstromung flüssiger Bioenergieträger (insbesondere Palmöl) aus nicht nachhaltiger Bewirtschaftung durch Zertifizierung zu vermeiden [59],
- naturverträgliche Anbauweisen für gasförmige Bioenergieträger im Rahmen von städtebaulichen Verträgen festzulegen,
- die Biogasnutzung (Technologie-Bonus) auf einen höheren Gülleeinsatz auszurichten,
- den Anteil einer Fruchtart in der Biogasanlage auf eine Höchstgrenze von 50% zu begrenzen.

Vermeidung des Einsatzes von flüssiger Bioenergieträger (Palmöl) aus nicht nachhaltiger Bewirtschaftung durch Zertifizierung

Die Gutachter betrachten die Stromerzeugung von Biomasse aus nicht nachhaltiger Bewirtschaftung, insbesondere Palmöl nicht vereinbar mit dem EEG, da nach § 1 bei der Energieversorgung auch Natur und Umwelt zu schützen sind. Derzeit ist beim Import von Palmöl auch nicht sichergestellt, dass es in landwirtschaftlichen, fortwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betrieben angefallen ist.

Daher wird die Entwicklung und Etablierung eines Zertifizierungssystems für den Import von Biomasse empfohlen, das einen nachhaltigen Anbau gewährleistet und die Herkunft nachweist. Die Zertifizierung sollte sich nicht nur auf das EEG, sondern auch auf Biokraftstoff und andere Nutzungen beziehen. Entsprechende Nachhaltigkeitsstandards werden derzeit entwickelt [60].

Festlegung naturverträglicher Anbauweisen von gasförmiger Bioenergieträger im Rahmen von Substratlieferverträgen

Während die Regelungen zum Cross Compliance dem Landwirt bzw. Anlagenbetreiber einen gewissen Spielraum belassen, um Umweltauflagen einzuhalten, zeichnet sich bei Biogasanlagen die Möglichkeit ab, dass die Gemeinde mit dem Anlagenbetreiber im Rahmen der baurechtlichen Genehmigung konkrete Anbaustandards für nachwachsende Rohstoffe vertraglich vereinbart.

Gegenwärtig sind in genehmigungsrechtlicher Hinsicht zwei Entwicklungen von Bedeutung [61]. Viele Anlagenbetreiber setzen neben der Stromerzeugung auch die gewonnene Wärme ab, um den KWK-Bonus vergütet zu bekommen. Hierfür müssen die Anlagen in der Nähe von Gebäuden errichtet werden und befinden sich damit im Innenbereich. Falls Betreiber und Gemeinde einen geeigneten Standort finden, erfolgt die Genehmigung in der Regel über einen Vorhaben- und Erschließungsplan nach § 12 BauGB. Dieser ermöglicht es der Gemeinde, dort rasch Baurecht zu schaffen, wo zwischen ihr und einem Investor Einvernehmen besteht. Der Investor verpflichtet sich zur Übernahme der Planungs- und Erschließungskosten und zur Realisierung seines Vorhabens innerhalb einer bestimmten Frist. Hierfür legt er einen Vorhaben- und Erschließungsplan vor. Wird der Plan in öffentlicher Gemeinderatssitzung gebilligt, wird er Bestandteil des vorhabenbezogenen Bebauungsplans. Um die fristgerechte Realisierung des Vorhabens zu sichern, schließen Gemeinde und Anlagenbetreiber einen Durchführungsvertrag. Hier besitzen die Vertragsparteien völlige Vertragsfreiheit [62].

Wie einzelne Beispiele zeigen, können im Rahmen des Durchführungsvertrags auch Vereinbarungen zum Substrateinsatz und zu den Anbauflächen getroffen werden, beispielsweise eine Begrenzung des Maisanbaus oder eine bestimmte Fruchtfolge auf der Fläche [63]. Diese Bestimmungen setzt der Betreiber über einen Substratliefervertrag mit den Landwirten oder anderen Zulieferern um. In erster Linie dient der Substratliefervertrag dazu, jährliche Menge an zu liefernder Biomasse zu sichern.

Vielfach ist auch die Erweiterung kleiner Biogasanlagen festzustellen, wenn sie sich als wirtschaftlich herausgestellt haben. Damit ist allerdings in der Regel das Überschreiten der Leistungsgrenze von 500 kW verbunden, die nach § 35 BauGB die einfache Genehmigung von Anlagen ohne Bebauungsplan ermöglicht. Um Planungsrecht zu schaffen, bietet sich auch hier die Aufstellung eines Vorhaben- und Erschließungsplans an. Dadurch erhält die Gemeinde wiederum die Möglichkeit, einen Durchführungsvertrag mit dem Betreiber zu schließen und dort Auflagen zum Anbau nachwachsender Rohstoffe zu formulieren.

Anpassung der Trockenfermentation im Hinblick auf einen höheren Gülleinsatz

Da derzeit nur ca. 15 % des Güllepotenzials energetisch genutzt wird, empfiehlt es sich auch aus Naturschutzsicht, diesen Anteil zu erhöhen. Dadurch lassen sich zum einen Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid (Lachgas), Ammoniak und Methan verringern; zum anderen werden die Bodeneigenschaften durch den Einsatz von vergorener Gülle gegenüber unbehandelter Gülle oder Mineraldünger verbessert.

Beabsichtigt ein Anlagenbetreiber, zusätzlich zum NawaRo-Bonus auch die Vergütung des Technologie-Bonus zu erhalten, kann er hierfür das Trockenfermentationsverfahren einsetzen. Gegenwärtig ist dies bei 2 bis 3 % der Anlagen der Fall, mit zunehmender Tendenz [28]. Mit Bezug auf die Begründung zum EEG 2004 wird in der Regel der Technologie-Bonus gewährt, wenn die eingesetzten organischen Stoffe einen Wassergehalt von unter 70 % aufweisen. Dies könnte darauf hinauslaufen, dass der Einsatz von Mais erhöht, Gülle nicht mehr in Biogasanlagen eingesetzt und auf dem Acker ausgebracht wird. Das Ausbringen unvergorener Gülle auf die Felder führt gegenüber der Vergärung in einer Biogasanlage zu höheren Emissionen des Treibhausgases Methan.

Um dies zu unterbinden, empfehlen die Gutachter, für Trockenfermentation entweder nicht mehr den Technologie-Bonus zu gewähren oder Trockenfermentation anders zu definieren. Eine Überlegung lautet, als Kriterium die „Stapelbarkeit“ der Gärreste fordern. Die Fermentation von Mais ohne Gülle würde dieses Kriterium nicht erfüllen. Beide Vorschläge wirken der Möglichkeit entgegen, Gülle vom Vergärungsprozess auszuschließen.

In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass die aus Naturschutzsicht erwünschte Nutzung von Grünschnitt aus extensiver Nutzung und der Landschaftspflege möglicherweise nur durch das Trockenfermentationsverfahren wirtschaftlich möglich wird. Da die einschlägigen Forschungsvorhaben noch nicht abgeschlossen sind [49, 64], kann zu diesem Zeitpunkt keine der beiden Lösungen bevorzugt werden (Stand 12/2006).

Beschränkung des Anteils einer Fruchtart in der Biogasanlage

Da mit dem Anbau von Mais im Vergleich zu anderen landwirtschaftlichen Anbaukulturen relativ viele Belastungen für Natur und Landschaft verbunden sind und er bei weitem die größte Anbaufläche unter den für die Stromerzeugung eingesetzten nachwachsenden Rohstoffe belegt – zuletzt mit steigender Tendenz –, empfehlen die Gutachter näher zu untersuchen, ob im EEG der Anteil einer Fruchtart in der Biogasanlage auf eine Höchstgrenze von 50 % begrenzt werden kann. Als Ergänzung der guten fachlichen Praxis sowie der Cross Compliance-Vorschriften könnte so vorsorgend einer weiteren oder unerwünschten Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion entgegengewirkt werden.

8.6 Nutzung der Geothermie nach § 9 EEG

8.6.1 Naturschutzziele und Regelungen im EEG

Die Regelungen in § 9 EEG für Geothermieanlagen weisen keine spezifischen Naturschutzziele auf.

8.6.2 Aktuell diskutierte Auswirkungen

Die Erzeugung von Strom aus Erdwärme unterliegt in Deutschland ungünstigeren geologischen Bedingungen als in Ländern, in denen aufgrund vulkanischer Aktivitäten bereits in geringen Tiefen hohe nutzbare Temperaturen von mehreren 100 Grad Celsius vorliegen. Dies ist ein Grund dafür, dass in Deutschland gegenwärtig erst eine Geothermieanlage in Neustadt-Glewe nach EEG vergütet wird und dass der Stand des Wissens zu den Auswirkungen dieser Technologie auf Natur und Landschaft sowie den Menschen bisher noch unvollständig ist. Da sich die Produktionsbedingungen z.B. in Italien (Toskana) oder Island signifikant von den Verhältnissen in Deutschland unterscheiden, sind die dort bekannten Umweltauswirkungen (z.B. Geruchsbelastungen durch Schwefeldämpfe) hier nicht Gegenstand der Betrachtungen.

Insofern sind die Ergebnisse eines aktuellen Forschungsvorhabens zentral, das neben den Umwelteffekten im Lebensweg auch folgende maßgebliche Auswirkungen auf Natur und Landschaft sowie den Menschen betrachtet [65, 66]:

- Erwärmung des oberflächennahen Bereichs durch Thermalwasserleitungen,
- Fließgewässererwärmung durch hohe Abwärmemengen,
- Lärmwirkung auf den Menschen und Tiere während Bohrung und Betrieb.

Erwärmung des oberflächennahen Bereichs durch Thermalwasserleitungen

Der oberflächennahe Bereich kann durch Thermalwasserleitungen aufgewärmt werden. Allerdings handelt es sich dabei um einen lokalen Effekt, da zum einen der Einfluss des geförderten oder reinjizierten Thermalwassers nur in direkter Nachbarschaft zum Bohrloch relevant ist und zum anderen Thermalwasserleitungen meist längs vorhandener Infrastruktur (z. B. Straßen) verlegt werden. Somit sind durch die Erwärmung des oberflächennahen Bereichs keine weiträumigen Beeinträchtigungen des Bodens und Grundwassers zu erwarten.

Fließgewässererwärmung durch hohe Abwärmemengen

Da geothermische Anlagen im Vergleich zu konventionellen Kraftwerken niedrige Wirkungsgrade aufweisen, ist die geothermische Stromerzeugung mit dem Anfall hoher Abwärmemengen verbunden. Falls eine Wasserkühlung eingesetzt wird, ist dadurch zwar die Möglichkeit einer

Fließgewässererwärmung mit Beeinträchtigungen der Fauna und Flora denkbar. Allerdings prüfen die Wasserbehörden grundsätzlich die Genehmigungsfähigkeit dieser Nutzung und erteilen bei einer Zulassung in der Regel Auflagen im Hinblick auf die zulässige Menge und die ökologisch verträgliche Gewässererwärmung.

Die anfallenden Wärmemengen können auch dadurch reduziert werden, dass die Energie auf dem Wärmemarkt abgesetzt wird. Darüber hinaus ist es möglich, durch die gleichzeitige Nutzung von Luft und Wasser (Hybridkühlturm) oder reiner Luftkühlung die Menge des benötigten Wassers und die damit verbundene Fließwassererwärmung zu reduzieren. Umwelteffekte wie Schwadenbildung, Erwärmung der Umgebungsluft oder Geräusche von Ventilatoren werden bei der Zulassung von den zuständigen Behörden geprüft und gegebenenfalls mit Auflagen versehen.

Lärmwirkung auf den Menschen und Tiere während Bohrung und Betrieb

Durch die Bohrungsniederbringung kann für den Menschen eine erhöhte Lärmbelastung entstehen. In Schutzgebieten ist dies für Tiere ebenfalls relevant. Da im Zulassungsverfahren regelmäßig entsprechende Maßnahmen (z. B. Schallschutzeinrichtung, Antrieb der Bohranlage) vorgeschrieben werden, ist diesbezüglich keine Beeinträchtigung zu befürchten. Der während des Betriebs auftretende Lärm (z. B. durch Generator, Ventilatoren) ist durch die TA Lärm geregelt.

Die öffentlich viel diskutierte Gefahr des Schadstoffeintrags in Boden und Grundwasser sowie der Kurzschluss verschiedener Grundwasserhorizonte während der Bohrungsniederbringung stellt keine maßgebliche Umweltauswirkung dar. Technische Maßnahmen, die durch bergrechtliche Auflagen sichergestellt werden, gewährleisten, dass die oberen, zur Trinkwassergewinnung genutzten Stockwerke bei der Niederbringung der Bohrung abgesperrt sind. Durch diese Maßnahmen wird eine Verunreinigung des Grundwassers wie auch ein Kurzschluss verschiedener Wasserhorizonte ausgeschlossen.

8.6.3 Bewertung

Bisher ist erst eine Geothermieanlage in Neustadt-Glewe in Betrieb, die den Förderkriterien des EEG entspricht. Bei dieser sind keine negativen Umweltauswirkungen bekannt. Nach vorliegendem Kenntnisstand entstehen durch die geplanten Geothermieanlagen grundsätzlich keine weiträumigen Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft oder des Menschen, die nicht im Rahmen der bergrechtlichen und wasserrechtlichen Zulassungen ausreichend geregelt wären.

Da keine Naturschutzziele im Rahmen der geothermischen Stromerzeugung verankert sind, ist diesbezüglich keine Bewertung möglich.

8.6.4 Empfehlungen

Beim Betrieb einer Geothermieranlage zur Stromerzeugung ist es aus Gründen des Klimaschutzes vorteilhaft, den Absatz der verfügbaren Wärme durch die Einführung eines Wärmeauskopplungs-Bonus zu vergrößern.

Aufgrund der niedrigen Temperaturen des zur Stromerzeugung genutzten Wassers, kann dieses allerdings nicht zur weiteren Wärmenutzung verwendet werden. Daher wird zur Wärmeauskopplung ein eigenständiger Kreislauf mit Thermalwasser errichtet. Dieser bewirkt die zusätzliche Einsparung von Kohlendioxid.

8.7 Nutzung der Windenergie an Land nach § 10 EEG

8.7.1 Naturschutzziele und Regelungen

8.7.1.1 Naturschutzziele und Regelungen im EEG

Als 1996 Windenergieanlagen (WEA) gemäß § 35 BauGB zu „privilegierten Vorhaben“ im Außenbereich wurden, hat dies deren Genehmigung sehr erleichtert, den Boom der Windkraft insbesondere in Norddeutschland verstärkt und maßgeblich aber auch zur so genannten „Verspargelung“ der Landschaft geführt. Um dem entgegenzuwirken, wurde den Gemeinden im Jahr 1998 die Möglichkeit eingeräumt, die Ansiedlung von Windkraftanlagen durch Ausweisung von Eignungsflächen im Flächennutzungsplan oder von flächenbezogenen „Zielen der Raumordnung“ im Rahmen von Raumordnungsplänen auf bestimmte Gebiete zu konzentrieren und damit für andere Flächen auszuschließen [2].

Von den inzwischen über 18.000 WEA wurden vor 1996 3549 Anlagen errichtet. Diese Anlagen befinden sich überwiegend in Norddeutschland, 80% in Schleswig-Holstein (1254), Niedersachsen (1078) und Nordrhein-Westfalen (504) [67, 68]. Problematisch ist, dass sich ein relativ hoher Anteil dieser Alt-Anlagen außerhalb von Eignungs- oder Vorranggebieten und damit auf Flächen befindet, die aus Gründen des Naturschutzes oder des Landschaftsbilds frei gehalten werden sollten.



Abb. 9: Windpark bei Nauen (Bosch & Partner 2005)

Vor diesem Hintergrund besteht ein Naturschutzziel darin, vereinzelt stehende Anlagen, die für den Naturschutz und das Landschaftsbild problematisch sind, an konfliktärmerer Stelle zu ersetzen. Zum einen lässt sich so das Kollisionsrisiko von Vögeln oder Fledermäusen herabsetzen, zum anderen kann die geringere Anlagenzahl mit geringeren Drehzahlen zu einer Verbesserung des Landschaftsbildes beitragen.

Falls entsprechende planerische Rahmenbedingungen vorliegen, ist daher die Repowering-Regelung nach § 10 (2) EEG in der Lage, die Umsetzung dieses Naturschutzziels zu unterstützen. Repowering liegt vor, wenn Anlagen durch solche mit mindestens dreifacher Leistung im selben Landkreis ersetzt werden. Dabei ist allerdings erforderlich, dass durch die modernen Anlagen keine Höhen erreicht werden, die das Kollisionsrisiko für Vögel und Fledermäuse kritisch erhöhen würden.

Tab. 18: Naturschutzziele und Regelungen des EEG zur Onshore-Windenergie

Naturschutzziel	Regelung
Für den Naturschutz oder das Landschaftsbild problematische Anlagen sollen an konfliktarmen Standorten ersetzt werden.	Repowering (§ 10 (2) EEG)

Falls Repowering im selben Eignungs- oder Vorranggebiet stattfindet, könnte ein naturschutzfachlicher Vorteil auch darin bestehen, dass durch die geringere Anzahl von Anlagen die Kollisionsgefahr für Vögel und Fledermäuse herabgesetzt wird.

8.7.1.2 Standortsteuerung von Windparks und Anlagen

Die Ausweisung von Eignungsgebieten oder Vorranggebieten für die Windenergienutzung ist insofern bedeutsam, als im Rahmen der dabei durchzuführenden UVP unempfindliche bzw. weniger empfindliche Standorte ermittelt und von der Nutzung ausgenommen werden können.

Die Genehmigung einzelner WEA richtet sich nach der Anzahl und Höhe der geplanten Anlagen. Entweder ist ein immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren mit UVP oder eine Baugenehmigung erforderlich.

Von Bedeutung ist, dass die Länder Regelungen in Form von Erlassen, Richtlinien, Rundschreiben oder Hinweisen herausgegeben haben, in denen Kriterien für die Ausweisung von Eignungs- oder Vorranggebieten festgelegt sind. Belange des Umwelt- und Naturschutzes bilden dabei neben Schallschutz oder Nachbarschaftsschutz wesentliche Auswahl- und Beurteilungskriterien. Viele Länder haben in den letzten Jahren ihre Windkrafterlasse dahingehend verändert, dass sie die dort festgelegten Mindestabstände zu Wohnbebauung und Schutzgebieten erweitert haben.

So wurden die Abstände in Nordrhein-Westfalen im Erlass von 2005 mehr als verdoppelt und betragen zu Vogelschutzgebieten pauschal 500 m [69]. Entsprechend dem schleswig-holsteinischen Erlass aus dem Jahr 2003 sind die Abstände abhängig von der Anlagenhöhe, so dass für WEA mit einer Gesamthöhe bis 100 m weiterhin die bisherigen Abstände von mindestens 200 m (Einzelfall 500 m) gelten; bei einer größeren Gesamthöhe wird nun die Anlagenhöhe mit dem Faktor 4 multipliziert und davon 200 m abgezogen [70]. In Brandenburg betragen die Abstände zu Schutzgebieten 1000 m sowie 1000 bis 3000 m zu den Brutplätzen bestimmter Vogelarten [71]. Teilweise gehen die Vorschläge des Niedersächsischen Landkreistages zu Mindestabständen mit bis zu 12,5 km zu Nahrungsgebieten für Wiesenweihe oder Schwarzstorch noch über die Regelungen in Brandenburg hinaus [72]. Auch wenn diese Erlasse nur empfehlenden Charakter haben, entfalten sie in der Praxis eine große Steuerungswirkung, weil die zuständigen Behörden ihre Entscheidungspraxis weitgehend an ihnen ausrichten [2, 89].

Die Länderarbeitsgemeinschaften der Vogelschutzwarten haben sich Ende 2006 auf einheitliche Abstandsempfehlungen zu Vogelschutzgebieten und Brutplätzen gefährdeter Arten geeinigt. Vorteilhaft ist, dass damit bundeseinheitliche Empfehlungen vorliegen. Die Abstände gehen dabei über die der Ländererlasse hinaus (s. Tab. 6-2).

Tab. 19: Vogelschutzfachliche Empfehlungen zu Abstandregelungen für Windenergieanlagen [73]

h) Abstände zu bedeutenden Vogelgebieten	
alle Schutzgebietskategorien nach nationalem Naturschutzrecht mit Vogelschutz im Schutzzweck	Pufferzone 10-fache Anlagenhöhe
EU-SPA	Pufferzone 10-fache Anlagenhöhe
Feuchtgebiete internationaler Bedeutung	Pufferzone 10-fache Anlagenhöhe

entsprechend Ramsar-Konvention	
Gewässer oder Gewässerkomplexe > 10 ha	Pufferzone 10-fache Anlagenhöhe
Sonstige Gast- und Brutvogellebensräume nationaler und landesweiter Bedeutung („Schwerpunkträume“)	Pufferzone 10-fache Anlagenhöhe
Zugkonzentrationskorridore	freihalten
Hauptflugkorridore zwischen Schlaf- und Nahrungsplätzen (Kranich, Schwäne, Gänse)	freihalten
Schlafplätze (Kranich > 500, Schwäne > 500, Gänse > 500)	3000 m Tabu-Bereich (6000 m Prüfbereich)
i) Abstände zu Brutplätzen	j) Tabu-Bereich, Radius (Prüfbereich, bei entspr. Lebensraumtyp)
Schwarzstorch	3000 m (6000 m)
Weißstorch	1000 m (4000 m)
Kranich	1000 m
Rauhfußhühner	Schwerpunkträume, s. o.
Wachtelkönig	Schwerpunkträume, s. o.
Großtrappe	Schwerpunkträume, s. o., + Hauptflugkorridore
Goldregenpfeifer	Schwerpunktraum, s. o.
Schwarzmilan	1000 m (4000 m)
Rotmilan	1000 m (6000 m)
Seeadler	3000 m (6000 m)
Schreiadler	6000 m
Rohr-, Korn- und Wiesenweihe	Schwerpunkträume, s. o.
Fischadler	1000 m (4000 m)
Baumfalke	1000 m (4000 m)
Wanderfalke	1000 m, Baumbrüter: 3000 m
Uhu	1000 m (4000 m)
Brutkolonien (Seeschwalben, Möwen, Reiher, Kormoran)	1000 m (4000 m)
Wiesen-Limikolen	Schwerpunkträume, s. o.

8.7.2 Aktuell diskutierte Auswirkungen

Die Windenergie an Land zählt zu den regenerativen Technologien, deren Auswirkungen auf Natur und Landschaft mit am besten untersucht sind. Daher existiert zu folgenden Auswirkungen auf Natur und Landschaft sowie den Menschen bereits ein bewährtes Instrumentarium der Vermeidung und Minderung [u.a. 74, 75, 76, 77]:

- Beeinträchtigung des Landschaftsbildes,
- Störung von Anwohnern und Erholungssuchenden durch Lärm,
- Störung von Anwohnern und Erholungssuchenden durch Schattenwurf, Reflexion und Befeuern,
- Gesundheitsschädigung durch Infraschall und Eiswurf,
- Flächenversiegelung durch Anlagen und Erschließungswege.

Darüber hinaus haben sich in den letzten Jahren neue Erkenntnisse zu folgenden Wirkungskomplexen ergeben, die möglicherweise im Rahmen der Standortfindung zu berücksichtigen sind:

- Verdrängungseffekte für Rastvögel bei der Nahrungssuche,
- Verdrängungseffekte für Brutvögel (Lebensraumverlust),
- Kollisionsgefahr für Vögel,
- Kollisionsgefahr für Fledermäuse.

Beeinträchtigung des Landschaftsbildes

Durch Windparks können Kulturlandschaften technisch überprägt und Weit- und Panoramablicke gestört werden. In der Regel wurden im Rahmen der Regionalplanung oder der Flächennutzungsplanung auf regionaler Ebene Aspekte des Landschaftsbildes beachtet, indem Eignungsgebieten etwa außerhalb von Sichtachsen oder schützwürdige Räume ausgewiesen wurden.

Störung von Anwohnern und Erholungssuchenden durch Lärm

Um die von WEA ausgehenden Lärmemissionen zu minimieren, kommt die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) zur Anwendung. In dieser sind konkrete Vorgaben für Geräuschpegel festgelegt, die in Wohn-, Misch- oder Gewerbegebieten nicht überschritten werden dürfen. Nach ihnen richtet sich der Abstand zur nächsten Wohnbebauung, so dass unzumutbare Lärmbelastigungen vermieden werden.

Störung von Anwohnern und Erholungssuchenden durch Schattenwurf, Reflexion und Befeuern

Schattenwurf und Lichtreflexe, die durch Rotorbewegungen hervorgerufen werden, sind nur bei ausreichendem Sonnenschein wirksam. Im Rahmen von Genehmigungsverfahren wird gesichert, dass der bewegte Schattenwurf nicht mehr als 30 Minuten am Tag und insgesamt mehr als 30 Stunden im Jahr zu Störungen von schützwürdigen Räumen führen kann. Um den Effekt störender Reflexionen zu verringern, kommen heutzutage in der Regel gering reflektierende Farben und matte Glanzgrade zum Einsatz. Die Auswirkungen der Gefahrenbefeuern der WEA können Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes führen. Durch Synchronisation der Anlagen lassen sich die Effekte minimieren.

Gesundheitsschädigung durch Infraschall und Eiswurf

Für alle derzeit gängigen Größen von WEA liegen Infraschallmessungen vor, die übereinstimmend zeigen, dass derartige Emissionen bei modernen WEA bereits im Nahbereich unterhalb der Hörschwelle liegen. Ebenso ist die Eiswurfgefahr bei WEA nicht höher als bei anderen Bauwerken. Durch pauschale Abstandsregelungen von 360 Metern für die derzeit größte eingesetzte Anlage können mögliche Zwischenfälle bei Betrieb ausgeschlossen werden. Zudem schalten sich die Anlagen bei Eisansatz von selbst ab.

Flächenversiegelung durch Anlagen und Erschließungswege

Die Flächeninanspruchnahme für Anlagen und Erschließungswege führt zu Beeinträchtigungen von Boden, Wasser, Tieren und Pflanzen, die allerdings räumlich begrenzt sind. Die naturschutzfachliche Bedeutung hängt wesentlich von der vorherigen Nutzung bzw. Schutzwürdigkeit der Fläche ab. Um Eingriffe in empfindliche Lebensräume zu vermeiden, wird eine entsprechende Standortfindung bei der Ausweisung von Eignungsgebieten sowie bei der Anwendung der UVP und Eingriffsregelung durchgeführt.

Als Meilenstein der Wirkungsforschung zu WEA sind die Studien des NABU aus den Jahren 2004 und 2006 zu bezeichnen [78, 79, 80]. Dort finden sich auf der Grundlage umfangreicher Literaturlauswertungen Überlegungen zu den Risiken des Repowering auf Vögel und Fledermäuse. In ähnlicher Weise wurden im Rahmen der Informationskampagne „Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore)“ des DNR [81] sowie einer Studie des Umweltbundesamts planungsbezogene Aussagen zu Risiken der Windenergie getroffen [67].

Verdrängungseffekte für Rastvögel bei der Nahrungssuche

Störwirkungen sind für verschiedene Arten von Rastvögeln abgesichert. So meiden zahlreiche Rastvögel der offenen Landschaft Windparks; eine Gewöhnung tritt nicht ein. Am stärksten ist die Störwirkung auf Watvögel, insbesondere Gänse, Pfeifenten und Kiebitze [78]. Allerdings zeigen auch neuere Untersuchungen an der schleswig-holsteinischen Westküste aber auch, dass die als empfindlich geltenden Arten Kiebitz und Goldregenpfeifer regelmäßig und in größeren Schwärmen innerhalb der bestehenden Windparks rasten und dort Nahrung suchen. Die Beobachtungen weisen auf eine zunehmende Gewöhnung hin, die sich allerdings mit den bisherigen Studien nicht statistisch absichern lässt [67]. Zu den unempfindlichen Arten zählen Drosseln und Stare sowie Greifvögel und Sturmmöwen [81].

Verdrängungseffekte für Brutvögel (Lebensraumverlust)

In den NABU-Studien konnte kein statistisch signifikanter Nachweis von erheblichen negativen Auswirkungen der Windkraftnutzung auf die Bestände von Brutvögeln erbracht werden [78, 80]. Gemäß dem DNR-Gutachten meiden einige Arten den engeren Umgebungsbereich von WEA. So wurde für Wachtel und Wachtelkönig ein Abstand von etwa 300 bis 500 m beobachtet, was voraussichtlich auf die Geräuschkentwicklung der Anlagen zurückzuführen ist. Allgemein sehr störungsempfindliche Vögel wie Haselhuhn, Wiedehopf, Raubwürger, Großtrappe oder Schwarzstorch halten zu WEA mit mindestens 500 m die größten Abstände ein [81]. Insgesamt besteht allerdings ein weitgehender Konsens, dass auf Brutvögel nur geringe Störwirkungen festzustellen sind [67].

Kollisionsgefahr für Vögel

In Bezug auf die Kollision von Vogelarten lässt sich zunächst anführen, dass für die meisten Vogelarten die Kollisionsrate im Mittel sehr gering ist und hier kein generelles Problem gesehen wird [67]. Für einzelne Arten, insbesondere für Greifvögel und Möwen bestehen aber durchaus relevante Effekte. Gemäß der zentralen Funddatei der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg sind seit Beginn der Erfassung 78 Verluste von Rotmilanen, 69 von Mäusebussarden und 25 von Seeadlern zu verzeichnen (Stand 28.11.2006). Dieser Umstand ist besonders problematisch, da etwa die Hälfte aller Rotmilane weltweit in Deutschland brüten [78]. Aufgrund der Nähe zu Brutplätzen des Rotmilans wurden in den letzten Jahren mehreren WEA die Genehmigung untersagt [82]. Zu ergänzen ist, dass bei den bisherigen Funden Arten des nächtlichen Vogelzugs weit unterrepräsentiert sind. Da allerdings bisher zu wenig systematisch durchgeführte Studien vorliegen, lässt sich die Bedeutung von Vogelkollisionen an Windenergieanlagen nicht abschließend bewerten [67].

In der NABU-Studie aus dem Jahr 2006 wird festgestellt [80], dass durch Repowering die Störwirkung auf Brutvögel in den meisten Fällen geringer ausfällt als zuvor. Für Gastvögel ergab sich ein uneinheitliches Bild. Negative Auswirkungen traten vor allem bei Gänsen, Goldregenpfeifern und Kiebitzen auf. Im Hinblick auf Kollisionen wird die generalisierende Aussage getroffen, dass Repowering in allen Fällen negative Auswirkungen zeigen würde. Dabei ist allerdings unklar, ob die Anzahl der herangezogenen Studien und die statistischen Auswertungen eine absolute Wertung zur Verträglichkeit von WE zulassen und ob die erhöhten Kollisionsraten sich negativ auf den Erhaltungszustand der Arten auswirken würden.

Nach dem UBA-Gutachten wäre ein Anstieg des Kollisionsrisikos durch Vögel mit zunehmender Anlagenhöhe denkbar, wenn die Intensität des Vogelzugs in den unteren Luftschichten (< 100 m) deutlich geringer wäre als darüber. Radaruntersuchungen im Küstenbereich Schleswig-Holsteins konnten dies nicht bestätigen und zeigten vielmehr eine variable Verteilung des Vogelzugs ohne deutliche Schwerpunkte in allen Höhenbereichen bis über 1500 m. Demnach ist anzunehmen, dass die Wahrscheinlichkeit einer Kollision in einem Bezug zur überstrichenen Fläche der Rotoren steht, nicht jedoch zur Höhe. Daher wird die Kollisionsgefahr einer 2 MW-Anlage nicht höher bewertet als die von zwei 1 MW-Anlagen [67].

Zu beachten ist, dass der Standort einer Windenergieanlage vielfach einen größeren Einfluss auf die Kollisionsrate aufweist als deren Höhe. Werden Windenergieanlagen an Gewässern oder Gebirgrücken durch solche in der offenen Landschaft ersetzt, lassen sich Kollisionsraten von Vögeln in jedem Fall beträchtlich senken.

Wird der Zusammenhang zwischen der Höhe der Anlage und der Scheuchwirkung auf Vögel betrachtet, ergeben sich folgende Tendenzen: Während sich Brutvögel offensichtlich von größeren Anlagen weniger stören lassen als von kleineren, nimmt bei Vögeln außerhalb der Brutzeit

mehrheitlich der Meidungsabstand mit der Größe der Windenergieanlage zu. Für Kiebitze, Goldregenpfeifer, Aaskrähen, Stare und Finken sind die Ergebnisse statistisch signifikant [80].

Kollisionsgefahr für Fledermäuse

Auch wenn derzeit sehr intensiv über Kollisionen von Fledermäusen an WEA diskutiert wird, liegen bisher kaum systematische Untersuchungen vor. Da der größte Teil der Funde im Sommer und Frühherbst erfolgte, ist vermutlich die Kollisionsgefahr während der Zugzeit am höchsten. Die Totfunde werden in der zentralen Datei für Fledermausverluste der Staatlichen Vogelschutzwarte Brandenburg erfasst. Demnach weisen vor allem der Große Abendsegler, die Rauhaufledermaus und die Zwergfledermaus hohe Kollisionsraten auf (Stand 27.11.2006).

Zumindest zeigen die Untersuchungen, dass der Standort der Anlagen für die Kollisionsrate entscheidend ist. Systematische Untersuchungen im Regierungsbezirk Freiburg hatten zum Ergebnis, dass bei Anlagen im Offenland keine oder nur einzelne Fledermäuse gefunden wurden, für Waldstandorte errechneten sich mittlere Kollisionsraten bis 37 Fledermäusen je Anlage und Untersuchungszeitraum, was als ein hoher Wert anzusehen ist [83]. Nach anderen Untersuchungen entfielen knapp 80 % der Verluste auf Anlagen, deren Mast weniger als 50 m von Gehölzstrukturen entfernt war [84, 85]. Da für Fledermäuse Waldstandorte sehr konfliktreich sind, wirkt sich ein Ersatz solcher Anlagen durch Repowering besonders positiv aus.

Einschätzung der diskutierten Auswirkungen

Die aktuellen Studien zu den Auswirkungen von WEA auf Vögel lassen den Schluss zu, dass für einige Rastvögel Verdrängungseffekte vorhanden sind. Insbesondere ergaben sich Störwirkungen auf Gänse, Pfeifenten und Kiebitze. Bei Brutvögeln sind die Verdrängungseffekte durch WEA geringer einzuschätzen. Um die bisherigen Erkenntnisse zu bestätigen, besteht weiterhin Forschungsbedarf.

Betrachtet man die Thematik Vogelschlag, dann lässt sich einerseits feststellen, dass Kollisionen von Vögeln mit WEA für die meisten Arten zahlenmäßig unbedeutend sind im Vergleich zu anderen anthropogenen Todesursachen, wie dem Anflug an Gebäude, Straßenverkehr oder Leitungsanflügen [86]. Andererseits sind die hohen Verluste bei Greifvögeln, insbesondere beim Rotmilan als äußerst problematisch anzusehen, da die Hälfte der weltweiten Population dieser Art in Deutschland vorkommt.

Kollisionen von Fledermäusen mit WEA wurden bisher weniger systematisch untersucht als die von Vögeln. Aufgrund der großen Wissenslücken und der Bedeutung für den Artenschutz nach § 42 BNatSchG ist es zu begrüßen, dass das BMU hierzu ein Forschungsvorhaben vergeben hat [87].

Die Beeinträchtigungen von Vögeln und Fledermäusen können in jedem Fall durch eine frühzeitige und vorausschauende Standortwahl beträchtlich minimiert werden – so lautet das Fazit der Informationskampagne des DNR für eine „Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore).“ [88]

8.7.3 Bewertung der Regelung des EEG

Repowering nach § 10 (2) EEG

Falls geeignete planerische Rahmenbedingungen vorliegen, kann die Repowering-Regelung dazu beitragen, dass vereinzelt stehende Anlagen, die für den Naturschutz und das Landschaftsbild problematisch sind, an einem konfliktarmen Standort ersetzt werden. Betrachtet man die realisierten Repowering-Projekte, liegen die Zahlen allerdings deutlich hinter dem technischen Potenzial. So wurden im Jahr 2005 nur 18 WEA im Rahmen eines Repowering durch 6 größere WEA ersetzt. Dieser Wert lag 2005 deutlich unterhalb der Werte von 2004 und 2003: Es ist sogar ein rückläufiger Trend festzustellen. Hieraus wird deutlich, dass das Repowering heute noch keine Bedeutung für den Windenergiemarkt in Deutschland zeigt [Teilbericht Windenergie].

Dies liegt zum einen daran, dass derzeit Repowering nur für relativ wenige Altanlagen möglich ist, die vor dem 31.12.1995 errichtet wurden. Dies sind in Deutschland nur 1530 Anlagen. Allerdings gilt hier, dass Anlagen, die noch außerhalb der Vorrang- und Eignungsgebiete zur Windenergienutzung errichtet wurden, an diesen Standorten in der Regel heute keine Genehmigung mehr erhalten. Dieser Umstand ist aus Sicht des Naturschutzes natürlich sinnvoll, da ansonsten kleine Anlagen an problematischen Standorten durch große Anlagen an derselben Stelle ersetzt werden könnten.

Zum anderen stehen für Repowering-Projekte keine ausreichenden Ersatzflächen zur Verfügung. Repowering macht naturschutzfachlich gesehen insbesondere dann Sinn, wenn die modernen Anlagen an konfliktarmen Standorten errichtet werden. Eignungsgebiete stellen aus Sicht des Naturschutzes konfliktarme Standorte dar, wenn bei deren Ausweisung die naturschutzfachlichen Belange ausreichend berücksichtigt wurden.

Der dritten Variante von Repowering – dem Ersatz im selben Eignungsgebiet – ist aus Sicht des Naturschutzes sinnvoll, solange dabei die Gesamtleistung des Parks in Maßen erhöht wird [78].

Da Repowering derzeit nur in einem unbedeutenden Umfang stattfindet, wird diese Regelung als neutral bewertet. Dieser Umstand lässt sich vielfach auf die Windkraftverlässe der Länder zurückzuführen; diese beinhalten zum Teil vorsorgeorientierte Höhenbegrenzungen und Mindestabstände, die kaum Raum für die Ausweisung von neuen Eignungsgebieten lassen [89, 90]. Die einschlägigen Erlasse werden diesbezüglich als hemmend bezeichnet.

Tab. 20: Bewertung des Repowering nach § 10 (2) EEG

Ersatz von naturschutzfachlich problematischen WEA durch solche an konfliktarmen Standorten (2004-07)	Einfluss § 10 (2) EEG	Einfluss Erlasse in den Ländern und Kommunen	Handlungsbedarf EEG
in unbedeutendem Umfang	neutral	z.T. hemmend	gegeben

8.7.4 Empfehlungen

Empfehlungen für das Repowering nach § 10 (2) EEG

Derzeit ist Repowering nur für die 1530 Anlagen möglich, die vor dem 31.12.1995 errichtet wurden. Dieser feste Stichtag sollte in eine gleitende Regelung überführt werden, so dass eine bestimmte Zeitspanne jeweils auf das aktuelle Jahr bezogen wird.

Als Bezugsraum für Repowering sollte anstelle des Landkreises größere administrative Einheiten wie eine Planungsregion, ein Regierungsbezirk oder sogar das Bundesland vorgesehen sein.

Da viele Eignungs- oder Vorranggebiete auf der Ebene von Bundesländern oder Planungsregionen ausgewiesen wurden, kann über diesen erweiterten Bezugsraum auch die naturschutzbezogene Ausweisung von Eignungsgebieten für Repowering auf den vorhandenen Planungsinstrumenten aufbauen.

Hinweise für die Raumordnung und Windkrafterlasse der Länder

Voraussetzung für ein Repowering zur „Flurbereinigung“ konfliktreicher Standorte ist die Bereitstellung von Vorrang- und Eignungsgebieten in ausreichendem Umfang. Diese Gebiete sollten ausschließlich für den Zweck des Repowering ausgewiesen werden, um nicht der Konkurrenz mit anderen Anlagen ausgesetzt zu werden [2,78].

Die Notwendigkeit dieser Planungslösung zeigt sich auch daran, dass vereinzelt bereits eine naturschutzfachlich sinnvolle Flurbereinigung außerhalb von Eignungsgebieten stattfindet. So wird in der schleswig-holsteinischen Gemeinde Ellhöft nahe der dänischen Grenze auf Initiative von Windparkbetreibern im Rahmen eines Zielabweichungsverfahrens außerhalb eines Eignungsgebietes eine Ersatzfläche für andere Anlagen im Kreis Nordfriesland geschaffen. Sieben Einzelanlagen werden in einem ornithologisch bedeutsamen Grünlandgebiet abgebaut und durch vier Anlagen am Standort Ellhöft ersetzt. Die Gesamtleistung wird dabei von 4,7 MW auf 9,2 MW erhöht. Auch wenn bei diesem Verfahren weiterhin Anlagen außerhalb von Eignungsgebieten aufgestellt werden, ist dies aus naturschutzfachlicher Sicht zu begrüßen. Falls für Repoweringverfahren neue Eignungsgebiete ausgewiesen würden, könnten die Ersatzstandorte gezielter, rechtssicherer und schneller beplant werden [67].

Da in vielen Ländern die Ausweisung von Eignungsgebieten vielfach an den Mindestabständen zu Schutzgebieten oder Brutnachweisen von Vögeln scheitert, liegt hier ein naturschutzinterner Zielkonflikt vor. Sie

wirken positiv bezüglich der Vermeidung neuer Beeinträchtigungen der Vogelwelt, aber negativ bezüglich der Beseitigung bestehender Beeinträchtigungen. Falls daher die Ausweisung von Eignungsgebieten für Repoweringverfahren an den gegenwärtigen Mindestabständen scheitern würde, wäre zu diskutieren, ob hier nicht unter Wahrung der umweltrechtlichen Anforderungen einzelfallbezogene Untersuchungen möglich wären.

Die Lösung dieser Problematik liegt nicht im Aufgabenbereich des EEG, sondern der Planungsbehörden, die für die vorausschauende und fundierte Ausweisung der Eignungsgebiete zuständig sind.

8.8 Nutzung der Windenergie auf See nach § 10 EEG

8.8.1 Naturschutzziele und Regelungen im EEG

Im Jahr 2002 hat die Bundesregierung ihre Strategie zur Windenergienutzung auf See vorgelegt [91]. Mit Stand vom 28.8.2006 liegen fünfzehn Genehmigungen für den Bau und Betrieb von Offshore-Windparks in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) vor. Dreizehn dieser genehmigten Projekte liegen in der Nordsee und zwei in der Ostsee. Abgesehen von zwei WEA in Hafengebieten ist bis heute kein Offshore-Projekt in Deutschland realisiert worden. Im September 2006 haben sich die Stiftung Offshore-Windenergie, die beteiligten Energieversorger und Windenergieanlagen-Hersteller auf die Errichtung des Testfeldes vor Borkum verständigt. Nach dem Bau der Kabeltrasse 2007 über die Insel Norderney soll der Offshore-Park im Jahr 2008 in Betrieb gehen [92].

Aus Sicht des Naturschutzes besteht eine zentrale Errungenschaft der EEG-Neufassung von 2004 darin, dass naturschutzfachlich bedeutsame Flächen von Offshore-Windparks freigehalten werden sollen [1]. Aus diesem Grund wird Strom aus einer Windenergieanlage nicht vergütet, die in einem gemeldeten oder rechtsverbindlich ausgewiesenen FFH- oder Vogelschutzgebiet in der Nordsee oder Ostsee errichtet wird (§ 10 (7) EEG).

Eine weitere naturschutzbezogene Überlegung besteht darin, dass Windenergieanlagen als umso naturverträglicher einzustufen sind, je weiter entfernt sie von der Küste errichtet werden. Neben der besonderen Schutzwürdigkeit des Küstenmeers nimmt der Vogelzug in der Nordsee mit wachsender Entfernung von der deutschen Bucht hin ab. Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Befeuerung von weiter in der AWZ errichteten Offshore-Parks eine Anziehungswirkung auf den nächtlichen Vogelzug ausübt. Bei schlechten Wetterbedingungen könnte ein erhöhtes Kollisionsrisiko entstehen oder die Vögel könnten im Lichtschein gefangen werden, dauerhaft um die Anlagen fliegen und durch Erschöpfung zu Tode kommen.

Vor diesem Hintergrund wird der Entfernungs- und Tiefenwasserbonus – der vor allem einen wirtschaftlichen Hintergrund hat – als sinnvolle naturschutzbezogene Regelung beurteilt (§ 10 (3) EEG).

Nach dem EEG 2004 erhalten nur solche Windenergieanlagen die Förderung, die in einer Entfernung von mindestens drei Seemeilen von der Küstenlinie entfernt errichtet werden. Darüber hinaus wird die Vergütungsdauer von 12 Jahren für jede Seemeile, die die Anlage über die zwölf Seemeilen hinaus errichtet wird, jeweils um 0,5 Monate verlängert; für jeden Meter Wassertiefe über die 20 Meter hinaus beträgt die Verlängerung 1,7 Monate.

Tab. 21: Naturschutzziele und Regelungen des EEG zur Offshore-Windenergie

Naturschutzziele	Regelungen
Naturschutzfachlich bedeutsame Flächen sollen von Offshore-Windparks freigehalten werden.	Ausschluss der Vergütung in FFH- und Vogelschutzgebieten (§ 10 (7) EEG)
Windenergieanlagen sollen weiter von der Küste entfernt errichtet werden, um empfindlichere küstennahe Bereiche zu schonen.	Entfernungs- und Tiefenwasserbonus (§ 10 (7) EEG).

8.8.2 Aktuell diskutierte Auswirkungen

Da es sich bei der Offshore-Windenergie um eine in Deutschland neue Technologie handelt, wurde hinsichtlich der denkbaren Auswirkungen eine umfangreiche ökologische Begleitforschung durchgeführt. Deren Ziel besteht darin, Erkenntnisse über die möglichen Auswirkungen auf die Meeresumwelt zu gewinnen, Risiken zu identifizieren und planerische Empfehlungen für die Genehmigung von Offshore-Windparks zu geben [u.a. 93, 94, 95, 96, 77]. Da in Deutschland noch kein Offshore-Windpark in Betrieb ist, wurden auf der Grundlage einzelner Forschungen und Beobachtungen an dänischen und skandinavischen Windparks Prognosen über mögliche Auswirkungen auf die Meeresumwelt angestellt.

Auswirkungen auf die Meeresumwelt ergeben sich durch Bau, Anlage und Betrieb von Offshore-Windparks selbst sowie durch die Kabeltrassen für die Anbindung der Parks an die Küste. Relevant sind vor allem die Auswirkungen auf Vögel und Meeressäuger (insbesondere Schweinswale) sowie in den küstennahen Bereichen auf das Landschaftsbild. Im Einzelnen werden folgende Auswirkungen der Offshore-Parks als Beeinträchtigungen gesehen bzw. vermutet:

- Beeinträchtigungen von Schweinswalen,
- Lebensraumverlust von Seevogelarten durch Scheuchwirkung,
- Kollision von Zugvögeln (Vogelschlag),
- Schädigung und/oder Vertreibung der Fischfauna durch Sedimentfahnen,
- Schädigung und/oder Verlust von Benthos-Lebensgemeinschaften,
- Beeinträchtigungen der Meeresumwelt durch die Kabelverlegung,

- Risiko großflächiger Meeresverschmutzung durch die Kollision von Schiffen mit Windenergieanlagen,
- Technisierung des Landschaftsbildes.



Abb. 10: Windpark Utgrund bei Schweden [97]

Gegenüber den bisherigen Untersuchungen liefert der heutige Stand der Forschung erstmals einen zusammenfassenden Überblick über die möglichen Auswirkungen auf die Meeresumwelt [u.a. 67, 98, 99,100].

Beeinträchtigungen von Schweinswalen

Neben Varianten, wie der Einsatz von Schwerkraftfundamenten oder Tripods, werden für die Errichtung von Windenergieanlagen auch Einpfahlgründungen (Monopiles) vorgenommen. Durch Bohrung, Rammung oder Spülung wird der Pfahl in den Meeresboden eingebracht [101], wodurch bestimmte Emissionswerte erreicht werden.

Während der Rammarbeiten für die Errichtung von Monopiles im Dänischen Park Horns Rev wurde vorübergehend eine Abnahme der akustischen Aktivität und Verhaltensreaktionen der Schweinswale festgestellt. Demgegenüber kam es beim Windpark Nysted zu einer signifikanten Abnahme der Schweinswale, die bisher auch in der Betriebsphase nicht mehr auf das ursprüngliche Niveau zurückging.

Lebensraumverlust von Seevogelarten durch Scheuchwirkung

Bei der Errichtung von Windenergieanlagen werden neue künstliche Strukturen in einer bisher weithin offenen Landschaft geschaffen. Bisherige Untersuchungen zeigen, dass Seevögel auf Offshore-Windparks unterschiedlich reagieren. Eisenenten flogen auch nach Errichtung von zwei schwedischen Windparks die Bereiche weiterhin zur Rast- und Nahrungssuche an. Beim dänischen Windpark Nysted sank der Bestand

von Eiderenten nach Errichtung der Anlagen vorübergehend ab, nahm dann aber wieder zu [67]. Flugzählungen vor und nach Errichtung des Parks Horns Rev zeigten, dass die Bereiche von Seetaucher, Basstölpel, Trauerente, Tordalk und Trottellumme eindeutig gemieden wurden. Heringsmöwen befanden sich nach einer anfänglichen Meidungsreaktion häufiger im Windpark, ähnlich wie Mantelmöwen, Zwergmöwen, Fluss- und Küstenseeschwalben.

Kollision von Zugvögeln (Vogelschlag)

Unter natürlichen Bedingungen finden die Vögel während des Vogelzugs auf See eine offene Fläche ohne Hindernisse vor. Werden dort Windenergieanlagen errichtet, reichen diese aufgrund ihrer Höhe auch in die Flughöhe vieler Zugvogelarten, wodurch die Gefahr von Kollisionen entsteht [96].

Bei Eiderenten konnte in fünfjährigen Untersuchungen an einem schwedischen Windpark beobachtet werden, dass auch in dunklen Nächten die Anlagen wahrgenommen werden und Ausweichbewegungen stattfinden. Direkte Kollisionen wurden nicht beobachtet. Es sind allerdings Massenkollisionen von Seevögeln an Ölplattformen oder der Öresundbrücke bekannt, so dass die Gefährdung durch technische Anlagen unter bestimmten Umständen sehr hoch sein kann. Derzeit kann das Kollisionsrisiko jedoch nicht abschließend beurteilt werden, da Vögel möglicherweise bei Schlechtwetterlagen auf hoher See durch die Beleuchtung von Offshore-Parks angezogen werden und einem höheren Kollisionsrisiko unterliegen. Zu beachten ist, dass sich die Barrierewirkung erhöhen kann, falls Vögel Offshore-Windparks meiden.

Schädigung und/oder Vertreibung der Fischfauna durch Sedimentfahnen

Grundsätzlich weisen natürliche und anthropogene Aufwirbelungen durch die Fischerei und Schifffahrt stärkere Auswirkungen auf den Lebensraum der Fische auf als der Bau von Offshore-Windparks. Da diese außerdem räumlich begrenzt sind, kommt Sedimentfahnen im Zuge der Bauarbeiten keine größere Bedeutung für die Schädigung der Fischfauna zu. Unklar ist, in welchem Umfang schallintensive Baugeräusche bei Fischen zu physiologischen Schäden des Hörapparates und anderer Organe mit letalen Folgen führen. Ein positiver Effekt wird darin gesehen, dass die Offshore-Windparks als Rückzugsräume der Fischeschwärme dienen können, insofern dort keine Fischerei stattfindet.

Schädigung und/oder Verlust von Benthos-Lebensgemeinschaften

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurden beobachtet, dass sich die Artenzusammensetzung der Lebensgemeinschaften am Meeresgrund (Benthos) bis in 15m von den Piles entfernt veränderte. Großräumige Beeinträchtigungen der Benthos-Lebensgemeinschaften sind jedoch nicht zu erwarten. Die Auswirkungen des verstärkten Biomasseeintrages durch die Besiedlung der Fundamente und Piles sind jedoch noch nicht vollständig erforscht.

Beeinträchtigungen der Meeresumwelt durch die Kabelverlegung

Die Netzanbindung der Windenergieanlagen an die Küste erfolgt durch das Verlegen von Kabeltrassen, indem diese mit Tiefen von 1 bis 3 Metern verlegt werden [67]. Die Eingriffe in den Meeresboden erfolgen dabei kleinräumig und weisen keine anhaltende Wirkung auf. Bei entsprechenden Schutzmaßnahmen sind nach derzeitigem Kenntnisstand durch die Kabelverlegung keine großräumigen Auswirkungen auf Vögel und Meeressäuger zu erwarten.

Risiko der Meeresverschmutzung durch die Kollision von Schiffen mit Windenergieanlagen

Das Kollisionsrisiko von Schiffen mit WEA wird bei der Genehmigung von Offshore-Windparks ausgiebig geprüft. Ergänzend zum Risikomanagement durch die Betreiber wird darauf geachtet, dass die Windparks in ausreichendem Abstand zu den Hauptschiffahrtswegen errichtet werden und das Manövrieren von Schleppern zulassen. Im Kollisionsfall wird das deutsche Havariekommando im Rahmen der allgemeinen Unfallbekämpfung auf See tätig [102]. Derzeit wird ein Forschungsvorhaben durchgeführt, in dem weitere Empfehlungen zur Risikominimierung erarbeitet werden [103].

Technisierung des Landschaftsbildes

Die Technisierung des Landschaftsbildes wird insbesondere von den Küstengemeinden als Beeinträchtigung wahrgenommen und befürchtet, dass dadurch ein negativer Einfluss auf den Tourismus eintritt. Auch wenn es sich dabei um keine naturwissenschaftlich messbare Auswirkung handelt, kommt ihr im Hinblick auf den Ausschluss von Standorten eine mithin entscheidende Wirkung zu.

Einschätzung der aktuell diskutierten Auswirkungen

Die vorliegenden Forschungsergebnisse sind als Erfolg der langjährigen und umfangreichen ökologischen Begleitforschung zu sehen. Da bisher kein Windpark in der Nordsee oder Ostsee errichtet wurde – ab 2008 das Testfeld vor Borkum –, sind noch keine abschließenden Aussagen möglich. Baubedingte Auswirkungen auf Schweinswale, der Lebensraumverlust von Seevögeln und das Kollisionsrisiko für den nächtlichen Vogelzug stellen die größten Unsicherheitsfaktoren dar. Entscheidend für den Schutz der Meeresumwelt sind die Ausweisung von Eignungsgebieten für Offshore-Windparks und das Genehmigungsverfahren mit UVP.

Im Zuge der anstehenden Ausweisung von Eignungsgebieten nach Raumordnungsgesetz besteht die Möglichkeit, durch großräumige Planungen mit dazwischen liegenden Korridoren sowie der Integration seitlicher Durchlässe in Parks das Kollisionsrisiko an Offshore-Windparks zu minimieren. Als Vermeidung kann eine Reihenanordnung parallel zur Zugrichtung und das Abschalten der Anlagen in Zeiten des Massenzugs angeordnet werden. Ebenso ist eine Optimierung der Befeuerung von Offshore-Parks wichtig, um den möglichen Anziehungseffekt auf den nächtlichen Vogelzug zu minimieren [100].

8.8.3 Bewertung der Regelung des EEG

Ausschluss der Vergütung von Offshore-Windparks in FFH- und Vogelschutzgebieten nach § 10 (7) EEG

Aus Sicht des Naturschutzes besteht eine zentrale Errungenschaft des EEG 2004 darin, dass Strom aus einer Windenergieanlage nicht vergütet wird, wenn sie in einem Meeresschutzgebiet errichtet wurde. Im Mai 2004 erfolgte die Meldung von 8 FFH- und 2 Vogelschutzgebieten in der Nord- und Ostsee an die Europäische Kommission. Der Umfang der Schutzgebiete beträgt über 30 Prozent der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) [104]. Damit ist die Errichtung von Windenergieanlagen in Meeresschutzgebieten unter gegenwärtigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich unrentabel und die Zielstellung des EEG umgesetzt. In diesen Fällen erübrigt sich die Durchführung einer Verträglichkeitsprüfung.

Tab. 22: Bewertung der Vergütung nach § 10 (7) EEG hinsichtlich des Ausschlusses von Offshore-Windparks in FFH- und Vogelschutzgebieten

Schutz von FFH- und Vogelschutzgebieten (2004-07)	Einfluss § 10 (7) EEG	Einfluss Verträglichkeitsprüfung	Handlungsbedarf EEG
in vollem Umfang	wirksam	neutral	nicht gegeben

Naturschutzbezogene Standortsteuerung von Offshore-Windparks durch den Entfernungs- und Tiefenwasserbonus nach § 10 (3) EEG

Nach derzeitigem Kenntnisstand sind Windenergieanlagen um so naturverträglicher einzustufen, je weiter entfernt sie von der Küste errichtet werden. Dies liegt an der Schutzwürdigkeit des Küstenmeers und an der Abnahme des Vogelzugs mit wachsender Entfernung von der deutschen Bucht. Gemäß dem Entfernungs- und Tiefenwasserbonus des EEG erhöht sich die Vergütung in Abhängigkeit von der Entfernung zur 12 Seemeilen-Grenze und zur Wassertiefe der Standorte. Dass mehrere Offshore-Windparks weit in der AWZ genehmigt wurden, kann sicherlich auch auf diese Bestimmungen zurückgeführt werden. Daher wird der Entfernungs- und Tiefenwasserbonus als wirksam bewertet.

Tab. 23: Bewertung des Entfernungs- und Tiefenwasserbonus nach § 10 (3) EEG hinsichtlich der naturschutzbezogenen Standortsteuerung von Offshore-Windparks

Naturschutzbezogene Standortsteuerung von Offshore-Parks (2004-07)	Einfluss § 10 (3) EEG	Einfluss Genehmigung mit UVP	Handlungsbedarf EEG
in großem Umfang	wirksam	unterstützend	nicht gegeben

8.8.4 Empfehlungen

Im Hinblick auf die umweltbezogenen Regelungen zu Offshore-Windparks besteht kein Veränderungsbedarf.

8.9 Nutzung der solaren Strahlungsenergie nach § 11 EEG

8.9.1 Naturschutzziele und Regelungen des EEG

Bei der Nutzung der solaren Strahlungsenergie sind grundsätzlich die Anlagen an und auf Gebäuden, Lärmschutzwänden und anderen Bauwerken von solchen in der Freifläche zu unterscheiden. Da die Anlagen an und auf Gebäuden in der Regel im bebauten Bereich errichtet werden, führen sie zu keinen relevanten Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft. Bei Freiflächenanlagen können dagegen durchaus negative Umweltauswirkungen auftreten.

Die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen unterliegt zur Zeit einer sehr dynamischen Entwicklung. Bis 2004 wurden überwiegend kleinere Anlage bis 1 ha Größe gebaut. Seit der Neufassung des EEG werden zunehmend größere Anlagen errichtet, da die bisher die Vergütung begrenzende Leistungsobergrenze von 100 KW („100-Kilowatt-Deckel“) entfallen war. Dies ermöglichte in der Folgezeit die Errichtung von größeren ebenerdigen PV-Freiflächenanlagen, deren Vergütung im Gegenzug mit Auflagen verbunden wurde. Die durchschnittliche Flächengröße der 2006 in Betrieb genommenen Anlagen lag bei rd. 15 ha (max. bis 77 ha) [105]. Laufende und z.T. bereits genehmigte Planungen insbesondere auf ostdeutschen Konversionsstandorten betreffen auch Anlagengrößen von 100 ha und mehr.

Aktuellen Auswertungen zufolge wurden in Deutschland bislang rd. 140 PV-Freiflächenanlagen mit einer kumulierten Leistung von etwa 180 MWp in Betrieb genommen. Die überwiegende Mehrzahl dieser Anlagen befindet sich in Bayern gefolgt von Baden Württemberg und Rheinland Pfalz. Die meisten Anlagen wurden auf Ackerstandorten errichtet [105].

Die im EEG getroffenen Regelungen waren seinerzeit ein Kompromiss zwischen der Bundesregierung und den Umwelt- bzw. Naturschutzverbänden. Zur Schaffung von Marktanreizen sollte die Produktion von Solarstrom für eine gewisse Zeit (die relevanten Regelungen gelten bis 01.01.2015) auf Freiflächen gelenkt werden, wobei eine entsprechende Flächeninanspruchnahme in Kauf genommen wurde.

Vorrangige Errichtung von Solaranlagen an und auf Gebäuden

Da die Errichtung und der Betrieb von Solaranlagen an oder auf Gebäuden im Gegensatz zur Freiflächenutzung keine zusätzlichen negativen Umweltauswirkungen hervorruft, sollten bauwerksbezogene Solaranlagen durch eine Staffelung der Vergütungssätze vorrangig gefördert werden.

- Ab dem 1.1.2004 betrug die Mindestvergütung von Anlagen an oder auf einem Gebäude oder einer Lärmschutzwand 54 Ct/kWh, die von Freiflächenanlagen 45,7 Ct/kWh (§ 11 (1 und 2) EEG);
- das Anbringen von Photovoltaikanlagen an Gebäuden und baulichen Anlagen wurde – wenn sie einen wesentlichen Bestandteil eines Gebäudes bilden (Fassaden) - über eine darüber hinaus gehende gestaffelte Erhöhung der Vergütungssätze mit bis zu 62,4 Ct/kWh im ersten Jahr vergütet und damit deutlich bevorzugt (§ 11 (2) EEG);
- die jährliche Degression beträgt für Anlagen an und auf Gebäuden sowie Lärmschutzwänden 5 Prozent, für Freiflächenanlagen 6,5 Prozent (§ 11 (5) EEG).

Standortsteuerung zur Vermeidung negativer Auswirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf Natur und Landschaft

Auf der freien Fläche installierte Solaranlagen können die Umwelt beeinträchtigen. Um dem entgegenzuwirken, hat der Gesetzgeber die Vergütung von Strom aus Freiflächenanlagen an verschiedene Voraussetzungen gekoppelt. Damit soll eine naturschutzbezogene Steuerung der Auswahl un bebauter Flächen ermöglicht werden.

- Die Vergütung kann nur in Anspruch genommen werden, wenn die Anlage im Geltungsbereich eines Bebauungsplanes (B-Plans) nach § 30 BauGB oder auf einer planfestgestellten Fläche nach § 38 BauGB errichtet wird.
- Für Anlagen, die nach dem 1.09.2003 im Geltungsbereich eines B-Planes errichtet wurden bzw. werden, kann die Vergütung nur in Anspruch genommen werden, wenn die genutzten Flächen versiegelt waren, sich auf Konversionsflächen befinden oder zum Zeitpunkt des B-Plan-Beschlusses als Ackerland genutzt worden waren.

Durch die im Rahmen eines Bauleitplanverfahrens obligatorischen Instrumente der Umweltprüfung und der Eingriffsregelung soll die Vermeidung der Inanspruchnahme ökologisch sensibler Flächen gewährleistet werden.

Mit der Präferenz für versiegelte Flächen soll dem Bodenschutz entsprochen und der Zunahme des Flächenverbrauchs entgegen gewirkt werden. Zu den versiegelten Flächen werden vergütungsrechtlich auch Deponien, Aufschüttungen oder Lagerplätze gezählt.

Als Konversionsflächen gelten Standorte, auf denen die negativen Folgen der vorhergehenden militärischen oder wirtschaftlichen Nutzung noch fortauern. Hierzu gehören vor allem Abraumhalden, ehemalige Tagebaugebiete, Truppenübungsplätze und Munitionsdepots. In der Begründung zum EEG wird dargestellt, dass die unterstellten nachteiligen Wirkungen dieser Standorte noch vorhanden sein müssen [106].

An die Präferenz von Ackerflächen ist die Bedingung verknüpft, sie anschließend als Grünland zu nutzen und damit „zur Verminderung der

Bodenerosion und der Verbesserung der Aufnahmefähigkeit von Niederschlagswasser“ beizutragen. Auf den Flächen soll mindestens drei Jahre lang Ackerbau betrieben worden sein [106]. Eine Differenzierung bzw. Einschränkung der Nutzung von Ackerflächen z.B. aufgrund einer besonderen Bodengüte findet nicht statt.

Tab. 24: Naturschutzziele und Regelungen des EEG

k) Naturschutzziele des EEG	l) Regelungen des EEG
Die Nutzung von bauwerksbezogenen Flächen (Dachflächen etc.) soll grundsätzlich Vorrang gegenüber der Freiflächennutzung haben.	Staffelung der Vergütungssätze und unterschiedliche Degression (§ 11 (2, 5) EEG)
Durch eine naturschutzbezogene Standortsteuerung sollen ökologisch sensible Flächen geschont werden.	Vergütung über Bebauungsplan oder Planfeststellung (§ 11 (3) EEG)
PV-Freiflächenanlagen sollen auf unempfindlichen, vorbelasteten Flächen errichtet werden.	Vergütung nur für versiegelte Flächen, Konversionsflächen oder Ackerland (§ 11 (4) EEG)

8.9.2 Aktuell diskutierte Auswirkungen

In den letzten Jahren wurde umfassend diskutiert, welches Konfliktpotenzial PV-Freiflächenanlagen auf Natur und Landschaft sowie den Menschen aufweisen können. Dabei standen folgende Aspekte im Mittelpunkt:

- Entwertung von Vogellebensräumen durch Flächeninanspruchnahme und Scheuchwirkung,
- Irritation von Vögeln durch Module und Kollisionsgefahr,
- Entzug und Zerschneidung von Lebensräumen für Groß- und Mittelsäuger durch Abzäunung der Anlagen,
- Beeinträchtigung des Landschaftsbildes,
- Bodenverdichtung und -versiegelung,
- Störung der Vegetationsentwicklung durch Überdeckung von Boden mit Modulen,
- Störung des Menschen durch Reflexblendungen und elektrische oder magnetische Felder,
- Freisetzung von Schadstoffen (Cadmium) aus Dünnschichtzellen.



Abb. 11: Solaranlagen Gut Erlasee in der Bauphase (Unterfranken, ca. 77 ha, Bosch & Partner 2005)

Zur Bewertung der Erheblichkeit möglicher Umweltauswirkungen von PV-Freiflächenanlagen wurden zwei zentrale Forschungsvorhaben durchgeführt [107,108].

Entwertung von Vogellebensräumen durch Flächeninanspruchnahme und Scheuchwirkung

Die Zwischenräume und Randbereiche von PV-Freiflächenanlagen können von zahlreichen Vogelarten als Jagd-, Nahrungs-, und Brutgebiet genutzt werden. Die PV-Module stellen dabei für Greifvögel keine Jagdhindernisse dar. Die Solarmodule selber dienen regelmäßig als Ansitz- oder Singwarte. Bei nachgeführten Anlagen führen die Bewegungen der Module nicht zum plötzlichen Auffliegen der Vögel. Hinweise auf eine Störung der Vögel durch Lichtreflexe oder Blendwirkungen konnten bislang nicht erbracht werden.

In ansonsten intensiv genutzten Agrarlandschaften können sich die (in der Regel) extensiv genutzten Standorte von PV-Freiflächenanlagen zu wertvollen avifaunistischen Lebensräumen z.B. für Feldlerche, Rebhuhn, Schafstelze und vermutlich auch für Wachtel, Ortolan und Grauammer entwickeln. Möglicherweise profitieren auch Wiesenbrüterarten, die keine großen Offenlandbereiche benötigen (z.B. Wiesenpieper oder Braunkehlchen).

Negative Auswirkungen auf Vogellebensräume sind zu erwarten, wenn durch ein Vorhaben avifaunistisch wertvolle Offenlandlebensräume beansprucht werden. Durch die Stör- und Scheuchwirkung (Silhouetteneffekt) der PV-Module können derartige Flächen ihren Wert

als Rast- und Nisthabitat z.B. für empfindliche Wiesenvogelarten oder rastende Wasservögel verlieren. Das Ausmaß derartiger Störungen ist u.a. abhängig von der Gesamthöhe der PV-Anlage (zurzeit bis 8 m). Quantifizieren (z.B. durch Festlegung von Wirkdistanzen) lässt sich dieser Effekt derzeit noch nicht.

Irritation von Vögeln durch Module und Kollisionsgefahr

Vielfach besteht die Befürchtung, Wasser- oder Watvögel könnten infolge von Reflexionen (= verändertes Lichtspektrum und Polarisation) die Solarmodule für Wasserflächen halten und versuchen, auf diesen zu landen. Bislang konnte bei überfliegenden Wasservögeln jedoch keine Flugrichtungsänderung (bedingt durch eine Irritations- oder Attraktionswirkung der Module) beobachtet werden. Bei schlechten Sichtverhältnissen ist das Risiko (möglicherweise tödlicher) Landeversuche jedoch nicht vollständig auszuschließen.

Darüber hinaus stellen Module Hindernisse (ähnliche wie Gehölze oder Gebäude) und damit eine grundsätzliche Kollisionsgefahr dar. Die Befürchtung, dass eine vorhabenspezifische Häufung von Kollisionsereignissen eintreten könnte, hat sich bislang nicht bestätigt. Die vergleichsweise geringe Höhe der derzeit gebauten Anlagen in Verbindung mit einer meist kompakten Bauweise und dem Fehlen von schnell bewegten Anlageteilen lässt dieses Risiko als äußerst gering erscheinen.

Durch die Ausrichtung der Module zur Sonne (i. d. R. 30°) sind Widerspiegelungen von Habitatelementen (Gebüsch, Bäumen etc.) auf den Modulflächen, die Vögel zum Anflug motivieren könnten, kaum möglich. Die diesbezüglichen Gefahren sind folglich gering.

Entzug und Zerschneidung von Lebensräumen für Groß- und Mittelsäuger durch Abzäunung der Anlagen

Hinweise auf eine grundsätzliche Meidung von PV-Anlagen durch Groß- und Mittelsäuger bestehen nicht. Diese Einschätzung deckt sich mit Untersuchungen zur Störwirkung von Windenergieanlagen, die Vorkommen von heimischen Wildtierarten auch im Nahbereich der Anlagen bestätigen. Aus Gründen des Diebstahlschutzes werden PV-Freiflächenanlagen in der Regel jedoch eingezäunt (Zäune mit Durchlässen für Mittelsäuger sind dabei inzwischen Standard). Durch eine Einzäunung des Betriebsgeländes ist es jedoch vor allem größeren Säugetierarten nicht mehr möglich, den Bereich einer Freiflächenanlage zu überwinden. Somit können neben dem Entzug des Lebensraumes auch traditionell genutzte Verbundachsen und Wanderkorridore unterbrochen werden (Barriereeffekt).

Beeinträchtigung des Landschaftsbildes

Im Nahbereich einer großflächigen PV-Freiflächenanlage ist bei fehlender Sichtverschattung (z.B. durch Gehölze) immer eine dominante Wirkung der Anlagen gegeben. Die einzelnen baulichen Elemente können in der Regel aufgelöst erkannt werden. Mit zunehmender Entfernung erscheint die Anlage als mehr oder weniger homogene helle Fläche, die sich dadurch deutlich von der Umgebung abhebt.

Im Vergleich zur Windkraftnutzung beeinflusst eine PV-Freiflächenanlage das Landschaftsbild vor allem in der Horizontalen bzw. in der Fläche, nicht in der Höhe. Eine besondere Fernwirkung in der Landschaft tritt immer dann ein, wenn eine großflächige PV-Freiflächenanlage nicht abgeschirmt und damit einsehbar ist (z.B. bei Standorten in Hangbereichen).

Bodenverdichtung und -versiegelung

Während der Bauphase ist z.T. mit erheblichen Belastungen des Bodens zu rechnen. Je nach Anlagentyp, Aufständermethode und Modulgröße sind diese jedoch sehr unterschiedlich. Insbesondere bei Vorhaben mit großen vorgefertigten Anlageteilen, die nur mit Autokränen aufgestellt werden können (z.B. Betonfertigungsfundamente, große Modulanlagen), ist mit einer deutlichen Bodenverdichtung zu rechnen. Im Weiteren kann es zu Beeinträchtigungen durch die Umlagerung von Boden beim Bau der Kabelgräben und Fundamente sowie bei einer Modellierung des Geländes kommen.

Die zu erwartende Versiegelung von Boden beschränkt sich bei Anlagen mit Schraub- oder Rammfundamenten im Wesentlichen auf die erforderliche Grundfläche für Betriebsgebäude und Erschließungsflächen. Bei Anlagen mit Betonfundamenten ist mit einem Versiegelungsgrad von max. 5 % der Gesamtfläche zu rechnen.

Störung der Vegetationsentwicklung durch Überdeckung von Boden mit Modulen

Nach Abschluss der Bauarbeiten können sich die Anlageflächen (auch unter den Modulen) rasch begrünen. Dauerhaft vegetationsfreie Flächen infolge der Überdeckung von Boden konnten bei den heute üblichen Anlagen (Mindestabstand der Module vom Boden ca. 0,80 m) nicht beobachtet werden. Das Risiko der Bodenerosion (verursacht durch den konzentrierten Ablauf von Niederschlagswasser über die Modulkanten) ist demzufolge weitgehend auszuschließen.

Störung des Menschen durch Reflexblendungen und elektrische oder magnetische Felder

Die Solarmodule reflektieren einen Teil des Lichtes. Durch diese Lichtreflexion kann es unter bestimmten Konstellationen zu Reflexblendungen kommen. Allerdings ist schon in kurzer Entfernung (wenige dm) von den Modulreihen (durch die stark lichtstreuende Eigenschaft der Moduloberflächen) nicht mehr mit Blendungen zu rechnen. Auf den Oberflächen der Module sind dann nur noch helle Flächen zu erkennen, die keine Beeinträchtigung des Menschen darstellen.

Als mögliche Erzeuger von elektrischen oder magnetischen Feldern kommen die Solarmodule, die Verbindungsleitungen, die Wechselrichter und Transformatorstationen in Frage. Da insgesamt nur sehr schwache Gleichfelder bzw. Wechselfelder entstehen und die unmittelbare Umgebung der Wechselrichter/Trafostationen keine Daueraufenthaltsbereiche von Menschen darstellen, ist nicht mit relevanten Auswirkungen auf das menschliche Wohlbefinden zu rechnen.

Freisetzung von Schadstoffen (Cadmium) aus Dünnschichtzellen

Dünnschichtmodule für PV-Freiflächenanlagen beinhalten das Schwermetall Cadmium. Bei dieser Materialverwendung wird befürchtet, dass es bei Störfällen oder der Abfallbeseitigung zu einer Freisetzung von Schadstoffen kommen könnte.

Dünnschichtmodule von Freiflächenanlagen beinhalten das Schwermetall Cadmium. Eine Freisetzung und Gefährdung des Menschen ist jedoch ausgeschlossen, da Cadmium im Werkstoff unlöslich eingebunden ist. Im Brandfall zerfällt die Verbindung Cadmiumtellurid (CdTe) erst bei Temperaturen über 1000 °C und wird daher im früher schmelzenden Glas eingeschlossen. Grundsätzlich werden die nicht mehr benötigten bzw. beschädigten CdTe-Module von den Herstellern zurückgenommen und einem Recycling zugeführt [109]. Darüber hinaus ist die in den Modulen jeweils enthaltene Menge an Cadmium relativ gering (pro m² ungefähr der Cadmium-Gehalt einer kleinen Batterie).

Einschätzung der aktuell diskutierten Auswirkungen

Konflikte mit den Belangen des Naturschutzes sind vor allem bei einer unsachgerechten Standortwahl zu erwarten (z. B. bei Beanspruchung von Rast- und Nahrungshabitaten von Zugvögeln) oder bei großflächiger Ausdehnung (z.B. durch eine Zerschneidung von Lebensräumen). Bei PV-Anlagen, die auf naturschutzfachlich weniger wertvollen Standorten (Intensiväcker, stark vorbelastete Konversionsstandorte) entstehen, ist das Konfliktpotenzial aufgrund der Vorbelastungen dagegen in der Regel gering.

8.9.3 Bewertung der Regelungen des EEG

8.9.3.1 Förderung von Freiflächenanlagen nach § 11 (2,5) EEG hinsichtlich der vorrangigen Errichtung von Solaranlagen an und auf Gebäuden

2004 wurden in Deutschland Solarstromanlagen mit einer Gesamtleistung von 610 Megawatt neu installiert. Der Beitrag der Freiflächenanlagen lag dabei bei 42,4 Megawatt. Dies entspricht einem Anteil von 7 % an der insgesamt installierten Leistung. Im Jahr 2005 betrug der Anteil der Freiflächenanlagen 55,5 MW bzw. 6,5 % an der neu installierten Leistung für Solarstrom (863 MW) und 2006 waren es 62,6 MW bzw. 6,6 % in Bezug auf 950 MW neu installierter Leistung [Fehler! Textmarke nicht definiert.5].

Diese Zahlen machen deutlich, dass die gewünschte Vorrangstellung von bauwerksbezogenen Solaranlagen gegenüber Freiflächenanlagen erreicht werden konnte. Über 90 % der in den letzten beiden Jahren neu installierten Leistung wurde auf Dachflächen und anderen gebäudebezogenen Flächen produziert. Dies entspricht den Belangen des

Freiflächenschutzes und damit dem generellen Ziel der Vermeidung von Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft.

Tab. 25: Bewertung der Freiflächenanlagen nach § 11 (2,5) EEG

Vorrangige Errichtung von Solaranlagen an und auf Gebäuden (2004-07)	Einfluss § 11 (2,5) EEG	Handlungsbedarf EEG
in vollem Umfang	wirksam	nicht gegeben

8.9.3.2 Standortsteuerung von PV-Freiflächenanlagen nach § 11 (3,4) EEG hinsichtlich der Vermeidung negativer Auswirkungen auf Natur und Landschaft

Um bei der Errichtung von PV-Freiflächenanlagen ökologisch sensible Bereiche zu schonen, hat der Gesetzgeber die Vergütung von Strom aus Freiflächenanlagen zum einen an die Genehmigung über einen Bebauungsplan oder eine Planfeststellung geknüpft. Zum anderen muss die Anlage auf einer versiegelten Fläche, einer Konversionsfläche oder auf Ackerland errichtet werden.

Da die Einhaltung der im EEG festgelegten Bestimmungen unabdingbar ist für eine rentable Investition, konnte in der Praxis keine davon abweichende Vorgehensweise festgestellt werden. Der Bebauungsplan hat sich als Zulassungsvoraussetzung für PV-Freiflächenanlagen etabliert [107]. Auch den Bestimmungen der Freiflächenregelung wird entsprochen. Etwa die Hälfte der seit dem 2004 in Betrieb genommenen PV-Freiflächenanlagen wurde dabei auf Ackerflächen errichtet, die übrigen zu etwa gleichen Teilen auf Konversionsstandorten und versiegelten Flächen, i.d.R. auf Abfalldeponien [105].

Die bislang realisierten Projekte nehmen überwiegend Flächen in Anspruch, die von ihrer Ausgangssituation her als geringwertig oder stark anthropogen überprägt bzw. vorbelastet einzustufen sind. Gebiete mit besonderer Bedeutung für Natur und Landschaft (z.B. Randbereiche von Schutzgebieten oder naturschutzfachlich hochwertigen Konversionsflächen) werden zwar vereinzelt in eine Vorhabenplanung einbezogen, eine Realisierung derartiger Projekte ist bislang aber weitgehend unterblieben.

Die für alle Bebauungspläne bestehende Pflicht zur Durchführung einer Umweltprüfung gewährleistet, dass eine Berücksichtigung der Umweltbelange regelmäßig sicherstellt ist und ggf. bestehende Beeinträchtigungen frühzeitig dargelegt werden können. Durch die jährliche Degression entsteht vielfach ein Zeitdruck, der dazu beiträgt, dass Planungen überwiegend im Konsens mit allen Behörden und örtlichen Trägern öffentlicher Belange durchgeführt werden. Bei sich abzeichnenden Konflikten wird ein Standort seitens des Investors häufig frühzeitig wieder aufgegeben.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Freiflächenregelung des EEG als „Grobfilter“ für die Standortauswahl von PV-Freiflächenanlagen gut geeignet ist. Im Sinne der Umweltvorsorge müssen diese Bestimmungen aber weiter ausdifferenziert werden, um die tatsächlich relativ

unproblematischen Flächentypen besser eingrenzen zu können. In den Bundesländern Bayern, Schleswig-Holstein, Brandenburg und Baden-Württemberg sind daher insbesondere seitens der Landes- und Regionalplanung bereits weitergehende Kriterien (Ausschluss- und Eignungskriterien) erarbeitet worden, die bei der Standortsuche und Standortbewertung von PV-Freiflächenanlagen herangezogen werden können [110,111,112,113]. Von Bedeutung ist auch das gemeinsame Positionspapier der Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft (UVS) und dem Naturschutzbund Deutschland (NABU), in dem Kriterien für naturverträgliche Photovoltaik-Freiflächenanlagen erarbeitet wurden [114].

Bei richtiger Standortwahl wird die Wahrscheinlichkeit einer nachhaltigen Beeinträchtigung der Umwelt durch PV-Freiflächenanlagen insgesamt gering sein.

Tab. 26: Bewertung der Standortsteuerung nach § 11 (3,4) EEG hinsichtlich der Beanspruchung von unempfindlichen, vorbelasteten Bereichen

Beanspruchung von unempfindlichen, vorbelasteten Bereichen (2004-07)	Einfluss § 11 (3,4) EEG	Einfluss Baugenehmigung, (Planfeststellung)	Handlungsbedarf EEG
in großem Umfang	wirksam	unterstützend	nicht gegeben

8.9.4 Empfehlungen

Mit Hinweis auf die gemachten Ausführungen besteht aus ökologischer Sicht derzeit kein Bedarf, die naturschutzbezogenen Regelungen des EEG zur solaren Strahlungsenergie § 11 zu modifizieren.

8.10 Zusammenfassung

Im Rahmen der Neufassung des EEG im Jahr 2004 sind in Bezug auf acht Naturschutzziele zehn naturschutzbezogene Regelungen geschaffen worden. Die ökologische Bewertung hat zum Ergebnis, dass sich sechs dieser zehn Regelungen als wirksam herausgestellt haben. Eine Regelung wird als neutral bewertet; zwei Regelungen können derzeit nicht beurteilt werden und der NawaRo-Bonus führt zu unterschiedlichen Auswirkungen.

Aus Sicht des Naturschutzes sind der Ausschluss der Vergütung von Windenergieanlagen in Meeresschutzgebieten sowie die Schonung schützwürdiger Bereiche bei der Standortwahl von PV-Freiflächenanlagen als große Erfolge anzusehen. Eine vergleichbare Bedeutung besitzt der Ausschluss der Vergütung von kleinen Wasserkraftanlagen an bisher unverbauten Flussabschnitten. Dies kommt jedoch erst ab Januar 2008 zum Tragen und sollte auch auf Anlagen von 0,5 bis 5 MW bezogen werden. Weiterhin wird der Anreiz des EEG zur ökologischen Modernisierung bestehender Wasserkraftanlagen als positiv und wirksam bewertet. Dieser Einfluss wird sich verstärken, wenn die Länder eine aktivere Aufklärungsarbeit hinsichtlich der Betreiber unterstützen und ab 2009 die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme gemäß der EG-Wasserrahmenrichtlinie vorliegen.

Die Repowering-Regelung wird als neutral bewertet, da sie zwar die Möglichkeit schafft, Windenergieanlagen, die für den Naturschutz oder das Landschaftsbild problematisch sind, durch Anlagen an konfliktarmen Standorten zu ersetzen, allerdings nicht greift. Die erforderliche Flächenbereitstellung wird in den Ländern derzeit äußerst restriktiv gehandhabt.

Ein uneinheitliches Bild ergibt die Bewertung des NawaRo-Bonus: Auf der einen Seite leistet die umfangreiche Erschließung von Biomasse einen wichtigen Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz, auf der anderen Seite führt der Bonus auch zu einer generellen Intensivierung der Landwirtschaft, insbesondere einem umfangreichen Maisanbau mit entsprechenden Belastungen für Natur und Landschaft.

Um einzelne Naturschutzziele besser umsetzen zu können und Beeinträchtigungen zu vermeiden, werden im EEG gewisse Anpassungen vorgeschlagen. Dies erfolgt unter der Annahme, dass die Förderung durch das EEG von einem bewährten umweltrechtlichen Instrumentarium begleitet wird, das originär die Belange von Natur und Landschaft zu vertreten hat. Dieses Zusammenwirken ist entscheidend für eine naturverträgliche Nutzung Erneuerbarer Energien.

Tab. 27: Bewertung der naturschutzbezogenen Regelungen des EEG 2004 hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Natur und Landschaft

m) Naturschutzziele EEG	n) Regelungen des EEG	o) Auswirkungen auf Natur und Landschaft (2004 bis 2007)	p) Bewertung Regelung EEG	q) Weitere Instrumente	r) Handlungsbedarf EEG
Wasserkraft					
Im Zuge der Modernisierung und Erneuerung von Wasserkraftanlagen soll (ein guter ökologischer Zustand oder) eine wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes erreicht werden.	Zusatzvergütung von 2 Ct/kWh bei Wasserkraftanlagen bis 500 KW, § 21 (1) S. 2	Wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes in gewissem Umfang	wirksam	untergesetzliche Regelungen neutral	gegeben
	Zusatzvergütung von 2 Ct/kWh bei Wasserkraftanlagen von 0,5 - 5 MW, § 21 (1) S. 2	Wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustandes in gewissem Umfang	wirksam	untergesetzliche Regelungen neutral	gegeben
	Vergütung bei der Erneuerung von Wasserkraftanlagen von 5 - 150 MW, (§ 6 (2) S. 1	bisher eine Anlage genehmigt	kein Ergebnis	untergesetzliche Regelungen neutral	gegeben
Bei der Neuerrichtung von Wasserkraftanlagen soll eine wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustands erreicht und sind unverbaute Abschnitte zu schonen.	keine Vergütung für Strom aus Wasserkraftanlagen bis zu 500 KW, die nach dem 1.1.2008 genehmigt werden, § 6 (1) S. 2	Anwendung erst ab 1.1.2008	kein Ergebnis	bisher nicht relevant	gegeben
Deponiegas, Klärgas, Grubengas	(keine spezifische Regelung)	(keine relevanten Auswirkungen)	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant
Biomasse					
	NawaRo-Bonus, § 6 (2) für gasförmige Bioenergieträger	Intensivierung der Landwirtschaft in großem Umfang	belastend	Cross Compliance (CC) und gfP neutral	gegeben
	NawaRo-Bonus, § 6 (2) für gasförmige Bioenergieträger	Beeinträchtigungen von Boden und Wasser / Grundwasser (insbesondere Maisanbau) in großem Umfang	belastend	CC und gfP neutral	gegeben
	NawaRo-Bonus, § 6 (2) für gasförmige Bioenergieträger	Minderung der Biodiversität durch Verlust von ökologisch wertvollen Flächen und Landschaftselementen in gewissem Umfang	neutral	neutral	gegeben

m) Naturschutzziele EEG	n) Regelungen des EEG	o) Auswirkungen auf Natur und Landschaft (2004 bis 2007)	p) Bewertung Regelung EEG	q) Weitere Instrumente	r) Handlungsbedarf EEG
	NawaRo-Bonus, § 6 (2) für gasförmige Bioenergieträger	Beeinträchtigung des Landschaftsbildes in geringem Umfang	neutral	CC und ggf neutral	gegeben
	NawaRo-Bonus, § 6 (2) für gasförmige Bioenergieträger	Beeinträchtigung des Bodens (Humusbilanz) durch Reststoffnutzung in geringem Umfang	nicht belastend	CC und ggf schonend	nicht gegeben
	NawaRo-Bonus, § 6 (2) für feste Biomasse	Nutzung von Waldrestholz in geringem Umfang	neutral	Feststoffnutzung neutral (lokal belastend)	nicht gegeben
	NawaRo-Bonus, § 6 (2) für flüssige Biomasse	Vernichtung von Regenwald durch den Import von Palmöl	belastend	(keine wirksamen Instrumente)	gegeben
Geothermie	(keine spezifische Regelung)	(keine relevanten Auswirkungen)	nicht relevant	nicht relevant	Wärmebonus
Windkraft an Land und auf See					

m) Naturschutzziele EEG	n) Regelungen des EEG	o) Auswirkungen auf Natur und Landschaft (2004 bis 2007)	p) Bewertung Regelung EEG	q) Weitere Instrumente	r) Handlungsbedarf EEG
Für den Naturschutz oder das Landschaftsbild problematische WEA sollen an konfliktarmen Standorten ersetzt werden.	Repowering, § 10 (2)	Ersatz von problematischen WEA an konfliktarmen Standorten in unbeutendem Umfang	neutral	Erlasse in Ländern und Kommunen z.T. hemmend	gegeben
Naturschutzfachlich bedeutsame Flächen sollen von Offshore-Windparks freigehalten werden.	keine Vergütung in FFH- und Vogelschutzgebieten, § 10 (7)	Schutz von FFH- und Vogelschutzgebieten in vollem Umfang	wirksam	Zulassung nach SeeAnIV neutral	nicht gegeben
Windenergieanlagen sollen weiter von der Küste entfernt errichtet werden, um empfindlichere Bereiche zu schonen.	Entfernungs- und Tiefenwasserbonus, § 10 (3)	Naturschutzbezogene Standortsteuerung von WEA in großem Umfang	wirksam	Raumordnung und Zulassung unterstützend	nicht gegeben
Solare Strahlungsenergie					
Die Nutzung von bauwerksbezogenen Flächen soll grundsätzlich Vorrang gegenüber der Freiflächennutzung haben.	Staffelung der Vergütungssätze und unterschiedliche Degression, § 11 (2,5)	Vorrangige Förderung von Solaranlagen an und auf Gebäuden in großem Umfang	wirksam	(keine wirksamen Instrumente)	nicht gegeben
Durch eine Standortsteuerung sollen ökologisch sensible Flächen geschont werden.	Genehmigung über Bebauungsplan oder Planfeststellung, § 11 (3)	Schonung schutzwürdiger Flächen in großem Umfang	wirksam	Baugenehmigungsverfahren unterstützend	nicht gegeben
PV-Freiflächenanlagen sollen auf unempfindlichen, vorbelasteten Flächen errichtet werden.	Vergütung an versiegelte Flächen, Konversionsflächen oder Ackerland gebunden, § 11 (4)				

8.11 Quellenverzeichnis

- [1] Bundestags-Drucksache 15/2864
- [2] Klinski, S. (2005): Überblick über die Zulassung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.
- [3] Bechmann, A.; Hartlik, J.; Meier-Schaidnager, R. & Steitz, M. (1998): Ökologische Bewertung und UVP, Barsinghausen.
- [4] Staiß, F.; Linkohr, C. & Zimmer, U. (2006): Erneuerbare Energien in Zahlen - Nationale und internationale Entwicklung. Stand: Mai 2006. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin.
- [5] Bunge, T.; Dirbach, D.; Dreher, B.; Fritz, K.; Lell, O.; Rechenberg, B.; Rechenberg, J.; Schmitz, E.; Schwermer, S.; Steinhauer, M.; Steudte, C. & Voigt, T. (2001): Wasserkraftanlagen als erneuerbare Energiequelle - rechtliche und ökologische Aspekte - UBA-Texte 01/01, Berlin.
- [6] Meyerhoff, J.; Petschow, U.; Herrmann, N. & Kehren, M. (1998): Umweltverträglichkeit kleiner Wasserkraftwerke - Zielkonflikte zwischen Klima- und Gewässerschutz. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit - Wasserwirtschaft - Forschungsbericht 202 05 321, UBA-FB 97-093, im Auftrag des Umweltbundesamts, Berlin.
- [7] Dumont, U.; Anderer, P. & Schwevers, U. (2005): Handbuch Querbauwerke Ministerium für Umwelt und Naturschutz; Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Aachen.
- [8] Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik Abl. EG vom 22.12.2000 Nr. L 327/1.
- [9] Naumann, S.; Igel, F.; Adam, B.; Bard, J.; Dumont, U.; Holzner, M.; Heimerl, S.; Pabstmann, U.; Pelikan, B.; Roth, A.; Schwevers, U.; Wehrli, B. & Wieprecht, S. (2005): Leitfaden für die Vergütung von Strom aus Wasserkraft nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz für die Neuerrichtung und Modernisierung von Wasserkraftanlagen. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Berlin.
- [10] LAWa – Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2001): Handlungskonzept zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Online in Internet: <http://www.lawa.de/pub/2download.html> (Stand: 24.10.2006).
- [11] Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.) (1999): Restwasserleitfaden, Arbeitsanleitung zur Abschätzung von Mindestabflüssen in wasserkraftbedingten Ausleitungsstrecken.
- [12] LAWa Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2001): Empfehlungen zur Ermittlung von Mindestabflüssen in Ausleitungsstrecken von Wasserkraftanlagen und zur Festsetzung im wasserrechtlichen Vollzug.
- [13] Telefongespräch mit Fr. Dr. Pawlowski, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV) Nordrhein-Westfalen, am 1.11.2006.
- [14] Deutsche Umwelthilfe (Hrsg.) (2006): Lebendige Flüsse und Kleine Wasserkraft – Konflikt ohne Lösung? Berlin.

- [15] Dumont, U. (2005): Entwicklung eines beispielhaften Genehmigungsverfahrens für den wasserrechtlichen Vollzug mit Anwendungsbeispielen im Hinblick auf die Novellierung des EEG. Umweltbundesamt; unveröffentlichtes Gutachten, Aachen.
- [16] Neubau Rheinfelden. Online in Internet:
http://www.naturenergie.de/pages/inhalt/unsere_quellen/quellen_silber/neurheinfelden.htm (Stand 11.2006).
- [17] Dumont, U. (2005): Entwicklung eines beispielhaften Genehmigungsverfahrens für den wasserrechtlichen Vollzug mit Anwendungsbeispielen im Hinblick auf die Novellierung des EEG. Umweltbundesamt; unveröffentlichtes Gutachten, Aachen.
- [18] Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung von Maßnahmen zur Erhaltung oder Verbesserung der Gewässergüte und des gewässerökologischen Zustandes sowie zum sparsamen Umgang mit Wasser (Förderrichtlinie Gewässergüte – FRGG) vom 18. November 2002.
- [19] LAWA - Länderarbeitsgemeinschaft-Wasser (2001): Empfehlungen zur Ermittlung von Mindestabflüssen in Ausleitungsstrecken von Wasserkraftanlagen und zur Festsetzung im wasserrechtlichen Vollzug, Berlin.
- [20] Eckpunktepapier der LAWA zum Stand und Handlungsbedarf bei der Bewirtschaftungsplanung nach WRRL, internes Dokument vom März 2006.
- [21] Bergbaumuseum Grube Anna II (2005): Klimaschutz und Energieerzeugung im ehemaligen Aachener Steinkohlerevier. Online in Internet:
<http://www.bergbaumuseum-grube-anna2.de/energiezentrum/grubengas.php> (Stand 25.7.2005).
- [22] Wikipedia Commons (2006): Ein Maisfeld in Lichtenstein. Online in Internet:
http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Field%2C_corn%2C_Liechtenstein%2C_Mountains%2C_Alps%2C_Vaduz%2C_sky%2C_clouds%2C_landscape.jpg (2004).
- [23] Peters, W. (2006): Tischvorlage für das Abstimmungsgespräch zu den Aktionsfeldern Naturschutz am 13.12.2006 in Bonn. Teilvorhaben zu Endnote 68.
- [24] Klinski, S. (2005-2008): Die verfahrensrechtlichen Einstufungen zur Genehmigung von Biogasanlagen - Überblick. Teilvorhaben zu Endnote 68.
- [25] Blanke Meier Evers & Rechtsanwälte (2006): Leitfaden für Biogasanlagen. Bremen.
- [26] Rode, M.; Schneider, C.; Ketelhake, G. & Reißhauer, D. (2005): Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung. Ergebnisse aus dem FuE-Vorhaben 80283040 des Bundesamtes für Naturschutz, BfN-Skript 136, Bonn.
- [27] Fritsche, U.; Dehoust, G.; Jenseit, W.; Hünecke, K.; Rausch, L.; Schüler, D.; Wiegmann, K.; Heinz, A.; Hiebel, M.; Ising, M.; Kabasci, S.; Unger, C.; Thrän, D.; Fröhlich, M.; Scholwin, F.; Reinhardt, G.; Gärtner, S.; Patyk, A.; Baur, F.; Bemman, U.; Groß, B.; Heib, M.; Ziegler, C.; Flake, M.; Schmehl, M. & Simon, S. (2004): Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Im Auftrag des Projektträgers FZ Jülich, Darmstadt u. a.
- [28] Scholwin, F., Weber, M., Weber, A., Daniel, J., Jahraus, B. Klinski, S. Vetter, A. Beck, J. (2007): Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Endbericht, im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

- [29] Akteursworkshop Energetische Nutzung von Biotoppflegetmaterial am 13.6.2006 zum F&E-Vorhaben in Endnote 53.
- [30] Bosch & Partner; Peters, J., IE Leipzig & RA Bohl + Coll (2006): Flächenbedarfe und kulturlandschaftliche Auswirkungen regenerativer Energien am Beispiel Uckermark-Barnim. Forschungsprogramm Aufbau Ost, im Auftrag des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung.
- [31] Rode, M. (2005): Energetische Nutzung von Biomasse und der Naturschutz. - Natur und Landschaft 80 (09/10): 403-412.
- [32] EU-Kommission (2007): Bericht der Kommission an den Rat über die Anwendung der Regelung für die Einhaltung anderweitiger Verpflichtungen (Cross-Compliance). 29.3.2007, Brüssel.
- [33] Winkel, G. & Volz, K.R. (2003): Naturschutz und Forstwirtschaft. Kriterienkatalog zur Guten fachlichen Praxis. Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz, Angewandte Landschaftsökologie, Heft 52.
- [34] Schmidt, P.A & Glaser, T. (2007): Naturschutzkriterien zur Auswahl von Plantagenflächen, Folgeabschätzung zur Biodiversität, Risikobewertung. Im Auftrag des BMBF (7/2005-6/2009), TU Dresden Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften.
- [35] Fachhochschule Eberswalde (FHE); Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW); Brandenburgische Technische Universität Cottbus - Lehrstuhl für Bodenschutz und Rekultivierung (BTU); Technische Fachhochschule Wildau (TFHW); Landesforstanstalt Eberswalde (LFE); Internationales Institut für Wald und Holz NRW (IIWH); Leibniz-Institut für Agrartechnik Bornim (ATB) e.V. (2007): Verbundforschungsvorhaben DENDROM. Im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (6/2005-5/2008). Online in Internet: <http://www.dendrom.de>.
- [36] DER SPIEGEL (2006): Kahlschlag für Biostrom. Ausgabe 39/2006.
- [37] Rettet den Regenwald e.V. (2006): Kahlschlag-Diesel, nein danke! In: RegenwaldReport 02/2006. Online in Internet: <http://www.regenwald.org/regenwaldreport.php?artid=185>.
- [38] Arbeitskreis Energie des BUND Landesverbandes Rheinland-Pfalz (2006): Energie-Info. Berichte und Nachrichten aus dem Energiebereich. 19/3. Online in Internet: http://vorort.bund.net/energie-rlp/sonstiges/sonstiges_15/files/1442_ausgabe0306.pdf (Stand 11/2006).
- [39] WWF Deutschland (Hrsg.) (2002): Kahlschlag zum Frühstück – Palmöl-Produkte und die Zerstörung indonesischer Wälder: Zusammenhänge, Ursachen und Konsequenzen, ein Studie des WWF Deutschland in Zusammenarbeit mit dem WWF Indonesien und WWF Schweiz, Frankfurt/Main. Online in Internet: <http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf-alt/kampagnen/tessonilo/Palmoelstudie.pdf> (Stand 11/2006).
- [40] Paczian, W. & Klute (2006), M.: Zertifizierung von Bioenergie – Ein Muss oder eine Farce? Contra: Kahlschlag zertifizieren, S. 19 – 20. In: Forum Umwelt & Entwicklung (Hrsg.), Bioenergie-Boom – Goldrausch mit Risiken und Nebenwirkungen, Rundbrief 3/ 2006, Bonn.
- [41] Hooijer, A., Silvius, M., Wösten, H. and Page, S. 2006. PEAT-CO2, Assessment of CO2 emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics report Q3943 (2006).
- [42] Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. (2006): UFOP Bericht 2005/2006. Berlin.

- [43] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) (Hrsg.) (2006): Die EU-Agrarreform - Umsetzung in Deutschland. Ausgabe 2006. Berlin.
- [44] Reichert, T. (2006): EU-Agrarsubventionen auf dem Prüfstand – Entwicklung von Kriterien für ihren Umbau (Stand März 2006), Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft (AbL) & Germanwatch (Hrsg.), Berlin und Hamm, Online im Internet: <http://www.germanwatch.org/tw/eu-agr05.pdf> (12/2006).
- [45] Nitsch, H. & Osterburg, B. (2004): Cross Compliance als Instrument der Agrarumweltpolitik. In: Landbauforschung Völkenrode, 54/ 3. Online im Internet: http://www.fal.de/nn_791232/SharedDocs/10_LR/DE/Publikationen/LBF/download_lbf_2004_3_171_185_de.te_mplated=raw,property=publicationFile.pdf/download_lbf_2004_3_171_185_de.pdf.
- [46] Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL) & Naturschutzbund Deutschland (NABU) (2005): Agrarreform für Naturschützer – Chancen und Risiken der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik für den Naturschutz, Online im Internet: <http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/landwirtschaft/7.pdf>.
- [47] Z.B. Rode, M.; Kanning, H.; Buhr, N.; Steinkraus, K.; Wiehe, J.; Grundmann, P. & Klauss, H. (2006-2009): SUNREG II. Ökologische Optimierung der Produktion und energetischen Nutzung von Biomasse. Natur- und raumverträglicher Ausbau energetischer Biomassepfade. Im Auftrag der DBU und Volkswagen AG.
DVL, NABU, AbL (2006-2007): Anbau von Biomasse im Einklang mit der Natur - Perspektiven für einen naturverträglichen Biomassenanbau. Im Auftrag des Umweltbundesamts.
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Leitung) (2005-2009): Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands. Im Auftrag der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
- [48] Nitsch, J.; Krewitt, W.; Nast, M.; Viebahn, P.; Gärtner, S.; Pehnt, M.; Reinhardt, G.; Schmidt, R.; Uihlein, A.; Barthel, C.; Fishedick, M. & Merten, F. (2004): Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- [49] Wiegmann, K.; Heintzmann, A.; Peters, W.; Scheuermann, A. & Thoss, C. (2006): Bioenergie und Naturschutz: Sind Synergien durch die Energienutzung von Landschaftspflegeresten möglich? - Interner Zwischenbericht. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- [50] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2005): Monitoring der Umweltwirkungen des Bt-Gens. Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Freising-Weißenstephan.
- [51] Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (2002): Die Bedeutung von Blüten besuchenden Insekten (Bienen, Schwebfliegen, Pflanzenwespen) für den Pollentransfer von transgenem Raps auf verwandte Kreuzblütler. – Forschungszeitraum 1998 – 2000, Förderkennzeichen 0311744/3, Institut für Pflanzenschutz, Kleinmachnow. Online in Internet: <http://www.biosicherheit.de/de/sicherheitsforschung/3.doku.html> (11/2006)

- [52] Risikoaspekte der Gentechnik bei Gehölzen – Gehölze: Langlebig und ausschweifend. Online in Internet: <http://www.biosicherheit.de/de/gehoelze/98.doku.html> (3/2006).
- [53] Bundesministerium für Bildung und Forschung (2006): Anbau von Bt-Pappeln in China. Online in Internet: <http://www.biosicherheit.de/de/gehoelze/pappel/325.doku.html> (Stand 7/2005).
- [54] Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2004): Umweltgutachten 2004 – Umweltpolitische Handlungsfähigkeit sichern – Kurzfassung. Berlin.
- [55] Standortregister 2006 – Gv-Mais auf etwa 950 Hektar. Online in Internet: http://www.transgen.de/anbau_deutschland/bt_mais_2006/669.html (Stand 11/2006).
- [56] Gv-Pflanzen in der EU – Anbau in fünf Ländern. Online in Internet: <http://www.transgen.de/gentechnik/pflanzenanbau/643.doku.html> (Stand 11/2006).
- [57] Richtlinie 2001/18/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. März 2001 über die absichtliche Freisetzung genetisch veränderter Organismen in die Umwelt und zur Aufhebung der Richtlinie 90/220/EWG des Rates.
- [58] Kowarik, I.; Bartz, R.; Heink, U. (2005-2007): Operationalisierung des Konzepts zu „ökologischen Schäden“ durch GVO. F&E-Vorhaben im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz.
- [59] Z.B. Fritsche, U.; Hünecke, K.; Hermann, A.; Schulze, F. & Wiegmann, K. (2006): Sustainability Standards for Bioenergy. Im Auftrag des WWF, Frankfurt am Main;
Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (2006): Zertifizierung von Biokraftstoffen - Bewertung von Produktionsstandards in Vorbereitung. Pressemitteilung vom 24.11.2006.
- [60] Z.B. Fritsche, U.; Hünecke, K.; Hermann, A.; Schulze, F. & Wiegmann, K. (2006): Sustainability Standards for Bioenergy. Im Auftrag des WWF, Frankfurt am Main;
Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (2006): Zertifizierung von Biokraftstoffen - Bewertung von Produktionsstandards in Vorbereitung. Pressemitteilung vom 24.11.2006.
- [61] Interview mit Herrn Wedemeyer, Landvolk Niedersachsen Landesbauernverband, am 27.11.2006.
- [62] Hauth, M. (2005): Vom Bauleitplan zur Baugenehmigung. (8. Aufl.), München.
- [63] Coninvest (2006): Biomassekraftwerk Coesfeld. Berlin. Online in Internet: http://coninvest.vh164.templ4.internet1.de/downloads/coninvest_prospekt.pdf.
- [64] Reinhardt, G.; Scholwin, F.; Brohmann, B.; Klinski, S. & Peters, W. (2005-2008): Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- [65] Institut für Energetik und Umwelt (2006): Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung. Im Auftrag des Umweltbundesamts, FKZ 205 42 110.
- [66] Institut für Energetik und Umwelt (2006): Zusammenfassung des Experten-Workshops am 13. November 2006. Lokale Umwelteffekte einer geothermischen Stromerzeugung in Deutschland. Berlin, Persönliche Mitteilung.
- [67] Nehls, G. (2007): Ökologische Konflikte beim Ausbau der Windenergienutzung an Land und auf See unter besonderer Berücksichtigung

- des Ersatzes alter Anlagen durch leistungsstärkere neue (Repowering) (Arbeitstitel). Im Auftrag des Umweltbundesamts, Veröffentlichung geplant.
- [68] Rehfeld & Jansen (2006) zit. in Fußnote 72.
- [69] Ministerium für Bauen und Verkehr, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie (2005): Grundsätze für Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen – WKA-Erl.- Gem. Runderlass v. 21.10.2005.
- [70] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Landwirtschaft und Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (2003): Grundsätze zur Planung von Windkraftanlagen vom 25. November 2003 – IV 933 - (Ergänzung des Gemeinsamen Runderlasses vom 4. Juli 1995).
- [71] Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV) (2003): Tierökologische Abstandskriterien für die Errichtung von Windenergieanlagen in Brandenburg (Stand 01.06.2003).
- [72] Niedersächsischer Landkreistag (Hrsg.) (2005): Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege sowie zur Durchführung der Umweltprüfung und Umweltverträglichkeitsprüfung bei Standortplanung und Zulassung von Windenergieanlagen (Stand 05/2005).
- [73] Länderarbeitsgemeinschaft der Vogelschutzwarten (2006): Vogelschutzfachliche Empfehlungen zu Abstandsregelungen für Windenergieanlagen, 12.10.2006, Helgoland.
- [74] Bundesamt für Naturschutz - Projektgruppe „Windenergienutzung“ (2000): Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz zu naturschutzverträglichen Windkraftanlagen, Bonn und Bad Godesberg.
- [75] Peters, W. (2005): Landschaftsschutz gegen Klimaschutz? Konflikte um Windenergieanlagen in Brandenburg. - In: Lutze, G.; Reusswig, F. (Hrsg.), Nachhaltiges Brandenburg - Kulturlandschaft zwischen Funktionalität und Ästhetik; Müncheberg und Potsdam.
- [76] Reinhardt, G. A. & Scheurlen, K. (2004): Naturschutzaspekte bei der Nutzung erneuerbarer Energien. FKZ 801 02 160, im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz.
- [77] Klinski, S.; Buchholz, H.; Schulte, M.; Rehfeld, K. & Nehls, G. (2007): Entwicklung einer Umweltstrategie für die Windenergienutzung an Land und auf See. Im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) Förderkennzeichen UBA 203 41 144, Berlin.
- [78] Hötter, 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. Im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz; Förd. Nr. Z1.3-684 11-5/03. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- [79] Hötter, H.; Jeromin, H. & Thomsen, K.-M. (2006): Auswirkungen von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse - eine Literaturstudie. - Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen (26) 1.
- [80] Hötter, H. (2006): Auswirkungen des „Repowering“ von Windkraftanlagen auf Vögel und Fledermäuse. Untersuchungen im Auftrag des Landesamts für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- [81] Ratzbor, G.; Brandt, U. & Butenschön, S. (2005): Grundlagenarbeit für eine Informationskampagne "Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore)" – Analyseteil. Im Auftrag des DNR, Lehrte.
- [82] Zum Beispiel Verwaltungsgericht Stuttgart, Urteil vom 3.5.2005.

- [83] Brinkmann, R. & Schauer-Weisshahn, H. (2006) zit. in Fußnote 72.
- [84] Dürr, T. & Bach, L. (2004): Fledermäuse als Schlagopfer von Windenergieanlagen - Stand der Erfahrungen mit Einblick in die bundesweite Fundkartei. - Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz, Band 7.
- [85] Bach, L. & Rahmel, U. (2006): Fledermäuse und Windenergie - ein realer Konflikt? - Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen (26) Heft 1.
- [86] ERICKSON et al. 2001 – zit. in Endnote 72.
- [87] Universität Erlangen & Universität Hannover (2007): Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen (Arbeitstitel).
- [88] Feldt, W. (2006): DNR-Leitlinie zum umwelt- und sozialverträglichen Ausbau der Windenergie in Deutschland (Stand 03.04.2006).
- [89] Rehfeldt, K. & Gerdes, G. (2005): Potenzialanalyse „Repowering in Deutschland“ - Endbericht. - In: WAB Windenergieagentur Bremerhaven Bremen e. V. (Hrsg.).
- [90] TU Berlin - Herman-Fröttinger-Institut für Strömungsmechanik, Ecofys (2005): Einschränkungen für das Repowering unter Berücksichtigung der genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen. Bundesverband WindEnergie e.V.
- [91] Bundesregierung (2002): Strategie der Bundesregierung zur Windenergienutzung auf See im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, Berlin.
- [92] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Stiftung der Deutschen Wirtschaft für die Nutzung und Erforschung der Windenergie auf See; E.ON Energy Projects GmbH; EWE AG; Vattenfall Europe AG; REpower Systems AG; Multibrid Entwicklungsgesellschaft mbH; Netzanschlussgesellschaft Norderney GbR; Niedersächsisches Umweltministerium; Niedersächsisches Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Stadt Norderney (2006): Gemeinsame Erklärung zur Errichtung des Offshore-Testfeldes und zur Initialzündung für die deutsche Offshore-Windenergieentwicklung vom 29. September 2006.
- [93] Forschungszentrum Jülich (Hrsg.) (2002): Ökologische Begleitforschung zur Offshore-Windenergienutzung - Tagungsband. Begleitforschung. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Projekträger Forschungszentrum Jülich, Berlin.
- [94] Knust, R., Dalhoff, P., Gabriel, J., Heuers, J., Hüppop, O., Wendeln, H. (2003): Untersuchungen zur Vermeidung und Verminderung von Belastungen durch Offshore - Windenergieanlagen im küstenfernen Bereich der Nord- und Ostsee. Forschungsbericht 200 97 106, UBA-FB 000478, Berlin.
- [95] Köppel, J.; Peters, W. & Steinhauer I. (2004): Entwicklung von naturschutzfachlichen Kriterien zur Abgrenzung von besonderen Eignungsgebieten für Offshore-Windparks in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) von Nord- und Ostsee, Endbericht eines FuE-Vorhabens, BfN-Skripten 114, Bonn, Bad Godesberg.
- [96] Köppel, J.; Köller, J.; Peters, W.; Treblin, M. & Wippel, K. (2005): Berücksichtigung von Auswirkungen auf die Meeresumwelt bei der Zulassung von Windparks in der Ausschließlichen Wirtschaftszone: Methodendiskussion und Praxishinweise für die Erarbeitung und Qualitätssicherung von Umweltverträglichkeitsstudien und FFH-Verträglichkeitsstudien, 1. Zwischenbericht, FKZ 0329949, Berlin.

- [97] Online in Internet: <http://www.bsh.de/de/Meeresnutzung/Wirtschaft/Windparks/index.jsp>.
- [98] Köller, J.; Köppel, J. & Peters, W. (2007): Offshore Wind Energy. Research on Environmental Impacts, Berlin, Heidelberg.
- [99] Ehrich, S. (2003): Auswirkungen von Offshore-Windkraftanlagen auf die Fischfauna.- Kurzfassung. Online in Internet: <http://sdn-web.de/windkraft/ehrwind.pdf> (Stand 11/2006).
- [100] Hüppop, O.; Ballasus, H. & Hill, K. (2007): Recherche und Analyse möglicher Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Vogelschlag an Offshore-Windkraftanlagen und Entwicklung geeigneter Evaluationsansätze. FKZ 802 82 015, Institut für Vogelforschung „Vogelwarte Helgoland“, Helgoland.
- [101] Söker, H. (2003): Offshore-Windenergie in Nord- und Ostsee - Bedeutung, Planung, Möglichkeiten. – in: Offshore-Windparks und Naturschutz – Konzepte und Entwicklungen. NNA-Berichte (Hrsg.), 3, 1-7
- [102] Havariekommando (2007): Gemeinsame Einrichtung des Bundes und der Küstenländer. Online in Internet: http://www.havariekommando.de/wir_ueber_uns/index.html (20.3.2007)
- [103] TU Hamburg-Harburg (2006): Rechnerische Bewertung des Risikos herabstürzender Gondeln von Offshore-Windenergieanlagen bei der Kollision mit Schiffen. Online in Internet: <http://www.tu-harburg.de/skf/forschung/gondel.shtml> (Stand 6/2007).
- [104] Bundesamt für Naturschutz (2006): Habitat Mare Natura 2000. Online in Internet: <http://www.habitatmarenatura2000.de/index.php> (Stand 10/2006).
- [105] Arge PV-Monitoring (Bosch & Partner; Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoffforschung; Solar Engineering Decker & Mack GmbH; Institut für Energetik und Umwelt GmbH; Rechtsanwaltskanzlei Bohl & Coll.) (2007): Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Solarenergie, insbesondere der Photovoltaik-Freiflächen. Interne Auswertung der PV-Datenbank, Stand 20.04.2007.
- [106] Konsolidierte Fassung der Begründung zu dem Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) vom 21. Juli 2004, BGBl. 2004.
- [107] Arge PV-Monitoring (Bosch & Partner; Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung; Solar Engineering Decker & Mack GmbH; Institut für Energetik und Umwelt GmbH; Rechtsanwaltskanzlei Bohl & Coll.) (2007): Monitoring zur Wirkung des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Solarenergie, insbesondere der Photovoltaik-Freiflächen. Endbericht Monitoringphase 2005 - 2006. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- [108] GFN - Gesellschaft für Freilandökologie und Naturschutzplanung mbH (2006): Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Photovoltaikfreiflächenanlagen (Stand 29.9.2006), Im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz, Leipzig.
- [109] Fthenakis, V.M. (2003): Life cycle impact analysis of cadmium in CdTe PV production. Online im Internet: URL: http://www.firstsolar.com/pdf/Brookhaven_Life_Cycle_Analysis.pdf (Stand 2006).

- [110] Regierungspräsidium Freiburg (2004): Großflächige Solar- bzw. Photovoltaikanlagen in der freien Landschaft. Hinweise für die bau- und bauplanungsrechtliche Behandlung, Standortfragen und weitere damit zusammenhängende Fragestellungen, Freiburg i.Br.
- [111] Landesumweltamt Brandenburg (2004): Solaranlagen in der freien Landschaft (unveröffentl. Entwurf), Potsdam.
- [112] Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (2004): Hinweise zur naturschutzfachlichen Beurteilung von Solar-Freiflächenanlagen (unveröffentl. Entwurf).
- [113] Gemeinsamer Beratungserlass des Innenministeriums, der Staatskanzlei, des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume und des Ministeriums für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr vom 5. Juli. 2006 (Amtsbl. Schl. H. S.).
- [114] Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft (UVS), NABU (2005): Kriterien für naturverträgliche Photovoltaik-Freiflächenanlagen, Bonn, Berlin.